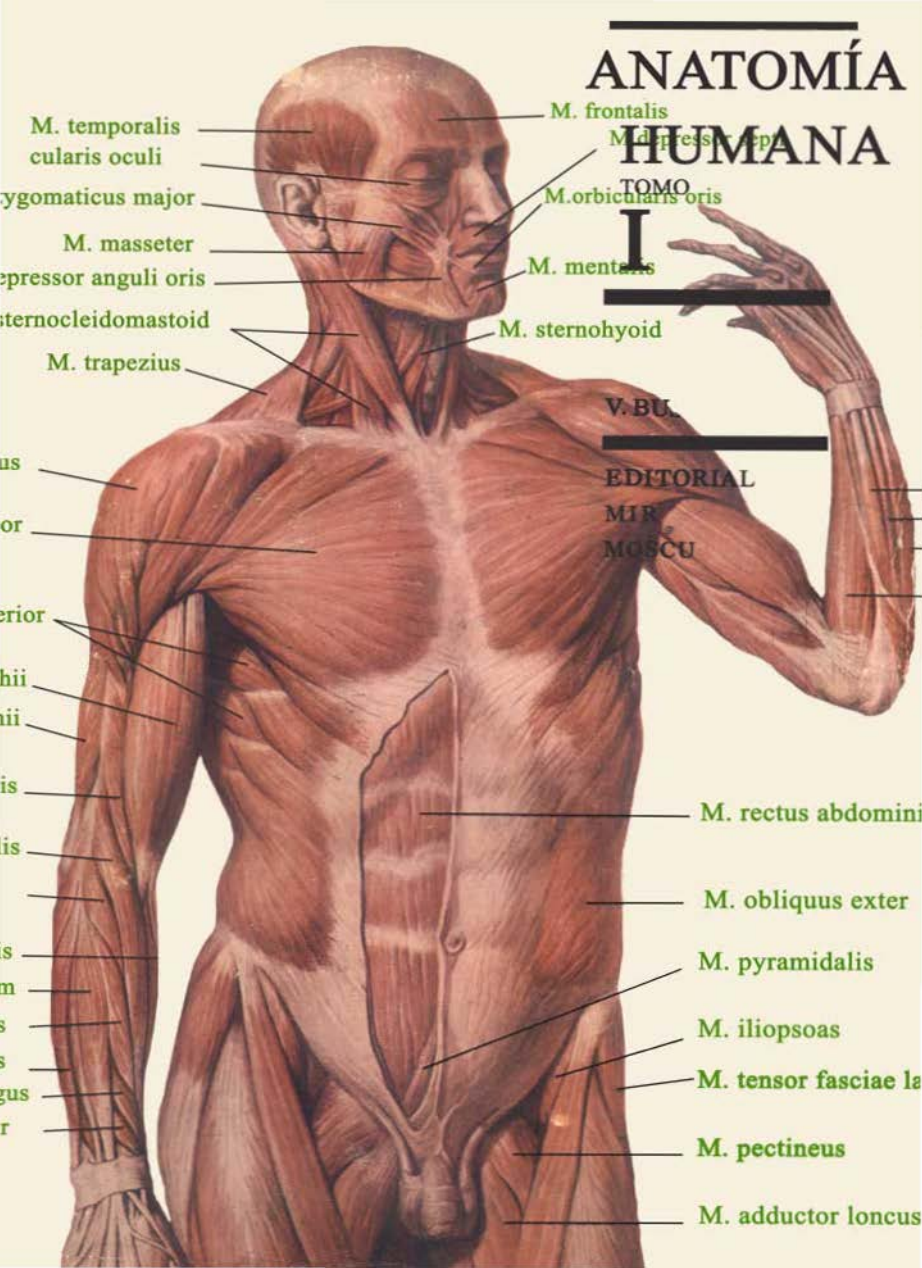

ANATOMÍA
HUMANA
TOMO
I
V. BU
EDITORIAL
MIR
MOSCU
M. temporalis
cularis oculi
ygomaticus major
M. masseter
epressor anguli oris
sternocleidomastoid
M. trapezius
us
or
erior
hii
ii
is
lis
s
m
s
s
gus
r
M. frontalis
M. depressor supe
M.orbicularis oris
M. mentalis
M. sternohyoid
M. rectus abdomini
M. obliquus exter
M. pyramidalis
M. iliopsoas
M. tensor fasciae la
M. pectineus
M. adductor loncus



EDITORIAL MIR

ANATOMIA

М. ПРИВЕС
Н. ЛЫСЕНКОВ
В. БУШКОВИЧ

АНАТОМИЯ
ЧЕЛОВЕКА

ИЗДАТЕЛЬСТВО
„МЕДИЦИНА"
МОСКВА

M. PRIVES
N. LISENKOV
V. BUSHKOVICH

HUMANA

TOMO I
GENERALIDADES
APARATO
LOCOMOTOR

Quinta edición
revisada y ampliada

EDITORIAL
MIR
MOSCU

Traducción del ruso
HUMBERTO VALDÉS TERGAS
Doctor en Medicina de la Universidad de la Habana
FINA COLL
Doctor en Medicina de la Universidad de Barcelona

Isabel V. Danílova
Licenciada en Filología

На испанском языке

Primera edición 1971
Segunda edición 1975
Tercera edición 1978
Cuarta edición 1981
Quinta edición 1984

Impreso en la URSS - 1984
© Издательство «Медицина», 1974
© Traducción al español Editorial Mir, 1984

CONTENIDO

PREFACIO 11

INTRODUCCIÓN 13

Objeto de la anatomía (La anatomía como ciencia) 13
Métodos de investigación anatómica 18

GENERALIDADES

BREVE BOSQUEJO HISTÓRICO DE LA ANATOMÍA 21

Inicio de la anatomía como ciencia en la Grecia Antigua 21
Período de Alejandría 23
Roma Antigua 23
La anatomía en la época del feudalismo (siglos V-XVII) 25
Epoca del Renacimiento 27
Descubrimiento de la circulación sanguínea 31
La anatomía en la época del capitalismo 33
Teoría celular 34
Idea de la evolución en su aplicación al hombre 35
La anatomía en Rusia antes de la Gran Revolución Socialista de Octubre 37
Idea del nervismo y su aplicación a la anatomía 43
La anatomía en la URSS 48

ESTRUCTURA DEL CUERPO HUMANO 54

El organismo 54
El organismo y sus elementos componentes 54
Tejidos 55
Organos 57
Sistemas de órganos y aparatos 58
Integridad del organismo 60
Relación mutua entre el organismo como un todo y sus elementos componentes 61
El organismo y el medio ambiente 62

LUGAR DEL HOMBRE EN LA NATURALEZA 64

Teoria del trabajo de F. Engels acerca del origen del hombre 66
Etapas fundamentales del desarrollo individual del organismo humano. Ontogénesis 69
Desarrollo inicial del organismo humano 69
Anexos embrionarios y unión del embrión con el organismo materno 77
Período de desarrollo postnatal del organismo 80
Forma del cuerpo humano, dimensiones y sexo 81
Constitución 84
Norma y anomalías 86

Terminología anatómica 87

APARATO DE SOSTÉN Y DE LOCOMOCIÓN

INTRODUCCIÓN 93

PARTE PASIVA DEL APARATO DE SOSTÉN Y DE LOCOMOCIÓN. OSTEOARTROSINDESMOLOGÍA 95

Osteología general 95
Sistema esquelético 95
El hueso como órgano 96
Desarrollo del hueso 101
Clasificación de los huesos 107
Imagen radiológica de la estructura y desarrollo de los huesos 108
Dependencia del desarrollo de los huesos de los factores internos y externos 111
Imagen radiográfica de la estructura del esqueleto de personas de diferentes profesiones 115
Eficacia de la anatomía del sistema óseo 119
Relación recíproca entre lo social y lo biológico en la estructura de los huesos 120
Articulaciones de los huesos en general (sindesmología) 121
Uniones continuas o sinartrosis 122
Clases de sindesmosis 123
Clases de sincondrosis 124
Uniones de tránsito, semiarticulaciones; hemiartrosis 125
Uniones discontinuas, articulaciones; diartrosis 125
Biomecánica de las articulaciones 127
Posición regular de los ligamentos 128
Clasificación de las articulaciones y su característica general 128
Articulaciones uniaxiales 131
Articulaciones biaxiales 132

Articulaciones poliaxiales 133
Coordinación de las articulaciones 134

Esqueleto del tronco 134
Columna vertebral 138
Diferentes clases de vértebras 140
Articulaciones intervertebrales 149
Articulaciones de los cuerpos vertebrales 149
Articulaciones de los arcos vertebrales 151
Articulación sacrococcígea 151
Articulación de la columna vertebral con el cráneo 152
La columna vertebral como un todo 154
Tórax 156
Esternón 156
Costillas 157
Articulaciones de las costillas 159
El tórax en su conjunto 160

Esqueleto de la cabeza 163
Huesos del cráneo 170
Occipital 170
Esfenoides 172
Temporal 175
Parietal 181
Frontal 182
Etmoides 183
Huesos de la cara 185
Maxilar 185
Palatino 188
Concha nasal inferior 189
Hueso nasal 189
Hueso lagrimal 189
Vómer 190
Hueso cigomático 190
Mandíbula 191
Hioides 194
Uniones de los huesos del cráneo 195
Articulación temporomandibular 197
El cráneo en su conjunto 198
Particularidades del cráneo relacionadas con la edad 208
Diferencias sexuales del cráneo 210
Crítica a la «teoría» racista en el estudio del cráneo (craneología) 210

Esqueleto de los miembros 212
Esqueleto del miembro superior 218
Cinturón del miembro superior 218
Clavícula 218
Escápula 219
Articulaciones de los huesos del cinturón del miembro superior 220
Esqueleto de la parte libre del miembro superior y su adaptación para el trabajo 222

Húmero 222
Articulación humeral 223
Huesos del antebrazo 226
Cúbito 226
Radio 226
Articulacion del codo (cubital) 229
Articulación de los huesos del antebrazo 232
Huesos de la mano 232
Carpo 232
Metacarpo 234
Huesos de los dedos de la mano 237
Articulaciones de los huesos de la mano 234
Esqueleto del miembro inferior 243
Cinturón del miembro inferior 243
Hueso ilion 244
Hueso pubis 245
Hueso isquion 245
Articulación de los huesos de la pelvis 246
Pelvis en conjunto 249
Esqueleto de la parte libre del miembro inferior y su adaptación a la marcha bípeda 253
Fémur 253
Patela 254
Articulación coxal 254
Huesos de la pierna 258
Tibia 258
Fibula 260
Articulación de la rodilla 261
Articulación de los huesos de la pierna 266
Huesos del pie 267
Tarso 267
Metatarso 269
Huesos de los dedos del pie 269
Articulación de los huesos del pie 271

PARTE ACTIVA DEL APARATO LOCOMOTOR (MIOLOGÍA GENERAL) 278

Generalidades 278

Desarrollo de los músculos 278
El músculo como órgano 283
Trabajo muscular (elementos de biomecánica) 284
Leyes que rigen en la distribución de los músculos 288
Clasificación de los músculos 289
Aparatos auxiliares de los músculos 289
Armazón blanda del cuerpo humano 291
Influjo de los factores del medio exterior en la musculatura 292

Miología especial 293
Músculos del dorso 293
Músculos superficiales del dorso 296
Músculos profundos del dorso 297
Músculos autóctonos del dorso 297
Músculos profundos del dorso de origen ventral 301
Fascias del dorso 301
Músculos de la parte ventral del tronco 302
Músculos del tórax 303
Músculos del tórax relacionados con el miembro superior 303
Músculos autóctonos del tórax 304
Diafragma 305
Fascias del tórax 307
Músculos del abdomen 308
Músculos laterales 308
Músculos anteriores del abdomen 310
Músculos posteriores del abdomen 314
Canal inguinal 315
Músculos del cuello 318
Músculos superficiales derivados de los arcos viscerales 319
Músculos de la región anterior del cuello 320
Músculos suprahioideos derivados de los arcos viscerales 320
Músculos infrahioideos derivados de la musculatura anterior del tronco 322
Músculos laterales profundos insertados en las costillas 322
Músculos escalenos 322
Músculos prevertebrales 324
Topografía del cuello 324
Fascias del cuello 326
Músculos de la cabeza 329
Músculos de la masticación 329
Músculos mímicos 331
Músculos de la calvaria 332
Músculos extraorbitarios 334
Músculos periorales 335
Músculos perinasales 337
Fascias de la cabeza 337
Músculos del miembro superior 337
Músculos de la región deltoidea 338
A. Grupo dorsal 338
B. Grupo ventral 341
Músculos del brazo 341
Músculos anteriores del brazo 342
Músculos posteriores del brazo 342
Músculos del antebrazo 343
Grupo anterior 343
Grupo posterior 347
Grupo radial de la capa superficial 347
Grupo ulnar de la capa superficial 350
Músculos de la mano 351
Músculos del tenar 352

Músculos del hipotenar 354
Músculos del hueco de la mano 354
Fascias del miembro superior y vainas tendinosas 355
Topografía del miembro superior 358
Músculos del miembro inferior 361
Músculos de la región glútea 361
Grupo anterior 362
Grupo posterior 363
Músculos del muslo 366
Grupo anterior 366
Grupo posterior 368
Grupo medial 369
Músculos de la pierna 370
Grupo anterior 371
Grupo lateral 372
Grupo posterior 373
Músculos del pie 375
Músculos dorsales 375
Músculos plantares 376
Fascias del miembro inferior y vainas de los tendones 378
Topografía del miembro inferior 384
Canales para vasos y nervios 384
Canal femoral 385
Particularidades específicas más importantes en la estructura del aparato de la locomoción del hombre que le distinguen de los animales 386
Breve resumen de los músculos que aseguran los movimientos en los diferentes esslabones del cuerpo 387
Articulación temporomandibular 387
Movimientos de la columna vertebral 388
Articulación atlantooccipital 388
Cinturón del miembro superior 388
Articulación humeral 388
Articulación del codo 389
Articulaciones de la mano 389
Articulaciones de los dedos de la mano 389
Articulación coxal 389
Articulación de la rodilla 390
Movimientos del pie 390
Articulaciones de los dedos del pie 390
Datos electromiográficos sobre la función de los músculos 390
Indice alfabético 393

PREFACIO A LA QUINTA EDICIÓN

El presente manual de anatomía humana está destinado a los estudiantes de medicina. Se distingue de otros textos, tanto soviéticos como extranjeros, en que la exposición de los datos anatómicos se fundamenta en los principios de la progresiva filosofía del materialismo dialéctico.

El organismo humano se considera no como un conjunto mecánico de órganos y sistemas, sino como un todo que se encuentra en unidad con el medio biosocial del hombre. Puesto que el factor principal de la antropogénesis es el trabajo, ya que la estructura del organismo se expone a la luz de la teoría del trabajo de F. Engels, que tiene en cuenta no el esquema de la estructura del cuerpo humano en abstracto, sino la anatomía de la persona en concreto, considerando su modo de vivir y particularmente el trabajo, es decir, la anatomía de los hombres de diferentes profesiones.

Un ejemplo de la manera de enfocar esta cuestión se tiene en el capítulo «Anatomía de los hombres de diferentes profesiones».

En la actualidad, en relación con el desarrollo de la cosmonáutica surgieron nuevas profesiones, llamadas no terrestres, que dejan su impresión en la estructura del hombre. Por eso de la medicina cósmica (gracias a las obras del colegio de profesores de la Cátedra de Anatomía Normal del I Instituto de Medicina Académico I. P. Pávlov de Leningrado) se separó la anatomía cósmica, cuyos elementos han sido descritos por primera vez en este manual (véase «Anatomía cósmica»).

A la luz de la anatomía cósmica se examina el órgano del equilibrio, cuya descripción está separada de la del oído, expuesto como analizador independiente de la atracción terrestre. Por eso en el manual se señala que el hombre tiene seis órganos externos de los sentidos y no cinco como se escribe en toda la literatura. Los principios de cibernética encontraron su reflejo en la característica general del sistema nervioso.

La historia de la ciencia anatómica se expone no por la vía de la descripción de los hechos históricos en orden cronológico, como se hace habitualmente, sino según las formaciones social-históricas fundamentadas en el materialismo histórico, enseñando la historia de la lucha del materialismo desde el punto de vista del organismo humano y sus sistemas.

Como regla, en todos los manuales la estructura del organismo se describe por sistemas aislados, es decir, por el método de análisis. Todos los manuales de anatomía terminan describiendo cualquier sistema aislado, sin el intento de dar la más ligera noción del organismo como un todo. En el presente manual, después de exponer los distintos sistemas, se da un capítulo especial —«Síntesis de datos anatómicos»—, que tiene por objetivo crear en el estudiante la noción correcta y sintetizada del organismo como un todo, en unidad con su medio biosocial.

En el manual se citan datos anatómicos que señala la pseudociencia de las teorías racistas sobre el origen y la estructura del hombre. También se exponen las nociones sobre la estructura del hombre vivo, basadas en datos

de la radiografía y la endoscopia, que sirven de puente entre la anatomía y la clínica.

Todos estos nuevos enfoques del estudio de la estructura del cuerpo humano tienen por finalidad elaborar en la mente de los estudiantes el concepto correcto y exacto sobre la estructura y el desarrollo del organismo del hombre y sobre la ciencia anatómica como una ciencia viva, según el pensamiento, y para lo vivo, según el objetivo.

Las particularidades señaladas caracterizan las diferentes ediciones de este manual. Esta obra ha sido revisada y ampliada a la luz del desarrollo de la ciencia. La terminología utilizada es la de la Nomenclatura Anatómica de París (PNA), con su versión al castellano.

El autor

INTRODUCCION

El estudio de la estructura del cuerpo humano es el principio de la medicina.

Hipócrates

OBJETO DE LA ANATOMÍA (LA ANATOMIA COMO CIENCIA)

Anatomía humana es la ciencia que estudia la *forma* y la *estructura* del organismo del hombre (de sus órganos y sistemas) e investiga las leyes que rigen el desarrollo de dicha estructura con respecto a las funciones y el medio ambiente. En la Unión Soviética esta ciencia se basa en la filosofía de vanguardia del materialismo dialéctico.

La vieja anatomía descriptiva planteaba un sólo problema: cómo está dispuesto el organismo. Se limitaba a la descripción de las estructuras y de ahí su denominación. Investigaba la forma sin relacionarla con las funciones y no trataba de descubrir las leyes del desarrollo del organismo, adoptando, por tanto, una posición metafísica*. Sin embargo, esta ciencia en su evolución pasó por dos fases: la descriptiva, cuando tiene lugar la acumulación de hechos y su descripción, y la de síntesis, cuando los hechos acumulados se generalizan, se sistematizan y se descubren las leyes que los rigen. Por eso, la anatomía moderna tiende no sólo a describir los hechos, sino a generalizarlos y explicarlos, revelando las regularidades de la estructura y el desarrollo y dirigir la estructura del organismo, sus órganos y sistemas.

Si para la vieja anatomía descriptiva la descripción era su finalidad, para la anatomía moderna es sólo un medio, uno de los métodos para el estudio de las estructuras, uno de sus rasgos (rasgo descriptivo).

Por su parte, la anatomía moderna trata de aclarar no sólo cómo está dispuesto el organismo, sino *por qué* tiene tal estructura. Para hallar la respuesta a este segundo problema, la anatomía investiga las relaciones del organismo, tanto internas como externas.

La dialéctica, en contraposición a la metafísica, nos enseña que en la naturaleza todo se halla en relación mutua. De igual manera, el organismo humano vivo constituye un sistema íntegro. Por eso, la anatomía estudia el organismo no como una simple suma mecánica de sus partes integrantes, independiente del medio que le rodea, sino como un todo en unidad con sus condiciones de existencia.

La dialéctica enseña, contrariamente a la metafísica, que en la naturaleza todo cambia y se desarrolla. El organismo del hombre es tampoco algo invariable, moldeado en una forma completamente acabada; por el contrario, está en constante transformación, desde el momento del engendramiento hasta el instante de la muerte. Aparte de esto, el hombre, como especie, es el producto de una larga evolución que revela rasgos de afinidad con formas animales. Por eso, la anatomía no sólo estudia la estructura del hombre

* Metafísica, desde el punto de vista filosófico, es la concepción anticientífica que trata los fenómenos de la naturaleza y de la sociedad como invariables y aislados unos de otros; o sea, es el método contrario a la dialéctica que examina todos los fenómenos en su desarrollo, transformaciones y relaciones recíprocas.

adulto contemporáneo, sino que investiga cómo se formó el organismo en su desarrollo histórico. Con esta finalidad:

1. Se estudia el desarrollo del género humano en el proceso evolutivo de los animales, o **filogénesis** (*phylon*, género, *genesis*, desarrollo). Para el estudio de la filogénesis se utilizan los datos de *la anatomía comparada*, la cual compara la estructura de distintos animales y el hombre. Además de la anatomía comparada, que es una ciencia descriptiva, se tienen en cuenta los principios de la morfología evolutiva, que descubre las fuerzas motrices de la evolución y las transformaciones de la estructura en el proceso de adaptación del organismo a las condiciones concretas de su medio ambiente (A. Sévertsev).

2. Se investiga el proceso de formación y desarrollo del ser humano en relación con el desarrollo de la sociedad, es decir, **antropogénesis** (*anthropos*, hombre). Para ello, además de la morfología comparada y evolutiva, se emplean, preferentemente, los datos de *la antropología*.

La antropología estudia la historia natural del hombre y su naturaleza física, teniendo en cuenta el desarrollo histórico del grupo social a que pertenece. Ella estudia las particularidades de la estructura del cuerpo humano relacionadas con la antropogenia y el papel dirigente del trabajo en dicho proceso (V. Guínzburg, 1963).

Si la anatomía examina al hombre como a un tipo único, generalizado, la antropología lo estudia en sus variedades concretas, teniendo en cuenta las distinciones de edad, sexo, constitución y raza del hombre contemporáneo, e investiga grupos determinados de población: étnicos, profesionales y sociales (V. Bunak, 1941).

La parte de la antropología que estudia el cuerpo del hombre concreto, y no del individuo abstracto, teniendo en cuenta su distinta constitución física y diferente modo de vida y de trabajo se separó bajo el nombre de antropología anatómica.

3. Se examina el proceso de desarrollo del individuo o sea, su **ontogénesis** (*onthos*, ser), en el transcurso de toda su vida —intrauterina, embrionaria (**embriogénesis**) y extrauterina, postembrionaria, o postnatal (*post*, después, *natus*, nacido)—, desde el nacimiento hasta el momento de la muerte. Con este fin se utilizan los datos de *la embriología* y la llamada *anatomía por edades*. El último período de la ontogénesis, el envejecimiento, es objeto de estudio de *la gerontología*, estudio de la vejez (*geron*, *gerontos*, viejo).

Se toman también en consideración las distinciones individuales y sexuales de la forma, estructura y posición del cuerpo y de los órganos que lo componen, así como sus relaciones topográficas recíprocas.

Como resultado, la anatomía estudia el organismo humano como un todo único que se desarrolla conforme a leyes determinadas, bajo el influjo de condiciones internas y externas, en el transcurso de toda su evolución. Un estudio tal de la estructura del organismo es el rasgo *evolutivo* de la anatomía.

El materialismo dialéctico enseña que la forma y el contenido, la forma y la función, constituyen una unidad, condicionándose recíprocamente. El organismo no contiene ninguna estructura que no desempeña tal o cual función y no hay ninguna función que no esté relacionada con tal o cual estructura.

Cada órgano es, en grado considerable, el producto de aquel trabajo que él realiza. «El órgano crea su propia forma en el trabajo». Por eso, la anatomía

estudia la estructura del organismo y de sus distintas partes y órganos en un enlace indisoluble con sus funciones, lo que establece *el rasgo funcional* de la misma.

Todo el estudio de la anatomía humana no constituye un objetivo propio, sino que se fundamenta en el principio de la unidad de la teoría y la práctica, y sirve a los fines de la medicina, así como a los de la cultura física (*rasgo aplicado*).

Los rasgos descriptivo, evolutivo y funcional establecen aspectos distintos de una anatomía única. El rasgo principal de la anatomía soviética es su *eficacia*, es decir, no una contemplación pasiva y descriptiva de la estructura del organismo (como enseña el materialismo contemplativo de Feuerbach), sino la tendencia a descubrir las leyes que rigen la estructura y el desarrollo del organismo y dominar dichas leyes con el fin de influir sobre el organismo en el sentido indispensable para el desarrollo favorable y armónico del hombre, constructor de la nueva sociedad.

L. Feuerbach exponía que en el estudio de la naturaleza basta con observarla en contemplación pasiva, sin intervenir en ella, y describirla limitándose al carácter descriptivo de la ciencia.

C. Marx, en sus «Tesis sobre Feuerbach», escribió criticándole: «Los filósofos no han hecho más que *interpretar* de diversos modos el mundo, pero de lo que se trata es de *transformarlo*» (**C. Marx y F. Engels.** Obras escogidas en dos tomos, t. II, p. 406, ed. en español, Moscú, 1966).

De estas palabras de C. Marx se deduce que toda rama científica debe resolver tres objetivos: describir, aclarar y dirigir.

La anatomía, como ciencia, acumula hechos y los describe (rasgo descriptivo), sus rasgos evolutivo y funcional le facilitan el esclarecimiento de dichos hechos y el establecimiento de las leyes que rigen las estructuras, mientras que la eficiencia de la anatomía favorece el dominio de las leyes descubiertas para la regulación del organismo.

En resumen, la anatomía puede resolver los tres objetivos antes citados, siendo por eso una rama científica con grandes perspectivas.

Gracias a la amplitud del material y a las dificultades para el estudio del organismo en conjunto, este último se examina al principio por sistemas, debido a lo cual la anatomía recibe también la denominación de *sistemática*. Al examinar el organismo por sistemas, lo dividimos artificialmente en partes, utilizando el método analítico. Sin embargo, en el organismo vivo, las diferentes partes y elementos de la estructura del cuerpo (sistemas, órganos, tejidos, etc.) no existen aisladamente, sino que se condicionan recíprocamente en su formación, desarrollo y actividad vital e influyen mutuamente en su modelación.

Por eso, para la comprensión del organismo en su conjunto, es indispensable utilizar el método de la síntesis. La síntesis de los conocimientos anatómicos se practica durante todo el proceso de estudio del curso de anatomía, mediante el descubrimiento de las relaciones entre las formas y las funciones y el estudio de las estructuras en el aspecto de su desarrollo bajo el influjo de factores externos e internos. En la etapa final del curso de anatomía, todos los sistemas son estudiados en conjunto, tal como existen en el organismo vivo. En este sentido se presta atención a las relaciones mutuas que presentan entre sí, y, en particular, con el sistema nervioso, que reúne al organismo en un todo único (véase cap. «Síntesis de datos anatómicos»). Algunos autores

(I. D. Kirpatovski e I. I. Bocharov) separan de la anatomía topográfica el conjunto de conocimientos que tienen relación con el relieve exterior del cuerpo y sus regiones bajo el nombre de *anatomía de relieve*.

La anatomía que estudia la estructura del organismo de las personas que se ocupan del deporte, que investiga la acción de distintas especializaciones deportivas sobre el mismo y que favorece la perfección del entrenamiento de los deportistas se destaca bajo el nombre de *anatomía deportiva*, la cual se enseña en los institutos de cultura física. Es parte de la llamada antropología anatómica, que estudia la anatomía de los individuos que se diferencian por una serie de rasgos (raza, nacionalidad, constitución física, medio del habitat, etc.).

En los institutos de cultura física se presta atención especial a la anatomía funcional del aparato de locomoción y de sostén, la cual no sólo investiga su estructura, sino también la dinámica de los movimientos y por eso se denomina *anatomía dinámica*. La anatomía aplicada para los dibujantes y escultores sólo estudia las formas exteriores y las proporciones del cuerpo, denominándose *anatomía plástica*.

Los tipos de anatomía señalados se distinguen por su diferente enfoque del estudio del cuerpo humano, el cual puede ser investigado tanto en el muerto como en el vivo—*anatomía de la persona viva*. Esta última es muy indispensable para el médico que trata a la persona viva. Sus éxitos están relacionados con el desarrollo progresivo de los métodos radiológicos de investigación, que permiten ver casi todos los órganos y sistemas del organismo humano vivo, lo que constituye una parte integrante de la anatomía moderna llamada *anatomía radiológica*.

Todas estas variedades de la ciencia anatómica representan distintos aspectos de *la anatomía humana única*.

Además de la anatomía sistemática, existe *la anatomía topográfica*, que examina las correlaciones de los órganos en el espacio, en las distintas regiones del cuerpo, y tiene importancia de aplicación directa en la clínica, especialmente en la práctica de la cirugía, por lo cual también se denomina *anatomía quirúrgica*.

Para satisfacer las exigencias de las artes plásticas (pintura y escultura) existe *la anatomía plástica*, asignatura de las escuelas de bellas artes.

Puesto que la anatomía comprende el estudio del organismo normal, sano, también se llama *anatomía normal*, para diferenciarla de *la anatomía patológica*, que investiga el organismo enfermo y las variaciones patológicas de sus órganos.

Los nexos existentes en el organismo, en su conjunto, sólo pueden ser descubiertos mediante la comparación de los datos de la anatomía y los proporcionados por otras *disciplinas contiguas*.

El hombre es producto del desarrollo más elevado de la materia viva. Por eso, para la comprensión de su estructura es indispensable emplear los datos de *la biología*, ciencia que estudia el origen y el desarrollo de la materia viva. Puesto que el ser humano es parte de la materia viva, la rama científica que estudia su estructura, es decir, la anatomía, es una rama de la biología. Sin embargo, el hombre es «un animal que elabora instrumentos». En esta definición clásica de B. Franklin, aceptada por C. Marx, se reflejan dos aspectos: el biológico («el hombre, es un animal...»), que indica la afinidad del hombre con el mundo animal, y el social (...«que elabora instrumentos»),

que subraya su naturaleza social. Por consiguiente, es indispensable tener presente la importancia dirigente de las condiciones sociales en el desarrollo del hombre. Por eso, la anatomía humana rebasa los límites de la biología y entra en contacto con las ciencias sociales.

Unidad entre las formas y funciones en la estructura del organismo. El organismo y sus elementos componentes —órganos, tejidos y células— son formas diversas de materia.

El materialismo dialéctico enseña que el modo de existencia de la materia es el movimiento, sus cambios constantes en el espacio y en el tiempo.

Desde este punto de vista, la forma caracteriza la disposición en el espacio de la materia en movimiento, es decir, la organización del substrato morfológico, y la función, el proceso de sus cambios en el tiempo (V. Petlenko, 1964). El hecho de que el espacio y el tiempo, como propiedades de la materia en movimiento, son inseparables, la forma y la función se unen mutuamente, constituyendo un todo único.

La estructura de lo vivo es la unidad de su substrato morfológico (la materia), con la dinámica de sus cambios (el movimiento). La estructura de lo viviente incluye no sólo la forma, sino también la función: no sólo las particularidades morfológicas del organismo, sino también las funciones.

Para comprender la estructura del organismo desde el punto de vista de *la ligazón de la forma y la función*, la anatomía utiliza los datos de *la fisiología*— ciencia que estudia la actividad vital del organismo. Por lo común, la biología se divide en dos disciplinas: *morfología* —ciencia que estudia la forma—, y *fisiología*— ciencia que estudia las funciones. Sin embargo, esta división es condicional, puesto que «los fenómenos morfológicos y fisiológicos, la forma y la función, se condicionan recíprocamente» (**C. Marx y F. Engels.** Obras, 2ª ed. rusa, t. 20, p. 620).

La anatomía y la fisiología tienen un mismo objeto de estudio, la estructura de lo viviente, pero desde posiciones distintas: la anatomía, desde el punto de vista de la forma, de la organización de lo vivo; la fisiología, desde el punto de vista de la función, del proceso en lo vivo (V. Petlenko, 1964).

Estas son las relaciones mutuas entre esas dos disciplinas afines, que son el alfa y el omega de los conocimientos médicos. «La anatomía en alianza con la fisiología es la reina de la Medicina» (A. Walter, 1853). La propia anatomía estudia no sólo la estructura externa, sino también la interna. El estudio de la estructura de los órganos con ayuda del microscopio constituye el objeto de *la anatomía microscópica*. En esencia, la anatomía macro y microscópica representan una ciencia que sólo está dividida en dos ramas, por la técnica de investigación. La anatomía microscópica, en su lugar, está ligada estrechamente con la ciencia de los tejidos —*la histología* (del gr. *hystos*, tejido), que estudia las regularidades de la estructura y el desarrollo de los tejidos—, y también con la ciencia de la célula— la *citología* (del gr. *cytos*, célula), que investiga las regularidades de la estructura y del desarrollo de las diferentes células que forman los tejidos y órganos.

El descubrimiento del microscopio electrónico hizo posible la investigación de las estructuras inframicroscópicas (moléculas de materia viva), que son al mismo tiempo objeto de estudio para la química. En la conexión de la citología con la química se ha desarrollado una nueva rama científica, *la química citológica*. Como consecuencia de esto, la estructura del organismo se investiga hoy día a distintos niveles:

1) a nivel de los órganos y sistemas:

a) a simple vista, *anatomía macroscópica* (del gr. *macros*, grande; *scopeo*, miro); b) con ayuda de la lupa, *anatomía macro* y *microscópica*;

2) a nivel de los tejidos (histología):

a) con ayuda de la lupa; b) con ayuda del microscopio, *anatomía microscópica* (del gr. *micros*, pequeño);

3) a nivel de las células (citología):

a) con ayuda del microscopio luminoso; b) con ayuda del microscopio electrónico, *anatomía submicroscópica*;

4) a nivel de las moléculas de materia viva;

a) con ayuda del microscopio electrónico, *anatomía molecular* y *química citológica*.

Tal es la clasificación actual de la anatomía y la histología, en dependencia de los niveles y la técnica de investigación.

Anatomía, histología, citología y embriología reunidas constituyen una rama científica común que estudia la forma, la estructura y el desarrollo del organismo, y se denomina *morfología* (de *morphe*, forma).

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN ANATÓMICA

Existen dos métodos fundamentales de investigación anatómica:

1. El estudio del cadáver, poniendo al descubierto las cavidades del cuerpo, y disecando los órganos y tejidos con instrumentos cortantes; es decir, el método de división del cadáver en partes, de lo cual se deriva la denominación de *anatomía* (del gr. *anatemno*, corto).

Para la investigación de los sistemas tubulares (vasos, conductos, etc.), éstos se rellenan previamente con distintas masas (método de inyección), con la ulterior radiografía, clasificación o corrosión; los nervios son tratados con colorantes electivos.

2. El estudio del hombre vivo, con ayuda de la inspección exterior (con la que todo médico inicia la exploración de los enfermos), palpación, percusión, auscultación, mediciones del cuerpo en distintas direcciones (antropometría), exploración instrumental de los órganos, a través de los orificios naturales (*endoscopia*; del gr. *endon*, interior).

Las mejores posibilidades para el estudio de la «anatomía viva» se obtienen con los rayos X, con los cuales se hace la «disección» de los órganos internos en el ser vivo, sin bisturí y sin dolor, permitiendo observar la estructura de los órganos en un mismo individuo, en el transcurso de toda su vida (anatomía radiológica). Los rayos X se emplean en forma de películas (radiografía) o para la exploración en pantallas apropiadas (radioscopia). El objeto fundamental de estudio de la anatomía es el ser vivo; el cadáver no es más que un complemento (P. Lesgaft). Sin embargo, la técnica moderna no permite todavía una investigación profunda de la estructura del cuerpo humano vivo y por eso el estudio del cadáver sigue siendo el método más ideal de la investigación anatómica.

Además de eso, se practican experimentos en animales—anatomía experimental.

Como se deduce de lo expuesto, la anatomía moderna dispone de un rico arsenal de medios para estudiar la estructura del cadáver y del cuerpo humano vivo. Por eso, la denominación de «anatomía», aparecida en la antigüedad en relación con el viejo método de disección del cadáver, no refleja toda la gama de los métodos modernos de investigación anatómica y se mantiene exclusivamente en fuerza de la tradición.

Los métodos más recientes de la investigación radiológica son:

1) Electrorradiografía, que permite obtener la imagen radiológica de los tejidos blandos (piel, tejido celular subcutáneo, ligamentos, cartílagos, armazón conjuntiva de los órganos parenquimatosos, etc.), los cuales no se revelan en los radiogramas ordinarios, puesto que casi no retienen los rayos X.

2) Tomografía de cómputo, con cuya ayuda se puede obtener simultáneamente en el vivo la imagen por cortes de todos los órganos situados en cualquier plano del cuerpo, a la semejanza de los cortes del cadáver conservado, según N. I. Pirogov.

GENERALIDADES

BREVE BOSQUEJO HISTÓRICO DE LA ANATOMÍA

La historia de la anatomía es la historia de la lucha entre el materialismo y el idealismo, en sus concepciones sobre la estructura y el desarrollo del organismo humano. Esta lucha se inició con el surgimiento de las clases, en la época del régimen esclavista.

INICIO DE LA ANATOMÍA COMO CIENCIA EN LA GRECIA ANTIGUA

La anatomía como ciencia comienza a formarse entre los griegos antiguos, los cuales, como escribía C. Marx, «...para siempre continuarán siendo nuestros maestros...» (*C. Marx y F. Engels.* De sus primeras obras, pág. 205, ed. rusa, M., 1956).

La revolución social de los siglos VII-VI a.n.e., que destruyó en la Grecia Antigua los restos del sistema tribal dando comienzo a la sociedad esclavista, significó también una revolución en el modo de pensar: se originó la ciencia antigua, de la cual, en aquel entonces, no se separaba aún la filosofía, que junto con las ciencias naturales constituía un todo indisoluble, la filosofía naturalista.

El papel histórico de la antigua filosofía griega está determinado por su carácter materialista. Bajo el influjo del materialismo de Demócrito y la dialéctica de Heráclito, al que se debe la famosa tesis de que «todo fluye» (*panta rhei*), se fue formando el concepto materialista sobre la estructura del organismo humano.

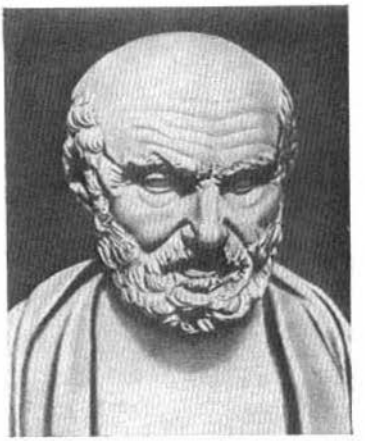
Así, el contemporáneo de Heráclito, **Alemeón de Crotona** (cerca del año 500 a.n.e.) practicaba la autopsia de cadáveres y escribió un libro sobre anatomía. En contraposición con los idealistas, fue el primero en sustentar que el cerebro era el centro de la actividad mental.

Otro médico eminente de la Grecia Antigua, **Hipócrates** (460-377 a.n.e.), enseñaba que la base de la estructura del organismo está compuesta por cuatro «humores»: la sangre (*sanguis*), el moco (*phlegma*), la bilis (*chole*) y la bilis negra (*melaina chole*). De la preponderancia de uno de dichos humores dependía, según él, el tipo de temperamento del hombre: sanguíneo, flemático, colérico y melancólico.

Por consiguiente, el temperamento del ser humano, como una de las manifestaciones de la actividad mental, está condicionado por el estado de los humores del cuerpo, es decir, por la materia. En eso radicaba el materialismo de Hipócrates.

Los tipos de temperamento citados determinaban también, según Hipócrates, los diferentes tipos constitucionales, que son muy variados y pueden sufrir transformaciones, en correspondencia con las alteraciones de aquellos mismos humores del cuerpo (dialéctica).

Partiendo de dicha comprensión del organismo, Hipócrates consideraba también la enfermedad como el resultado de una mezcla desacertada de humores y por eso introdujo en la práctica el tratamiento con distintas substancias «diuréticas». Así surgió la teoría «humoral» (*humor*, líquido) de la constitución del organismo, que, en cierta medida, mantiene todavía su significa-



HIPÓCRATES
(cerca de los años 460-377 antes de n.e.)

ción, gracias a lo cual a Hipócrates se le considera como el padre de la medicina. Entre los diferentes datos anatómicos legados por Hipócrates hay muchas equivocaciones. Así, por ejemplo, él no distinguía los nervios de los tendones (de ahí la denominación de *aponeurosis*— endurecimiento tendinoso), creía que las arterias contenían aire, puesto que en los cadáveres se encuentran, por lo común, vacías, y de ahí su denominación (*aer*, aire, *tereo*, conservo). Con todo, debe subrayarse su insinuación que refleja un criterio acertado sobre la circulación de la sangre. Así, en su libro «Acerca de las fracturas de los huesos», Hipócrates escribía: «De un vaso se originan muchos; desconozco dónde está su comienzo y dónde su final, ya que cuando *se ha formado un círculo* (subrayado por Prives), es imposible encontrar el comienzo».

Platón (427-347 a.n.e.), ideólogo de la reacción aristocrática, fue enemigo del materialismo y representante del idealismo en la antigüedad. La concepción idealista general de Platón se reflejó también en su concepto sobre el ser humano. Según Platón, el organismo se rige no por un órgano material, el cerebro, sino por tres clases de espíritus o «neumas», localizados en los tres órganos principales del cuerpo: el cerebro, el corazón y el hígado (trípode de Platón).

Aristóteles (384-322 a.n.e.), discípulo de Platón y educador de Alejandro Magno, el sabio y filósofo más eminente de la Grecia Antigua, era dualista, ecléctico. Por un lado, desarrolló la doctrina idealista de su maestro Platón sobre el espíritu, como principio eficiente, vivificante, la entelequia.

Aristóteles fue el portavoz del vitalismo, concepción idealista según la cual el organismo y cada una de sus partes están dotados de una fuerza vital especial; además, desarrolló la concepción idealista de que todo en la natura-

leza, incluyendo el ser humano, está sometido a una racionalidad superior, la *teleología* (*telos*, finalidad). Sin embargo, contrariamente a Platón, mantuvo un criterio materialista respecto al espíritu, que se halla en unidad con el cuerpo, y siendo mortal muere con éste.

Aristóteles no prestó atención especial a la anatomía del hombre, pero como eminente filósofo y sabio naturalista influyó mucho en el desarrollo de la misma. A él se deben los primeros intentos de comparación entre los cuerpos de los animales y el estudio del embrión, siendo el iniciador de la anatomía comparada y de la embriología. Aristóteles emitió una idea verdadera, contraria a la religión, al afirmar que todo animal procede de lo animal (*omne animal ex animali*).

PERIODO DE ALEJANDRÍA

Al desintegrarse el vasto imperio de Alejandro Magno, el centro cultural griego se desplazó a Alejandría, que se convirtió en punto de cruce de las vías comerciales, creándose condiciones favorables para el florecimiento de la filosofía, las ciencias, la técnica y el arte.

La medicina y la biología tuvieron su ulterior desarrollo, notándose en ese período el viraje de la filosofía naturalista especulativa hacia la observación y la experimentación. Los médicos de más renombre del período alejandrino son Herófilo y Erasístrato.

Herófilo (cerca del año 304 a.n.e.), médico de la corte de Ptolomeo II (quien se interesaba personalmente por la anatomía), fue el creador de la anatomía como ciencia independiente, ya que antes era considerada como una parte de la cirugía. Fue el primero en practicar la disección de cadáveres humanos, de donde se deriva la denominación de anatomía. Utilizando dicho método, Herófilo describió una serie de formaciones anatómicas: el cerebro y sus meninges; los plexos vasculares; los senos venosos y su confluencia (*torcular Herophili*); los nervios, que con precisión delimitó de los tendones; las arterias, que diferenció de las venas; los vasos lácteos (de los que, por cierto, no apreció su significación), y otros vasos, en particular las venas pulmonares. Herófilo descubrió también el duodeno, la próstata, etc.

Herófilo recopiló todos los datos anatómicos obtenidos por él y los antes existentes en su libro «Anatomía». Sus investigaciones anatómicas del sistema vascular tenían por finalidad proporcionar una base morfológica a la teoría humoral de Hipócrates.

Erasístrato (350-300 a.n.e.), partiendo de la filosofía materialista de Demócrito y Epicuro sobre la estructura atómica de la materia, consideraba que el organismo del hombre estaba constituido por partículas diminutas indivisibles. Al igual que Herófilo, hizo una serie de descubrimientos referentes al sistema vascular, siendo el iniciador del estudio de las anastomosis vasculares.

Erasístrato fue el primero en diferenciar los nervios en motores y sensitivos y, al estudiar la contracción de los músculos, emitió su teoría sobre el movimiento, aceptada hasta los siglos XVI-XVII.

ROMA ANTIGUA

Claudio Galeno (130-200 de n.e.), eminente filósofo, biólogo, médico, anatomista y fisiólogo de la Roma Antigua. Por su talento creador casi se iguala con Aristóteles, sin embargo, la esfera de su actividad se limitó pre-



GALENO
(*años 130-200 de n.e.*)

ferentemente, a la medicina. Por eso puede ser llamado el Aristóteles de la medicina. Galeno fue el médico de la corte del emperador y pensador Marco Aurelio, y disfrutó de condiciones excepcionales para su actividad científica y facultativa.

En sus concepciones sobre el organismo, Galeno desarrollaba por una parte el idealismo de Platón y la teleología de Aristóteles, y por otra, mantenía un criterio materialista en el estudio del mismo, o sea que en esencia era ecléctico. Como celoso platonista consideraba que el organismo estaba dirigido por tres órganos: el hígado, donde se elaboraba el neuma físico que se distribuía por las venas; el corazón, donde se originaba el neuma vital distribuido por las arterias, y el cerebro, centro del neuma psíquico difundido por los nervios.

Como seguidor de las concepciones teleológicas de Aristóteles, Galeno consideraba al organismo como una máquina maravillosa, dotada de tal perfección con la que no podía ni soñar ningún arte humano, puesto que esa máquina había sido creada por el artífice supremo para una finalidad superior. Junto con esas concepciones tan idealistas, Galeno sustentaba también puntos de vista materialistas. El consideraba al cuerpo humano compuesto de partes sólidas y líquidas. Los líquidos eran la sangre, el moco, la bilis y la bilis negra (influencia de Hipócrates). De ahí su clasificación de las enfermedades, en dependencia de los cambios humorales y de las partes sólidas del

cuerpo. Sin los cambios previos en la composición material del organismo no existirán nunca trastornos funcionales.

El materialismo de Galeno se descubre en su propio método de estudio del organismo, que él investigaba por vía de las observaciones en el enfermo y la disección de cadáveres. Fue el primero en emplear la vivisección, siendo el fundador de la medicina experimental, sobre todo en lo referente al sistema nervioso.

Gracias a dichos métodos, Galeno dio un avance considerable a la anatomía. Expuso una clasificación de los huesos y sus articulaciones, conservada hasta la fecha; describió diferentes zonas del cerebro, incluida la vena que lleva su nombre [**Gran vena cerebral magna de Galeno** (*vena cerebri magna Galeni*)].

La concepción de Galeno sobre la circulación de la sangre fue sostenida hasta el siglo XVII, hasta el descubrimiento de la circulación sanguínea hecho por Harvey. En la descripción de la estructura del organismo humano, realizada por Galeno, habían muchas falsedades y errores, condicionados por la prohibición de disecar cadáveres humanos, con lo que se vio obligado a la disección exclusiva de animales, especialmente monos, semejantes por su estructura al hombre.

Los errores anatómicos de Galeno sólo comenzaron a descubrirse en la época del Renacimiento, cuando comenzó la autopsia de cadáveres humanos. Hasta ese momento, en el transcurso de toda la Edad Media, en los fundamentos de la medicina imperaron la anatomía y fisiología de Galeno.

LA ANATOMIA EN LA ÉPOCA DEL FEUDALISMO (SIGLOS V—XVII)

Cuando el modo de producción esclavista dejó de favorecer el desarrollo de las fuerzas productivas, y cuando como resultado de las guerras y las sublevaciones de los esclavos la sociedad esclavista fue desintegrándose, de sus ruinas se formó una nueva sociedad, la feudal, caracterizada por sus relaciones de servidumbre.

El primer estadio del feudalismo (desde el siglo V hasta los siglos X-XI), o «feudalismo inicial», sobrevino inmediatamente el derrumbamiento del Imperio Romano Occidental. Ese feudalismo primario, con su economía natural, la ausencia casi absoluta de grandes ciudades, de comercio y de otras formas de relación entre los países, no fue favorable para el desarrollo científico. En Europa Occidental dominaba la Iglesia Católica, con su única ideología, la religión cristiana, la cual era enemiga de la ciencia y entorpecía su evolución. En vez de la ciencia florecían la alquimia, la magia y otras ciencias ocultas, todas falsas. Todo eso condujo a la decadencia de las ciencias, incluida la anatomía. El organismo humano era considerado como un mundo pequeño, el «microcosmos», y por eso se creía que las diferentes partes del cuerpo estaban en correspondencia con las partes del firmamento. De ahí que, en vez de la anatomía, se desarrollase la astrología. De los tratados de medicina sólo estaban difundidos los trabajos de Galeno, castrados de su esencia materialista por los servidores de la Iglesia. El clero patrocinaba exclusivamente la propaganda de las concepciones idealistas y teleológicas de Galeno, respecto a la creación del nombre por un ser superior, es decir, por un dios, persiguiendo a los que hacían crítica de las mismas.

Al convertir la doctrina de Galeno en escolástica y dogmática, la Iglesia aseguró el dominio del galenismo en el transcurso de toda la época del feudalismo, impidiendo el desarrollo ulterior de la anatomía y de la medicina en general. Eso es lo que sucedía en Europa Occidental. En Oriente, libre de la influencia del catolicismo, la medicina continuaba desenvolviéndose.



IBN-SINA (AVICENA)
(años 980-1037 de n.e.)

Con la adopción, en la Rusia antigua del cristianismo ortodoxo se difundió en ella la cultura bizantina, desarrollándose la medicina monasterial-que utilizaba las mejores concepciones de la ciencia antigua.

La anatomía y la fisiología fueron expuestas para los primeros médicos rusos en un tratado de autor desconocido, bajo el título de «Cuestiones aristotélicas», así como en los comentarios del abad Kirill del monasterio de Bielozersk, denominados «Doctrina Galénica sobre Hipócrates»; la terminología anatómica se hallaba en el compendio de Johann Exarch «Sexto día».

El Oriente musulmán desempeñó también un papel positivo en el aseguramiento de la sucesión de la ciencia antigua.

Cuando los árabes irrumpieron en Europa, en los siglos *VII-VIII*, tradujeron al árabe las obras de los filósofos y médicos de Grecia y Roma Antiguas, legándolas a las futuras generaciones. Entre ellos se destaca **Ibn-Sina** (Avicena) (980-1037), eminente científico, médico, poeta y hombre de Estado, «dirigente de la ciencia» y enciclopedista, cuyos escritos abarcan los problemas más fundamentales de la segunda mitad del feudalismo. Escribió más de 100 obras, entre las que destaca el «Canon de la Medicina» (cerca del año 1000). Este tratado contiene muchos datos anatomofisiológicos, correspondientes a Hipócrates, Aristóteles y Galeno, a los que Ibn-Sina añadió su propia concepción de que el organismo del hombre no está dirigido por tres órganos (trípode de Platón), sino por cuatro: corazón, cerebro, hígado y testículo

(cuadrilátero de Avicena). Son originales las investigaciones de Ibn-Sina sobre la estructura del ojo (según V. Ternovski).

El «Canon de la Medicina» es el mejor tratado de esta ciencia en la época del feudalismo, y sirvió de manual de estudio a los médicos de Oriente y Occidente hasta el siglo XVII.

El segundo estadio del feudalismo (de los siglos XI-XV, aproximadamente) o «feudalismo desarrollado», se caracteriza por una opresión todavía mayor de la religión en Europa Occidental y una decadencia más acentuada de la ciencia. En Oriente los médicos árabes continuaron desenvolviendo la medicina, y, entre ellos, Ibn-al-Nafiss de Damasco (siglo XII), el primero en describir el círculo pulmonar de la circulación sanguínea.

EPOCA DEL RENACIMIENTO

El tercer estadio del feudalismo (siglos XVI-XVII) es el período de su decadencia y de la formación sucesiva de los elementos del capitalismo en las entrañas de la sociedad feudal en descomposición. La nueva clase naciente, la burguesía, estaba interesada en el desarrollo de las fuerzas productivas y, por consiguiente, de las ciencias. Se inicia la época del Renacimiento (renacimiento de las ciencias antiguas), que fue, según Engels, «la mayor revolución progresiva que la humanidad había conocido hasta entonces» (*C. Marx y F. Engels.* Obras escogidas en dos tomos, t. II, pág. 406, ed. en español, M., 1966). El Renacimiento abarcó todas las ciencias, y entre ellas, la anatomía, la cual desde ese momento inicia el período de su desarrollo científico. En la anatomía de esta época pugnaban dos corrientes, originadas por las correlaciones de clases existentes: la idealista, que subordinaba las ciencias a la idea de autoridad (tradición medieval, feudal-clerical), y la materialista, que criticaba la idea de autoridad.

La escolástica, de palabras y signos, fue sustituida por el estudio objetivo del cuerpo humano. El Renacimiento rompió el miedo ante el cadáver y sentó las bases de una concepción acertada sobre la estructura y las funciones del cuerpo humano.

El Renacimiento fue una época «que requería titanes y que engendró titanes por la fuerza del pensamiento, por la pasión y el carácter, por la universalidad y la erudición» (**C. Marx y F. Engels.** Obras escogidas en dos tomos, t. II, pág. 56, ed. en español, M., 1966).

Tales titanes los tuvo también la anatomía. Ellos destruyeron la anatomía escolástica de Galeno y sentaron las bases de la anatomía científica. El iniciador de esa labor titánica fue Leonardo da Vinci, su fundador fue Vesalio y la concluyó Harvey.

Leonardo da Vinci* (1452-1519), el genio más prominente de la época del Renacimiento, fue al mismo tiempo pintor, ingeniero, filósofo y sabio destacado en diferentes ramas científicas, y entre ellas, la anatomía. Al principio, interesándose por la anatomía como artista, más tarde se aficionó a ésta como ciencia, y por eso no se limitó al estudio del relieve exterior del cuerpo humano, sino que fue uno de los primeros en emprender la disección de cadáveres humanos, siendo un verdadero innovador en la investigación de la estructura del organismo.

Su método de investigación comprendía la autopsia del cadáver, los cortes óseos, la preparación de modelos con su ulterior examen en cortes seriados, para tener un concepto espacial sobre los órganos. En eso radican las innovaciones de su técnica de investigación. En sus dibujos Leonardo fue

* Exposición basada en los libros: Leonardo da Vinci, de D. Zhdánov (1955), y Leonardo da Vinci en la historia de la anatomía y la fisiología, de M. Takotin (1957).



LEONARDO DA VINCI
(1452-1519)

el primero en expresar acertadamente la forma de los diferentes órganos del cuerpo humano. En contra de la concepción religiosa sobre el origen de Eva, de una costilla de Adán, él defendió firmemente la existencia de 12 pares de costillas en los hombres.

Leonardo da Vinci hizo un aporte enorme al desarrollo de la anatomía humana y de los animales, siendo también el fundador de la anatomía artística. Se supone que la obra creadora de Leonardo da Vinci influyó en los trabajos de A. Vesalio, revolucionario de la anatomía.

Escuela de Padua (Venecia). Los primeros gérmenes de la producción capitalista surgen ya en los siglos XIV y XV, en diferentes ciudades de la costa del Mar Mediterráneo, en particular, en la famosa República de Venecia. Padua fue el centro cultural, con su antigua Universidad, fundada en el año 1222, donde se creó la primera escuela de medicina de la época del capitalismo (Escuela de Padua), y donde se construyó (en 1490) el primer anfiteatro anatómico de Europa.

En este ambiente de Padua, en una atmósfera de nuevos intereses y aspiraciones, es donde creció el reformador, o más exactamente, el revolucionario de la anatomía, **Andrés Vesalio** (1514-1565), nacido en Bélgica, de origen flamenco. En contra del método de interpretación escolástico, característico

para la ciencia medieval, emprendió el estudio del organismo con un criterio materialista, utilizando el método de observación objetivo. Al emplear profusamente la disección de cadáveres, Vesalio fue el primero en estudiar sistemáticamente la estructura del cuerpo humano. Con ello desenmascaró y asimiló con valentía los múltiples errores de Galeno (más de 200), con lo cual comenzó a quebrantar la autoridad de la anatomía galénica, entonces dominante. En este período, como señalaba Engels, antes de iniciar la investigación de los procesos era imprescindible la investigación de los objetos. De este modo se origina el período metafísico, analítico, de la anatomía, en el transcurso del cual se fueron recopilando multitud de descubrimientos de carácter descriptivo.

Por eso Vesalio dedicó atención especial al descubrimiento y la descripción de nuevos hechos anatómicos, expuestos en su extenso tratado, rico en ilustraciones, «De Corporis humani fabrica libri septem» (1543), caracterizado por Pávlov con las siguientes palabras: «La obra de Vesalio es la primera anatomía humana en la historia moderna de la humanidad que no sólo repite las indicaciones y conceptos de los hombres de ciencia de la antigüedad, sino que se inspira en su trabajo por un espíritu investigador libre».

La publicación de las obras de Vesalio provocó, por un lado, un brusco viraje en las concepciones anatómicas de su época y, por otro, la rabiosa resistencia de los reaccionarios anatomistas galenistas, que se esforzaban en mantener la autoridad decayente de Galeno. Vesalio sufrió acosamientos y persecuciones; fue acusado calumniosamente de haber practicado la autopsia a una dama de la nobleza cuando, al parecer, su corazón latía todavía. Como castigo, tuvo que marchar a Jerusalén en busca de la absolución a sus pecados y, según una de las versiones, falleció durante el viaje de regreso (de acuerdo con V. Ternovski).

Sin embargo, la doctrina de Vesalio no se extinguió y fue desarrollada por sus discípulos y seguidores.

Así, **Gabriel Falopio** (1523-1562), fue el primero en hacer una descripción detallada del desarrollo y estructura de los huesos, particularmente del cráneo, de los músculos, órganos genitales, de la audición, de la vista y otros. El expuso sus descubrimientos en su tratado «Observaciones de anatomía». Su nombre se conservó hasta hoy día en la designación de varias formaciones anatómicas: las «trompas de Falopio», el «conducto de Falopio».

Bartolomeo Eustaquio (1510-1574) describió la estructura de los dientes, los riñones, las venas y los órganos de la audición. Descubrió el conducto torácico en los caballos. Además de la anatomía descriptiva estudió la historia del desarrollo de los órganos, lo que no hizo Vesalio. Sus enseñanzas y descripciones anatómicas fueron expuestas en un «Compendio de anatomía», editado en 1714. Su nombre se conservó hasta nuestros días, en la designación de diferentes formaciones anatómicas: la «trompa de Eustaquio», la «válvula de Eustaquio».

Vesalio, Falopio y Eustaquio (una especie de «triunvirato anatómico») en el siglo XVI estructuraron la base sólida de la anatomía descriptiva.

El siglo XVII señala un viraje en el desarrollo de la medicina y la anatomía. En el transcurso de este siglo culminó la derrota de la anatomía escolástica y dogmática medieval y se sentaron los cimientos de una nueva y verdadera concepción científica. Esta derrota ideológica está relacionada con el nombre de un eminente representante de la época del Renacimiento, **William Harvey**



ANDRÉS VESALIO
(1514-1565)

(1578-1657), médico inglés, anatomista y fisiólogo. Harvey, al igual que su grandioso precursor Vesalio, luchó contra el idealismo en anatomía, estudiando el organismo con un criterio materialista, es decir, con el empleo de las observaciones y la experimentación.

En el estudio de la anatomía, Harvey no se limitó a la simple descripción de las estructuras, sino que lo hizo desde el punto de vista histórico (anatomía comparada y embriología) y funcional (fisiología). Harvey formuló su genial presunción de que lo vivo, en su ontogénesis, repite la filogénesis y, de esta suerte, fue el primero en establecer la ley de la biogénesis, demostrada por A. Kovalevski y formulada más tarde, en el siglo XIX, por Müller y Haeckel. Harvey emitió también, contraponiéndose a la religión, su tesis materialista de que todo animal se origina del huevo (*omne animal ex ovo*). Esta sirvió de consigna para el desarrollo ulterior de la embriología. El descubrió que el disco embrionario era el embrión; describió el parto, la placenta y el cordón umbilical, lo que tuvo una importancia enorme para la medicina práctica. Todo eso permite considerar a Harvey como el fundador de la embriología.

Puesto que el método de preparación del cadáver, introducido por Vesalio, no podía dar a conocer la actividad vital del organismo, Harvey empleó la experimentación en los animales. Las disecciones y la experimentación fueron los métodos que le permitieron investigar un proceso vital tan importante como lo es la circulación sanguínea. Gracias a su método de trabajo,



WILLIAM HARVEY
(1578-1657)

Harvey fue el primero en exponer una concepción real sobre la circulación de la sangre. Teniendo en cuenta la importancia de este problema, nos detenemos a examinarlo con mayor detalle.

DESCUBRIMIENTO DE LA CIRCULACIÓN SANGUÍNEA

Desde los tiempos de Galeno, en la medicina dominaba la teoría idealista de que la sangre, dotada de las neumas, se movía por los vasos en forma de flujo y reflujo; el concepto de la circulación sanguínea era desconocido hasta Harvey. Este concepto se originó en la lucha contra el galenismo, en la que participaron una serie de anatomistas materialistas.

Así, Vesalio, al convencerse de la impermeabilidad del septo interventricular cardíaco, fue el primero en criticar la concepción de Galeno sobre el paso de la sangre de la mitad derecha del corazón a su mitad izquierda, por supuestos orificios en dicho septo.

Realdo Colombo (1516-1559), discípulo de Vesalio, demostró que la sangre llega al corazón izquierdo procedente del derecho, no a través del septo indicado, sino de los pulmones por los vasos pulmonares. Sobre eso mismo

escribió el médico y teólogo español **Miguel Servet** (1509-1553), en su obra «Christianismi restitutio». Como enemigo del idealismo fue acusado de herejía y ajusticiado en la hoguera en el año 1553, junto con sus libros. De tal forma, el desarrollo de la anatomía fue aparejado con el trágico fin que tuvieron muchos luchadores científicos progresivos al enfrentarse a la autoridad de la iglesia. Hoy día resulta imposible señalar quién fue el primero en descubrir el círculo pulmonar de la circulación sanguínea: el italiano Colombo o el español Servet, pero, por lo visto, tanto uno como otro desconocían el descubrimiento del árabe Ibn-al-Nafiss, ya citado (pág. 27).

Jerónimo Fabricio (1537-1619), otro sucesor de Vesalio y maestro de Harvey, describió en 1574 las válvulas venosas*. Esas investigaciones prepararon el descubrimiento de la circulación sanguínea, hecho por Harvey, el cual, basándose en los experimentos practicados durante muchos años (17 años), rechazó la teoría idealista de Galeno sobre los neumas, y en vez de la concepción sobre los flujos y reflujos de la sangre, describió un cuadro armónico de la circulación de la misma.

Los resultados de sus investigaciones fueron expuestos por Harvey en su magnífico tratado «Las investigaciones anatómicas acerca del movimiento del corazón y de la sangre en los animales» (1628). Este pequeño libro de Harvey hizo época en la medicina. Su publicación provocó una reacción doble: de simpatía, entre los hombres de ciencia avanzados, y de malicia, en los conservadores. En ese período, el mundo científico se dividió en dos partidos, los galenistas y los harveístas, que eran el reflejo de dos concepciones del mundo en la ciencia, la idealista y la materialista. El propio Harvey, al igual que Vesalio, sufrió persecuciones y calumnias, pero su doctrina materialista salió triunfante. En eso radica la ley dialéctica sobre la invencibilidad en el desarrollo de lo vivo, de lo progresivo.

Después del descubrimiento de Harvey quedó sin aclarar el paso de las arterias a las venas, pero Harvey predijo que entre ellas existían unas anastomosis no visibles a simple vista, lo cual fue confirmado posteriormente con la invención del microscopio y el surgimiento de la anatomía microscópica. **Marcello Malpighi** (1628-1694), valiéndose del microscopio, hizo muchos descubrimientos referentes a la estructura microscópica de la piel (capa o red de Malpighi), del bazo (corpúsculos de Malpighi), de los riñones (glomérulo de Malpighi) y de otros órganos.

Estudiando la anatomía de las plantas (de cuyo estudio fue iniciador), Malpighi amplió la tesis de Harvey de que «todo animal se origina del huevo», con su tesis de que «todo lo vivo procede del huevo» (*omne vivum ex ovo*).

A Malpighi se debe el descubrimiento de los hemocapilares, previstos ya por Harvey. Sin embargo, él suponía que la sangre pasaba primero de los hemocapilares arteriales, a unos «espacios intermedios» y sólo después a los hemocapilares venosos.

Más tarde **A. Shumlyanski** (1748-1795), estudiando la estructura da los riñones, demostró la ausencia de los supuestos «espacios intermedios» y le existencia de una unión directa entre los hemocapilares arteriales y los venosos. De esta suerte, A. Shumlyanski fue el primero en demostrar que el sistema circulatorio era cerrado y con ello «cerró» definitivamente el circuito de la circulación sanguínea.

* Fabricio estudió también la formación del pollo a partir del huevo y fue el primero en comparar el embrión humano y el de los animales.

Coincidiendo con la publicación del libro de Harvey, se editó el tratado de **Gasparo Aselli** (1581-1626), quien descubrió, en el año 1622, los vasos quilíferos, siendo el iniciador de la investigación del sistema linfático, con lo que cooperó a la comprensión ulterior de la circulación sanguínea. El eminente anatomista holandés Frederik Ruysch (1638-1731), que inventó un nuevo método de inyección de los vasos sanguíneos y que con su utilización amplió considerablemente los conocimientos sobre la anatomía del sistema circulatorio, jugó un papel importante en la explicación de las vías anatómicas de la circulación de la sangre.

Ruysch consideraba que los vasos sanguíneos al infiltrarse en todos los órganos constituían la base del organismo, siendo partidario de la teoría humoral. Elaboró su técnica de embalsamiento y creó el mejor museo anatómico de su época («La octava maravilla del mundo»). Gran parte de sus maravillosos preparados fueron adquiridos por el zar Pedro I, que fue su discípulo de anatomía.

Así, pues, la concepción sobre la circulación sanguínea fue resultado de la creación colectiva de una serie de científicos notables, encabezada por Vesalio y en cuyo final se encuentra Harvey. Entre ellos se extiende un largo período de lucha entre materialistas e idealistas, que tuvo por resultado la derrota definitiva del galenismo escolástico en la medicina.

Por eso, el descubrimiento de la circulación sanguínea tuvo importancia no sólo para la anatomía y la fisiología, sino también para la biología y la medicina en general. Fue el símbolo de una nueva era: marcó el final de la medicina escolástica del feudalismo y el inicio de la medicina científica del capitalismo.

LA ANATOMÍA EN LA ÉPOCA DEL CAPITALISMO

En el siglo XVII, en Francia tuvo lugar la revolución burguesa que rompió las cadenas del feudalismo, estableciendo el régimen capitalista. Este cambio político se vio precedido, como señalaba F. Engels, por la revolución en la filosofía, que dio por resultado la formación del materialismo francés del siglo XVIII.

El materialismo francés, luchando contra el idealismo y la religión, arrancó del hombre el laurel de la creación divina y demostró que toda la naturaleza, inorgánica y orgánica, incluyendo al hombre, está sometida a leyes comunes. Puesto que en aquella época, de todas las ciencias sólo la mecánica era la más desarrollada, dichas leyes generales se limitaban a las leyes de la mecánica y el propio materialismo francés fue mecanicista. Entre sus representantes se encontraban también médicos. «Con el médico Le Roy se inició esta escuela, en el médico Cabanis ésta alcanzó su punto culminante y el médico de la Mettrie fue su centro» (*C. Marx y F. Engels*. Obras, ed. rusa, t. III).

J. H. de la Mettrie (1709-1751) consideraba el organismo humano como una especie de máquina animada, siendo autor del famoso tratado «El hombre es una máquina» (1748). Por la publicación de esta obra ateista, La Mettrie sufrió ataques y persecuciones de los clericos.

En esta base del materialismo mecanicista se formaron también las concepciones de anatomistas tan eminentes como Morgagni, Bichat y otros.

Giovanni Morgagni (1682-1771), al comparar el cuadro de las manifestaciones patológicas con las modificaciones anatómicas creó la anatomía patológica. Aunque al practicar la autopsia de los cadáveres saltaban a la vista los cambios de las grandes estructuras, los órganos, él consideró que las afecciones de los mismos eran la causa de las enfermedades y pensaba que el organis-

mo en su conjunto era una mera suma mecánica de órganos. Así surgió en la medicina la tendencia organolocalista, que durante cierto tiempo tuvo importancia progresiva.

M. F. X. Bichat (1771-1802) profundizó esta dirección mecanicista, pasando su atención de los órganos a los tejidos, con lo que sentó las bases de la histología (ciencia de los tejidos). Si Morgagni consideraba al organismo como una suma de órganos, para Bichat era una suma de tejidos, a los cuales veía como portadores de la enfermedad. El estableció, asimismo, el importante concepto de «simpatía», es decir, de la relación mutua entre las funciones del organismo dependiente de la afinidad de los tejidos. De ello se originó el término de sistema nervioso «simpático». A pesar de que el conjunto de concepciones de Bichat constituye una mezcla de materialismo mecanicista y de idealismo (él dotaba a los tejidos de una fuerza vital particular) éstas jugaron un papel preponderante en el desarrollo de la morfología.

TEORÍA CELULAR

La estructura celular fue descubierta por vez primera en las plantas (*Roberto Hooke*, 1665; Malpighi y otros). Como verdadero descubrimiento de la teoría celular debe ser considerado el reconocimiento en las células de algo común, propio a las plantas y a los animales, y del cual se originan los tejidos y órganos de todos los organismos vivos. Eso fue lo que hizo **Schwann** (1839).

Con la teoría celular (a pesar de su criterio equivocado sobre la relación recíproca entre las células y el organismo en su conjunto), la fisiología recibió por vez primera un substracto material para los procesos que estudiaba, la biología obtuvo una base firme para la idea del desarrollo evolutivo del mundo orgánico y la medicina adquirió una base para la comprensión de la patología. Por eso Engels, al caracterizar los éxitos de las ciencias naturales, señala la teoría celular entre los tres grandes descubrimientos del siglo XIX. La teoría celular fue desarrollada en los trabajos de una serie de morfólogos, entre los cuales se destacan Purkinje y Virchow.

J. Purkinje (1787-1869), histólogo checo, perfeccionó considerablemente la técnica microscópica. El describió la estructura microscópica de una serie de tejidos y órganos; descubrió las células óseas, unas fibras especiales en el corazón (fibras de Purkinje), unas células especiales en el cerebelo (células de Purkinje), la vesícula germinativa en el huevo de gallina (primera fase embrionaria), etc.

Rudolf Virchow (1821-1902), morfólogo alemán, aplicó la teoría de la estructura celular al estudio del organismo enfermo y creó la patología celular. El gran mérito de Virchow fue el de atraer la atención al estudio de las células en condiciones normales y patológicas y la acumulación de un riquísimo material práctico. En eso radica el aspecto positivo de la actividad de Virchow. Sin embargo, sus concepciones tuvieron también una influencia negativa. Manteniendo, como hombre de estado, el régimen burgués existente en aquel entonces en Prusia, llegó a considerar el organismo como un estado de células, como una federación de territorios celulares. Esa negación de la integridad del organismo era una manifestación de mecanicismo y su criterio de que territorios celulares aislados poseían la propiedad de vivir indepen-

dientemente: esto era vitalismo, o sea, idealismo. Estos conceptos de Virchow sobre el organismo eran contradictorios a la filosofía progresista del materialismo dialéctico, que ya se desarrollaba en aquel período, y por eso éstos fueron sometidos a crítica por Engels, uno de los fundadores de dicha filosofía. Virchow no aceptaba el papel dirigente del sistema nervioso en la unificación del organismo, frenando con ello el desarrollo de las ideas de nervismo. El se manifestó también contra las ideas evolucionistas de Darwin, revelándose con ello como metafísico.

El conjunto de todas esas concepciones idealistas, mecanicistas y metafísicas, denominadas «virchowismo», predominó en la medicina burguesa adquiriendo un carácter anatomolocalista. Se necesitó un enorme período (casi 100 años) para poder derrotar ideológicamente el virchowismo. Eso fue conseguido en la URSS, patria de las ideas dialéctico-materialistas del nervismo, que han sustituido las ideas reaccionarias de Virchow.

IDEA DE LA EVOLUCIÓN EN SU APLICACIÓN AL HOMBRE

En el desarrollo de la anatomía tuvo gran influencia la idea evolucionista del desarrollo. Hasta la segunda mitad del siglo XIX, en biología dominaba la concepción metafísica sobre la naturaleza. El naturalista sueco **Carlos Linneo** (1707-1778), en su obra «Sistema de la Naturaleza», construyó su «escala de los seres vivos», incluyendo todos los animales por especies y órdenes, situando al hombre en su cima. La composición de esa escala zoológica constituyó un progreso enorme en las ciencias naturales del siglo XVIII, puesto que dio la primera clasificación del mundo animal, que se utiliza al presente. Junto con ello, dicha clasificación confirmaba el criterio sobre la inmutabilidad de las especies animales, y sobre el origen del hombre como resultado de la «creación divina».

Contrariamente a esta concepción metafísica, ya en el siglo XIX comenzó a arraigarse la idea dialéctica del desarrollo, que provocó una revolución en la biología y la medicina, constituyéndose en una verdadera doctrina (el darwinismo) que puso el primer eslabón a la morfología evolucionista.

El surgimiento del darwinismo fue preparado por todo el curso precedente de la ciencia y, en primer término, por la embriología y la anatomía comparada. Así, el miembro de la Academia de Ciencias de Rusia, **K. F. Wolff** (1733-1794), demostró que en el proceso de la embriogénesis no existe preformación inicial de órganos (preformismo) y que ellos se originan y se desarrollan de nuevo (epigénesis). Por eso, en contraposición a la teoría idealista del preformismo y a la concepción teológica sobre el origen del embrión, él emitió su teoría materialista de la epigénesis, siendo el pionero de la embriobogía materialista por lo que fue perseguido por los científicos idealistas.

El naturalista francés **J. P. Lamarck** (1774-1828), en su obra «Filosofía de la zoología» (1809), fue uno de los primeros en destacar la idea de la evolución del organismo bajo el influjo del medio ambiente. En el período soviético, la biología de Michurin limpió a la teoría de Lamarck de su idealismo, conservando su germen racional, la posibilidad de la transmisión hereditaria de los rasgos adquiridos.

El académico ruso **K. M. Baer** (1792-1876), continuador de las investigaciones embriológicas de Wolff, descubrió el óvulo de los mamíferos y del hombre y estableció las leyes básicas del desarrollo individual de los organismos (ontogenesia), que son el fundamento de la embriología moderna. Fue el primero en exponer el estado inicial de desarrollo del embrión (blástula) y formuló la teoría de las hojas embrionarias. Esas investigaciones le crearon la fama de padre de la embriología. Baer, con cierta anticipación a Darwin, sugirió la idea de la transformación de las especies y, a pesar de que criticaba a Darwin por su tesis sobre la lucha por la existencia, sustentaba ser quien «preparó la doctrina de Darwin».

Engels hizo la siguiente apreciación, respecto a la actividad de los hombres de ciencia antes citados: «... K. F. Wolff desencadenaba, en 1759, el primer ataque contra la teoría de la constancia de las especies y proclamaba la teoría de la evolución. Pero lo que él sólo anticipara brillantemente, tomó forma concreta en manos de Oken, Lamarck y Baer y fue victoriosamente implantado en la ciencia por Darwin, en 1859, exactamente cien años después» (**C. Marx y F. Engels.** Obras escogidas, t. 2, p. 64, ed. en español, M., 1966).

El *genial científico inglés* **Charles Darwin** (1809-1882) en su obra, que hizo época, «El origen de las especies» (1859) demostró la variabilidad de las especies animales en el proceso de adaptación a las condiciones de existencia. Demostró la unidad del mundo animal, de cuyo proceso evolutivo también surgió el hombre. Darwin llegó a la conclusión de que el hombre tuvo su origen, junto con los monos antropomorfos actuales, de formas antropoides de elevado desarrollo, extinguidas en la actualidad.

El conjunto de hechos descubiertos por Darwin y su teoría recibieron la denominación de darwinismo, que desenmascaró la leyenda bíblica sobre la *creación del hombre por Dios, asestando un golpe demoledor a la religión.* Por eso, la Iglesia y la ciencia reaccionaria procuraron impedir el desarrollo del darwinismo en Europa Occidental y en América. Hay que señalar que, gracias a los trabajos de los científicos materialistas rusos progresivos (los hermanos A. O. y V. O. Kovalevski, I. Séchenov, I. Méchnikov, K. Timiriázev, A. Severtsov y otros), el darwinismo se difundió rápidamente en Rusia, donde vino a encontrar su segunda patria.

I. Mechnikov (1845-1916) constató que en el período de desarrollo embrionario de los invertebrados, al igual que en los de notocordio, existen tres *hojas embrionarias (con excepción de los celentéreos).* Con eso fue hallado el primer eslabón de enlace entre los invertebrados y los vertebrados. El segundo eslabón fue el descubrimiento de **A. O. Kovalevski** (1840-1901), quien observó en los *balanoglossus* adultos una serie de rasgos, propios de los vertebrados (hendiduras branquiales, rudimentos de notocordio). Finalmente, A. O. Kovalevski consiguió demostrar que el *amphioxus lanceolatus* era una forma mixta, es decir, que posee al mismo tiempo rasgos de invertebrado (por ejemplo, la estructura cutánea), y caracteres de vertebrado (tales como la presencia de un esqueleto axial, notocordio, y la disposición del sistema nervioso). *Basándose en el estudio del desarrollo del balanogloso,* las ascidias, el branquiostoma lanceolado y los vertebrados, A. O. Kovalevski pudo reformar el sistema del mundo animal y establecer un nuevo tipo, el de los cordados, al que pertenece también el hombre.

Con eso, A. O. Kovalevski estableció un puente entre los invertebrados y los vertebrados, llenando un vacío existente en aquel período en la teoría

darwinista, lo que fue altamente valorado por el propio Darwin. A. O. Kovalevski descubrió, además, que el sistema nervioso es un derivado de la hoja embrionaria externa y el intestino primario, un derivado de la interna.

Las investigaciones embriológicas de A. O. Kovalevski, así como las de Baer, Müller, Darwin y Haeckel, hallaron su expresión en la llamada ley biogenética («la ontogénesis repite la filogénesis»). Esta ley fue profundizada y corregida por **A. Sévertsov**, quien demostró el influjo de los factores del medio externo en la estructura corporal de los animales, y al aplicar la teoría de la evolución a la anatomía, resultó ser el fundador de la morfología evolucionista. De este modo, el darwinismo encontró su desenvolvimiento en los trabajos de los morfólogos y embriólogos rusos.

Los clásicos del marxismo por un lado criticaron al darwinismo, por sus equivocaciones metodológicas, dándole, por otra parte, un valor elevadísimo, como uno de los tres grandes descubrimientos de las ciencias naturales del siglo XIX. Engels puso, incluso, en equivalencia el papel de Marx en las ciencias sociales, con el papel de Darwin en la ciencia sobre la naturaleza.

En su panegírico ante la tumba de Marx pronunció las siguientes palabras: «Así como Darwin descubrió la ley del desarrollo de la naturaleza orgánica, Marx descubrió la ley del desarrollo de la historia humana...» (**C. Marx y F. Engels**, Obras escogidas, en 2 tomos, t. II, p. 165, ed. en español, M., 1966).

Al demostrar que el hombre se originó de tal o cual antropoide, Darwin resolvió ese problema de forma unilateral, aclarándolo en su aspecto biológico; él no tuvo la posibilidad de demostrar aquellos factores que determinaron el origen del hombre. Ese problema fue resuelto por los fundadores del marxismo, **C. Marx y F. Engels**, el último de los cuales demostró, en su obra «El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre» (escrita en 1876 y publicada en 1896), que la condición decisiva en la formación del hombre fue el empleo de instrumentos de trabajo, gracias a lo cual la manada de monos se transformó en una sociedad humana, «el trabajo creó al hombre». Esta teoría de Engels, denominada teoría del trabajo en el origen del hombre, constituyó el fundamento de la ciencia moderna progresiva.

La doctrina de Darwin y la teoría del trabajo de Engels se reflejaron vivamente en la anatomía, planteando ante la misma nuevos objetivos: no sólo la descripción y el esclarecimiento de las estructuras, sino también el descubrimiento de las leyes generales que rigen la formación del organismo humano, con el fin de su transformación dirigida. Esas tareas han sido, sobre todo, bien comprendidas por la anatomía soviética, que desenvuelve las mejores tradiciones de la anatomía patria progresiva, lo cual examinaremos brevemente a continuación.

LA ANATOMIA EN RUSIA ANTES DE LA GRAN REVOLUCIÓN SOCIALISTA DE OCTUBRE

Respecto al estado de la anatomía en la Rusia antigua ya se habló. En la Rusia feudal no existió una escuela médica laica, desarrollándose la medicina en los monasterios, en los cuales el clero fundaba hospitales (medicina monasterial). Los monjes dedicados a esa tarea traducían las obras de los médicos griegos y romanos, escribiendo también sus propias obras. Así, por ejemplo, el monje Ermolai Erasmo en su original tratado «Discurso sobre la creación tripartita» (siglo XVI), expuso un sistema singular de conceptos anatomofisiológicos sobre la estructura del cuerpo humano.

En el siglo XVII, las guerras constantes exigieron la formación de personal médico para la atención de los ejércitos y para ello, en el año 1620, fue instituida la Dirección de Sanidad, denominada Departamento Farmacéutico, adjunta a la cual se fundó, en el año 1654, la primera escuela de medicina. El curso de anatomía en dicha escuela se enseñaba por el tratado de Vesalio «De corporis humani fabrica», anteriormente citado, traducido del latín al ruso por el eminente científico de aquella época Epifanio Slavinetski, en el año 1658, o sea, unos 100 años de antelación a muchos países europeos.

Gracias a eso, los primeros estudiantes de medicina rusos aprendieron la anatomía de Galeno, como sucedía en las universidades europeas del siglo XVII.

A principios del siglo XVIII, Rusia dio un paso gigantesco en su desarrollo, iniciándose la época de transformaciones de Pedro I, quien «abrió una ventana hacia Europa». Pedro I se interesó personalmente por la anatomía, tomando lecciones del eminente anatomista Ruysch, durante sus viajes a Holanda. De este anatomista adquirió también una colección de piezas anatómicas que junto con los monstruos recogidos por la población por edicto de Pedro I, sirvieron de base para la creación en Petersburgo del primer museo de ciencias naturales «Museo de curiosidades». Parte de estos preparados aún se conservan. La Rusia de la nobleza feudal necesitaba el desenvolvimiento de las ciencias, indispensables para el desarrollo de la industria. Por eso, en el año 1725, se fundó en Petersburgo la Academia de Ciencias de Rusia, con lo que desde ese momento la anatomía recibió una base firme para su desarrollo.

En la Academia de Ciencias trabajó el genial sabio ruso **M. Lomonósov**, fundador de las ciencias naturales en Rusia, que siendo materialista invocaba a estudiar la anatomía por la vía de la observación, indicando con ello una perspectiva acertada para su desenvolvimiento. El valoró también la importancia del microscopio para el estudio de las estructuras invisibles a simple vista. La concepción materialista del mundo, en su conjunto sustentada por M. Lomonósov, fue la base filosófica de la idea del nervismo, dirección avanzada y progresiva, característica de la medicina patria (ver más adelante).

El discípulo y pupilo de M. Lomonósov, **A. Protásov** (1724-1796), fue el primer académico de anatomía ruso. Aplicando la filosofía materialista de su maestro Lomonósov a los conceptos sobre el organismo, A. Protásov mantuvo el criterio de la unidad del espíritu y el cuerpo. El organismo, según Protásov, se componía de materia («substancia»), con diferentes estructuras en los distintos órganos («instrumentos») del cuerpo, que realizaban diferentes funciones («acciones»).

En su disertación «Acerca del movimiento de la sangre en los pulmones» (1751) sometió a crítica las concepciones idealistas de una autoridad científica, de tanto renombre en el extranjero, como H. Boerhaave y en su disertación «Razonamientos anatomofisiológicos referentes a la acción del estómago humano sobre los alimentos ingeridos» (1768) desarrolló la idea de la unidad entre la forma y la función, entre la anatomía y la fisiología. Como discípulo fiel de Lomonósov, preocupado por preservar la salud del pueblo, especialmente la de los niños, Protásov escribió dos trabajos: «Acerca de la necesidad del movimiento para la conservación de la salud» y «Acerca de la educación física de los niños».

Al desarrollo de la anatomía contribuyeron también otros seguidores de Lomonósov, tales como **K. Schepin**, fue el primero en enseñar anatomía en lengua rusa; **M. Shein**, autor del primer atlas de anatomía ruso «Syllabus»



V. TONKOV
(1872-1954)

con B. Zbarski, elaboró un método especial de conservación, con ayuda del cual fue embalsamado y conservado para la posteridad, el cuerpo de V. I. Lenin. Ese fue el mérito contraído por V. Vorobiev ante el pueblo soviético y ante los trabajadores de todos los países. V. Vorobiev creó una escuela de anatomistas soviéticos (V. Bobin, F. Volinski, A. Lavréntiev, A. Otelin, A. Shabadash y otros), entre los cuales R. Sinélnikov fue su sucesor en la cátedra, desarrollando con éxito las investigaciones de su maestro, en los problemas de embalsamamiento y de anatomía macro-microscópica; también editó un magnífico atlas de anatomía. En la actualidad el jefe de la cátedra es V. V. Bobin.

V. N. Tonkov (1872-1954), miembro de número de la Acadimia de Ciencias Médicas de la URSS, profesor de la Academia de Medicina Militar, empleó en sus investigaciones del sistema vascular la experimentación en animales vivos, siendo, a continuación de Lesgaft, el creador de la anatomía experimental (funcional). Junto con sus colaboradores (A. Bistrov, G. Vsévolodov, V. Guinsburg, B. Dolgo-Sabúrov, G. Ivanov, V. Kolésnikov, V. Kuntsévich, V. Kurkovski, I. Lev. A. Liubomúdrov, F. Markizov, A. Smirnov, S. Schelkunov y otros) se dedicó al estudio de la circulación sanguínea colateral.

V. Tonkov escribió un compendio de anatomía, reeditado 6 veces, y educó una numerosa pléyade de anatomistas soviéticos, entre los que se destaca su sucesor en la cátedra **B. A. Dolgo-Sabúrov** (1900-1960), quien junto con sus colaboradores (A. Akílova, R. Bardin, V. Godínov, V. Kupriánov, I. Lev y otros) continuó desarrollando con éxito la labor de su maestro. Después del descubrimiento de los rayos X, V. Tonkov fue uno de los prime-



P. ZAGORSKI
(*1764-1846*)

constituyó un aporte importante al desarrollo de la anatomía patria. Para honrar su memoria fue acuñada una medalla de oro, instituyéndose el premio que lleva su nombre.

I. Buyalski (1789-1866) fue un destacado discípulo de Zagorski y sucesor en su cátedra. En su tratado «Breve anatomía general del cuerpo humano» (1844) fue uno de los primeros científicos rusos en exponer las leyes generales de la estructura del organismo humano, siendo el pionero de la teoría sobre la mutabilidad individual, desarrollada más tarde por el anatomista soviético V. Shevkunenko (ver más adelante). El consideraba al hombre en unidad con el medio ambiente, en unidad entre lo físico y lo psíquico. La concepción del mundo, sustentada por Buyalski, era un materialismo histórico-naturalista, mecanicista, pero fue precisamente dicho materialismo el que llevó la lucha, en los años 40 del siglo pasado, contra el clericalismo y el idealismo en las ciencias. Por eso, la censura excluyó del tratado de Buyalski los capítulos correspondientes. Escribió también un compendio sobre anatomía plástica. Buyalski no fue sólo anatomista, sino, ante todo, cirujano (fue quien atendió a Pushkin, moribundo después de un duelo). Por eso en su obra «Tablas anatomoquirúrgicas» (1828) unió la anatomía con la cirugía. Esta obra fue traducida a varios idiomas, realzando la anatomía patria ante el mundo entero.

La primera mitad del siglo XIX se caracteriza en Rusia como el período de desintegración del feudalismo y la formación del capitalismo industrial. A pesar de la política reaccionaria del zarismo, la persecución de las ideas materialistas y la propaganda de la teología en las instituciones científicas, la ciencia progresiva rusa, indispensable para el desarrollo de la industria, fue venciendo con éxito dichos obstáculos (G. Vokken).



I. BUYALSKI
(1789-1866)

En la práctica anatómica se introdujo el microscopio y la experimentación. Conjuntamente con ese rearme técnico, tenía lugar la renovación en las ideas. El descubrimiento de las células, los éxitos de la paleontología, de la anatomía comparada y la embriología, influyeron mucho en la anatomía, en la cual se inició un período de florecimiento exuberante, lo que provocó que de ella comenzaran a brotar, como disciplinas independientes, la anatomía comparada, la histología y la anatomía patológica. Por esta misma época y en relación con las exigencias crecientes de la cirugía, se constituye también, como rama científica independiente, la anatomía quirúrgica o, más exactamente, topográfica, cuyo surgimiento se debe a I. Buyalski y especialmente a N. Pirogov, anatomista y cirujano ruso genial. Gracias a la actividad de Pirogov, la medicina, en su conjunto, y la anatomía, en particular, dieron un salto gigantesco en su desarrollo, ubicándose firmemente en la arena mundial.

N. I. Pirogov (1810-1881) fue el creador de la anatomía topográfica. Su tratado «Anatomía quirúrgica de los troncos vasculares y las fascias» (1837) le conquistó renombre mundial. Pirogov introdujo en la anatomía un nuevo método de investigación, el de los cortes seriados en cadáveres congelados («anatomía glacial») y, basándose en dicho método, escribió su obra «Curso completo de anatomía aplicada» (1844) y confeccionó su atlas «Anatomía topográfica, según los cortes de cadáveres congelados» (1859). Estos fueron los primeros manuales de anatomía topográfica. Elevando el papel de la anatomía en la medicina y subrayando su enorme importancia para la cirugía, Pirogov demostraba, al mismo tiempo, la influencia recíproca de la cirugía sobre la anatomía. Junto con Buyalski, fue el iniciador de la orientación aplicada de la anatomía.



N. PIROGOV
(1810-1881)

Partiendo de la idea de *la unidad del organismo con el medio ambiente*, de la unidad de la forma y las funciones, Pirogov ponía en primer plano a la función, siendo también el pionero de la dirección funcional en la anatomía, desarrollada posteriormente en nuestro país por Lesgaft y los anatomistas soviéticos.

La concepción general del mundo, mantenida por N. Pirogov, fue el materialismo de las ciencias naturales. La utilización de la anatomía para la cirugía, convirtió a N. Pirogov en un cirujano eminente, que se destacó entre muchas celebridades extranjeras (por ejemplo, Pirogov fue invitado a Italia para la extracción de una bala al renombrado revolucionario Garibaldi).

Toda la actividad de Pirogov hizo época en el desarrollo de la medicina y la anatomía. Después de su muerte, su cadáver fue embalsamado por Vívodtsev, siendo reembalsamado al cabo de 60 años por los anatomistas soviéticos (R. Sinélnikov, A. Maximénkov y otros) y colocado en la finca-museo de N. Pirogov, en los alrededores de Vinnitsa (M. Prives. Métodos de conservación de preparados anatómicos, 1955).

En la Academia Medicoquirúrgica, Pirogov organizó el Instituto de Anatomía, invitando al mismo, en calidad de ayudante, al anatomista checo Grúber, que adquirió su segunda patria en Rusia.

V. L. Gráber (1814-1890) *coleccionó un gran número de preparados que presentaban* alteraciones y anomalías de distintos órganos; amplió considerablemente el museo de la cátedra, creado por Zagorski y Buyalski, y enriqueció la anatomía descriptiva con el descubrimiento de nuevos detalles anatómicos. En su honor fue acuñada una medalla con *la inscripción «Al maestro de ocho mil médicos rusos».*

IDEA DEL NERVISMO Y SU APLICACIÓN A LA ANATOMÍA

En la segunda mitad del siglo XIX quedó definitivamente formada la dirección progresiva en la medicina patria, denominada nervismo.

El nervismo es una concepción acerca de la integridad del organismo en su unidad con el medio que le rodea. Con la circunstancia de que la agrupación del organismo en un todo único y su relación con el mundo exterior se realizan con ayuda del sistema nervioso (especialmente, por su sección superior, el encéfalo), que desempeña el papel dirigente en el organismo, controlando todos sus procesos.

El nervismo, decía Pávlov, es una «dirección fisiológica que tiende a difundir el influjo del sistema nervioso sobre la mayor cantidad posible de actividades del organismo» (**I. P. Pávlov.** Obras completas, 1950, t. I).

La idea del nervismo se engendró en nuestro país en el siglo XVIII, convirtiéndose en la línea magistral del desarrollo de la medicina patria. La base filosófica de dicha idea fue la concepción materialista del mundo de M. Lomonósov: su teoría atómica sobre la estructura de la materia, las leyes de física y química que descubrió y su concepción de que en el organismo «todas las partes, mutuamente enlazadas, tienen el mismo origen causal, como un todo único» (**M. Lomonósov.** Obras filosóficas escogidas, M. 1950).

A mediados del siglo XVII, por iniciativa de M. Lomonósov, se fundó la Universidad de Moscú (1755), en la que trabajó S. G. Zibelín. Zibelín empleó los conceptos filosóficos generales de Lomonósov, refiriéndolos a la compresión del organismo humano y emitió su tesis de que la psiquis es el resultado del movimiento de los átomos y que ella depende de las condiciones de existencia. Esta teoría fue el inicio del camino del estudio del influjo del medio exterior sobre la psiquis y la creación de una dirección profiláctica en la medicina. Las ideas enunciadas por Zibelín constituyeron la germinación del nervismo. Posteriormente, A. N. Radischev habló de la unidad del espíritu y el cuerpo demostrando también la importancia diversa que el sonido y la palabra tienen para el hombre. El demostró la importancia de la palabra en el perfeccionamiento del género humano, sentando, de esta suerte, las premisas para la teoría de Pávlov sobre los dos sistemas de señales (ver más adelante). Si Zibelín y Radischev veían la integridad del organismo en la unidad de lo físico y lo psíquico, E. O. Mujin (1766-1850), profesor de anatomía de la Universidad de Moscú, explicaba dicha integridad por la actividad del sistema nervioso y, ante todo, del encéfalo. El señaló tres miembros de aquella parte del arco reflejo que Pávlov denominó posteriormente analizador. Al estudiar la anatomía del sistema nervioso central y periférico, Mujin descubrió varios de sus mecanismos, emitió la suposición respecto a la función trófica del cerebro y fue el primer anatomista que difundió la idea del nervismo a la anatomía. Además, en su compendio de 7 tomos «Curso de anatomía» (1815) demostró brillantemente la importancia de la anatomía para la medicina, lo que jugó un papel decisivo en la formación del pensamiento de Buyalski y Pirogov. Buyalski, defendiendo el punto de vista de que el encéfalo es el órgano de la actividad mental, indicaba que su desarrollo estaba influido por los irritantes exteriores. Señaló, asimismo, que todos los procesos vegetativos se realizan por «un sistema de nervios ganglionares» (es decir, por el sistema vegetativo), que se halla subordinado al encéfalo; también difundió el nervismo al proceso de la digestión. Buyalski planteó el importante problema de las terminaciones nerviosas aclarado ulteriormente por los neurohistólogos.

N. Pirogov consideraba al organismo como un todo único, dirigido por el sistema nervioso. El mecanismo básico de los procesos vitales, según él, era un reflejo, en el cual se distinguían tres ramas. Los conceptos de Pirogov fueron el eslabón de enlace entre el nervismo anterior a Séchenov y el nervismo de Séchenov y Pávlov.



BETZ
(1834-1894)

En el desarrollo de la idea del nervismo, a mediados del siglo pasado, influyeron mucho las ideas de los demócratas revolucionarios rusos A. Herzen, V. Belinski, N. Chernyshevski, N. Dobroliúbov y D. Písarev. Durante ese período, el problema agudo de la lucha ideológica estaba en la cuestión de si el cerebro era el substrato de la actividad neuropsíquica. Los demócratas revolucionarios respondían a esto afirmativamente. Para ellos, el organismo era un todo único, que mantenía un enlace indisoluble con el medio ambiente. Según su concepción, el espíritu y el cuerpo forman una unidad, con la circunstancia de que el espíritu es la función de un órgano corporal, el cerebro. Este último constituye la parte principal del organismo, que dirige todos sus procesos.

Bajo el influjo de los demócratas revolucionarios se fueron estructurando las concepciones de los fisiólogos Séchenov y Pávlov. Gracias a los trabajos de **I. M. Séchenov**, padre de la fisiología rusa, el desarrollo de la idea del nervismo recibió un gran impulso a mediados del siglo pasado. Séchenov emitió su tesis de que la vida del organismo resulta imposible sin un medio exterior que sostenga su existencia, y, por eso, en la definición científica del organismo debe incluirse también el medio que influye sobre el mismo. En su obra «Los reflejos del cerebro» (1863), que hizo época, demostró que todas las formas de actividad nerviosa, aún las más complejas, por su modo de originarse son, en esencia, reflejos.

De esta suerte, la cuestión de que si el cerebro era el órgano de la actividad mental, también fue resuelta positivamente desde el punto de vista fisiológico. Se hacía necesaria la demostración anatómica de la unidad entre las estructuras y las funciones del cerebro. Esta demostración fue aportada por

el profesor de anatomía de la Universidad de Kíev, V. A. Betz (1834-1894), al descubrir en el 5° estrato de la corteza cerebral las células piramidales gigantes (células de Betz) y al observar la diferencia en la composición celular, en distintas zonas de la corteza cerebral. En base a esto introdujo un nuevo principio en la división de la corteza, el principio de la estructura celular, iniciando con ello el estudio de la citoarquitectura de la corteza cerebral (además, V. Betz sistematizó todos los datos referentes a la osteogénesis descubriendo también el sistema cromafínico). Como materialista, intervino contra los perjuicios religiosos y contra el racismo.

Otro anatomista que dio un aporte valioso a la anatomía del cerebro fue el profesor de la Universidad de Moscú **D. N. Zernov** (1843-1917), que hizo una mejor clasificación de los giros y surcos cerebrales. Al demostrar la ausencia de diferencias en la estructura del cerebro en las distintas nacionalidades, incluyendo los pueblos «atrasados», sentó la base anatómica de la lucha contra el racismo. Como materialista intervino contra la teoría idealista de Lombroso, sobre el substrato anatómico congénito de la criminalidad. El compendio de D. Zernov, «Manual de anatomía descriptiva del hombre», fue reeditado 14 veces (la última edición en el año 1939).

Un aporte importante a la anatomía del encéfalo y de la médula espinal fue hecho por el eminente neuropatólogo y psiquiatra **V. M. Béjterev** (1857-1927), quien amplió la teoría sobre la localización de las funciones en la corteza cerebral, profundizó la teoría de los reflejos y creó la base anatomo-fisiológica para el diagnóstico y la clínica de las enfermedades nerviosas. Béjterev descubrió una serie de centros y vías de conducción cerebrales que recibieron su nombre y escribió una obra fundamental «Vías de conducción del encéfalo y la médula espinal» (1894).

Así, pues, cuando **V. I. Lenin** publicó su obra genial «Materialismo y empiriocriticismo» (1909) en la cual, en el capítulo «¿Piensa el hombre con el cerebro?», subrayó firmemente que el razonamiento es función del cerebro, existían ya datos anatomofisiológicos precisos. En ese tratado, Lenin expuso su teoría del reflejo, según la cual el cerebro puede ser considerado como el órgano que refleja la realidad.

La idea del nervismo fue completada definitivamente en la obra de **Pávlov**, quien demostró el papel dirigente del sistema nervioso, y en especial, de la corteza cerebral en la unificación del organismo y en la unidad del mismo con el medio ambiente. Todo aquello que fue fundamentado teóricamente y experimentado por Séchenov y comprobado en la clínica por S. P. Botkin, halló su solución definitiva en la teoría de Pávlov acerca del carácter reflejo de la actividad del encéfalo, en su teoría de los reflejos condicionados.

I. P. Pávlov, siendo fisiólogo, no obstante hizo un valioso aporte a la anatomía, sobre todo a la del sistema nervioso. El varió radicalmente los conceptos de centro cerebral y corteza cerebral, demostrando que toda la corteza de los grandes hemisferios, incluida la zona motora, constituye un conjunto de centros receptivos. Profundizó considerablemente la concepción sobre la localización de las funciones en la corteza cerebral, introdujo el concepto de analizador y creó la teoría de los dos sistemas de señales de la corteza. Precisó también, ampliamente, el concepto sobre el sistema nervioso periférico (triple control nervioso, inervación del corazón y otros). La doctrina de Pávlov, en su conjunto, constituye la base cientificonaturalista de la teoría leninista del reflejo, filosofía del materialismo dialéctico.



P. LESGAFT
(1837-1909)

A principios de siglo XX, el centro del movimiento proletario revolucionario se desplazó a Rusia, convertida también en el centro del nervismo científico progresivo. Surge el leninismo, el alcance superior de la cultura mundial. En medicina, durante este período, Séchenov, Botkin y Pávlov crean una sólida base materialista de la misma: la teoría del nervismo.

En biología, Timiriázev y Michurin desarrollan el darwinismo, transformándolo de ciencia que sólo explica los organismos, en ciencia que los modifica. Bajo el influjo de este desarrollo de la teoría evolucionista se inicia *la crisis de la antigua anatomía descriptiva, ocupada exclusivamente* en la descripción de estructuras aisladas, sin relacionarlas con el desarrollo de las funciones y limitándose a una relación contemplativa, pasiva, respecto a la naturaleza y al hombre. El primer ataque demoledor le fue asestado por **Lesgaft** (1837-1909), quien después de Pirogov fue el anatomista más relevante de la Rusia prerrevolucionaria.

Educado en las ideas de los demócratas revolucionarios y de Lamarck, Lesgaft presentó *una serie de demostraciones anatómicas acerca del influjo* del medio externo sobre el organismo humano. Partiendo de la idea de la unidad entre el organismo y el medio ambiente y reconociendo la transmisión por herencia de los rasgos adquiridos, formuló su tesis sobre la posibilidad de una actuación dirigida sobre el organismo humano, por vía de la educación física, y enlazó la anatomía con la práctica de la cultura física y el deporte. En vez de su relación pasiva, contemplativa, hacia el organismo, en manos de Lesgaft la anatomía adquirió *su carácter activo. Lesgaft empleó con profusión* el experimento, difundió el estudio de la anatomía en el ser vivo, siendo

uno de los primeros en utilizar los rayos X en el estudio de la misma. Hizo muchos aportes nuevos en la anatomía del aparato locomotor, en la de los órganos internos y el sistema vascular; no se limitó a la mera descripción de los hechos, sino que expuso las leyes generales que rigen la estructura del cuerpo humano en su tratado «Fundamentos de la anatomía teórica» (1892). Todas las obras de Lesgaft, fundamentadas en la filosofía materialista, en la idea de la unidad del organismo y el medio, de la unidad de la forma y las funciones, cimentaron una nueva dirección en la anatomía, la funcional.

En la URSS, los pioneros de esta dirección fueron: A. Protásov, P. Zagorski y N. Pirogov, siendo Lesgaft su creador. La dirección funcional se diferenciaba radicalmente de la antigua anatomía descriptiva, ocupada solamente de la descripción escueta de estructuras aisladas, sin relacionarlas con las funciones y sin considerarlas en el aspecto del organismo íntegro vinculado con el medio ambiente. Por eso, Lesgaft hizo una crítica implacable de los criterios reaccionarios en la biología, así como de la mediocridad del método descriptivo que todavía dominaba en la anatomía. Debido a sus ideas progresivas, Lesgaft sufrió durante toda su vida los ataques de los elementos reaccionarios y la persecución del gobierno zarista. La dirección funcional en la anatomía, creada por Lesgaft, fue desarrollada por sus discípulos inmediatos (A. Krasusskaia, A. Koveshnikova, E. Kótikova y otros) y por sus adeptos, especialmente en la época soviética (M. Ivanitski y colab., A. Kurachénkov, M. Prives y colab., G. Tvaladze).

Bajo el influjo de la teoría evolucionista, a fines del siglo pasado y comienzos del nuestro, se inicia el estudio de las particularidades del organismo dependientes de la edad, denominado «anatomía por edades o edad anatómica». Su fundador fue **N. P. Gundobin** (1860-1908) quien, siendo clínico-pediatra, prestó mucha atención a la anatomía y la fisiología de la edad infantil. En el período soviético, el desarrollo de los órganos después del nacimiento fue estudiado especialmente por **F. I. Vallker** (1893-1955), **P. O. Isáev** (1895-1961) y **V. I. Púzik.**

Así, pues, a comienzos del siglo XX, en vísperas de la Gran Revolución Socialista de Octubre, el nivel de la biología y la medicina en Rusia era bastante elevado. En la anatomía existían varias direcciones progresivas:

1. La funcional, ligada a los nombres de A. Protásov, P. Zagorski, N. Pirogov, P. Lesgaft, así como V. Tonkov (ver más adelante).
2. La aplicada, relacionada con el nombre de I. Buyalski y, sobre todo, de N. Pirogov, así como V. Shevkunenko (ver más adelante).
3. La evolucionista, surgida sobre la base del darwinismo (A. Sévertsov).
4. La idea del nervismo, cuyo desarrollo se debió, ante todo, a I. Séchenov, S. Botkin e I. Pávlov y entre los anatomistas, a V. Betz, D. Zernov y D. Béjterev. *Esas direcciones, especialmente la funcional, tuvieron que abrirse paso* en la lucha contra la antigua anatomía descriptiva, que se asentaba en el materialismo metafísico y mecanicista y en la doctrina de Virchow.

En vísperas de la Gran Revolución Socialista de Octubre, en Rusia existían solamente 13 cátedras de anatomía, dirigidas por los anatomistas más destacados del país. Sobresalían, entre ellos, V. Tonkov (Kazán), G. Iósifov (Tomsk), V. Vorobiev (Járkov) y D. Zernov (Moscú). Casi todos ellos vivieron la Gran Revolución Socialista de Octubre, la cual les ofreció plena libertad para el desenvolvimiento de sus actividades que alcanzaron su verdadero desarrollo sólo en las condiciones del poder soviético.



V. VOROBIEV
(1876-1937)

LA ANATOMÍA EN LA URSS

La clase revolucionaria de vanguardia, el proletariado, al sustituir a la burguesía en el poder, como resultado de la Gran Revolución Socialista de Octubre, creó condiciones excepcionales para el florecimiento de la ciencia y la enseñanza superior. Aumentó rápidamente el número de institutos de medicina. En la primera década su número se acrecentó de 13 hasta 35 y en la actualidad es de casi 90. En la biología y la medicina comenzó a infiltrarse profundamente el materialismo dialéctico, la avanzada concepción del mundo del proletariado. La anatomía tuvo también sus transformaciones. La anatomía soviética adquirió una nueva vida, entrando firmemente en el camino de su desarrollo progresivo. A este desarrollo coadyuvaron las resoluciones del gobierno sobre cuestiones de ideología, las cuales encauzaron las ciencias en la dirección indispensable para la construcción de una nueva sociedad.

Los anatomistas y antropólogos soviéticos desplazaron una ofensiva sin cuartel contra la falsa teoría del «racismo», creada por los científicos burgueses reaccionarios, por requerimiento de sus amos, los imperialistas.

Entre los anatomistas soviéticos descuellan los siguientes:

V. P. Vorobiev (1876-1937), académico, profesor de anatomía del Instituto de Medicina de Járkov, estudió el organismo humano en relación con su medio ambiente social. Con el empleo de una lupa binocular, elaboró la metodología estereomorfológica para investigar la construcción de los órganos y sentó las bases de la anatomía macro-microscópica, especialmente del sistema nervioso periférico. V. Vorobiev compuso una serie de manuales de anatomía y publicó el primer atlas de anatomía soviético, en 5 tomos. Junto



V. TONKOV
(1872-1954)

con B. Zbarski, elaboró un método especial de conservación, con ayuda del cual fue embalsamado y conservado para la posteridad, el cuerpo de V. I. Lenin. Ese fue el mérito contraído por V. Vorobiev ante el pueblo soviético y ante los trabajadores de todos los países. V. Vorobiev creó una escuela de anatomistas soviéticos (V. Bobin, F. Volinski, A. Lavréntiev, A. Otelin, A. Shabadash y otros), entre los cuales R. Sinélnikov fue su sucesor en la cátedra, desarrollando con éxito las investigaciones de su maestro, en los problemas de embalsamamiento y de anatomía macro-microscópica; también editó un magnífico atlas de anatomía. En la actualidad el jefe de la cátedra es V. V. Bobin.

V. N. Tonkov (1872-1954), miembro de número de la Acadimia de Ciencias Médicas de la URSS, profesor de la Academia de Medicina Militar, empleó en sus investigaciones del sistema vascular la experimentación en animales vivos, siendo, a continuación de Lesgaft, el creador de la anatomía experimental (funcional). Junto con sus colaboradores (A. Bistrov, G. Vsévolodov, V. Guinsburg, B. Dolgo-Sabúrov, G. Ivanov, V. Kolésnikov, V. Kuntsévich, V. Kurkovski, I. Lev. A. Liubomúdrov, F. Markizov, A. Smirnov, S. Schelkunov y otros) se dedicó al estudio de la circulación sanguínea colateral.

V. Tonkov escribió un compendio de anatomía, reeditado 6 veces, y educó una numerosa pléyade de anatomistas soviéticos, entre los que se destaca su sucesor en la cátedra **B. A. Dolgo-Sabúrov** (1900-1960), quien junto con sus colaboradores (A. Akílova, R. Bardin, V. Godínov, V. Kupriánov, I. Lev y otros) continuó desarrollando con éxito la labor de su maestro. Después del descubrimiento de los rayos X, V. Tonkov fue uno de los prime-



V. SHEVKUNENKO
(1872-1952)

ros en utilizarlos (en 1896) en el estudio del esqueleto y trazó el camino por el que una legión de especialistas soviéticos elaboraron una nueva rama de la anatomía, denominada roentgenoanatomía. Entre ellos se cuentan los anatomistas Z. Zolotujin y luego M. Prives con sus colaboradores (K. Aivazián, R. Bardina, G. Vokken, A. Gabúzov, A. Drosdova, N. Zótova, I. Ismáilova, M. Kallveit, G. Katinas, V. Krilova, N. Krilova, D. Kleiman, N. Lijachov, K. Mashkara, V. Murátikova, I. Preobrazhénskaia, E. Péterson, G. Rojlin, L. Selivánova, V. Shishova, V. Schukin y otros), así como los roentgenólogos (D. Golldstein, V. Diachenko, G. Zedguinidze, D. Réinberg, y en particular, D. Rojlin con sus colaboradores: V. Maikova-Stróganova, A. Rubasheva y N. Kosínskaya).

V. N. Shevkunenko (1872-1952), miembro de número de la Academia de Ciencias Médicas de la URSS, profesor de anatomía topográfica de la Academia de Medicina Militar, desarrolló la dirección aplicada en la anatomía, iniciada por Pirogov. Junto con sus colaboradores (F. Vallker, A. Gueseliévich, P. Kupriánov, M. Lisitsin, E. Margorin, A. Mélnikov, A. Maximénkov, M. Sreseli y otros) se dedicó al estudio de las formas extremas de variabilidad individual, demostrando la importancia de las mismas para la cirugía. Las variaciones de estructura de los sistemas nervioso y venoso, estudiadas detalladamente por él, fueron expuestas en el amplio «Atlas del sistema nervioso periférico y del sistema venoso», por el que V. Shevkunenko y su colaborador y sucesor en la cátedra, **A. N. Maximénkov**, fueron distinguidos con el Premio Estatal. Para explicar las diferentes variantes de la estructura, V. Shevkunenko recurrió a los datos de la filo y ontogénesis, desarrollando, de esta suerte, la dirección evolucionista en la anatomía.

G. M. Iósifov (1870-1933), profesor de anatomía en Tomsk y luego del Instituto de Medicina de Vorónezh, amplió considerablemente los conocimientos sobre la anatomía del sistema linfático. Su monografía «Anatomía del sistema linfático» (1930), que le dio renombre mundial, fue un exponente del elevado nivel de la anatomía soviética. G. Iósifov educó una escuela de anatomistas (N. Kurdiúmov y otros), uno de cuyos representantes más destacados es **D. A. Zhdánov**, miembro de número de la Academia de Ciencias Médicas de la URSS, profesor del I Instituto de Medicina de Moscú.

D. Zhdánov, basándose en sus trabajos y en los de sus colaboradores (R. Kurbskaia, V. Nadiezhdin, G. Satiukov, V. Fediai y otros), publicó una serie de monografías importantes sobre anatomía funcional del sistema linfático, una de las cuales «Cirugía anatómica del conducto torácico» (1945) mereció el Premio Estatal.

En la Unión Soviética se hizo mucho en la causa de la elaboración de la anatomía y la anatomía radiológica del sistema linfático. Así, M. R. Sapin, discípulo de D. A. Zhdánov, miembro correspondiente de la A.C.M. de la URSS y jefe de la cátedra de anatomía normal del I Instituto de Medicina *de Moscú, junto con sus colaboradores* (I. I. *Revazov*, I. I. *Bocharov*, E. B. *Safiannikova* e I. N. Spirov) desarrollaron la anatomía del sistema linfático, especialmente de los linfonodos, señalando su diferencia morfofuncional en las distintas regiones del organismo.

El profesor A. V. Borísov, discípulo de D. A. Zhdánov, jefe de la cátedra de anatomía normal del Instituto de Medicina Sanitario-higiénica de Leningrado, profundizó la anatomía de los capilares linfáticos. M. A. Dolgova y otros discípulos de D. A. Zhdánov de Leningrado (Dolgova es jefa de la cátedra de anatomía normal del Instituto de Pediatría de Leningrado) favo*recieron el progreso de la anatomía del sistema linfático. La personalidad* emérita de las ciencias, profesor M. G. Prives (I Instituto de Medicina de Leningrado) fue el primero en elaborar (1933) el método radiológico de investigación del sistema linfático y obtener las primeras radiografías de los vasos linfáticos y los linfonodos de la persona viva. Su monografía «Radiografía del sistema linfático» (1948) fue la obra generalizadora de la anatomía radiológica de este sistema. Yu. I. Borodin, Académico de la A.C.M. de la URSS y jefe de la cátedra de anatomía normal del Instituto de Medicina de Novosibirsk, introdujo mucho de nuevo en la anatomía y la anatomía radiológica *del sistema linfático, especialmente de los linfonodos. Junto con sus discí*pulos (P. M. Triasuchev, L. V. Pupesheva y G. V. Tomchik) demostró que el cuadro anatomorradiológico de los linfonodos varía en dependencia de las particularidades regionales e individuales de la estructura de los linfonodos y el nivel de la actividad funcional de los órganos que se drenan. También demostró que la linfa pasa a la sangre, no sólo al desembocar los conductos linfáticos en las venas, sino también en los linfonodos donde su mayor parte pasa a las vías venosas. En caso de flevohipertensión parte del plasma sanguíneo pasa, al contrario, a los senos linfáticos, lo que constituye uno de los *mecanismos de compensación en presencia de la hipertensión venosa.*

E. A. Virenkov hizo mucho en el desarrollo de la anatomía del sistema linfático. Su hijo, Yu. E. Virenkov (Instituto Central de Perfección de los Médicos de Moscú), desarrolló el estudio de su padre e hizo un gran aporte en el conocimiento de la estructura, la función y la topografía de los vasos linfáticos y los linfonodos.

El profesor **V. V. Kupriánov**, Académico de la A. C. M. de la URSS (cátedra de anatomía normal del II Instituto de Medicina de Moscú), utilizando su modificación original del método sin inyección de investigación de los vasos, junto con sus discípulos (I. I. Karaganov e I. I. Nóvikov) elaboró profundamente la anatomía del cauce de la microcirculación y destacó con más exactitud 5 eslabones del mismo. Por este trabajo le fue concedido el Premio Estatal de la URSS. Su discípulo, I. I. Karaganov, fue el primero en demostrar la relación de los capilares sanguíneos con los linfáticos y presentar el modelo que contienen 6 eslabones del cauce de la microcirculación incluyendo el eslabón linfático. Además, demostró las relaciones anatómicas de las vías de movimiento de la sangre, la linfa y el líquido intersticial en el cauce de la microcirculación.

S. S. Mijailov (cátedra de anatomía del Instituto de Estomatología de Moscú) escribió un manual de anatomía para los estomatólogos, editó varias monografías, en particular, sobre tomografía y anatomía de las venas del encéfalo, e hizo un gran aporte en la anatomía de las arterias del corazón y del encéfalo, así como en la tomografía.

El profesor **M. G. Prives**, personalidad emérita de la ciencia (cátedra de anatomía normal del I Instituto de Medicina de Leningrado), junto con sus colaboradores elaboró el estudio de la anatomía de los vasos intraorgánicos (I. V. Izmailova, Z. M. Kisele-Riabzeva, R. A. Bardina, N. I. Zótova, A. V. Drozdova, etc.), el estudio del influjo del sistema nervioso sobre la circulación sanguínea colateral (R. A. Bardina), así como una serie de nuevas direcciones de la ciencia anatómica. Estas últimas son:

1. Anatomía de las personas de distintas profesiones: terrestres —influjo del trabajo y del deporte (anatomía deportiva), y no terrestres (anatomía aviocósmica)— influjo sobre los sistemas óseo y vascular (M. G. Prives, A. K. Kosoúrov, L. A. Alexina, E. A. Beliaeva, A. I. Kornev, E. F. Korneva, V. M. Krilova, A. I. Lapiner, M. V. Nikitin, I. N. Preobrazhenskaya, L. I. Savinova, V. I. Stepantsov, F. V. Sudzilovski y otros).
2. Influjo de los factores sociales sobre la variación individual del esqueleto (M. G. Prives, A. K. Kosoúrov, L. A. Alexina, N. V. Krilova, A. I. Lapiner, K. I. Mashkara, I. N. Preobrazhenskaya y otros).

Además, M. G. Prives inventó un método original de conservación de cadáveres, órganos y partes del cuerpo sin formol, que se tienen en el museo anatómico de la cátedra sin frascos, en forma abierta y seca.

P. I. Karuzin (1864-1939) publicó un valioso «Diccionario de términos anatómicos» (1928). Sus investigaciones en el terreno de la anatomía del sistema nervioso fueron continuadas en los trabajos de A. Deshin y por su sucesor en la cátedra, T. Ternovski. **A. A. Deshin** (1869-1946), profesor del II Instituto de Medicina de Moscú, profundizó los conocimientos en el terreno de las vías de conducción del cerebro, así como en el estudio del sistema nervioso vegetativo. **V. N. Ternovski**, miembro de número de la Academia de Ciencias Médicas de la URSS y miembro de la Academia Internacional de Historia de la Medicina, aparte de sus trabajos sobre anatomía del sistema nervioso, es también conocido por sus trabajos sobre historia de la anatomía y por sus traducciones al ruso de las obras de Vesalio y de Ibn-Sina. Puesto que la traducción de Vesalio, hecha por E. Slavinetski en el siglo XVII, no se conservó, la traducción de Ternovski puede considerarse como única. Los discípulos de Ternovski, especialmente V. Murat y sus colaboradores (A. Korotkov,

A. Mescheriakov y otros), profundizan en el estudio de la anatomía del sistema nervioso vegetativo.

N. K. Lisénkov (1865-1941), profesor de la Universidad de Odesa, abarcó todas las disciplinas anatómicas fundamentales, dedicadas al estudio de la estructura normal del hombre: anatomía normal, topográfica y artística, sobre las cuales escribió los correspondientes compendios, entre los que destaca su «Anatomía normal del hombre» (escrito en colaboración con V. Bushkóvich, 1932), reeditada 5 veces.

Ya. B. Zeldóvich (1870-1949), profesor del II Instituto de Medicina de Leningrado, fue uno de los primeros en utilizar los rayos X en la anatomía, siendo el educador de una pléyade de anatomistas (P. Balákirev, V. Kállberg, I. Kudrin, F. Markízov, A. Shílova y otros). Un representante distinguido de dicha escuela, **S. N. Kasatkin**, profesor del Instituto de Medicina de Volgogrado, científico emérito, ha dedicado sus estudios a la anatomía de los órganos digestivos y de sus vasos (junto con sus colaboradores A. Aláev, V. Speranski y otros); otro representante de esa escuela, N. S. Mejánik, hizo su aporte en el estudio de la anatomía ósea y vascular y, especialmente, en el desarrollo de la anatomía artística; a esta última dedicó un compendio especial.

Es preciso citar una serie de anatomistas soviéticos, de mérito reconocido: en el estudio de la anatomía del aparato locomotor—V. Bik, N. Dovgiallo, M. Ivanitski, V. Kóvanov, A. Kazántsev, G. Tvalade y R. Judaiberdiev; de los órganos respiratorios—K. Filátova; de los órganos urogenitales—K. Balakishíev e I. Mátochkin; del sistema vascular—T. Gorbasheva, N. Dzhavajishvili, M. Komajidze, B. Klossovski, V. Kóvanov, E. Mellman y B. Ognev; del sistema linfático—E. Virenkov, V. Gólev, I. Kositsin, Ya. Rajímov, K. Romodanovski, M. Spírov y colab., A. Svirídov y otros; del sistema nervioso—S. Danílov, N. Odnorálov y colab., V. Popov, P. Sokolov, B. Sokolov y colab., Lavrov y otros, L. Shanguina; de los órganos de los sentidos—Z. Ibraguímova y N. Levin.

Hicieron su aporte al estudio de la embriología **S. I. Lebedkin** y sus seguidores—P. Guerke, N. Popova-Latkina, P. Turkévich y otros. Un destacado representante de esa escuela, **D. M. Golub**, profesor del Instituto de Medicina de Minsk, miembro de número de la Academia de Ciencias de Bielorrusia, hizo con sus colaboradores investigaciones valiosísimas sobre la anatomía y embriología del sistema nervioso vegetativo y sobre la reinervación de los órganos. Editó un atlas especial, referente al desarrollo del sistema nervioso. A los óxitos en la embriología cooperan también A. Knoppe y P. Svetlov.

La anatomía soviética desarrolla fructíferamente las mejores tradiciones de la anatomía patria prerrevolucionaria, basándose en la filosofía progresiva del materialismo dialéctico.

ESTRUCTURA DEL CUERPO HUMANO

EL ORGANISMO

El objeto de estudio de la anatomía es el organismo, por eso comenzamos con la exposición del concepto general sobre su estructura. En la comprensión del organismo se manifiesta con toda lucidez la diferencia entre las concepciones del mundo materialista e idealista con respecto a la anatomía. El materialismo mecanicista considera al organismo como una simple suma mecánica de órganos (Morgagni), de tejidos (Bichat) o de células (Virchow). En particular, el sabio alemán R. Virchow comparaba al organismo con un *estado federal de células en el cual territorios celulares aislados (federaciones* celulares) poseían una vida independiente. Esa separación en partes aisladas del organismo es metafísica y el apropiar a territorios celulares aislados vida independiente, es vitalismo, una de las variedades del idealismo. Contrariamente a esto y de acuerdo con la dialéctica, el organismo no es «una suma mecánica de huesos, sangre, cartílagos, músculos, tejidos, etc.» (Hégel, Enciclopedia, t. I).

El organismo es la unidad superior de los cuerpos albuminoides* que tienen la capacidad de metabolismo con el medio que lo rodea, de crecimiento y *multiplicación. Constituye un sistema históricamente formado, íntegro,* en continua variación, que posee una estructura y desarrollo particulares. El organismo vive solamente en determinadas condiciones del medio ambiente, a las que está adaptado y fuera de las cuales no puede existir.

En la vida del organismo el momento esencial es su continuo metabolismo con la naturaleza externa que lo circunda. Con la suspensión del metabolismo se suspende también la vida (F. Engels).

Con el desarrollo de la cibernética surgió el criterio de que una de las propiedades básicas de la materia viva es su capacidad de dirección. Esta ciencia enseña que el *organismo vivo es una máquina cibernética única en su* género, capaz de autodirección.

EL ORGANISMO Y SUS ELEMENTOS COMPONENTES

El organismo se compone de diferentes estructuras particulares —órganos, tejidos y elementos tisulares— reunidas en un todo íntegro.

En el proceso de evolución de los seres vivos, primeramente se originaron *formas* de vida *no celulares* (las «moneras» proteicas, los virus, etc.) y *después, formas celulares* (organismos unicelulares y pluricelulares inferiores). En la complicación ulterior de las organizaciones, partes aisladas de los organismos comenzaron a especializarse en la ejecución de distintas funciones, gracias a las cuales el organismo se adaptaba a las condiciones de su existencia. En relación con esto, de las estructuras no celulares y celulares comenzaron a originarse complejos especializados de las mismas, en forma de *tejidos, órganos* y, finalmente, en los complejos de órganos, *los sistemas.*

* De acuerdo con los datos de la biología molecular moderna y los ácidos nucleicos.

Reflejando este proceso de diferenciación, el organismo humano tiene todas esas estructuras. Las células en el organismo del hombre, al igual que en todos los animales multicelulares, existen solamente en la composición de los tejidos.

TEJIDOS *

Aquí nos limitaremos a dar una breve exposición de los datos más elementales sobre los tejidos, pero el conocimiento detallado de los mismos se adquiere con el estudio de la histología.

Los tejidos son sistemas especiales del organismo formados históricamente, constan de células y sus derivados y tienen propiedades morfofisiológicas y bioquímicas específicas.

Cada tejido se caracteriza por su desarrollo ontogénico de un esbozo embrionario determinado, así como por sus relaciones mutuas con los otros tejidos y su situación en el organismo, típicas para el mismo (N. A. Shevchenko). Desde el punto de vista morfológico, los tejidos están compuestos de células y de sustancia intercelular.

La gran diversidad de tejidos del organismo humano y de los animales puede ser reducida, condicionalmente, a cuatro tipos tisulares: 1) tejido epitelial (del gr. *epi*, encima de, y del lat. *tela*, tejido fino como telaraña); 2) tejido conjuntivo; 3) tejido muscular, y 4) tejido nervioso (fig. 1).

Tejido epitelial. Se encuentra en las superficies que limitan con el medio exterior (de donde procede nombre de algunos de éstos—epitelio de tipo cutáneo), tapizando las paredes de los órganos huecos y las cavidades cerradas del cuerpo (epitelio de tipo celonefrodérmico y ependimoglial). El epitelio que tapiza por dentro los vasos se llama *endotelio*. Los complejos de células epiteliales (epiteliocitos) en forma de tubos, sáculos y otras estructuras componen glándulas (epitelio glandular). Las funciones principales de los epitelios son las de revestimiento o de cubierta y de secreción.

Tejido conjuntivo. No tiene relación directa con el medio exterior, es muy variable por sus propiedades y está reunido en un grupo en base a la función común (que también determina los rasgos principales de la estructura)—mantenimiento de la homeostasis.

Durante la evolución de los vertebrados, el tejido conjuntivo fue desarrollándose en tres direcciones primordiales: un subgrupo comenzó a cumplir las funciones trófica y de defensa (tejidos líquidos—sangre, linfa y tejidos hematopoyéticos); otro subgrupo, la función de sostén (tejidos conjuntivo fibroso y esquelético), y un tercer subgrupo, la función de contractilidad (tejido muscular liso de tipo mesenquimatoso). Todos los subgrupos se dividen en tipos tisulares, en particular, los esqueléticos se dividen en tres tipos de tejidos—cartilaginoso, óseo y dentina (hueso del diente). Se puede profundizar en detalles esta clasificación. Así, el tejido cartilaginoso con respecto al carácter de la sustancia intercelular suele ser hialino o vítreo, fibroso y elástico, que contiene una red de fibras elásticas.

El tejido óseo es el más duro y consistente de todo el organismo (después del esmalte de los dientes), superando muchas veces por su solidez el hierro y el granito. Estas propiedades se deben a la sustancia intercelular impreg-

* Escrito por los profesores N. A. Shevchenko y G. S. Katinas.

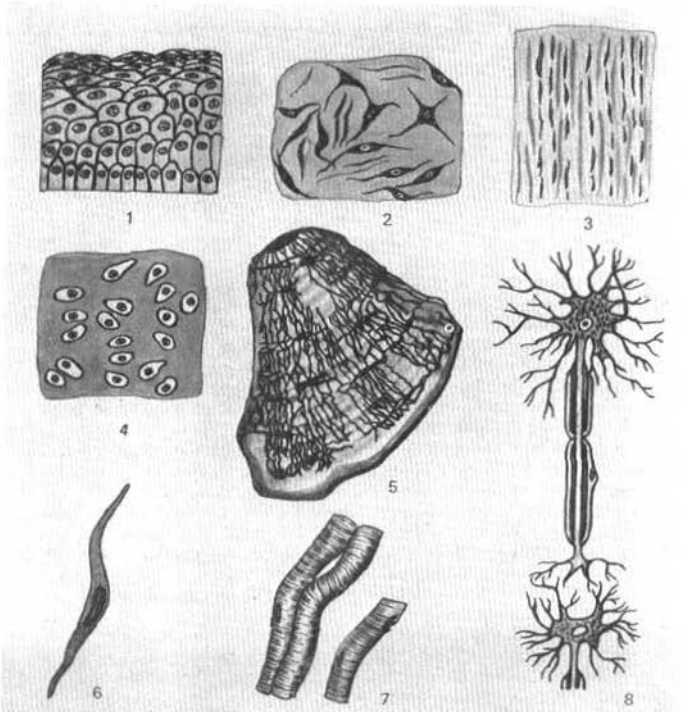


Fig. 1. Clases de tejidos.

1 — tejido epitelial;
2 — tejido conjuntivo laxo;
3 — tejido conjuntivo fibroso elástico;
4 — tejido cartilaginoso;
5 — tejido óseo;
6 — célula muscular lisa;
7 — fibras musculares estriadas;
8 — células nerviosas.

nada de sales de calcio. Resulta más cómodo el estudio del tejido muscular liso de tipo mesenquimatoso junto con otros elementos celulares.

Tejido muscular. Este tejido se agrupa por su rasgo funcional—la propiedad de contraerse. Los elementos contráctiles se derivan de varias fuentes: 1) *del mesénquima* (está presente en la pared del intestino, los vasos, las vías urinarias, etc.); 2) *los miotomas*, de los cuales se deriva el tejido esquelético (somático); 3) *el revestimiento celomático embrionario*, que da origen al tejido muscular del corazón; 4) *el rudimento neural*, del cual proceden las células del músculo constrictor y dilatador de la pupila, y 5) *epidérmico*, como las

células contráctiles caliciformes que entran en la composición de los segmentos distales de las glándulas (sudoríparas, mamarias y salivales).

El tejido muscular liso es involuntario, de contracción lenta, y consta de células fusiformes o estrelladas, que contienen unos filamentos finos—los miofilamentos. El tejido muscular esquelético (somático) está compuesto de fibras largas (hasta 10—12 cm), cuyo diámetro transversal es de 10—50 µm. En el interior de estas fibras hay también elementos específicos en forma de miofibrillas estriadas que poseen, a su vez, una estructura submicroscópica. El tejido muscular del corazón consta de células aisladas que contienen fibrillas estriadas, las cuales se distinguen de las fibrillas de las fibras musculares esqueléticas por su disposición y algunos detalles de la estructura. La diferencia consiste en el hecho de que el músculo cardíaco no está sometido a nuestra voluntad y trabaja sin cesar desde la primera hasta la última contracción de la vida.

Tejido nervioso. Está representado por las células nerviosas y los elementos auxiliares—neuroglia o más abreviadamente glía (del gr. *glía*, gluten, cola). Las células nerviosas tienen dos tipos de procesos: 1) *dendritas* (del gr. *dendron*, árbol), que transmiten la excitación desde los aparatos receptores hasta el cuerpo celular y tienen una ramificación arboriforme, de la que proviene su denominación, y 2) *neuritas*, que en número de una salen del cuerpo de la célula, conduciendo el impulso nervioso desde ésta hasta la célula efectora, ejecutora del efecto de una u otra acción; este proceso se extiende a una gran distancia, sobrepasando a veces 1 metro, y constituye el cilindroeje de la fibra nerviosa, por lo cual también se le llama *axón* (del lat. *axis*, eje). El axón puede estar cubierto de una vaina de mielina, que consta de unas células especiales de la neuroglia. En dependencia de los detalles de la estructura se distinguen las fibras amielínicas grises. Llámase *neurona* (del gr. *neuron*, nervio) la célula nerviosa con todos los procesos y ramificaciones terminales.

ORGANOS

El órgano (*organon*—instrumento) constituye una parte del cuerpo humano, siendo el instrumento de adaptación del organismo al medio que lo rodea. Los órganos se originan como resultado de un largo proceso de selección de las adaptaciones útiles al organismo, con relación a determinadas condiciones de alimentación, reproducción y defensa; de la selección y reforzamiento de dichas adaptaciones de generación en generación y, junto con ello, por la eliminación de aquellos organismos peor adaptados. El órgano es el instrumento natural del cuerpo.

El organismo dispone de sus «tecnologías naturales», es decir, de la existencia de órganos vegetativos y animales que funcionan «como instrumentos de producción en la vida de los animales y las plantas» (**C. Marx y F. Engels.** Obras, 2ª ed. rusa, t. 23, pág. 383).

El órgano, siendo una fracción del todo, no puede existir aislado del organismo (véase pág. 61).

El órgano es una *formación de relativa integridad, que posee una forma, estructura, función, desarrollo y posición en el organismo que le son inherentes.* El órgano representa un sistema que se ha ido formando históricamente,

compuesto de diferentes tejidos (no raramente, de los cuatro fundamentales), de los cuales uno o varios son los dominantes, siendo los que determinan su estructura específica y su función. Con todo, la actividad vital del órgano transcurre bajo el influjo directo del sistema nervioso.

Por ejemplo, en el corazón existe no sólo tejido muscular cardíaco, sino también diferentes variedades de tejido conjuntivo (fibroso, elástico), elementos de tejido nervioso (nervios del corazón), endotelios y fibras musculares lisas (vasos). Sin embargo, el predominante es el tejido muscular cardíaco, cuya propiedad (contractibilidad) es la que determina la estructura y función del corazón, como órgano contráctil. También se puede denominar órganos a una parte considerable del organismo que desempeñe una función determinada y que tenga un desarrollo particular. Por ejemplo, según F. Engels, la mano es órgano de trabajo.

Desde el punto de vista de los períodos de ontogénesis, se distinguen los órganos *permanentes* (*definitivos*), es decir, característicos del organismo adulto y *que no desaparecen hasta el final* de la vida, y los órganos *temporales* (*provisionales*), que se presentan en una etapa determinada del desarrollo del organismo y luego desaparecen, como, por ejemplo, algunos órganos embrionarios y extraembrionarios.

SISTEMAS DE ORGANOS Y APARATOS

Para el cumplimiento de una serie de funciones un órgano por separado resulta insuficiente. Por eso se crean complejos de órganos, los sistemas. Por ejemplo, para realizar la flexión no basta un solo músculo —el flexor—, sino que es necesario un segundo músculo—el extensor (véase pág. 287). El conjunto de todos los músculos constituye el sistema muscular.

Llámase **sistema de órganos** el conjunto de órganos homogéneos, semejantes por su estructura, funciones y desarrollo comunes. Es una agrupación morfológica y funcional de órganos, o sea, de órganos que tienen un plan común de estructura, un origen común y guardan relación mutua anatómica y topográfica.

Por ejemplo, el sistema óseo está constituido por el conjunto de huesos que tienen una estructura homogénea, una misma función y desarrollo. Eso *mismo puede decirse del sistema muscular, vascular o nervioso.*

Los órganos de la digestión, a primera vista, se diferencian entre sí; pero todos ellos tienen un origen común (el epitelio de la mayor parte del tubo digestivo, incluidos el hígado y el páncreas, es un derivado del endodermo), un plan común de estructura (3 estratos en la pared del tubo digestivo) y una función común; todos ellos están relacionados anatómicamente y próximos desde el punto de vista topográfico. Por eso, los órganos digestivos también constituyen un sistema*.

Organos aislados o sistemas de órganos con estructura y desarrollo desiguales pueden agruparse para la realización de una función común. Estas agrupaciones funcionales de órganos heterogéneos se denominan aparatos. Por ejemplo, el aparato locomotor comprende el sistema óseo, las articulaciones

* En clínica no siempre se emplea con exactitud el concepto de sistema. Así, los tejidos líquidos (sangre y linfa), junto con los órganos hematopoyéticos, se clasifican aparte, en el llamado sistema sanguíneo.

de los huesos y el sistema muscular. El aparato endocrino está compuesto de las glándulas de secreción interna, con distintas estructuras y desarrollo, pero agrupadas en una función común—la secreción de hormonas. Asimismo, se denominan aparatos a pequeñas estructuras aisladas de los órganos, que poseen una significación funcional determinada, como la de instrumentos; por ejemplo, el aparato receptor de la célula nerviosa (receptor).

Se distinguen los siguientes sistemas de órganos y aparatos.

1. Organos que realizan el proceso fundamental que caracteriza la vida, el metabolismo con el medio ambiente. Este proceso representa una unidad de manifestaciones antagónicas, la *asimilación* y la *desasimilación*. Por eso existen órganos mediante los cuales el organismo recibe las substancias alimenticias y el oxígeno, constituyendo *los sistemas digestivo* y *respiratorio*, y los órganos que eliminan al exterior las substancias de desecho, *el sistema urinario*. La eliminación se lleva a cabo también a traves de los órganos de la digestión, la respiración y la piel.

2. Organos destinados a la conservación de la especie: los órganos de la reproducción u órganos genitales, constitutivos del *sistema genital*.

Los sistemas urinario y genital están relacionados íntimamente entre sí, por su desarrollo y estructura, por lo que son agrupados bajo la denominación de *sistema urogenital*.

3. Organos con cuya ayuda el material recibido por los sistemas digestivo y respiratorio es distribuido por todo el organismo, y las substancias que deben ser eliminadas son transportadas al sistema excretor. Estos órganos son los de la circulación sanguínea, el corazón y los vasos (sanguíneos y linfáticos), que constituyen *el sistema cardiovascular*.

4. Organos que realizan el enlace químico y la regulación de todos los procesos del organismo, las glándulas de secreción interna u órganos endocrinos; éstos constituyen *el aparato endocrino*.

Los órganos de la digestión, la respiración, la secreción urinaria, la reproducción, los vasos y las glándulas endocrinas se agrupan bajo la denominación común de órganos de la vida *vegetativa* (*vegetatio*—planta), por consiguiente en las plantas se observan funciones análogas a las de ellos.

5. Organos que sirven para la adaptación del organismo al medio que lo rodea con ayuda del movimiento; que costituyen *el aparato locomotor*, compuesto de palancas para el movimiento, los huesos (sistema óseo), sus junturas (articulaciones y ligamentos) y los músculos que los ponen en movimiento (sistema muscular).

6. Organos que reciben las excitaciones del mundo exterior y que constituyen *el sistema de los órganos de los sentidos*.

7. Organos que realizan el enlace nervioso y la función de asociación de todos los órganos en un todo único, que forman *el sistema nervioso*, con el cual está relacionada la actividad nerviosa superior (psíquica). En el proceso de desarrollo del mundo animal el sistema nervioso se convirtió en dirigente, asegurando la integridad del organismo y su unidad con las condiciones de vida. Por su intermedio se realiza el metabolismo con la naturaleza ambiente.

El aparato locomotor, los órganos de los sentidos y el sistema nervioso se unen bajo la denominación común de órganos de la vida *animal*, puesto que las funciones de traslación y la actividad nerviosa son propiedad exclusiva de los animales, faltando casi por completo en las plantas.

La clasificación en órganos de la vida vegetativa y animal está justificada no sólo por la diferencia de funciones de los mismos, sino también por su distinto desarrollo. Así, en el cuerpo del embrión se forman dos tubos: el vegetativo, del que derivan los órganos de la digestión y la respiración, y con el que entran en contacto los órganos urogenitales, y el animal, del que se origina el sistema nervioso.

Sin embargo, teniendo en cuenta la unidad de los procesos vegetativos y animal en un organismo íntegro, debe tenerse presente que dicha división es relativa, condicional, y sólo es indispensable para facilitar su estudio.

El aparato de locomoción, cubierto por la piel (es decir, los órganos de la vida animal), constituye el propio cuerpo o «*soma*», en cuyo interior se encuentran dos cavidades, la torácica y la abdominal. Por consiguiente, el soma forma las paredes de las cavidades. El contenido de esas cavidades se denomina *vísceras*. Son vísceras los órganos digestivos, respiratorios, urinarios, genitales y las glándulas de secreción interna relacionadas con los mismos (es decir, los órganos de la vida vegetativa). A las vísceras y al soma llegan *las vías que conducen los líquidos*, o sea, los vasos que transportan la sangre y la linfa y que componen el sistema vascular, y *las vías que conducen las excitaciones*, es decir, los nervios que junto con el encéfalo y la médula espinal forman el sistema nervioso.

Las vías de conducción de líquidos y de excitaciones constituyen la base anatómica de la unificación del organismo por intermedio de la regulación neurohumoral y con el papel dirigente del sistema nervioso. Por eso las vísceras y el soma son partes de un organismo único, íntegro, siendo su división condicional.

En conclusión, podemos indicar el siguiente esquema de la estructura del organismo: «*organismo—sistema de órganos—órgano—unidad morfofuncional del órgano*; *tejido—elementos del tejido*».

Al hacer tal división es imprescindible subrayar que la ligazón entre los distintos órganos y sistemas es tan íntima que el aislamiento en el organismo, de uno u otro sistema, tanto en sentido anatómico como funcional, resulta imposible. Sin embargo, para facilitar el estudio de un material efectivo tan amplio y debido a la imposibilidad de asimilar de una vez la estructura del organismo en su conjunto, se acepta, condicionalmente, el estudio de la anatomía por sistemas, cada uno de los cuales corresponde a una parte de la anatomía: estudio del sistema óseo (osteología), de las articulaciones de los huesos (artrosindesmología), del sistema muscular (miología), de las vísceras (esplacnología), del sistema cardiovascular (angiología), del sistema nervioso (neurología), de los órganos de los sentidos (estesiología) y de las glándulas de secreción interna (endocrinología).

INTEGRIDAD DEL ORGANISMO

El organismo es un sistema biológico vivo íntegro que tiene la propiedad de autorreproducción, autodesarrollo y autodirección.

El organismo es un todo y, además, «la forma superior de lo íntegro» (C. Marx).

El organismo no es una simple suma de órganos, tejidos y células, como enseñaba el materialismo mecanicista.

A este respecto F. Engels escribió: «No es una unión mecánica de huesos, sangre, cartílagos, músculos, tejidos, etc., ni la unión química del aún no animal.

El organismo no es simple ni compuesto, como si fuera una suma» (C. Marx y F. Engels. Obras, t. 20, ed. rusa).

A. La integridad del organismo, es decir, su asociación o integración, está asegurada: 1) por la asociación estructural de todas las partes del mismo (células, tejidos, órganos, líquidos, etc.); 2) por la unión entre todas las partes del organismo: a) con ayuda de los líquidos que circulan por sus vasos y que hay en las cavidades y espacios (enlace humoral, de *humor*—líquido) y b) con ayuda del sistema nervioso, regulador de todos los procesos del organismo (regulación nerviosa).

En los protozoarios, organismos que carecen de sistema nervioso (por ejemplo, las amibas), existe un solo tipo de enlace, el humoral. Con la aparición del sistema nervioso, se originan dos clases de enlace, el humoral y el nervioso, con la particularidad de que a medida que se va complicando la organización de los animales y el desarrollo del sistema nervioso, este último se va «posesionando del cuerpo» cada vez más, subordinando todos los procesos del organismo, incluido el enlace humoral y, como resultado de ello, se crea una regulación neurohumoral única, en la que el sistema nervioso juega el papel dirigente.

De esta suerte, *la integridad del organismo se logra gracias a la actividad del sistema nervioso, el cual se infiltra con sus ramificaciones en todos los órganos y tejidos del cuerpo, siendo el substrato material anatómico de la asociación (integración) del organismo en un todo único.* Esa es una de las tesis básicas de la idea materialista del nervismo, propia de la biología y la medicina soviéticas.

B. La integridad del organismo consiste, asimismo, en *la unidad entre los procesos vegetativos y los procesos animales del organismo*, lo que fue demostrado en los trabajos de Pávlov. Antes de Pávlov, en la ciencia existía el concepto del total aislamiento entre dichos procesos.

C. La integridad del organismo consiste también en la unidad del espíritu y el cuerpo, *unidad de lo psíquico y lo somático, corporal* (del gr. *soma*—cuerpo). El idealismo separa el espíritu del cuerpo, considerando al primero como independiente y desconocido. El materialismo dialéctico considera que no hay *psiquis* aislada del cuerpo. Esta es la función de un órgano corporal, el cerebro, que constituye una forma de materia organizada de modo particular, con desarrollo superior y capaz de pensar. Por eso «no se puede separar el pensamiento de la materia que piensa» (**C. Marx y F. Engels.** Obras escogidas, en 2 tomos, t. II, p. 93, ed. en español, M., 1966).

Así es la concepción actual de la integridad del organismo, elaborada en los principios del materialismo dialéctico y la base naturalista científica de la doctrina fisiológica de Pávlov.

RELACIÓN MUTUA ENTRE EL ORGANISMO COMO UN TODO Y SUS ELEMENTOS COMPONENTES

El todo es un sistema complejo de relaciones recíprocas de elementos y procesos con una cualidad especial que lo distingue de otros sistemas. En cambio, *la parte* es un elemento del sistema sometido al todo (N. Medvédev,

1964). El organismo, como *un todo*, es algo más que una simple suma de sus partes (células, tejidos, órganos). Este «algo más» es una nueva cualidad, surgida gracias a la acción recíproca de las partes en el proceso de la filo y ontogénesis (G. Tsaregorótsev, 1966). Esa cualidad especial del organismo es su *capacidad de existir independiente en un medio dado*, lo que distingue al organismo de cualquier otra estructura, incapaz de poder vivir independiente; esta cualidad radica, como podríamos decir, en su «*organicidad*». Así, por ejemplo, un organismo unicelular (la amiba) posee la capacidad de vivir independiente; por el contrario, una célula que forme parte de un organismo (el leucocito) no puede existir fuera del mismo y muere al ser extraída de éste.

El organismo, como un todo, desempeña un *papel dirigente* respecto a sus partes, siendo una expresión de ello la supeditación de la actividad de todos los órganos a la regulación neurohumoral. Por eso, los órganos aislados del organismo no pueden realizar aquellas funciones que les son inherentes dentro de los marcos del organismo entero. Con eso se explica la dificultad del trasplante de órganos. El organismo, por su parte, puede continuar existiendo como un todo, incluso después de haber perdido algunas de sus partes, siendo una demostración de ello la práctica quirúrgica de la extirpación de algunos órganos o partes corporales (exéresis de un riñon o de un pulmón, amputación de los miembros).

La supeditación de una parte al todo no es absoluta, ya que las partes poseen una autonomía relativa. Así, determinadas células pueden vivir y reproducirse fuera del organismo (cultivos de tejidos, desarrollo del embrión *in vitro*). Pero las funciones de estas células aisladas no son idénticas a las funciones de las células del organismo íntegro, puesto que ellas se encuentran excluidas del metabolismo común con otros tejidos.

Al poseer una independencia relativa, la parte puede influir en el todo, lo que es demostrado por las variaciones del organismo, al enfermar órganos aislados.

EL ORGANISMO Y EL MEDIO AMBIENTE

«El organismo sin un medio exterior que lo sostenga no puede existir; por eso, en la definición científica del organismo debe ser incluido el medio que influye sobre éste, puesto que sin el medio la existencia de aquél es imposible. Siempre y en todas partes la vida se compone de la cooperación de dos factores: una organización determinada, pero que sufre variaciones e influencias externas» (I. M. Séchenov).

«El organismo está ligado indisolublemente con las condiciones de vida del medio ambiente. La frontera entre el organismo y su medio de subsistencia es relativa. En el organismo vivo tiene lugar una constante variación, transformación de lo exterior en interior, y viceversa» (G. I. Tsaregorótsev, 1966). La asimilación de los alimentos constituye un ejemplo de la transformación de lo exterior en interior.

La unidad del organismo con las condiciones de su existencia se realiza gracias a su metabolismo con la naturaleza ambiente; con el cese del metabolismo cesa también su vida. En los animales y en el hombre el metabolismo está determinado por la regulación neurohumoral, con el papel dirigente del sistema nervioso que interviene como «un instrumento de precisión, equilibrando el organismo con el medio ambiente» (Pávlov).

La unidad del organismo y del medio exterior constituye la base evolutiva de las formas orgánicas. En el proceso de la evolución se observa la variabilidad de la estructura de los organismos, como expresión morfológica de su adaptación a los cambios de las condiciones de existencia. La adaptación está condicionada tanto por la influencia del medio, en el que tiene lugar dicha adaptación, como por las propiedades hereditarias y de otra clase del organismo en evolución.

«La adaptación hereditaria con respecto al factor externo no se verifica como resultado del cambio adecuado de las propiedades congénitas de un organismo en particular bajo el influjo directo del factor externo sobre el organismo en desarrollo, sino como consecuencia de la selección dirigida de múltiples alteraciones congénitas, surgidas independientemente de la acción de aquel factor del medio hacia el cual va encaminada la adaptación» (V. Efroimson, «Introducción al estudio de la genética médica», 1964).

Las variaciones del medio ambiente conducen a las alteraciones del organismo, que se adapta constantemente a los cambios de condiciones del medio. E inversamente, por la influencia del organismo en desarrollo, varía también, hasta cierto grado, el medio que lo rodea. Las condiciones de existencia de los animales constituyen su medio biológico. Para el hombre, además del medio biológico, tiene importancia decisiva el medio social.

La condición fundamental de existencia del hombre es el trabajo. La actividad laboral es el factor más importante del medio ambiente del ser humano. Los procesos de trabajo están relacionados con un trabajo especial de los sistemas nervioso y muscular, condicionado por el carácter de cada profesión. La especialización profesional acarrea un mayor desarrollo de aquellas partes del organismo, con cuyas funciones está vinculada dicha especialidad. Como resultado de ello, la profesión deja una impresión específica en la estructura del cuerpo humano. Las distintas variantes en la estructura normal del organismo humano se explican en medida considerable por el carácter del trabajo de cada individuo. «El organismo, en el trabajo, crea su propia forma». Aparte del trabajo, también influyen en el organismo humano otras condiciones de existencia, tales como la alimentación, la vivienda, el vestido, etc. Tiene gran importancia el estado psíquico del individuo, condicionado por su posición social. Las condiciones de trabajo y de vida constituyen el contenido de lo que se denomina *medio social*. Este último influye considerable y variadamente en el hombre.

La estructura de la sociedad en clases juega un papel decisivo en el desarrollo del organismo. Como se sabe, la duración de la vida de las personas pertenecientes a las clases explotadas y la de pueblos enteros sometidos al yugo colonial es inferior a la de los representantes de las clases dominantes.

Viviendo en condiciones de opresión moral, pobreza y trabajo agotador, las clases explotadas y pueblos enteros, como es lógico, se alimentan mal y enferman con frecuencia, lo que repercute también en su descendencia. Así, en la India, cuando ésta era una colonia inglesa, la duración media de la vida no pasaba de los 20-30 años. Después de lograr su independencia nacional, este índice ha ido elevándose. En nuestro país, durante los años de poder soviético, la duración media de la vida ha aumentado en más de dos veces, de 32 a 70 años.*

* La duración media de la vida se calcula no como una media aritmética, sino tomando en consideración la natalidad y mortalidad infantil, la cual en los años de existencia del Estado Soviético ha disminuido bruscamente.

LUGAR DEL HOMBRE EN LA NATURALEZA

El origen del hombre y el esclarecimiento de su lugar en la naturaleza viva desde la antigüedad vienen siendo objeto de lucha entre el materialismo y el idealismo.

El idealismo, en forma de diferentes credos religiosos, predica la leyenda sobre la creación del hombre gracias a una fuerza divina especial. En contradicción con eso, la ciencia ha dado una concepción materialista armónica del origen del hombre como resultado de una larga evolución de la naturaleza viva.

En el proceso de esta evolución, de los organismos protozoarios unicelulares y pluricelulares se originaron las diferentes formas de vegetales, animales y, por último, el hombre.

Para comprender el lugar del hombre entre los animales es indispensable tener presente el esquema de su árbol geneológico, basado en la clasificación del mundo animal, desde las formas más simples hasta las más elevadas.

TIPO – CORDADOS (CHORDATA)

A. Acranios (*Acrania*): *Amphioxus lanceolatus.*
B. Cranianos (*Craniota*) o vertebrados (*Vertebrata*):
  a) carentes de amnios (*Anamnia*), inferiores:
    I clase — ciclostomas (*Cyclostomata*): lamprea, myxina;
    II clase — peces (*Pisces*): selacios (tiburón, raya), ganoideos (esturión), teleosteos;
    III clase — anfibio (*Amphibia*): urodelos (salamandra), anuros (ranas), ápodos (*gymnophiona*);
  b) provistos de amnios (*Amniota*), superiores:
    IV clase — reptiles (*Reptilia*): cocodrilos, quelonios, saurios, ofidios;
    V clase — aves (*Aves*);
    VI clase — mamíferos (*Mammalia*).

Subclases: monotremas (con cloaca), marsupiales; placentarios con los órdenes: insectívoros, quirópteros, desdentados, roedores, carnívoros, cetáceos y primates.

Según esta clasificación zoológica, el hombre, junto con todos los demás vertebrados, pertenece al tipo de los cordados, lo que en su embriogénesis constituye el notocordio (cuerda dorsal), el cual luego va reduciéndose, y al subtipo de vertebrados, ya que está dotado de un esqueleto axil, la columna vertebral.

Para todos los vertebrados, incluido el hombre, es característica la multiplicidad de rasgos comunes de la estructura*. Señalemos los principios o leyes fundamentales que se manifiestan en la estructura del cuerpo humano.

I. **Polaridad**; existencia de los extremos del cuerpo de distinta diferenciación o polos: en el extremo cefálico se encuentra un orificio para la recepción de substancias alimenticias, *el polo oral* (del lat. *os*, *oris*, boca); en el

* La semejanza por su origen, entre tales o cuales partes del cuerpo, se denomina *homología* (por ej., entre las aletas de los peces y los miembros de los animales terrestres).

extremo opuesto, el caudal, se encuentra *el polo aboral* (del lat. *ab*, de, contra y *oris*. boca).

II. **Simetría bilateral**; ambas mitades del cuerpo son semejantes. Gracias a eso, la mayoría de los órganos son pares, hallándose a ambos lados del plano sagital. Algunos órganos son impares, estando parte de ellos en la línea media del cuerpo; estos órganos pueden ser divididos en dos mitades simétricas. Parte de los órganos impares se localiza asimétricamente (corazón, estómago y otros), pero durante el período intrauterino ellos se originan en la línea media y sólo después se desplazan.

III. **Segmentación o formación de metámeras**; división de tal o cual parte del cuerpo en segmentos o metámeras (del gr. *meta*, después, y *meros*, parte), o sea, en porciones de estructura aproximadamente idéntica, situadas en forma consecutiva, una tras la otra. Tal estructuración se conserva, en tal o cual medida, durante el curso de la evolución, en todos los animales cordados y en el hombre.

El hombre, después de pasar por una vía muy larga de evolución, no conservó su estructura metamérica en todo el cuerpo, sino tan sólo en aquella parte que, en el proceso de la filogénesis, sirvió de base para el desarrollo de las porciones restantes, o sea, en el tronco. Las vértebras y las costillas aisladas, sus articulaciones, los músculos del tronco, situados entre las costillas y las vértebras aisladas, los vasos y los nervios intercostales, así como los segmentos de la médula espinal, constituyen otras tantas manifestaciones de la estructura metamérica en el desarrollo del organismo humano.

IV. **Correlación**; enlace mutuo regular entre las distintas partes del organismo. Darwin lo denominaba ley de correlación del crecimiento. Según dicha ley, las formas de unas partes del organismo están siempre ligadas con formas determinadas de otras partes, las cuales, aparentemente, no guardan ninguna relación con las primeras.

Así, en los mamíferos, la división de la pezuña está relacionada, como regla, con la existencia de un estómago complejo adaptado al proceso de rumia. De igual modo, también en el hombre, «el perfeccionamiento gradual de la mano del hombre y la adaptación concomitante de los pies a la marcha en posición erecta... repercutieron, indudablemente, en virtud de dicha correlación sobre otras partes del organismo» **(C. Marx y F. Engels.** Obras escogidas, en dos tomos, t. II, p. 76, ed. en español, M., 1966).

Las correlaciones se clasifican en *fisiológicas*, condicionadas por una dependencia funcional (por ejemplo, la correlación entre la estructura de los dientes y los demás órganos de la digestión y las patas del carnívoro provistas de garras); *topográficas* (correlación entre las formas de órganos vecinos que se influyen recíprocamente en virtud de su proximidad espacial); *genéticas*, condicionadas por las particularidades de distribución de los genes en los cromosomas (por ejemplo, el pelo blanco, los ojos azules y la sordera en los gatos) (cita de S. Lebedkina y N. Guerke, 1963).

Basándose en la ley de correlación formulada por Cuvier, por el examen de partes aisladas del cuerpo, puede juzgarse sobre otras particularidades de la estructura de los animales y el hombre. Esto es importante para la paleontología (en los hallazgos de huesos aislados de animales fósiles) y para la medicina legal (para determinar la pertenencia de partes aisladas del cuerpo encontradas).

La anatomía artística, al determinar las proporciones del cuerpo humano, en sus canones se basa también en la ley de la correlación.

En el orden de los vertebrados, el hombre está incluido en la clase más elevada, en la de los mamíferos, que se caracterizan por ser vivíparos (a excepción de los provistos de cloaca, que hacen la puesta de huevos) y por alimentar a los recién nacidos con leche materna (de ahí su denominación).

El desarrollo embrionario, en el interior del cuerpo materno, la temperatura corporal constante (independiente de las oscilaciones de la temperatura del medio ambiente, o sea del aire), la intensidad del metabolismo y, principalmente, el desarrollo progresivo del cerebro, y en especial, de su corteza, ayudaron a los mamíferos a adaptarse a las condiciones de existencia más variadas, vencer en la composición con otras clases de vertebrados más inferiores y asegurarse una amplia difusión y la posibilidad de continuar su evolución ulterior.

Entre los mamíferos, el hombre pertenece (según M. Nesturj, 1960) a la subclase de los monouterinos placentarios (*Mammalia placentalia*). El aspecto biológico de su existencia se formó en la última etapa de la antropogénesis, bajo el influjo dominante de los factores sociales.

El hombre pertenece y se incluye en el orden de los primates (del lat. *Primas*, género; *primates*, uno de los primeros), que a su vez se subdivide en 4 subórdenes:

1. Tarsoides (*Tarsioidea*).
2. Lemúridos o semimonos (*Lemuroidea*).
3. Tupayas, insectívoros (*Tupaioidea*).
4. Pitecoides (parecidos al mono) — *Pithecoidea* (del gr. *pithecos*, mono y *eidos*, aspecto exterior) o parecidos al hombre o antropoides (*Anthropoidea*).

El hombre pertenece al último suborden de los primates antropoides — *Pithecoides* o *Anthropoidea*, que consta de dos grupos:

1. Los monos de nariz ancha del Mundo Antiguo o platirrinos (*Platarhini*);
2. Los monos de nariz estrecha del Nuevo Mundo o catirrinos (*Catarhini*).

Este último grupo de monos de nariz estrecha (catirrinos), consta de 2 órdenes:

1) primates parecidos a los perros — cinomofros (*Cynomorpha*);
2) primates parecidos al hombre — antropomorfos (*Anthropomorpha*).

El orden de los primates parecidos al hombre (antropomorfos) incluye 2 familias:

1) los monos antropoideos (*Simiideae*);
2) los hombres — *Hominideae* (*homo*, hombre; *hominis*, hombre).

En la familia del hombre (según Gremyatski) existen géneros, especies y subespecies.

Género: a) hombre mono — pitecántropo (*Pithecanthropus*);
b) el hombre (*Homo*).

Las especies humanas: 1) *Homo Heidelbergensis*; 2) hombre primitivo o Neanderthal (*Homo primigenius*); hombre razonable (*Homo sapiens*). Las subespecies del hombre razonable son: el fósil (*Homo fossilis*) y el contemporáneo (*Homo recens*).

TEORIA DEL TRABAJO DE F. ENGELS ACERCA DEL ORIGEN DEL HOMBRE

Ch. Darwin en sus famosas obras «El origen de las especies» (1859) y «El origen del hombre» (1871), basándose en un amplio material de ciencias naturales, demostró indiscutiblemente la unidad de origen del hombre y los animales, la procedencia del ser humano de tal o cual especie de monos antropomorfos ya extinguidos.

Por eso el hombre heredó de sus antepasados, los monos, muchos rasgos anatómicos, que serán citados en los capítulos correspondientes de la anatomía. Pero, al mismo tiempo, el hombre se distingue bruscamente de los

monos, ante todo por el nivel de su desarrollo psíquico, cuyo origen está ligado directamente con la actividad laboral y con la vida social, es decir, con el medio ambiente social. «El animal, en el mejor de los casos, llega hasta la recolección de medios de existencia—*M. Prives*); el hombre, en cambio, produce...» dichos medios. (**C. Marx y F. Engels.** Obras, 2ª ed., t. 20).

Demostrando la procedencia del hombre de su antepasado antropomorfo, Darwin resolvió el problema de la antropogénesis fundamentándose exclusivamente en demostraciones biológicas y, en consecuencia, de modo unilateral; él no descubrió los factores determinantes que condicionaron la transformación de ese antepasado en hombre. F. Engels, en su célebre obra «El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre» demostró que el factor básico de formación del hombre fue el trabajo. El trabajo, según Engels, fue el que creó al hombre. En esencia, la «teoría del trabajo del origen del hombre» de Engels consiste en lo siguiente: muchos centenares de miles de años atrás, durante el período terciario, vivió en las zonas cálidas una raza de monos antropoides, de un desarrollo extraordinariamente elevado, con el cuerpo cubierto de pelos, con barbas, orejas en forma puntiaguda y habitando en manadas en los árboles. Su modo de desplazamiento por los árboles (descender, encaramarse) condicionó la aparición de una función especial de los miembros anteriores, los cuales adquirieron la facultad de sujetarse a las ramas y lanzar el cuerpo de un árbol a otro (braquiación), convirtiéndose de ese modo en brazos. Más tarde, dichos monos, al andar por el suelo, dejaron de emplear los brazos y fueron asimulando el marchar de pie, erectos.

Eso constituyó un avance decisivo para la transformación de los monos en hombre. La mano quedó libre y de modo gradual «ha ido alcanzando ese grado de perfección que la ha hecho capaz de dar vida, como por arte de magia, a los cuadros de Rafael, a las estatuas de Thorwaldsen y a la música de Paganini» (**C. Marx y F. Engels.** Obras escogidas en dos tomos, t. II, p. 76, en español, M., 1966).

De órgano de locomoción en los monos, el brazo se convirtió en el hombre en órgano de trabajo, adquiriendo no sólo la posibilidad de uso de los objetos ya existentes en la naturaleza ambiente, como hacen los monos cuando cogen un garrote para defenderse de los enemigos o les tiran frutos y piedras, sino la facultad de preparar instrumentos de trabajo. Los monos son incapaces de adaptar la naturaleza a sus necesidades, al contrario, son ellos los que se adaptan a ésta.

Ni una sola mano de mono ha preparado jamás ningún cuchillo de piedra, aún el más primitivo*.

En cambio, el brazo del hombre, gracias al desarrollo gradual de los músculos, los ligamentos y más tarde los huesos, y también a causa del desarrollo del sistema nervioso y el despretar de la conciencia adquirió la propiedad de preparar instrumentos de trabajo, lo que permitió al hombre adaptar a la naturaleza, en concordancia con sus necesidades, y con ayuda de dichos instrumentos.

* Algunos autores consideran, basándose en las investigaciones experimentales más recientes sobre los monos antropoides que éstos son capaces de preparar, esporádicamente, instrumentos primitivos de trabajo. Por eso, el hombre se distingue de los monos no por la simple propiedad de preparar instrumentos de trabajo, sino por construirlos sistemáticamente y hacer uso de ellos (VII Congreso Internacional de Antropología, 1964).

Hallándose sometida a la acción constante de la actividad de trabajo del hombre, su mano adquirió una estructura distinta a la del mono, y de esta suerte se convirtió «no sólo en órgano de trabajo, sino también en su producto».

Pero, la mano no era algo independiente, sino sólo un miembro de un organismo único, y todo lo que era favorable a la mano, redundaba en bien de todo el organismo. Junto con el desarrollo de los brazos y el trabajo, se inició el dominio del hombre sobre la naturaleza, se ensancharon sus horizontes y el propio trabajo cooperó en la unión de los miembros de la sociedad. Por eso, los nuevos hombres formados sintieron la necesidad de comunicarse algo entre sí, de relacionarse mutuamente. La necesidad creó su órgano: la laringe de los monos, poco desarrollada, se fue transformando paulatinamente, junto con los órganos bucales, en los fonéticos, lo que coadyuvó al esclarecimiento ulterior de la conciencia humana. El trabajo, y luego y junto con él, el lenguaje articulado, estimularon el desarrollo del cerebro, que de modo progresivo se iba convirtiendo en el cerebro humano. A la par con el desarrollo del cerebro se verificaba el de sus instrumentos más cercanos, los órganos de los sentidos, lo que permitió al hombre orientarse cada vez mejor en su medio ambiente.

En particular, el sentido del tacto, que el mono posee en forma tosca, se fue desarrollando en el hombre junto con el desarrollo del propio brazo, por intermedio del trabajo, favorecedor del desarrollo del cerebro. Junto con eso, tuvo lugar la influencia inversa de la conciencia, que evolucionaba y se esclarecía cada vez más sobre el ulterior desarrollo del trabajo y del habla del hombre.

Este proceso de influjo conjunto del trabajo y del lenguaje sobre la organización corporal del hombre se prolongó durante centenares de miles de años, y como resultado, de la manada de monos se originó la sociedad de hombres. «¿Y qué es lo que volvemos a encontrar como signo distintivo entre la manada de monos y la sociedad humana? Otra vez *el trabajo*» (**C. Marx y F. Engels.** Obras escogidas, t. II, p. 79, ed. en español, M., 1966).

El desenvolvimiento ulterior de la actividad laboral del individuo, el perfeccionamiento de la técnica y de los instrumentos técnicos, estimulaban el desarrollo de la sociedad humana, haciendo variar su estructura social. Y las condiciones sociales, en su variación, se reflejaban a su vez en los caracteres biológicos del ser humano.

Pasando una serie de etapas de la evolución humana —pitecántropo, neanderthal y hombre contemporáneo—, el organismo fue adquiriendo una organización más elevada, característica de los hombres que viven en la actualidad.

Los rasgos típicos, que diferencian al hombre de los monos antropomorfos, son los siguientes:

1) marcha erecta;
2) mano como órgano de trabajo;
3) lenguaje articulado;
4) desarrollo elevado del encéfalo y de su receptáculo, el cráneo;
5) localización de las vísceras, con relación a la posición erecta del cuerpo;
6) piel, con ausencia casi completa de cubierta pilosa.

Partiendo de esto, el hombre tiene una serie de particularidades específicas de la estructura de todos sus órganos y sistemas, que se mencionarán en los lugares correspondientes, durante la exposición de la anatomía.

ETAPAS FUNDAMENTALES DEL DESARROLLO INDIVIDUAL DEL ORGANISMO HUMANO
ONTOGÉNESIS

En dependencia del medio en que se verifica el desarrollo del individuo, el conjunto de la ontogénesis se divide en 2 grandes períodos, separados uno de otro por el momento del nacimiento:

1. Intrauterino, en el cual el nuevo organismo creado se desarrolla en el útero materno; este período abarca desde el momento de la fecundación hasta el nacimiento.

2. Extrauterino o postnatal, cuando la nueva organización continúa su desarrollo fuera del cuerpo materno; este período se extiende desde el nacimiento hasta la muerte.

El período intrauterino se divide, a su vez, en 2 fases; 1) embrionaria (los primeros 2 meses), en la que tiene lugar el desarrollo inicial del embrión, formándose los rudimentos básicos de los órganos, y 2) fetal (3—9 meses), en la que tiene lugar el desarrollo ulterior del feto (*fetus*, fruto).

DESARROLLO INICIAL DEL ORGANISMO HUMANO*

El desarrollo embrionario del hombre se estudia en el curso de Embriología general, y por eso nos limitaremos a dar una breve exposición de los datos más esenciales, indispensables para la comprensión de la estructura corporal del adulto.

Los estadios iniciales del desarrollo embrionario del hombre, que transcurren en el oviducto y en la cavidad uterina, se clasifican condicionalmente en cinco períodos sucesivos, poco delimitados uno del otro (A. G. Knoppe, 1959); 1) fecundación y formación del cigoto; 2) segmentación; 3) gastrulación; 4) aislamiento de los rudimentos básicos de los órganos y tejidos, y 5) desarrollo de los órganos (organogénesis) y tejidos (histogénesis).

1. Fecundación y formación del cigoto. Las células sexuales no maduras sufren una serie de transformaciones profundas, importantes en el sentido biológico (reorganización nuclear, reducción del número de cromosomas, etc.), y como resultado de ello se convierten en células sexuales maduras o gametos. La fecundación es específica, siendo sólo posible entre los límites de una misma especie. Esta se verifica en el oviducto: la célula sexual masculina, el espermatozoo o espermio (*spermium*), penetra en la célula sexual femenina, el óvulo (*ovium*); al unirse ellas constituyen una nueva entidad, un nuevo organismo, en su período más inicial de desarrollo, denominado *cigoto*.

2. Segmentación. El germen o cigoto comienza a segmentarse, o sea, a subdividirse sucesivamente en células o blastómeros (del gr. *blastos*, embrión y *meros*, parte), cuyo número es de varios centenares al final de este período. La segmentación de los diferentes blastómeros no es sincrónica y por eso en el hombre existen blastómeros de 2, 3, 4, 5 y 6 estadios determinados. Durante este proceso unos blastómeros se agrupan en nudo, denominado em-

* Escrito por el profesor Dr. A. Shevchenko.

brioblasto, mientras que otros van extendiéndose por la superficie del *embrioblasto*, constituyendo el *trofoblasto*. Entre el embrioblasto y el trofoblasto se forma pronto una cavidad, *el blastocele*, en la que se acumula líquido, originándose como resultado de ello una vesícula, *el blastocisto*, con un diámetro de unas 100 micras.

A los siete u ocho días de desarrollo, gracias a la acción lítica del trofoblasto sobre la mucosa uterina, el embrión se incrusta en la misma. Ese proceso se conoce con el nombre de implantación; él asegura al embrión las condiciones indispensables para su ulterior desarrollo y el enlace con el organismo materno.

Algunas células se desplazan del embrioblasto a la cavidad del blastocisto o blastocele y allí, reproduciéndose intensamente, forman *el mesodermo extraembrionario*. El mesodermo extraembrionario se convierte en mesénquima, el cual da origen al tejido conjuntivo y a los vasos, los cuales, proliferando desde la superficie interna hacia el trofoblasto, constituyen conjuntamente la membrana externa, *el corion* (del gr. *chorion*, cubierta).

En la superficie externa del trofoblasto crecen unas vellosidades, en las que penetran los vasos sanguíneos. Las vellosidades del trofoblasto se infiltran en la mucosa uterina, formando conjuntamente la placenta o lecho fetal.

3. Gastrulación (del gr. gaster, estómago). En ese complicado proceso se distinguen dos estadios. Del embrioblasto se desprende una capa de células, en forma de laminilla, que da inicio a la hoja embrionaria interna o endodermo (del gr. *ento* (*s*), dentro y *derma*, piel). (Primer estadio de la gastrulación, 8° día.) El resto del embrioblasto se transforma pronto en la *vesícula amniótica*, cuyo fondo constituye la capa embrionaria externa o *ectodermo primario*. El endodermo, situado directamente bajo el fondo de la vesícula amniótica, muy pronto se transforma también en una vesícula, que recibió la denominación de *vesícula vitelina* (fig. 5). Como se ve en el dibujo, el fondo de la vesícula amniótica, constituido por la capa embrionaria externa o ectodermo primario, se aplica al techo de la vesícula vitelina, formado por el rudimento de *la hoja embrionaria interna o endodermo*. Ambas hojas embrionarias, el ectodermo primario y el endodermo, constituyen conjuntamente un todo único, *el escudo o disco embrionario*. Por fuera, hacia las paredes de las vesículas amniótica y vitelina se aplica el mesodermo extraembrionario.

Por consiguiente, en ese estadio de la gastrulación, en la composición del cuerpo embrionario (escudo embrionario), se incluyen las células del fondo de la vesícula amniótica (ectodermo primario) y la parte de la vesícula vitelina aplicada al mismo (endodermo). En cambio, las porciones laterales y el techo de la vesícula amniótica, así como una gran porción de la vesícula vitelina, no entran en la composición del cuerpo embrionario. De ellas, con la participación del mesodermo extraembrionario, se desarrollan los anexos embrionarios, denominados *órganos provisionales* (es decir, temporales) u *órganos extraembrionarios*. Aparte del corion, ya citado, ellos comprenden el amnios, la vesícula vitelina y la alantoides. El desarrollo intenso y prematuro de los anexos embrionarios (con relación al desarrollo del cuerpo del propio embrión) constituyen una particularidad característica de la embriogénesis de los monos antropoides y del hombre.

La segunda fase de gastrulación comienza a los 15-16 días. En este período se efectúan reagrupaciones y desplazamientos celulares importantes y complicados.

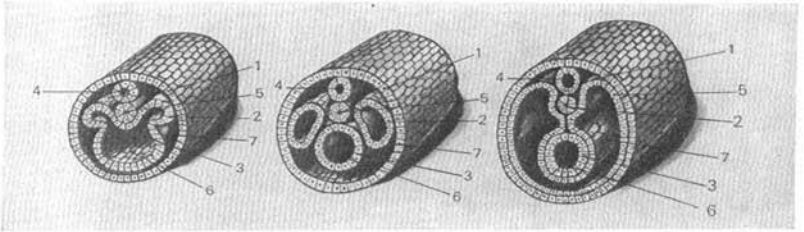


Fig. 2. Período inicial de la organogénesis del Amphioxus lanceolatus.

1 — ectodermo;
2 — mesodermo;
3 — endodermo;
4 — tubo neural;
5 — notocorda;
6 — tubo intestinal
7 — celoma.

Como resultado de dichas reagrupaciones, parte de las células del ectodermo primario se desplaza, entrando secundariamente en la composición del endodermo, aislado del embrioblasto; las células que se han desplazado del ectodermo primario constituyen la parte más anterior de la hoja embrionaria interna, recibiendo la denominación de *lámina precordal*. De esta suerte, en la formación definitiva del rudimento embrionario de *la hoja embrionaria interna* o *endodermo* participa también el ectodermo primario.

Las células del escudo embrionario, desde el engrosamiento o placa primitiva allí formada, penetran entre el ectodermo y el endodermo. Las células que crecen por delante, a lo largo de la línea media del cuerpo, dan inicio a la cuerda, y a ambos lados de ésta constituyen *la hoja embrionaria media*, denominada *mesodermo* (del gr. *mesos*, medio).

Después de desprendidas las células de la lámina precordal y aislarse el mesodermo, la capa externa del escudo embrionario (ectodermo primario) se denomina ya *hoja embrionaria externa* o *ectodermo* (del gr. *ectos*, por fuera).

En el ectodermo, por vía de reproducción celular, se origina el neuroectodermo.

En este segundo estadio de la gastrulación la estructura del embrión se complica, formándose en el mismo el denominado *complejo axil de rudimentos*. Este complejo está constituido por: 1) laminilla nerviosa de forma acanalada, que se convierte más tarde en el tubo neural; 2) notocorda o cuerda dorsal, situada por debajo de la primera, y 3) mesodermo, que se encuentra lateralmente, a la derecha e izquierda. En la fig. 3 (corte transversal del embrión) se ve el complejo axil de rudimentos.

La localización del complejo axil de rudimientos en el lado dorsal y su disposición recíproca son muy características no sólo para el embrión humano, sino para el de todos los organismos pertenecientes a los cordados (fig. 2), siendo el rasgo común más antiguo de los mismos. La presentación de este rasgo en la estructura del embrión indica el final del período de gastrulación.

4. El cuarto período de desarrollo se señala como **el período de diferenciación del cuerpo embrionario,** los rudimentos básicos de sus órganos y tejidos. Esa diferenciación se realiza por medio del pliegue corporal. Este

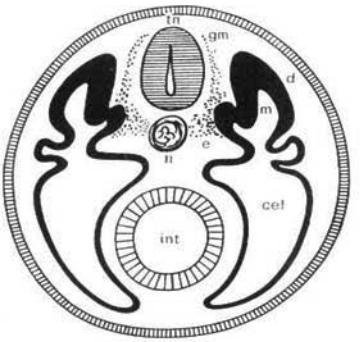


Fig. 3. Corte transversal, esquemático del cuerpo embrionario.

tn — tubo neural;
n — notocorda;
e — esclerotoma;
m — miotoma;
gm — germen mesenquimatoso del arco dorsal de la vértebra;
d — dermatoma;
cel — celoma;
int — intestino primario.

se presenta primeramente en el extremo anterior del cuerpo (el más desarrollado), luego en el extremo posterior y en último término en su parte media. En este período tiene lugar la formación exterior del cuerpo del embrión, su aislamiento de los anexos embrionarios. El embrión crece en longitud y se convierte en una formación cilíndrica con un extremo anterior (cefálico) y otro posterior (caudal). El desarrollo ulterior del embrión se caracteriza por la diferenciación progresiva de los rudimentos en distintas direcciones, y cuanto más avanza, tanto más va aumentando la diferenciación entre las células de los rudimentos. Examinemos las transformaciones de las hojas embrionarias (fig. 4).

Hoja embrionaria externa o ectodermo. Al concluir la gastrulación, ella no es homogénea: está constituida, en gran parte, por el ectodermo cutáneo; y a lo largo del lado espinal, por la línea media, da comienzo a la placa neural (neuroectodermo). Este último, arrollándose gradualmente, se convierte primeramente en canal o surco nervioso (abierto hacia el lado dorsal) cuyos bordes, elevándose, constituyen rebordes nerviosos. El surco nervioso se va profundizando cada vez más, descendiendo después por debajo del ectodermo, mientras que los rebordes nerviosos, enfrentados mutuamente, se van acercando y terminan por fusionarse; de esta suerte, el surco queda convertido en tubo neural. Este último es el rudimento del encéfalo y la médula espinal. El tubo neural se ensancha hacia su extremo anterior, formándose aquí, en el embrión humano, un rudimento muy masivo del encéfalo. En su parte espinal, el tubo neural tiene una estructura metamérica. Del ectodermo y de las paredes del tubo neural, se diferencian unos pliegues nerviosos que se transforman en una cinta celular, denominada laminilla ganglionar, de cuyas células se originan los ganglios espinales y craneales.

Del tubo neural se desarrollan las células nerviosas (las neuronas o los neurocitos) y distintos elementos auxiliares epéndimo-gliales que en el adulto entran en la composición del sistema nervioso y de los órganos de los sentidos, como por ejemplo, los elementos contráctiles del iris, epitelio pigmentario y otros.

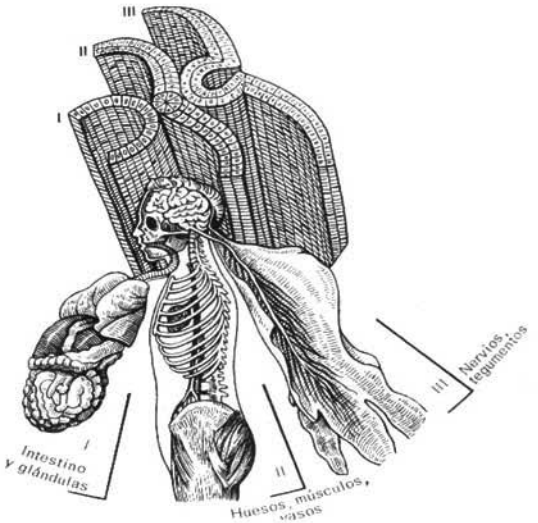


Fig. 4. Derivados de las tres hojas embrionarias.
I — endodermo; II — mesodermo; III — ectodermo.

Después de diferenciarse el esbozo neural, la parte restante de ectodermo toma la denominación de *ectodermo cutáneo*. Del ectodermo cutáneo se derivan: el epitelio de la piel (tejido epitelial) o epidermis y sus derivados: pelos, uñas, glándulas sebáceas, sudoríparas y mamarias; parte del epitelio de revestimiento de la mucosa y glándulas de la cavidad bucal; el esmalte de los dientes, el epitelio poliestratificado de la región del ano; los epitelios de las vías urinarias y seminales.

Hoja embrionaria interna o endodermo. Como ya se indicó antes, ese esbozo embrionario no es homogéneo: su parte anterior está representada por la lámina precordal (es decir, por el material ectodérmico que ha entrado secundariamente en la composición del endodermo) y el resto, por endodermo intestinal.

De la lámina precordal se desarrollan los tejidos de revestimiento y los glandulares de tipo epidérmico: el tapiz (es decir, el epitelio) de las vías respiratorias y del pulmón, una parte considerable de la mucosa de la cavidad bucal y de la faringe. Del esbozo precordal se originan también los tejidos glandulares del lóbulo anterior de la hipófisis, de las glándulas tiroidea y paratiroideas, la base epitelial de los lobulillos del timo, así como el epitelio de revestimiento y las glándulas del esófago.

El endodermo intestinal da origen a los epitelios de revestimiento y a las glándulas del estómago, intestino, hígado, epitelio de las vías biliares y tejidos glandulares del páncreas.

Hoja embrionaria media o mesodermo. En su inicio está representada por segmentos espinales, situados metaméricamente, a la derecha e izquierda de la cuerda dorsal, los llamados *somitas* (del gr. *soma*, cuerpo), que por medio de los haces segmentarios (nefrotomas) se encuentran unidos con las zonas ventrales no segmentadas del mesodermo, denominadas *esplacnotomas* (del gr. *splanchna*, vísceras) o *láminas laterales* (véase fig. 3). El número máximo de somitas es de 43-44 pares, hacia el final de la quinta semana de desarrollo, cuando la longitud del embrión es de 11 mm.

Cada somita, a excepción de los dos primeros, se diferencia en tres zonas: 1) zona dorsolateral, representante del rudimento mesenquimatoso del tejido conjuntivo de la piel o *dermatoma*; 2) zona medioventral, que da inicio a los tejidos cartilaginoso y óseo del esqueleto o *esclerotoma* (del gr. *scleros*, duro), y 3) zona localizada entre el dermatoma y el esclerotoma y que es el rudimento de la musculatura esquelética, *el miotoma* (del gr. *mys*, músculo; *myo*, muscular).

Posteriormente, de los miotomas se desarrolla la musculatura del cuerpo. La lámina cutánea sirve de base al ectodermo cutáneo y se desarrolla en el estrato conjuntivo de la piel. De los esclerotomas se originan las células osteógenas mesenquimatosas que se concentran alrededor del tubo neural de la cuerda dorsal, estructurando las vértebras, las costillas y los discos intervertebrales. Estos últimos contienen restos del notocordio, en forma de los llamados núcleos pulposos o gelatinosos, lo que es muy instructivo, en el sentido filogenético. Además, los esclerotomas originan también otras partes del esqueleto.

En el desarrollo embrionario de *los fascículos segmentarios o nefrotomas* (*nephros*, riñón) se asienta un reflejo clarísimo de la vía histórica del desarrollo de los órganos eliminatorios en los animales vertebrados y en el hombre. Los nefrotomas se localizan desde el extremo cefálico hasta el extremo caudal del cuerpo del embrión, en las regiones cefálica, troncular y pelviana, dando inicio a distintas formaciones.

Los nefrotomas, en la región de la cabeza, representan el rudimento de *riñón cefálico* que en los vertebrados inferiores se desarrolla más tarde en órganos urinarios y en el embrión humano, a pesar de que se desenvuelve rudimentariamente, reflejando la filogénesis, no pasa de un débil desarrollo.

En los embriones de los vertebrados superiores y del hombre los nefrotomas de la región troncular dan el rudimento del *riñón troncular primitivo o mesonefros*, que crece considerablemente; durante algún tiempo sus túbulos funcionan, pero luego se reducen, mientras que la parte caudal del rudimento se conserva y entra en relación con los tubos seminíferos de la gónada masculina. Con eso, dejan de tener una función de secreción urinaria, convirtiéndose en tubos seminíferos, que unen el testículo con el epidídimo. En los embriones de sexo femenino estos túbulos casi no se desarrollan.

El órgano excretorio del hombre, *el riñón*, se desarrolla del *tejido nefrógeno* no segmentado de *la región pelviana* en forma de tubos renales o nefrones, que son la unidad morfológica y funcional de los riñones.

Los esplacnotomas o láminas laterales (parte no segmentada del mesodermo) constituyen, al principio, una masa celular compacta. Más tarde se

presenta en ellos la segunda cavidad del cuerpo, *el celoma* (del gr. *celom*, cavidad) y a consecuencia de ello cada esplacnotoma (derecho e izquierdo) se subdivide en dos hojas: 1) *la parietal* (del gr. *paries*, pared), que reviste la pared del cuerpo, hallándose aplicada al ectodermo (del lado de la cavidad abdominal) y 2) *la visceral*, que constituye la membrana serosa de los órganos internos. Del celoma se derivan las cavidades pericárdica, pleural y abdominal.

De las dos hojas que limitan el celoma embrionario se desprenden células estrelladas que, al igual que las células ya citadas de las láminas cutáneas y del esclerotoma, crecen y se multiplican rellenando todos los espacios entre las hojas embrionarias y entre los rudimentos embrionarios en el cuerpo del embrión y en sus partes extraembrionarias. En su conjunto, éstas constituyen un rudimento embrionario especial, difundido por todo el cuerpo del embrión y por fuera del mismo, denominado *mesénquima*. Para el mesénquima es característica la disposición reticular de sus células estrelladas.

Del mesénquima se originan tejidos completamente distintos, que se diferencian por su composición celular y por el carácter de la substancia intercelular que contienen. Puesto que al principio el mesénquima conduce las substancias alimenticias hacia las distintas partes del embrión, cumpliendo una función trófica, del mismo se desarrollarán posteriormente la sangre y los tejidos hematopoyéticos, la linfa, los vasos sanguíneos, los linfonodos (nódulos linfáticos) y el bazo.

Además de los derivados del esclerotoma y las láminas cutáneas ya citados, del mesénquima se originan también: a) los tejidos conjuntivos fibrosos, que se distinguen por el carácter y la cantidad de su substancia intercelular y de sus células (ligamentos, bolsas articulares, tendones, fascias, etc.) y b) los cartílagos, los huesos y la musculatura lisa.

5. El quinto período de la embriogénesis es el de desarrollo de los órganos **(organogénesis)** y de los tejidos **(histogénesis).** La organogénesis es la formación anatómica de los órganos. La adquisición de las células y tejidos en desarrollo de sus propiedades morfológicas, fisiológicas y bioquímicas específicas se denomina *diferenciación histológica*, y para el proceso de desarrollo de las propiedades características de los tejidos del organismo adulto está aceptado el término de *histogénesis*. Los procesos de histogénesis en los distintos rudimentos transcurren, por lo común, de modo diferente y en direcciones distintas.

A la par con la diferenciación del embrión, es decir, con la transformación del material celular relativamente homogéneo de las hojas embrionarias en rudimentos cada vez más heterogéneos de órganos y tejidos, se desarrolla y se intensifica *la integración*, o sea, la unión de las partes en un todo que se desarrolla armónicamente.

Al principio esa acción recíproca se lleva a cabo con medios primitivos (acción bioquímica de las células), posteriormente esta función de integración se convierte en patrimonio del sistema nervioso y de las glándulas de secreción interna subordinadas al mismo.

Al desarrollarse los órganos y tejidos, las células de los rudimentos embrionarios se infiltran mutuamente, uniéndose con las células de distinta diferenciación y de otros rudimentos, constituyendo nuevas relaciones mutuas y entrando a formar diversas combinaciones regulares, características para cada órgano.

Al unirse con los rudimentos de los órganos, los complejos celulares de distinta cualidad se sitúan según les corresponde, encontrándose orientados topográficamente en una dirección determinada, con respecto a las formaciones anatómicas vecinas y el medio exterior.

Las manifestaciones de crecimiento en los diferentes rudimentos embrionarios y en los distintos estadios de la embriogénesis se presentan muy desigualmente. Cuanto más avanza el desarrollo, tanto mayores son los cambios que se suceden en el embrión, los cuales, aunque con bastante lentitud, van acercando la correlación de sus partes hacia su estado definitivo. Este último se presenta al concluir el crecimiento, hacia los 20 años de edad, aunque en rasgos generales se vislumbra ya mucho antes. En todo ello tiene gran importancia el crecimiento desigual de los rudimentos embrionarios. El rudimento del mesénquima esqueletógeno, por ejemplo, crece con mucha intensidad. Gracias al intenso desarrollo de su substancia intercelular, los tejidos del esqueleto constituyen, aproximadamente, el 20% del peso total del cuerpo del adulto. Una parte considerable del cuerpo está constituida por los derivados de los miotomas, la musculatura esquelética, a la que corresponde cerca del 40% del peso total. Otros rudimentos quedan muy atrás, en comparación con el mesénquima y los miotomas, en la participación de sus derivados en la formación del organismo adulto.

Así, por ejemplo, el grosor de la membrana epitelial del intestino delgado constituye solamente $^1/_{50}$ del grueso total del intestino en el adulto y una parte insignificante en relación con todo el cuerpo; en cambio, en el embrión el endodermo intestinal constituye una parte incomparablemente mayor de su cuerpo (durante aquel período de desarrollo). Al mismo tiempo, las dimensiones superficiales relativas de los tejidos epiteliales en el adulto son más amplias. Según cálculos aproximados, el epitelio de las vellosidades del intestino delgado tapiza una superficie de unos 43 m^2 y la superficie de las glándulas intestinales constituye allí mismo unos 14 m^2.

Uno de los rudimentos del endodermo intestinal embrionario se convierte en su desarrollo en el hígado, cuyo peso en el adulto es de 1,5 kg por término medio, lo que representa, aproximadamente, $^1/_{50}$ del peso del cuerpo. Cuando el embrión tiene una longitud de 31 mm, su hígado alcanza el 10% de su volumen; en el recién nacido el hígado pesa cerca de 150 g, o sea, casi 1/20 del peso del cuerpo. Estas cifras demuestran claramente que el peso del hígado en el recién nacido, con relación al peso de su cuerpo en conjunto, supera en más de dos veces el peso relativo de esta víscera en los adultos. Pueden también tener un crecimiento desigual las diversas partes de un mismo órgano, por ejemplo, los lóbulos hepáticos, la substancia cortical y medular de las suprarrenales. Esto influye bruscamente en la forma exterior del embrión y en la variación de las proporciones de las distintas partes del cuerpo en cada período de crecimiento.

Al finalizar el segundo mes de desarrollo intrauterino, el embrión tiene una cabeza grande, desproporcionada (debido al intenso desarrollo del encéfalo), resaltando la pequeñez de su pelvis y la cortedad de sus miembros inferiores. En el 5° mes la cabeza constituye 1/3 y en el 9° mes, 1/4 de la longitud total del cuerpo.

El ritmo de crecimiento durante el período intrauterino es incomparablemente superior al ritmo de crecimiento postnatal. Si se comparan las masas del cigoto y los cuerpos del recién nacido y del adulto, resulta que el niño

recién nacido es 32 000 000 veces más grande que el cigoto, mientras que el cuerpo del adulto sólo supera al recién nacido en 20-25 veces. En este debe subrayarse que desde la fecundación hasta el nacimiento transcurren solamente 9 meses y desde el nacimiento hasta la madurez el plazo es de 20 años o más.

Los tejidos y órganos del embrión derivados de los rudimentos embrionarios comienzan a funcionar específicamente, al realizarse en ellos la diferenciación histológica. Esto tiene lugar en plazos desiguales para los distintos órganos: en general, se adelantan aquellos cuyo funcionamiento es indispensable en el momento dado para el desarrollo ulterior del embrión (sistema cardiovascular, tejidos hematopoyéticos, algunas glándulas de secreción interna y otros).

Junto con los órganos que se desarrollan en el propio embrión, *los órganos extraembrionarios o anexos embrionarios* (figs. 5, 6) juegan un gran papel en el desarrollo del mismo.

ANEXOS EMBRIONARIOS Y UNIÓN DEL EMBRIÓN CON EL ORGANISMO MATERNO

Los anexos embrionarios son: 1) el corion, 2) el amnios, 3) la alantoides y 4) el saco vitelino. El embrión humano en desarrolllo se envuelve en dos membranas, una externa (corion) y otra interna (amnios). Las fuentes de origen del corion y los elementos que lo componen, ya fueron expuestos anteriormente (véase pág. 70). *El corion* (fig. 5) forma la membrana externa del embrión, envolviéndolo, junto con los sacos amniótico y vitelino. Sus relaciones con la mucosa uterina son muy desiguales en los diferentes grupos de mamíferos.

En muchos de los vivíparos mamíferos inferiores las relaciones recíprocas entre el embrión y el organismo materno son relativamente simples; en ellos la placenta no se desarrolla y el embrión en esas formas se alimenta a expensas de una pequeña cantidad de vitelo y de secreción nutritiva segregada por las glándulas uterinas. Los mamíferos carentes de placenta (marsupiales, monotremas) constituyen el grupo de los aplacentarios (*aplacentalia*).

En los vertebrados superiores, que poseen su «lecho fetal» y que por eso son agrupados en la subclase de **placentarios** (*placentalia*), las relaciones mutuas entre el embrión y el organismo materno son muy variadas. En los distintos representantes de esta subclase puede ir observándose una progresiva complicación y perfeccionamiento de la placenta. En la placenta humana las ramificaciones de las vellosidades del corion se arraigan en amplios vasos sanguíneos, las lagunas, que se encuentran en la mucosa del útero. A dicha placenta se le llama *hemocorial* (del gr. *haima*, sangre); con esa denominación se subraya el carácter hemotrófico de la placenta humana. La placenta está unida al embrión por *el cordón umbilical*, que contiene los vasos umbilicales (placentarios) por los que circula la sangre desde la placenta al cuerpo del embrión, y viceversa. Esos vasos proceden de la alantoides, que constituye una evaginación de la extremidad posterior de la pared ventral del intestino hacia la porción extraembrionaria, a través del orificio umbilical.

El amnios (del gr. *amnion*, taza) o envoltura interna del embrión, consiste en una vesícula llena de un líquido (amniótico) en el cual se desarrolla el

embrión; debido a esto, esa membrana se llama acuosa, encontrándose el feto en ella hasta el momento del nacimiento. Todos los vertebrados superiores están provistos de amnios. Por ese rasgo se reúnen en el grupo de **los amniotas** (*amniota*), correspondientemente, los vertebrabos inferiores constituyen el grupo de **los anamniotas** (*anamnia*) (es decir, de los animales que no forman amnios).

El líquido amniótico participa en el metabolismo, preserva al feto de las influencias mecánicas nocivas y favorece el curso normal del parto.

La alantoides, que recuerda por su forma un embutido, lo que le da su denominación (del gr. *allantos*, salchichón), desempeña un papel importante, aunque muy desigual, en los vertebrados superiores y en el hombre. En los reptiles y en las aves, por ejemplo, asegura los cambios gaseosos, y en su pared se desarrollan gran cantidad de vasos sanguíneos, relacionados con los vasos del embrión. La alantoides está relacionada con la función de eliminación y en ella se acumulan productos del metabolismo, sales úricas, de donde recibió la denominación de saco urinario.

En los animales placentarios se pierde la importancia de la alantoides como órgano del metabolismo. En el hombre el rudimento endodérmico de este anexo embrionario está reducido, pero en el mesénquima extraembrio-

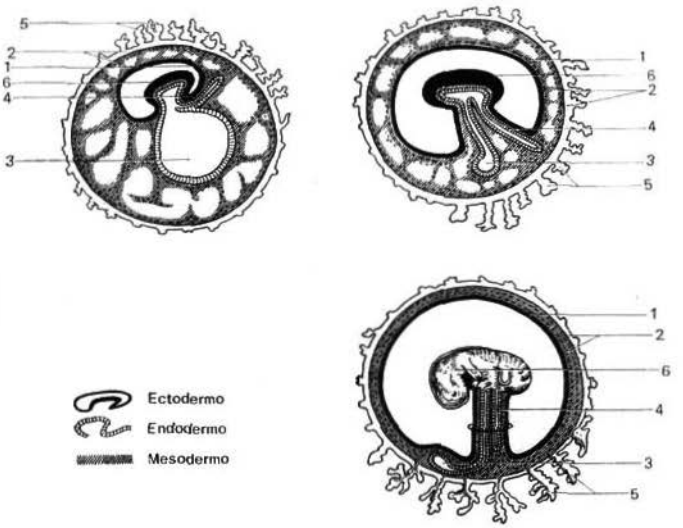


Fig. 5. Desarrollo del embrión y de los anexos embrionarios.

1 — amnios;
2 — corion;
3 — saco vitelino;
4 — alantoides;
5 — vellosidades del corion;
6 — embrión.

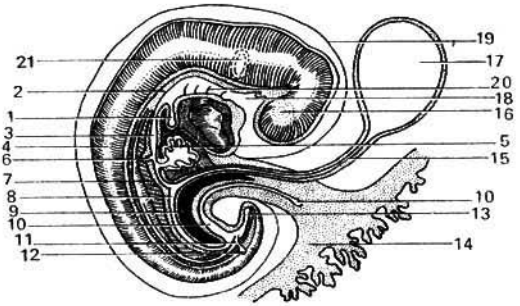


Fig. 6. Embrión humano (comienzo de la 5ª semana).

1 — rudimento de los pulmones;
2 — cuerda dorsal;
3 — estómago;
4 — médula espinal;
5 — hígado;
6 — rudimento posterior del páncreas;
7 — mesenterio primario;
8 — intestino medio;
9 — cavidad pleuroperitoneal;
10 — alantoides, saco urinario;
11 — cloaca;
12 — rudimento de los uréteres;
13 — intestino posterior;
14 — corion;
15 — conducto onfaloentérico;
16 — ojo;
17 — saco vitelino;
18 — intestino anterior (cefálico);
19 — amnios;
20 — bolsas branquiales;
21 — rudimento del oído interno

nario que envuelve a ese rudimento, los vasos sanguíneos se desarrollan intensamente, transformándose más tarde en los vasos sanguíneos del cordón umbilical. El círculo alantoideo de la circulación sanguínea, más posterior por su origen filogenético, asegura al embrión la posibilidad del metabolismo y en eso radica la nueva significación adquirida por la alantoides.

El saco vitelino en todos los animales cuyo óvulo carece de reservas de materiales nutritivos en forma de vitelo, pierde su importancia como fuente de recursos nutritivos del embrión. En el mesénquema de las paredes del saco vitelino se originan los primeros vasos sanguíneos, y en éstos, las primeras células sanguíneas; sin embargo, el círculo vitelino de la circulación sanguínea, en los animales placentarios y en el hombre, se encuentra considerablemente reducido.

La aparición del saco vitelino en el hombre tiene significación filogenética. Como ya se indicó, el rasgo característico del hombre y de los monos antropoides es el desarrollo prematuro e intenso de los anexos embrionarios, el amnios, el saco vitelino y también el trofoblasto. En el hombre, a diferencia de todos los animales, el desarrollo más intenso corresponde al mesodermo extraembrionario. Gracias a esto, antes de la formación del propio embrión ya se originan los mecanismos extraembrionarios que crean las condiciones para el propio desarrollo de aquél.

PERÍODO DE DESARROLLO POSTNATAL DEL ORGANISMO

El acto del nacimiento puede considerarse como un salto dialéctico en el desarrollo del ser en cuestión, que de un medio con condiciones permanentes, propias del útero materno, se halla en otro medio con los factores constantemente variables del mundo exterior.

Varían también la calidad del metabolismo y los órganos destinados a realizarlo. Durante el período uterino la nutrición y la respiración tienen lugar a través de la sangre materna y de la placenta (circulación sanguínea placentaria). En el período postnatal dichos procesos se realizan con ayuda de los órganos de la digestión y respiración del recién nacido. Gracias a la inclusión de los pulmones, la circulación placentaria es sustituida por la pulmonar.

En la vida del individuo, después del nacimiento, se distinguen los siguientes períodos por edades (según V. Guinzburg, 1963, y L. Ivanitski, 1962).

I. Período del recién nacido (las primeras 3-4 semanas, después del nacimiento), en el que el organismo debe adaptarse a las nuevas condiciones de la vida extrauterina. El cuerpo del recién nacido se diferencia en mucho del cuerpo del adulto por su forma y sus dimensiones. Su longitud, por término medio, es de 50 cm, y su peso 3250-3500 g. La cabeza (especialmente en su porción craneal) es muy voluminosa, constituyendo la cuarta parte de la longitud total (en el adulto representa el 1/7-1/8 de la estatura); en cambio las piernas son cortas (1/3 de la estatura). El abdomen es mayor que el tórax y sobresale hacia delante, debido a la estrechez de la pelvis. Los miembros superiores e inferiores tienen, aproximadamente, la misma longitud. La preponderancia de la mitad superior del cuerpo sobre la inferior está condicionada por su mejor abastecimiento de sangre arterial durante su vida intrauterina (véase «Circulación sanguínea del feto»).

II. Período de la lactancia (edad de la lactancia), desde las 4 semanas hasta 1 año.

III. Período de la primera dentición o de los dientes de leche (infancia neutra); comprende desde 1 hasta 7 años, o sea desde que comienzan a salir los primeros dientes hasta la erupción de la segunda dentición o dientes definitivos. Los caracteres sexuales secundarios, tanto en las niñas como en los niños, se hallan débilmente manifiestos.

Este período se subdivide en dos: el anterior al preescolar (de 1 a 3 años) y el preescolar (3-7 años).

IV. Período de la dolescencia (niñez bisexual); abarca las edades desde los 7 hasta los 15-16 años, desde la aparición de los dientes definitivos hasta la erupción de todos los segundos molares; hasta el comienzo de la madurez sexual. En este período se destacan la edad escolar primaria (7-11 años) y la edad escolar media o secundaria (12-15-16 años). En esta última se intensifica la formación de las glándulas sexuales y tiene lugar el desarrollo de los rasgos sexuales secundarios en ambos sexos, por lo cual a dicho período se le llama también prepuberal (*pubertas*—virilidad).

V. Período de la maduración sexual o período de la pubertad o edad juvenil (*juvenilitas*). Desde que termina la dentición de los segundos molares hasta que concluye el crecimiento del cuerpo, en que alcanza su madurez.

En las niñas este período comprende desde los 13-14 hasta los 18 años y en los niños, desde los 15-16 hasta los 19-23 años. La edad de 16-18 años se conoce con el nombre de edad escolar mayor; también se unen los dos períodos escolares, medio y mayor, bajo la denominación común de período de la adolescencia. Durante el período de la pubertad se desarrollan los caracteres sexuales secundarios y como resultado de ello los niños y las niñas se transforman en jóvenes.

Al final de este período la estatura y las proporciones del cuerpo se aproximan ya a las del adulto. Se advierten 2 períodos de crecimiento intensificado: al final de la infancia neutra (5-7 años), y en el período de la prepubertad, en las niñas, entre los 11-14 años, y en los niños, entre los 13-16 años. El crecimiento continúa también después de la madurez sexual.

Después de la Gran Guerra Patria se notó una variación: una maduración sexual más prematura (A. Uryson, 1962) y un mejor desarrollo físico de la nueva generación (M. Korsúnskaya, 1958).

VI. El paso del organismo de la edad juvenil a la adulta no significa el cese del desarrollo, que continúa, pero se distingue por la poca variabilidad de las formas y de la estructura del cuerpo.

En el desarrollo del organismo adulto se distinguen tres estadios:

1. Estadio de virilidad (*virilitas*) o edad adulta. En los hombres se prolonga de los 25 a los 45 años, y en las mujeres, de los 20 a los 40 años.

2. Estado de madurez (*maturitas*), que dura hasta la presentación de los cambios de la vejez (desgaste y caída de los dientes, obliteración de las suturas craneales).

3. Edad senil (*senium*) o avanzada, caracterizada por la creciente involución de los órganos y sistemas del cuerpo, que conduce a la muerte.

Existen también otras gradaciones de la edad adulta: 1) adultos, jóvenes de edad universitaria (19-30 años); 2) edad media o madura (31-50 años); 3) edad avanzada (51-70 años), y 4) vejez (mayor de 70 años) (P. Isáev). En la clasificación moderna (OMS, 1964) se distinguen tres estadios de envejecimiento: 1) personas de edad media (45-59 años); 2) personas de edad avanzada (60-74 años) y 3) viejos o personas viejas (75 años y más).

Las personas que alcanzaron y sobrepasaron los 90 años se reúnen en un grupo especial de longevidad.

FORMA DEL CUERPO HUMANO, DIMENSIONES Y SEXO

El cuerpo humano se compone de **la cabeza** (*caput*), **el cuello** (*collum*), **el tronco** (*truncus*) y dos pares de **miembros**: **superiores** (*membra s. extremitates superiores*) (BNA) e **inferiores** (*membra s. extremitates inferiores*) (BNA). En la cabeza se distinguen **la frente** (*frons*); **la coronilla** (*vertex*); **el occipucio** (*occiput*), **las sienes** (*tempora*) y **la cara** (*facies*). En el tronco: **el tórax** (*thorax*), **el vientre** (*abdomen*) y **el dorso** (*dorsum*). A modo de orientación, en el tórax se utiliza el trazado de líneas verticales: 1) **línea media** (*linea mediana anterior*); 2) **línea esternal** (*linea sternalis*), que va a lo largo de los bordes esternales; 3) **línea mamilar o clavicular media** (*linea mamillaris s. medioclavicularis*), que pasa por el pezón o por el centro de la clavícula; 4) **línea paraesternal** (*linea parasternalis*) intermedia entre las dos precedentes; 5-7) **líneas**

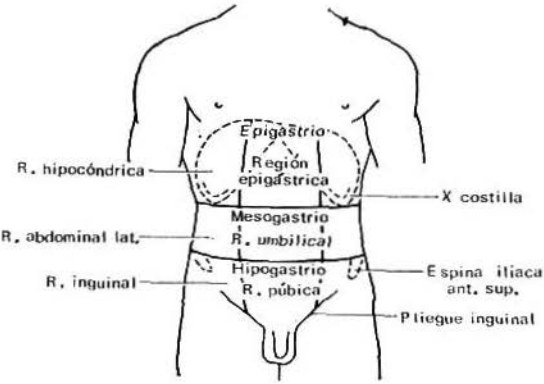
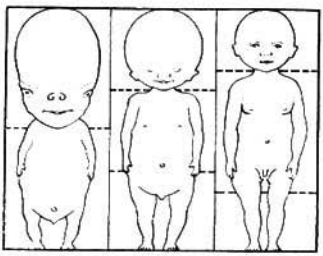


Fig. 7. División del abdomen en regiones (según Corning).

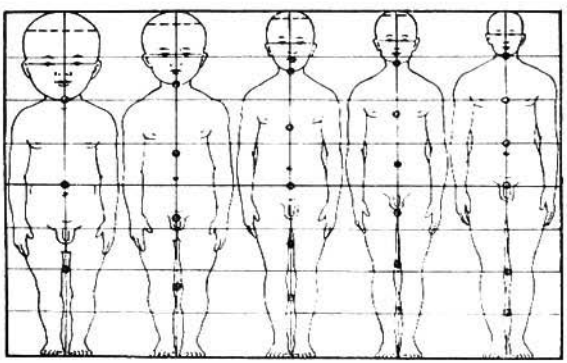
axilares anterior, media y posterior (*lineae axillares anterior, media et posterior*), de las cuales la primera y la última pasan a través de los extremos anterior y posterior de la fosa axilar, y la media, en el centro de las otras dos; 8) línea escapular (*linea scapularis*), trazada por el vértice del ángulo inferior de la escápula.

El abdomen, por el trazado de dos líneas horizontales, una entre los extremos de las décimas costillas y la otra entre ambas espinas ilíacas anterosuperiores, se divide en tres regiones consecutivas: **epigastrio** (*epigastrium*), **mesogastrio** (*mesogastrium*) e **hipogastrio** (*hipogastrium*) (fig. 7). Cada una de estas tres regiones del abdomen se subdivide por medio de dos líneas verticales en tres regiones secundarias: el epigastrio, en una zona media o **región epigástrica** (*regio epigastrica*) y dos zonas laterales, **los hipocondrios** (*regiones hypochondriacae*) **derecho** e **izquierdo** (*regiones subcostales*). La parte media del abdomen queda dividida, de igual modo, en una zona media o **región umbilical** (*regio umbilicalis*) y dos zonas laterales o **regiones abdominales laterales** (*regiones abdominales laterales*), **derecha** e **izquierda**. Finalmente, el hipogastrio se subdivide en **región púbica** (*regio pubica*) y en dos **regiones inguinales** (*regiones inguinales*), **derecha** e **izquierda**, a ambos lados de la primera. El miembro superior se divide en **brazo** (*brachium*), **antebrazo** (*antebrachium*) y **mano** (*manus*); en esta última se distinguen **la cara palmar** (*palma manus*), **el dorso** (*dorsum manus*) y **los dedos** (*digiti manus*). A su vez, el miembro inferior se divide en **muslo** (*femur*), **pierna** (*crus*) y **pie** (*pes*); este último tiene una **cara plantar** (*planta*), una **cara dorsal** (*dorsum pedis*) y **los dedos** (*digiti pedis*).

Los límites individuales de la altura normal oscilan, según Martin, entre los 129,9 cm (longitud enana del cuerpo) y los 200 cm y más (longitud gigante del cuerpo) en los hombres; en las mujeres la altura media oscila entre 148,9 y 187,0 cm y más. En una misma



a



b

Fig. 8. (Según Stratz, del compendio de V. Guínsburg).

a — proporciones del cuerpo del embrión, del feto y del recién nacido;
b — variación de las proporciones del cuerpo, según la edad, en el período postnatal.

zona geográfica (por ejemplo, en Africa Ecuatorial) se observan alturas pequeñas de 141 cm y grandes, de 182 cm. Por consiguiente, la longitud del cuerpo no guarda relación, como antes se creía, con la situación geográfica de los grupos etnológicos y con el clima en que viven (V. Guínsburg, 1963).

Las proporciones del cuerpo dependen de la edad y del sexo (V. Bunak, 1941; M. Ivanitski, 1955). En el proceso de desarrollo del embrión se advierte el crecimiento intensificado de los segmentos superiores del cuerpo, y después del nacimiento, el de los inferiores. Debido a eso, en el período postnatal, la altura de la cabeza aumenta solamente en 2 veces, la longitud del tronco en 3 veces, la de los brazos en 4 veces y la de las piernas en 5 veces (V. Guínsburg, 1963) (fig. 8).

Aportamos algunas dimensiones del cuerpo, en hombres y mujeres (rusos), con idéntica altura (según V. Bunak, 1937).

	Longitud del cuerpo			
	165 cm		153 cm	
	H	M	H	M
Longitud corporal	77,0	75,1	72,7	71,3
» del tronco	51,5	51,2	49,0	48,8
Anchura de los hombros	37,5	35,6	35,4	34,0
» de la pelvis	28,0	29,5	26,2	27,4
Longitud de las piernas	88,0	89,2	81,2	82,9
» de los brazos	74,5	74,5	69,1	69,1

Los rasgos sexuales que diferencian al hombre de la mujer se clasifican en primarios y secundarios. En los primarios se incluyen los órganos de la reproducción y, en primer término, las glándulas genitales, que son las determinantes del sexo; los rasgos restantes se agrupan como secundarios. La mujer tiene una altura inferior (de 12 cm, por término medio) y menos peso (el peso de la mujer es de 55 kg, por término medio). Respecto a la altura del cuerpo, el tronco de la mujer es más corto que el del hombre y sus piernas son más largas; en la mujer la anchura de los hombros es menor que en el hombre, y en cambio, la anchura de las caderas es mayor que en el hombre, debido a la mayor anchura pelviana. El tórax de la mujer es más corto y estrecho que el del hombre, a causa de lo cual y, también, debido a una mayor inclinación de la pelvis, el abdomen de la mujer es más largo que el del hombre. En el hombre la cantidad total de la masa muscular constituye, por término medio, el 40% de su peso total, mientras que en la mujer sólo representa el 32%, a ello se debe que la fuerza física de la mujer sea, por lo general, menor que la del hombre. En las mujeres el tejido adiposo es más abundante que en los hombres. Un rasgo sexual secundario, característico de la mujer, es la existencia de glándulas mamarias desarrolladas, que en el hombre se encuentran en estado rudimentario. La piel del hombre tiene mayor espesor y es más áspera que la de la mujer, conteniendo también más pelo (sobre todo en la cara).

CONSTITUCIÓN

El concepto general de «organismo», que hemos expuesto anteriormente, no satisface a cabalidad el contenido en lo que respecta a la concepción sobre el organismo concreto o individuo, con el cual en realidad se suele tener contacto tanto durante el estudio de la anatomía, como el que tiene el médico en la cama del enfermo. Al hacer un estudio más detallado de los individuos se descubren, entre ellos, diferencias enormes, tanto morfológicas como funcionales. Estas diferencias dieron material para el estudio de la constitución del hombre. La «constitución comprende aquellas particularidades de complexión que guardan relación con las particularidades específicas, sobre todo bioquímicas, de la actividad vital del organismo» (según V. Bunak, 1931, P. Bashkirov, 1962).

Morfológicamente esas particularidades de la actividad vital del organismo se manifiestan por los acúmulos adiposos y por el desarrollo de la musculatura, lo que repercute en la forma de la caja torácica, del abdomen y del dorso.

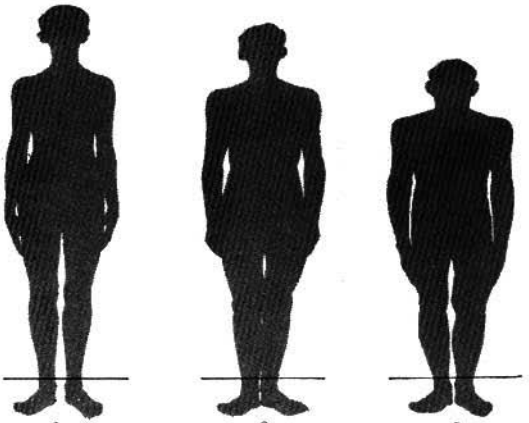


Fig. 9. Tipos constitucionales, según M. Chernorutski.
1 — asténico; 2 — normosténico; 3 — hiperesténico.

Por *constitución* se sobreentiende, corrientemente, el complejo de particularidades individuales, fisiológicas y morfológicas referentes al individuo dado, debidas a condiciones naturales y sociales determinadas, y que se manifiestan por las reacciones del organismo ante distintas causas (entre ellas, las patológicas). Se admite como núcleo básico de este complejo una serie de propiedades hereditarias recibidas de las generaciones anteriores. Por eso, cada individuo representa en sí una unidad de factores internos (hereditarios) y factores externos (medio ambiente, en el amplio sentido de la palabra), que se manifiestan en la formación de su cuerpo, es decir, en su constitución.

Así, por ejemplo, las diferencias de altura guardan relación con la herencia, pero dependen también del influjo de factores externos durante el período de desarrollo del organismo (alimentación, profesión, condiciones de vivienda, etc.). A pesar de la gran diversidad de particularidades individuales observadas entre las personas es posible agruparlas en tales o cuales tipos constitucionales.

Desde el punto de vista morfológico se distinguen *3 tipos de constitución* (M. Chernorutski) (fig. 9).

1. Hiperesténicos, de crecimiento preponderante en anchura, masivos, obesos. El tronco es relativamente alargado y los miembros cortos. El volumen considerable de la cabeza, el tórax y el abdomen está relacionado con el desarrollo intenso de las cavidades correspondientes del cuerpo. Hay un predominio relativo de las dimensiones del abdomen respecto a la caja torácica y de las dimensiones transversas con relación a las longitudinales.

2. **Asténicos**, de crecimiento preferente en longitud, esbeltez y ligereza en la estructura del cuerpo, con un desarrollo general débil; las dimensiones de los miembros superan a las del tronco, relativamente corto, las de la caja torácica a las del abdomen y las dimensiones longitudinales a las transversales.

3. **Normosténicos o normotipos**, que ocupan una posición intermedia entre los dos grupos anteriores.

A la estructura exterior del cuerpo le corresponde una determinada estructura interna, en el sentido de las dimensiones, forma y disposición de las vísceras y los vasos. Así, en los individuos de tipo hiperesténico, el corazón es relativamente grande y está situado transversalmente, sobre un diafragma muy elevado. La aorta es ancha. Los pulmones son cortos. El estómago es muy voluminoso, relativamente corto, con una localización más elevada y más transveral. Las asas del intestino delgado se disponen, preferentemente, en dirección horizontal. El hígado, el páncreas, los riñones y el bazo son muy voluminosos.

En los asténicos se observa un cuadro inverso; la mayoría de las vísceras están situadas más bajo, como descendidas, presentando pequeñas dimensiones; en los asténicos los pulmones son relativamente más largos que en los hiperesténicos, en correspondencia con la longitud de la caja torácica.

Gracias a la correlación señalada, por la estructura exterior del cuerpo se puede juzgar sobre las particularidades de la estructura interna. Por eso, para la precisión del diagnóstico es importante tener en cuenta la constitución del individuo dado.

Hay otra clasificación (V. Shevkunenko y A. Gueselévich) que también distingue *3 tipos de constitución*.

1. **Dolicomorfo**, de altura elevada o superior a la media, tronco relativamente corto, volumen torácico pequeño, hombros de anchura media o estrechos miembros inferiores largos y pelvis cuyo ángulo de inclinación es pequeño.

2. **Braquiomorfo**, de altura media o inferior a la media, tronco relativamente alargado, volumen torácico grande, hombros relativamente anchos, miembros inferiores cortos y pelvis cuyo ángulo de inclinación es grande.

3. **Mesomorfo**, cuyo tipo de complexión es intermedio entre los dos citados.

NORMA Y ANOMALÍAS

El organismo del hombre en su proceso de formación se fue adaptando al medio que lo rodeaba. Como consecuencia de eso, entre el organismo y las condiciones específicas del mundo exterior se estableció cierto equilibrio.

Ese equilibrio, alcanzado gracias a determinadas particularidades morfológicas y funcionales, se denomina norma y a la estructura del cuerpo correspondiente al mismo se le llama normal. Puesto que los diferentes factores del mundo exterior e interior influyen en el organismo, la estructura de éste, de sus diversos órganos y sistemas puede variar; sin embargo, esas variaciones de la norma no alteran el equilibrio establecido con el medio. Así, pues, la norma no es algo estática, invariable, como predica la metafísica; la norma es polimorfa y está representada por muchas variantes de estructura que constituyen en su conjunto la variabilidad individual del

organismo, condicionada tanto por la herencia, como por los factores del medio exterior.

La estructura del organismo y de sus órganos aislados presenta muchas variedades —*variantes de la norma*—, observándose unas con mayor frecuencia y otras más raramente. De acuerdo con la estadística de la variabilidad, ellas constituyen una serie de variantes en cuyos extremos se encuentran las formas extremas de variabilidad individual (V. Shevkunenko).

Por consiguiente, lo normal es el conjunto armónico de aquellas variantes de la estructura y la correlación de aquellos datos estructurales del organismo característicos tanto para el hombre como para la especie y que aseguran el cumplimiento de valor completo de las funciones biológicas y sociales (laborales).

Anomalías (del gr. *anomalos*, dispar). Son desviaciones de la norma expresadas en grados diferentes. Estas son también de varias clases, siendo unas de ellas el resultado de un desarrollo defectuoso, pero que no altera el equilibrio establecido entre el organismo y el medio y, por consiguiente, no se reflejan en las funciones. Por ejemplo: la localización derecha del corazón (dextrocardia) o la localización invertida de las vísceras (*situs viscerum inversus*). Otras anomalías se acompañan de trastornos funcionales del organismo o de órganos aislados, alterando el equilibrio del organismo con el medio (por ejemplo, el labio leporino; fig. 228) o acarreando, incluso, su incompatibilidad con la vida (por ejemplo, la ausencia de cráneo o acrania; la falta de corazón o acardia, etc.). A esos vicios del desarrollo tan extremos les llaman monstruos. La rama de la anatomía y la embriología dedicada al estudio de las anomalías y los monstruos se denomina **teratología** (del gr. *teratos*, monstruo). La teratología guarda también relación con la anatomía patológica, ya que estudia las estructuras que por su esencia son patológicas.

TERMINOLOGÍA ANATÓMICA

El que comienza a estudiar anatomía se encuentra, ante todo, con una serie de términos cuya comprensión exacta, su asimilación firme y su uso constante son indispensables para el estudiante de medicina y para el médico. Esos términos indican, con frecuencia, relaciones de espacio, formas, dimensiones, etc.

Al igual que en las matemáticas o en la geografía física, donde se toman puntos y planos de partida desde los cuales se calculan las distancias para determinar las relaciones espaciales, en la anatomía también se emplean designaciones de aceptación general de planos recíprocamente perpendiculares, con los cuales se precisa la determinación de la posición de los órganos o partes de los mismos en el espacio. Entre estos planos, los más importantes son tres: sagital, frontal y horizontal. Debe recordarse que con relación a estos planos respecto al cuerpo del individuo, se presupone su posición vertical (fig. 10).

Plano sagital es el plano vertical mediante el cual dividimos mentalmente el cuerpo (y en el cadáver fijado, por ejemplo, en el congelado, de una manera práctica), en sentido de una saeta que lo atraviesa (*sagitta*) de delante atrás y a lo largo del cuerpo. El plano sagital es aquel que pasa

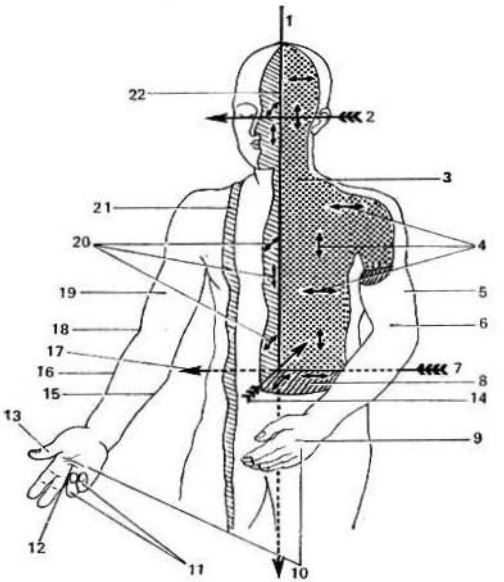


Fig. 10. Esquema de los ejes y planos en el cuerpo humano.

1 — eje vertical;
2 — eje transversal;
3 — plano frontal (uno de los frontales);
4 — líneas horizontales y verticales, localizadas en el plano frontal;
5 — el brazo se acerca al tronco (aducción);
6 — el brazo izquierdo, flexionado en la articulación del codo;
7, 17 — eje transversal, uno de los ejes horizontales por el plano frontal;
8 — plano transversal (uno de los planos horizontales); las flechas indican la dirección sagital (anteroposterior) y la transversal (de izquierda a derecha y viceversa);
9 — mano en posición de pronación, el dedo pulgar está dirigido hacia el tronco (pronación);
10 — paso de la posición de pronación a la de supinación, ejemplo de rotación;
11 — los dedos IV y V están flexionados;
12 — la mano, en posición de supinación, el pulgar está dirigido lateralmente;
13 — el dedo pulgar se encuentra alejado (abducción);
14 — eje sagital;
15 — borde medial del antebrazo;
16 — borde lateral del antebrazo;
18 — el brazo derecho está extendido en la articulación del codo (extensión);
19 — el brazo se aleja del tronco (abducción);
20 — líneas horizontales y verticales en el plano sagital (flechas);
21 — uno de los planos parasagitales;
22 — plano medio o mediano simétrico (uno de los planos sagitales).

exactamente por la mitad del cuerpo, dividiéndolo en dos mitades simétricas, derecha e izquierda; se denomina **plano medio** (fig. 11). El plano que va también verticalmente, pero en ángulo respecto al sagital, se le llama **frontal** (paralelo a la frente). Este divide el cuerpo en dos segmentos, anterior y posterior. En tercer plano, **el horizontal**, como su nombre lo indica, se traza horizontalmente, es decir, en ángulo recto, tanto con el

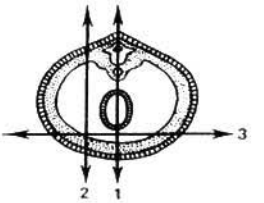


Fig. 11. Esquema de un corte transversal del tronco.

1 — línea media (mediana);
2 — sagital;
3 — frontal.

plano sagital como con el frontal. Ese plano divide el cuerpo en dos partes, superior e inferior.

La designación de localizaciones de puntos o líneas aisladas en estos planos es la siguiente: todo lo que está cerca del plano medio se denomina *medial*; lo situado más lejos del plano medio, se llama *lateral*. En dirección anteroposterior: lo que está cerca de la superficie anterior del cuerpo se denomina *anterior* o *ventral*; lo que está más cerca de la superficie posterior se denomina *posterior* o *dorsal*. En dirección vertical: lo que está situado cerca del extremo superior del cuerpo se llama *superior* o *craneal* y lo que está cerca del extremo inferior se denomina *inferior* o *caudal*.

Con respecto a los segmentos de los miembros se usan los términos proximal y distal. Se llaman *proximales* las partes situadas más cerca del punto de inserción del miembro al cuerpo y, por el contrario, *distales* a las más alejadas. Por ejemplo, en el miembro superior, el codo ocupa una situación proximal, en comparación con los dedos, y éstos, una posición distal respecto al codo.

Los términos *externo* e *interno* se emplean preferentemente para designar la posición con relación a las cavidades corporales o con referencia a órganos enteros, en el sentido de que están situados más afuera o más adentro; los términos superficial y profundo indican que el objeto en cuestión se encuentra más o menos profundamente respecto a la superficie del cuerpo o del órgano.

Los términos corrientes de las dimensiones son: *grande* o *magno*, *pequeño* o *parvo*, *mayor* y *menor*. Estos dos últimos términos se emplean para indicar las dimensiones relativas entre dos formaciones simulares o análogas; por ejemplo, en el húmero existen dos tuberosidades, denominadas tubérculo mayor y menor. El término magno no presupone la existencia de otra formación análoga, de menores dimensiones. Por ejemplo, el nervio auricular magno se denomina así por el espesor de su tronco, sin que exista ningún nervio auricular pequeño o parvo.

La forma de distintas formaciones, sobre todo en la parte de osteología, se expresa mediante una serie de términos cuyo sentido será asimilado con más facilidad en el estudio directo de las mismas.

En el VI Congreso Internacional de Anatomistas, celebrado en París en 1955, se aprobó una nueva nomenclatura anatómica, denominada de París. Por eso, en el presente compendio se emplean los términos de la nomenclatura anatómica de París (PNA), con las rectificaciones y adiciones, aprobadas en los VII y VIII Congresos Internacionales

de Anatomía, celebrados en New York, en 1960, y Wiesbaden, en 1965. Algunos términos de la vieja nomenclatura (de Basilea), de los que se derivan denominaciones de enfermedades y que han arraigado firmemente en la literatura clínica se han conservado. En el texto se aportan conjuntamente con la nueva denominación después de la letra s (es decir, del lat. *seu*, o), con la indicación abreviada de que pertenecen a la nomenclatura de Basilea (BNA)*.

Por ejemplo: *axis. s. epistropheus* (BNA). Eso indica que *axis* es el nuevo término de la nomenclatura de París, mientras que *epistropheus* corresponde a la nomenclatura de Basilea. Varios términos se exponen con abreviaturas: *art.*— articulación; *artt.*— articulaciones; *lig.*— ligamento; *ligg.*— ligamentos; *a.*— arteria, *aa.*— arterias; *v.* — vena; *vv.*— venas; *n.*— nervio; *nn.*— nervios; *m.*— músculo; *mm.*— músculos.

* En esta edición los términos anatómicos se dan de acuerdo con la nómina anatómica moderna, corregida y completada en los últimos congresos internacionales, incluyendo el X Congreso Internacional de Anatomistas, cuya sede tuvo lugar en Tokio, en 1975, y publicada en el libro «Nómina Anatómica Internacional» bajo la redacción de S. S. Mijailov (Moscú, Ed. Medicina, 1980).

APARATO DE SOSTÉN Y DE LOCOMOCIÓN

INTRODUCCIÓN

La diferencia principal entre los animales y los vegetales consiste en que los primeros tienen la facultad de adaptarse al medio ambiente con ayuda de la locomoción. «La manifestación más importante de la actividad superior del animal, o sea, su reacción apreciable ante el mundo exterior es el movimiento, resultante de la actividad de su sistema esqueletomuscular» (I. Pávlov. Veinte años de experiencia en el estudio objetivo de la actividad nerviosa superior (de la conducta) de los animales. 1951).

En el mundo animal se observan 3 clases fundamentales de movimiento: 1) amiboide, con ayuda del cinoplasma, mediante la emisión de seudópodos; por ejemplo, en la amiba; 2) vibrátil, con ayuda de flagelos, por ejemplo, en los infusorios, y 3) muscular, con ayuda de elementos musculares especiales, contráctiles, propio de la mayoría de los animales. Reflejando el proceso de la filogénesis, el hombre conservó esas 3 clases de movimiento: el amiboide de los leucocitos, las oscilaciones de los cilios del epitelio vibrátil y la contracción de elementos celulares especiales, las fibras musculares, que se agrupan en complejos llamados músculos. Estos condicionan todos los movimientos del cuerpo y de sus órganos.

La musculatura del organismo se divide en visceral y somática. *La visceral* entra en la composición de las vísceras localizadas en el interior del cuerpo; está compuesta, en su mayor parte, de células musculares lisas y sólo en parte de fibras estriadas (extremo cefálico del tubo digestivo, músculos de la laringe y del corazón). Los movimientos que ella realiza se limitan, sobre todo, a las vísceras, sin acarrear la traslación del propio cuerpo en el espacio. La musculatura *somática*, compuesta exclusivamente de fibras estriadas, se halla extendida por las paredes de las cavidades del cuerpo (o soma), que contienen en su interior a las vísceras y constituye también la masa fundamental de los miembros. Los movimientos de la musculatura somática se manifiestan en forma de traslado del cuerpo por el espacio. La musculatura somática, con unos pocos músculos esqueléticos de la región cefálica, participan en la constitución del **aparato locomotor**, al que pertenecen también el esqueleto y sus articulaciones.

Además de la función de movimiento, el aparato de la locomoción realiza la función de sostén del cuerpo sobre la tierra, por lo cual también se denomina aparato de sostén y de locomoción. Hay que tener presente que el organismo humano nace, se desarrolla y existe en las condiciones de la atracción terrestre—gravitación (del lat. *gravitas*,—gravedad).

Cada movimiento del cuerpo es una superación de esta fuerza de gravedad, por eso el aparato de sostén y de la locomoción posee al mismo tiempo la función de antigravitación, por lo que propiamente recibe el nombre de **aparato de antigravitación** (el de superación de la atracción terrestre).

Así pues, resulta completamente lógica la división del aparato locomotor en dos partes: una *pasiva* (el esqueleto y sus articulaciones) y otra *activa* (los músculos). Ambas partes están íntimamente unidas funcionalmente

y se originan de un mismo rudimento, el mesodermo. Resumiendo, el aparato de la locomoción consta de 3 sistemas de órganos: 1) los huesos, 2) sus articulaciones y 3) los músculos con sus aparatos auxiliares. El aparato locomotor constituye una gran parte de la masa de todo el cuerpo y los órganos de la locomoción corresponde el 72,45% del peso total del adulto, con la particularidad de que la mayor parte de dicho peso pertenece a la musculatura (cerca de 2/5 del peso total del cuerpo), y la menor, al esqueleto (1/5-1/7 del peso corporal). Estos datos nos explican el hecho de que el aparato locomotor sea el principal determinante de las formas externas del cuerpo, de conformidad con su división en cabeza, tronco y miembros.

PARTE PASIVA DEL APARATO DE SOSTÉN Y DE LOCOMOCIÓN OSTEOARTROSINDESMOLOGÍA

OSTEOLOGÍA GENERAL

SISTEMA ESQUELÉTICO (SYSTEMA SKELETALE)

El esqueleto (del gr. *skeletos*, desecado*) es un complejo de formaciones compactas derivadas del mesénquima y que tienen importancia mecánica. Se compone de huesos aislados, unidos entre sí con ayuda de los tejidos conjuntivo, cartilaginoso u óseo, junto con los cuales forma el aparato pasivo de la locomoción.

Importancia del esqueleto. El sistema óseo cumple una serie de funciones, de las cuales unas tienen significación preferentemente mecánica y otras biológica. Examinemos las funciones cuya significación es preferentemente mecánica. Para todos los vertebrados es característico el esqueleto interno, a pesar de que entre ellos se observan especies que, a la par con el esqueleto interno, disponen además de un esqueleto externo, más o menos desarrollado, originado en la piel (escamas óseas en la piel de los peces). Al iniciarse su aparición, el esqueleto sólido sirvió para proteger al organismo de las influencias exteriores nocivas (esqueleto externo de los invertebrados).

Con el desarrollo del esqueleto interno en los vertebrados, él sirvió en un principio de sostén y ayuda (armazón) para los tejidos blandos. Partes aisladas del esqueleto se convirtieron en palancas, puestas en movimiento por los músculos, con lo cual el esqueleto adquirió su función locomotriz. En resumen, las funciones mecánicas del esqueleto se manifiestan por su capacidad de protección, sostén y movimiento.

El sostén se logra por la inserción de los tejidos y órganos blandos en las diferentes partes del esqueleto. *El movimiento* es posible gracias a la estructura de los huesos en forma de palancas largas y cortas, unidas por articulaciones movibles y puestas en movimiento por los músculos, dirigidos por el sistema nervioso.

Finalmente, *la protección* se realiza mediante la formación por huesos aislados, de un canal óseo, el conducto vertebral, que protege la médula espinal; una caja ósea, el cráneo, que protege el encéfalo; otra caja ósea, la torácica, que protege los órganos vitales del tórax (el corazón, los pulmones), y un receptáculo óseo, la pelvis, que protege los órganos de reproducción, importantes para la continuación de la especie.

La función biológica del sistema óseo está relacionada con la participación del esqueleto en el metabolismo, especialmente en el metabolismo mineral (el esqueleto constituye un depósito de sales minerales, fósforo, calcio, hierro, etc.). Esto hay que tenerlo en cuenta para la comprensión de las enfermedades del metabolismo (raquitismo y otras) y también para

* Método antiguo de preparación de piezas esqueléticas mediante su desecación al sol o en arena caliente.

el diagnóstico con ayuda de la energía radial (rayos X, isótopos radiactivos). Además de eso, el esqueleto cumple la función hemopoyética, puesto que en el interior de los huesos contiene la médula ósea, con la circunstancia de que el hueso no es simplemente una vaina protectora para la médula ósea, según opinión muy difundida, sino que constituye una parte orgánica de la misma (P. Korzhuev, 1958). La función hemopoyética no corresponde exclusivamente a la médula osea, sino al hueso en su conjunto. El desarrollo y la actividad determinados de la médula ósea se reflejan en la estructura de la substancia ósea (Crompecher), y viceversa, los factores mecánicos repercuten en las funciones hemopoyéticas: el movimiento intensificado favorece la hemopoyesis; por eso, en la elaboración de los ejercicios físicos es indispensable tener presente la unidad de todas las funciones del esqueleto.

Desarrollo del esqueleto. En los escalones inferiores de la organización animal y también en el período embrionario de todo vertebrado el primer rudimento del esqueleto interno es **la notocorda** o **cuerda dorsal** (*chorda dorsalis*), derivada del endodermo. Es el rasgo característico del representante inferior del tipo cordado, el *Amphioxus lanceolatus*, cuyo esqueleto está compuesto por una cuerda dorsal, extendida a lo largo de la parte dorsal del cuerpo y por el tejido conjuntivo que lo rodea. En los vertebrados inferiores como son los ciclóstomos, los cetáceos (tiburones) y los ganoideos cartilaginosos, el esqueleto conjuntivo está alrededor de la notocorda, sustituido en el resto de su extensión por otro esqueleto cartilaginoso. Este último se convierte en óseo en los verebrados de organización más elevada, desde los peces espinosos a los mamíferos. El desarrollo del esqueleto óseo hace desaparecer la notocorda a excepción de vestigios insignificantes en el núcleo pulposo de los discos intervertebrales. Las formas acuáticas pudieron sobrevivir con el esqueleto cartilaginoso porque la carga mecánica en un medio acuoso es incomparablemente inferior a la del medio aéreo. Sólo el esqueleto óseo permitió a los animales pasar del agua a la tierra, levantar su cuerpo sobre ella y asentarse firmemente en la misma.

Así, pues, durante la filogenia, como expresión de la adaptación de los organismos al medio ambiente, se produce el cambio sucesivo de 3 tipos de esqueleto. Estos cambios se repiten también en la ontogenia humana, en la que se observan los 3 estadios de desarrollo del esqueleto: *conjuntivo* (membranoso), *cartilaginoso* y *óseo*. Por estos 3 estadios de desarrollo pasan casi todos los huesos, excepto los de la calvaria, la mayoría de los huesos de la cara y una parte de las clavículas, que se originan directamente del tejido conjuntivo sin pasar por la etapa previa cartilaginosa. Estos huesos, llamados de cubierta, pueden considerarse como derivados de un exoesqueleto que existió y después se desplazó a la profundidad del mesodermo, asociándose en su ulterior evolución al endoesqueleto en calidad de complemento.

EL HUESO COMO ÓRGANO

El hueso (*os, ossis*), como órgano del ser vivo, se compone de varios tejidos, de los cuales el principal es el óseo. El volumen y la importancia del tejido óseo pueden ser observados en el hueso macerado (hueso extraído de cuerpo, liberado de los tejidos blandos y tratado anatómicamente, por maceración y desecación). A pesar de tal tratamiento, el hueso conserva su forma, dimen-

siones, estructura y solidez. La solidez es resultante de la combinación de sus dos propiedades básicas, dureza y elasticidad en su constitución, condicionadas por la presencia de las substancias químicas correspondientes.

Composición química de los huesos y sus propiedades físicas. La substancia ósea está compuesta por dos tipos de substancias químicas: orgánicas ($^1/_3$), principalmente oseína, e inorgánicas ($^2/_3$), sobre todo sales de calcio, particularmente fosfatos de calcio (el 51,04 %, o sea, más de la mitad). Al someter el hueso a la acción de una solución de ácidos (clorhídrico, nítrico y otros), sus sales de cal se disuelven (descalcificación) y la substancia orgánica queda, conservando la forma del hueso, pero éste se hace blando y elástico. En cambio, si sometemos el hueso a la calcinación, la substancia orgánica se quema y la inorgánica se queda, conservando también la forma del hueso y su solidez, pero en este caso el hueso es muy frágil. Por consiguiente, la elasticidad del hueso depende de la oseína y su solidez depende de las sales minerales. La combinación de las substancias orgánicas e inorgánicas en el hueso vivo es lo que confiere su extraordinaria dureza y elasticidad. De esto nos convencen también las variaciones de los huesos debidas a la edad. En los niños pequeños, que tienen relativamente más oseína, los huesos se distinguen por su gran elasticidad y por eso se fracturan raramente. Por el contrario, en la vejez, cuando la correlación entre las substancias orgánicas e inorgánicas varía a favor de estas últimas, los huesos se hacen menos elásticos y más frágiles, a causa de lo cual las fracturas se observan con mayor frecuencia en los viejos. (La exploración radiológica del esqueleto del ser vivo se basa en la propiedad del calcio de retener los rayos X y la posibilidad de obtención de átomos de fósforo marcados permite realizar investigaciones radiológicas de precisión.)

Los huesos contienen también vitaminas A, D y C. En la insuficiencia de sales o de vitamina D, durante el período de crecimiento, la solidez de los huesos disminuye, y en los niños se observan desviaciones o torciones de los huesos (en el raquitismo). La insuficiencia de vitamina A acarrea el espesor anormal de los huesos y el vaciamiento de las cavidades y canales óseos.

Estructura de los huesos. La unidad estructural del hueso visible a la lupa, o con microscopio de poco aumento, es *el osteón* o *sistema haversiano*, es decir, el sistema de laminillas óseas dispuestas concéntricamente alrededor de un canal, el conducto de Havers, que contiene vasos y nervios (fig. 12).

Los sistemas de Havers no están aplicados uno al otro íntimamente, y los espacios entre ellos se encuentran llenos de laminillas óseas intermedias o intersticiales. Estas laminillas no se hallan distribuidas de un modo desordenado, sino en correspondencia con la carga funcional del hueso: en los huesos largos (tubulares) se disponen paralelamente al eje longitudinal; en los esponjosos (huesos cortos), perpendicularmente al eje vertical; en los huesos planos del cráneo, paralelamente a las superficies del hueso y radialmente.

Junto con las laminillas intersticiales los sistemas haversianos constituyen la capa media fundamental de la substancia ósea, cubierta por dentro, del lado del endostio, por una capa interna de laminillas óseas ordinarias y por el exterior, del lado del periostio, también por una capa externa de tales laminillas. Esta última se encuentra atravesada por vasos sanguíneos

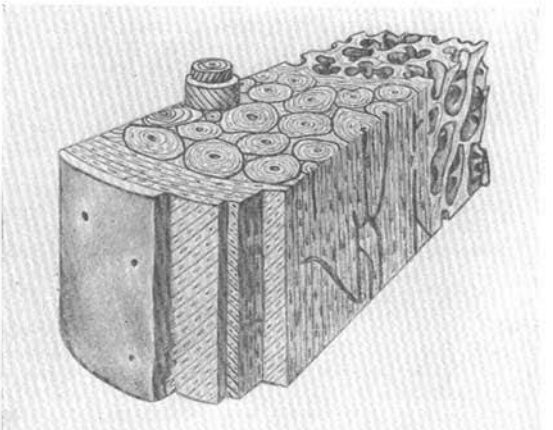


Fig. 12. Macro-microestructura del hueso.

que van del periostio a la substancia ósea, por el interior de los canales perforantes (de Volkmann). El inicio de estos canales se observa en el hueso macerado en forma de múltiples orificios vasculares (*foramina vasculosa s. nutritia*). Los vasos sanguíneos, al pasar por los canales perforantes y de los osteones (de Havers), aseguran el metabolismo en los huesos.

La agrupación de osteones forman elementos de mayor volumen, *las trabéculas* de substancia ósea, que pueden observarse a simple vista en los cortes de hueso o en las radiografías. De esas trabéculas se forman dos clases de substancia ósea; cuando ellas se aplican una a la otra estrechamente, constituyen una masa sólida, *la substancia compacta*. Si por el contrario, están agrupadas laxamente, formando series de poros o cavidades en forma de esponja, constituyen *la substancia esponjosa* o *trabecular*.

La distribución de las substancias compacta y esponjosa depende de las condiciones funcionales del hueso. La substancia compacta se encuentra en aquellos huesos y partes de los mismos que cumplen preferentemente las funciones de sostén (puntales) o de movimiento (palancas), por ejemplo, las diáfisis de los huesos largos.

En los casos en que, a pesar del gran volumen, es preciso conservar la ligereza, sin menoscabo de la solidez, se forma la substancia esponjosa, por ejemplo, en las epífisis de los huesos largos (fig. 13).

Las trabéculas de substancia esponjosa no se localizan al azar, sino de modo reglamentado, en dependencia también de las condiciones funcionales en que se encuentra un hueso dado o una de sus partes. En la medida en que los huesos soportan una acción doble, de presión y de tracción de los músculos, las trabéculas óseas están dispuestas en la dirección de las

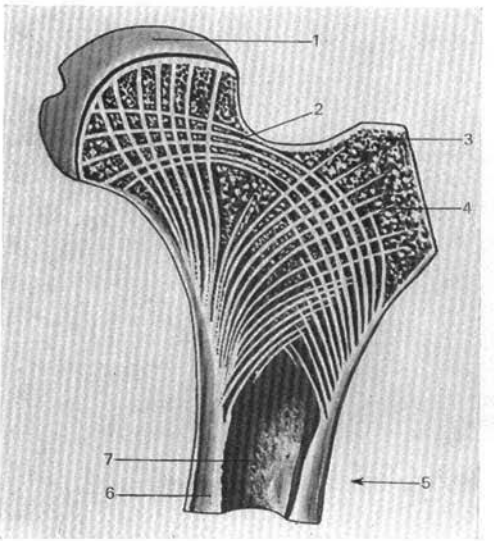


Fig. 13. Estructura del fémur en un corte (según Kiss-Szentágothai).

1 — epífisis;
2 — metáfisis;
3 — apófisis;
4 — substancia esponjosa;
5 — diáfisis;
6 — substancia compacta;
7 — cavidad osteomedular.

líneas de fuerza de compresión y distensión. De acuerdo con las diversas direcciones de esas líneas de fuerza, los distintos huesos e incluso partes de los mismos, presentan una estructura diferente. En los huesos de cubierta de la bóveda del cráneo, que realizan preferentemente la función de protección, la substancia esponjosa tiene un carácter especial que la distingue de los restantes huesos que tienen las 3 funciones del esqueleto. Esa substancia esponjosa se denomina *diploe* (doble), por estar formada de cavidades óseas irregulares dispuestas entre dos láminas óseas, una *externa* y otra *interna*. A esta última se le llama también *lámina vítrea*, ya que en los casos de traumatismo se fractura con mayor facilidad que la externa (fig. 14).

Las cavidades contienen **la médula ósea**, órgano de la hemopoyesis y de defensa biológica del organismo. Ella participa también en la nutrición, desarrollo y crecimiento del hueso. En los huesos largos, la médula ósea se encuentra en el conducto central de los mismos, denominado por ello **conducto medular o cavidad medular.**

De esta suerte, todos los espacios internos del hueso se rellenan de médula ósea, que constituye una parte indivisible del mismo, en su significación de órgano.

Existen dos médulas óseas: *la roja* y *la amarilla*.

La médula ósea roja (*medulla ossium rubra*), cuyos detalles de estructura se estudian en histología, tiene el aspecto de una masa roja suave, compuesta de tejido reticular en cuyas mallas se encuentran los elementos celulares relacionados directamente con la hemopoyesis y la formación del hueso (*osteoblastos* o creadores de hueso y *osteoclastos* o destructores de hueso). La médula roja está infiltrada de nervios y vasos sanguíneos que nutren no sólo a la propia médula, sino a las capas internas del hueso. Los vasos sanguíneos y los elementos de la sangre son los que le dan el color rojo a la médula ósea.

La médula ósea amarilla (*medulla ossium flava*) debe su color a las células adiposas, componentes principales de la misma.

Durante el desarrollo y crecimiento del organismo, cuando se exige una función hemopoyética y osteogenética intensificada, predomina la médula ósea roja (en el embrión y en los recién nacidos existe, exclusivamente, médula ósea roja). A medida que el niño va creciendo, la médula roja es sustituida paulatinamente por la amarilla que, en los adultos, llena todo el espacio medular de los huesos largos.

Por su exterior, excepto en las superficies articulares, el hueso está cubierto por una envoltura externa, **el periostio** (fig. 15).

El periostio es una película fina y consistente de tejido conjuntivo,

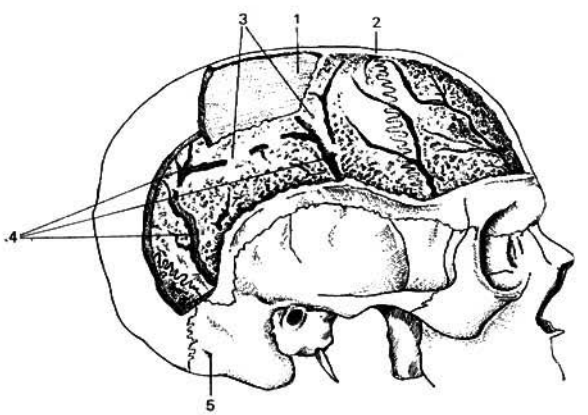


Fig. 14. Substancia esponjosa de los huesos planos del cráneo.

1 — laminilla externa (de substancia ósea compacta);
2 — laminilla interna;
3 — substancia esponjosa (diploe);
4 — canales de la substancia esponjosa;
5 — agujero mastoideo.

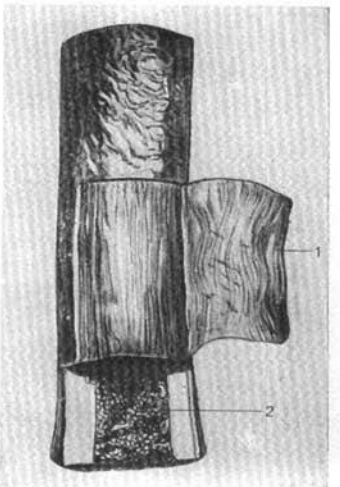


Fig. 15. Periostio (1) y médula ósea (2) en la diáfisis del fémur. Parte del periostio ha sido separada hacia la derecha.

de color rosa pálido, que rodea al hueso por su exterior, hallándose insertado al mismo por medio de haces de tejido conjuntivo, las fibras perforantes, que penetran en el hueso a través de unos conductos especiales. El periostio se compone de dos estratos: uno superficial (fibroso) y otro profundo o interno, osteogenético (llamado también *cambium*). El periostio es rico en nervios y vasos, gracias a lo cual participa en la nutrición y en el crecimiento del hueso en espesor. La nutrición se verifica a expensas de los vasos sanguíneos que pasan en gran número del periostio al estrato externo (cortical) del hueso, a través de los múltiples **orificios vasculares** (*foramina nutritia*, o, más exactamente, *vasculosa*); el crecimiento del hueso corre a cargo de los osteoblastos, localizados en el estrato interno, adyacente al hueso (*cambium*). Las superficies articulares de los huesos, libres de periostio, están cubiertas por **cartílago articular** que ofrece la estructura corriente de los cartílagos hialinos.

Así, pues, en la comprensión del hueso como órgano, entran el tejido óseo que forma la masa fundamental del mismo, y también la médula, el periostio, el cartílago articular y numerosos nervios y vasos sanguíneos.

DESARROLLO DEL HUESO

La formación de cualquier hueso transcurre a expensas de células jóvenes de tejido conjuntivo de origen mesenquimatoso, los osteoblastos, que elaboran la substancia ósea intercelular, la que desempeña el papel funda-

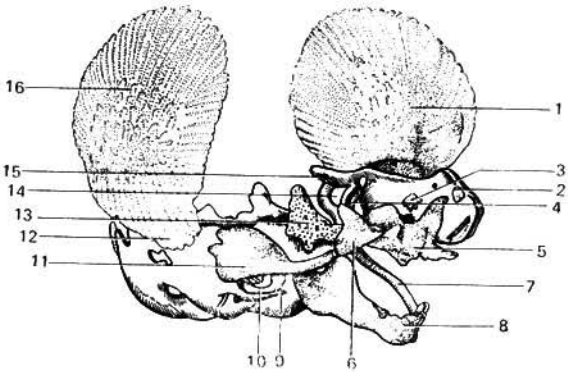


Fig. 16. Cráneo de un embrión humano en el tercer mes de desarrollo.

1 — hueso frontal;
2 — hueso nasal;
3 — hueso lagrimal;
4 — hueso pterigoideo;
5 — maxilar;
6 — hueso cigomático;
7 — cartílago de Meckel;
8 — mandíbula;
9 — proceso estiloideo;
10 — hueso timpánico;
11 — escama temporal;
12, 16 — hueso parietal;
13 — ala mayor;
14 — canal óptico;
15 — ala menor.

mental de sostén. En correspondencia con los 3 estadios de desarrollo del esqueleto, ya señalados, los huesos pueden desarrollarse sobre un fondo de tejido conjuntivo o cartilaginoso, y por eso se distinguen las siguientes clases de osificación (osteogénesis): 1) intramembranosa o endósmica (*en* — —dentro; *desme*—ligamento); 2) pericondral; 3) perióstica, y 4) endocondral.

1) La osificación *intramembranosa* transcurre en el tejido conjuntivo de los huesos primarios, de cubierta (fig. 16).

En una zona determinada del tejido conjuntivo embrionario que tiene la configuración del futuro hueso, gracias a la actividad de los osteoblastos se presentan los islotes de substancia ósea (centro, núcleo o punto de osificación). Ese lugar de aparición más precoz del tejido óseo queda para siempre visible en los huesos de cubierta de la calvaria (bóveda del cráneo) en forma de tuberosidades. Del centro primario, el proceso de osificación se difunde en todas direcciones, radialmente, gracias a la aposición de substancia ósea, por la periferia. Los estratos superficiales de tejido conjuntivo, del que se crea el hueso de cubierta, se quedan en forma de periostio, gracias al cual aumenta de espesor el hueso.

2. La osificación *pericondral* (*peri*, alrededor; *chondros*, cartílago) tiene lugar en la superficie externa de los rudimentos cartilaginosos del hueso, con la participación del pericondrio.

El rudimento mesenquimatoso que tiene la configuración del futuro hueso, se transforma en «hueso» compuesto de tejido cartilaginoso, y que viene a representar el «modelo» cartilaginoso del hueso. Gracias a la acti-

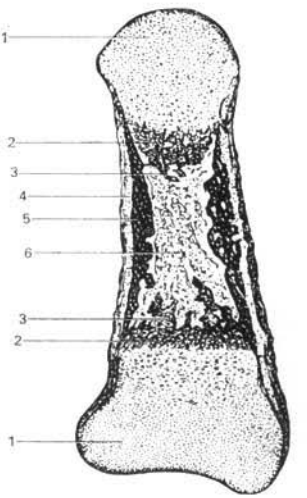


Fig. 17. Corte longitudinal de una falange del embrión.
1 — cartílago embrionario (en las epífisis);
2 — zona de calcificación;
3 — hueso de desarrollo endocondral;
4 — periostio;
5 — hueso de desarrollo pericondral;
6 — médula ósea.

vidad de los osteoblastos del pericondrio, en la superficie e inmediatamente por debajo de éste, se acumula tejido óseo, el cual paulatinamente va sustituyendo al tejido cartilaginoso y forma la substancia ósea compacta (fig. 17).

3. Con la transformación del modelo cartilaginoso del hueso en modelo óseo, el pericondrio se transforma también en periostio y el depósito ulterior de tejido óseo se verifica ahora a expensas del periostio; tiene lugar la osificación *perióstica* (*os*, hueso). Por eso, las osteogénesis pericondral y perióstica están unidas entre sí, sucediéndose cronológicamente una a la otra.

4. La osificación *endocondral* (*endo*, dentro, *chondros*, cartílago) se lleva a cabo en el interior de los rudimentos cartilaginosos con la participación del pericondrio, el cual emite ramificaciones provistas de vasos hacia el interior del cartílago. Penetrando en la profundidad de éste, junto con los vasos, el tejido osteogenético destruye el cartílago, sometido previamente a la impregnación calcárea (sedimentación de calcio en el cartílago y degeneración de sus células) y en el centro de la base cartilaginosa del hueso forma el islote de tejido óseo (el núcleo o punto de osificación). La difusión del proceso de osificación endocondral, desde el centro hacia la periferia, conduce a la formación de la substancia ósea esponjosa.

Así, pues, no tiene lugar una transformación directa del cartílago en hueso, sino la destrucción del primero y su sustitución por un nuevo tejido, el óseo.

La clasificación expuesta de las osteogénesis es la que se da corrientemente en todos los manuales de anatomía e histología. Además de ella, existe otra clasificación, sugerida por la escuela del morfólogo húngaro Krompecher (1964), en la que se distinguen 3 clases de osteogénesis:

1. Formación ósea a base de tejido cartilaginoso u *osteogénesis condral*.
2. Formación de hueso a base de tejido conjuntivo maduro u *osteogénesis désmica*.

En ambos casos el hueso viene como preparado por el tejido cartilaginoso o el conjuntivo, que son sustituidos por el tejido óseo. Por eso se les denomina secundarias.

Según Crompecher, el término osificación pericondral es incorrecto y anticuado, ya que indica la formación de hueso alrededor de la base cartilaginosa de éste sin descubrir su carácter.

3. Formación de hueso a base del mesénquima no diferenciado que rodea a la red vascular u *osteogénesis angiógena* (del gr. *angeion*, vaso). En esta clase de osificación la substancia ósea de nueva formación no viene preparada por ningún tejido de sostén maduro, ni cartilaginoso, ni conjuntivo, y por eso la formación del hueso se origina del mesénquima no diferenciado, sin previa preparación, por lo que dicha forma de osificación se denomina *primaria*.

Estas tres clases de osificación se condicionan funcionalmente y dependen, como demostraron los experimentos de Crompecher, de factores mecánicos.

La osteogénesis condral *secundaria* se observa en aquellos lugares del esqueleto que están sometidos preferentemente a la presión y están cubiertos de cartílago (por ejemplo, en los extremos articulares de los huesos largos).

La osteogénesis désmica secundaria se realiza en las zonas sometidas preferentemente a la tracción y revestidas de tejido conjuntivo (periostio): por ejemplo, en la substancia compacta de los huesos largos.

La osificación angiógena primaria tiene lugar en aquellas zonas de los huesos que no sufren presión, ni tracción, por ejemplo, los bordes de los huesos de la calvaria, en la región de las suturas.

Distintas partes de un mismo hueso pueden osificarse de modo diferente, en dependencia de las condiciones funcionales. Así, el cuerpo de la vértebra, en sus caras craneal y caudal, está sometido a la presión; en esas zonas está cubierto por el cartílago intervertebral y se osifica por osteogénesis condral secundaria. Las caras anterior y laterales del cuerpo de la vértebra sufren la tracción; aquí están revestidas por el ligamento longitudinal anterior, que juega el papel de periostio, y se osifican por osteogénesis désmica secundaria. Finalmente, la cara posterior del cuerpo de la vértebra, adyacente a la médula espinal, no se somete a presión ni distensión y osifica por osteogénesis angiógena primaria.

El carácter y el orden de la osificación están condicionados también funcionalmente por la adaptación del organismo al medio ambiente. Así, en los vertebrados acuáticos (por ejemplo, en los peces espinosos), la osteogénesis pericondral sólo se observa en la parte media de los huesos, la cual, como en toda palanca, experimenta una gran carga (núcleos primarios de osificación). Lo mismo se observa en los anfibios en los que, sin embargo, la parte media del hueso se osifica en una extensión mayor que en los peces. Con el paso definitivo a la tierra, el esqueleto se ve sometido a grandes exigencias funcionales, relacionadas con la mayor dificultad de traslación del cuerpo en la tierra, en comparación con el medio acuoso, y por una mayor carga en los huesos. Por eso, en los vertebrados terrestres se presentan los núcleos secundarios de osificación, de los cuales, en los reptiles y en las aves osifican también las zonas periféricas de los huesos, por vía de osteogénesis endocondral. En los mamíferos las extremidades de los huesos que participan en las articulaciones tienen, incluso, núcleos independientes de osificación (G. Vokken).

Un orden idéntico se mantiene también en la ontogénesis del hombre, en el que la osificación está asimismo condicionada funcionalmente y se inicia en las zonas centrales de los huesos, donde la carga es mayor.

Así, a comienzos del 2° mes de vida intrauterina se originan *los puntos primarios*, de los que se desarrollan las partes fundamentales de los huesos, a las que corresponde la mayor carga, es decir, **los cuerpos o diáfisis** de los huesos largos (del gr. *dia*, entre y *phyo*, crezco; parte del hueso, que crece

entre las dos epífisis), y las extremidades de la diáfisis denominadas **metáfisis** (*meta*, detrás, después). Estas se osifican por osteogénesis peri y endocondral. Después, poco antes del nacimiento o durante los primeros años de vida postnatal, se presentan los puntos secundarios de los cuales derivan, por osteogénesis endocondral, las extremidades de los huesos que participan en las articulaciones, es decir, **las epífisis** (excrecencia, *epi*, sobre) de los huesos largos. Originado en el centro de la epífisis cartilaginosa, el núcleo de osificación se va extendiendo y la epífisis se transforma en ósea, estructura de substancia esponjosa. Del tejido cartilaginoso primitivo sólo queda, para toda la vida, una delgada capa en la superficie de la epífisis, que constituye el cartílago articular. Los puntos de osificación, *primarios* y *secundarios*, se denominan conjuntamente *básicos*. En fin, en los niños, en los jóvenes, e incluso en los adultos, aparecen puntos *complementarios*, islotes de osificación endocondral de los que se osifican las zonas del hueso que sufren la tracción, consecuente a la inserción de los músculos y ligamentos, y que se denominan apófisis (*apo*, de) o procesos: por ejemplo, los puntos complementarios en las apófisis de las vértebras lumbares, que se osifican solamente en los adultos.

De igual modo se condiciona funcionalmente el carácter de la osificación relacionado con la estructura del hueso. Así, los huesos y sus diferentes zonas, compuestos preferentemente de substancia esponjosa (vértebras, esternón, huesos del carpo y del tarso, epífisis de los huesos largos, etc.), presentan osificación endocondral, mientras que los huesos y partes de los mismos constituidos simultáneamente por substancia esponjosa y compacta (huesos pelvianos, de la base del cráneo, diáfisis de los huesos largos, etc.) se desarrollan por osteogénesis endo y pericondral.

En el hombre hay una serie de huesos que son el producto de la fusión de los huesos que existen independientemente en los animales. Reflejando este proceso de fusión, el desarrollo de tales huesos se realiza a expensas de focos de osificación que corresponden, por su cantidad y su localización, al número de huesos fusionados. Así, la escápula se desarrolla de 2 huesos, que participan en la cintura torácica de los vertebrados terrestres inferiores (la escápula y el coracoides). En correspondencia con eso, aparte de los puntos básicos de osificación en el cuerpo de la escápula, se originan focos de osificación en su proceso coracoideo (antiguo hueso coracoides). El hueso temporal, resultante de la fusión de 3 huesos, se osifica de 3 grupos de núcleos óseos. De esta suerte la osificación de cada hueso refleja el proceso de filogénesis del mismo condicionado funcionalmente.

Crecimiento de los huesos. El crecimiento prolongado del organismo y la enorme diferencia existente entre las dimensiones y la forma de los huesos embrionarios y los definitivos hacen inevitable su reestructuración en el transcurso del crecimiento; en este proceso, junto a la formación de nuevos osteones, transcurre el proceso paralelo de *reabsorción* de los viejos, cuyos restos pueden observarse entre los sistemas de Havers nuevamente formados (sistemas de laminillas «intersticiales»). *La reabsorción* es el resultado de la actividad de unas células especiales del hueso, *los osteoclastos* (del gr. *clasis*, dividido).

Gracias al trabajo de dichas células, casi todo el hueso endocondral de la diáfisis se reabsorbe, quedando en su lugar una cavidad (la cavidad osteomedular). También es reabsorbido el estrato de hueso pericondral, pero en

lugar del tejido óseo desaparecido se forman nuevos estratos del mismo derivados del periostio. Como resultado, tiene lugar el crecimiento en espesor del hueso joven.

Durante todo el período de la infancia y la juventud se conserva un estrato intermedio de cartílago entre la epífisis y la metáfisis, denominado *cartílago metaepifisario* o lámina del crecimiento. A expensas de este cartílago el hueso crece en longitud, gracias a la multiplicación de sus células, que depositan la substancia cartilaginosa intersticial. Posteriormente cesa la multiplicación de las células, el cartílago metaepifisario cede a la presión del tejido óseo y la metáfisis se fusiona con la epífisis, en un proceso de *sinostosis* (unión ósea).

Así, pues, la osificación y el crecimiento de los huesos es resultado de la actividad vital de los osteoblastos y osteoclastos, que realizan funciones contrarias de aposición y reabsorción, de creación y de destrucción. Por eso, en el ejemplo del desarrollo de los huesos vemos una manifestación de la ley dialéctica de la unidad y la lucha de contrarios. «Vivir significa morir» (**C. Marx y F. Engels.** Obras, 2ª ed. rusa, t. 20, pág. 611).

De acuerdo con el desarrollo y la función descritos, en cada hueso largo se distinguen las partes siguientes (véase fig. 13):

1. El cuerpo o **diáfisis** es un tubo óseo que en los adultos contiene la médula ósea amarilla, desempeñando preferentemente las funciones de sostén y de defensa. La pared del tubo está compuesta de substancia compacta, en la que las laminillas óseas están colocadas muy cerca una de otra, constituyendo una masa densa. Esta substancia compacta de la diáfisis se divide en dos estratos, en correspondencia con sus dos tipos de osificación: 1) el estrato superficial o cortical (*cortex*, corteza) se origina por osificación del pericondrio o periostio, de donde recibe los vasos sanguíneos que lo nutren y 2) el estrato interno se origina por osificación endocondral y recibe su nutrición de los vasos de **la médula** ósea (M. Prives). El distinto origen y nutrición de las dos capas de la substancia compacta condiciona su diferente participación en los procesos de supuración (D. Rojlin).

Los extremos de la diáfisis, colindantes con el cartílago metaepifisario, constituyen **las metáfisis.** Estas se desarrollan junto con la diáfisis, pero participan en el crecimiento de los huesos en longitud, y están compuestas de substancia esponjosa. En los alvéolos de la «esponja ósea» se encuentra la médula roja.

2. Los extremos articulares de todo hueso largo, dispuestos al otro lado del cartílago metaepifisario, se denominan **epífisis.** Estas se componen también de substancia esponjosa, llena de médula roja, pero a diferencia de las metáfisis se desarrollan por osificación endocondral de un núcleo óseo independiente originado en el centro del cartílago epifisario; por fuera constituyen una superficie articular que participa en la formación de la articulación.

3. Los salientes óseos situados cerca de las epífisis, denominados **apófisis** sirven de inserción a los músculos y ligamentos.

Las apófisis voluminosas tienen osificación endocondral, originándose de núcleos de osificación independientes incluidos en su cartílago, hallándose estructuradas por substancia esponjosa.

En los huesos no tubulares, pero que se desarrollan de varios puntos de osificación, pueden también distinguirse partes análogas.

CLASIFICACIÓN DE LOS HUESOS

En el esqueleto se distinguen las siguientes partes: huesos del tronco (vértebras, costillas, esternón), huesos del cráneo (cerebral y facial), huesos de las cinturas de los miembros: la torácica (escápula y clavícula) y la pelviana (ilion, pubis, isquion), y huesos de la parte libre de los miembros: superior (húmero, huesos del antebrazo y la mano) e inferior (fémur, huesos de la pierna y el pie).

El número de huesos que entran en la composición del esqueleto del adulto es más de 200, de los cuales 36-40 están situados por la línea media del cuerpo y son impares; los restantes son pares.

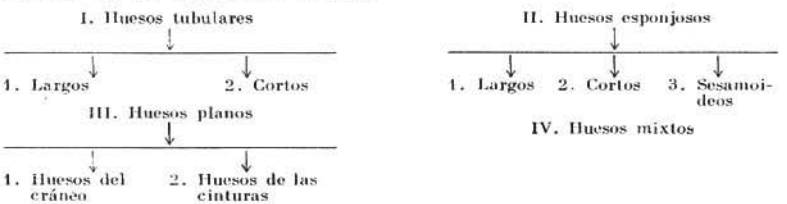
Por su forma exterior se distinguen los huesos largos, cortos, anchos y mixtos.

Sin embargo, esa clasificación por un rasgo aislado (la forma exterior), establecida ya desde los tiempos de Galeno, resulta unilateral y es un ejemplo del formalismo de la vieja anatomía descriptiva, a consecuencia del cual quedan incluidos en un mismo grupo huesos totalmente heterogéneos por su estructura, sus funciones y su origen. Así, en el grupo de los huesos planos se incluyen el parietal, que es un hueso típico de cubierta, con osificación endésmica, y la escápula, que sirve a las funciones de sostén y de locomoción, se osifica a partir de cartílago y está formada de substancia esponjosa corriente.

Los procesos patológicos transcurren también de modo completamente distinto en las falanges y en los metacarpianos, a pesar de que unos y otros se incluyen en el grupo de los huesos cortos, o en el fúmur y las costillas, agrupados como huesos largos.

Por eso, es más acertada la clasificación de los huesos que se basa en los 3 principios que deben servir de norma para la estructura de cualquier clasificación anatómica: la forma (estructura), función y desarrollo.

Partiendo de este punto de vista, se puede establecer la siguiente clasificación de los huesos (M. Prives):



I. Huesos tubulares. Constituidos de substancia esponjosa y compacta que forman un tubo con la cavidad osteomedular; realizan las 3 funciones del esqueleto (sostén, protección y movimiento). De ellos, *los huesos tubulares largos* (húmero y huesos del antebrazo, fémur y huesos de la pierna) son puntales y palancas largas para el movimiento teniendo, excepto en la diáfisis, puntos de osificación endocondral en ambas epífisis (huesos biepifisarios); *los huesos tubulares cortos* (metacarpo, metatarso, falanges) representan palacas cortas para el movimiento; de las epífisis, sólo en una de

ellas (epífisis verdadera) existe el punto de osificación endocondral (huesos monoepifisarios).

II. Huesos esponjosos. Constituidos preferentemente de substancia esponjosa, revestida por un delgado estrato de substancia compacta. Entre ellos se distinguen *los huesos esponjosos largos* (costillas y esternón) y *los cortos* (vértebras, huesos del carpo, huesos del tarso). Entre los huesos esponjosos se incluyen también *los sesamoideos*, es decir, huesos de forma parecida a las plantas de sésamo, de donde deriva su denominación (patela o rótula, hueso pisiforme, huesos sesamoideos de los dedos de la mano y del pie); su función es la de dispositivos auxiliares para el trabajo de los músculos; su desarrollo es endocondral, en el espesor de los tendones, a los cuales insertan. Los huesos sesamoideos se localizan cerca de las articulaciones, participando en la formación de las mismas y cooperando a sus movimientos, sin guardar una relación directa con los huesos del esqueleto.

III. Huesos planos:

a) *huesos planos del cráneo* (frontal y parietales). Su función es, preferentemente, de protección (huesos de cubierta); su estructura es diploica; su osificación es a base del tejido conjuntivo;

b) *huesos planos de las cinturas* (escápula, huesos pelvianos); sus funciones son de sostén y protección; su constitución es, preferentemente, de substancia esponjosa; su osificación es a base de tejido cartilaginoso.

IV. Huesos mixtos (huesos de la base del cráneo). Aquí se incluyen los huesos compuestos de distintas partes, con funciones, estructura y desarrollo diferentes.

IMAGEN RADIOLÓGICA DE LA ESTRUCTURA Y DESARROLLO DE LOS HUESOS

El examen corriente de los huesos macerados nos da sólo un criterio del aspecto exterior del hueso; para la investigación de su estructura interna hay que recurrir a los cortes. La exploración radiológica del esqueleto pone de manifiesto, directamente en el ser vivo, tanto el aspecto exterior como la estructura interna del hueso, sin alteración de sus relaciones anatómicas naturales.

En las radiografías se distinguen con claridad la substancia compacta y la esponjosa. La primera da una sombra intensa de contraste, correspondiente al plano del estrato cortical, y en la región de la substancia esponjosa la sombra tiene un carácter reticular (véase fig. 20).

En las epífisis de los huesos tubulares y en los huesos constituidos primordialmente por substancia esponjosa (huesos del carpo, del tarso y vértebras), la substancia compacta tiene el aspecto de un estrato delgado que rodea la substancia esponjosa. Ese delgado estrato cortical tiene más espesor en las fosas articulares que en las cabezas articulares.

En las diáfisis de los huesos tubulares la substancia compacta presenta un espesor variable: en la parte media tiene mayor grosor y va adelgazando hacia los extremos. Entre las dos sombras del estrato cortical se destaca la cavidad osteomedular, en forma de una cierta transparencia sobre el fondo de la sombra general del hueso. Cuando la citada cavidad no es visible en alguna parte de su extensión, ello indica la existencia de un proceso patológico.

Los contornos radiográficos de la substancia compacta de las diáfisis son precisos y lisos. En los lugares de inserción de los ligamentos y músculos, los contornos son desiguales. Sobre el fondo del estrato cortical de las diáfisis se aprecian unas zonas finas de transparencia, correspondientes a los conductos vasculares. Estas se disponen, por lo común, en dirección oblicua: en los huesos tubulares largos del miembro superior, más cerca y en dirección a la articulación del codo; en los huesos tubulares largos del miembro inferior, más lejos y en dirección opuesta a la articulación de la rodilla; en los huesos tubulares cortos de las manos y los pies, más cerca y en dirección al extremo que carece de epífisis verdadera.

La substancia esponjosa en la radiografía tiene el aspecto de una red ansiforme, compuesta por trabéculas óseas y transparencias entre las mismas. El carácter de dicha red depende de la disposición de las laminillas óseas en la zona dada, en correspondencia con las líneas de compresión y de tracción.

Desarrollo de los huesos. La exploración radiológica del sistema óseo es ya posible desde el 2° mes de vida intrauterina, cuando a partir del cartílago o del tejido conjuntivo se originan los puntos de osificación.

La aparición de los puntos de osificación se determina fácilmente en las radiografías, con la particularidad de que esos núcleos, separados por tejido cartilaginoso, se destacan como fragmentos óseos aislados que pueden ser motivo de diagnóstico equivocado de fractura, fisura o necrosis de los huesos. Debido a eso, tiene importancia práctica extraordinaria el conocimiento de la localización de los núcleos óseos y los períodos y orden con que aparecen.

Ello nos induce a exponer el proceso de osificación en todos los apartados correspondientes, basándonos no en los datos de la investigación anatómica de los cadáveres, sino en los proporcionados por la anatomía radiológica (exploración de la persona viva).

En los casos en que los núcleos complementarios no se fusionan con la parte principal del hueso, pueden permanecer durante toda la vida en forma de huesos independientes, inconstantes o complementarios. Su descubrimiento en la radiografía puede ser causa de diagnósticos equivocados.

Todos los núcleos fundamentales de osificación aparecen en el esqueleto antes de la madurez sexual, o sea, antes de la pubertad (fig. 18, *a*). Con el comienzo de la pubertad se inicia la unión de las epífisis con las metáfisis, es decir, la transformación de la sincondrosis que une la epífisis ósea con la metáfisis ósea en sinostosis. Eso se manifiesta, radiológicamente, por la gradual desaparición de la transparencia de la zona metaepifisaria, correspondiente al cartílago metaepifisario que separa a la epífisis de la metáfisis. Con la instauración de la sinostosis completa, ya no se puede determinar las huellas de la antigua sincondrosis (fig. 18, *b*).

El proceso de la sinostosis de los huesos se efectúa durante varios años y desde el punto de vista radiológico en el mismo se distinguen 5 etapas, las que se valoran por el sistema de 6 puntos (B. A. Nikitiuk): O punto, cuando la zona metaepifisiaria se ve claramente en toda su extensión, puesto que el proceso de la sinostosis no ha comenzado aún. 1 punto, que es el inicio de la sinostosis; se osifica la mitad de la zona metaepifisiaria. 2 puntos, cuando el proceso de la sinostosis interesa desde la mitad hasta los 2/3 de esta zona. 3 puntos, cuando la sinostosis tuvo lugar en casi toda la zona, pero en sus bordes se conservan aún partes de tejido cartilaginoso libres

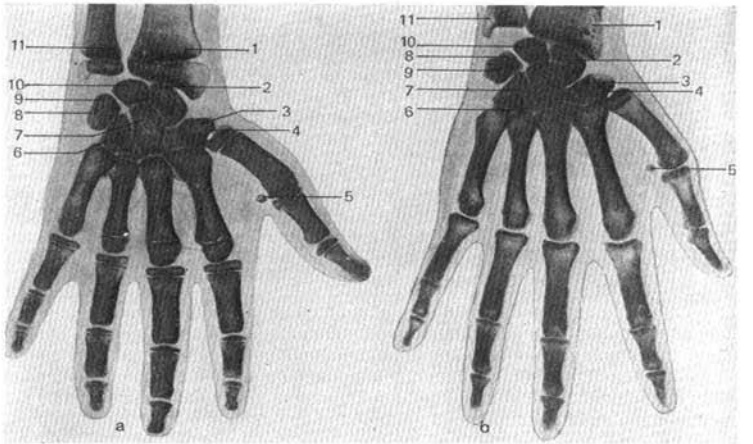


Fig. 18. Radiografía de la mano.

a — antes de iniciarse el período de la pubertad (se ve el cartílago metaepifisario del primer metacarpiano);
b — después de establecerse el período de la pubertad (en el lugar del cartílago metaepifisario del primer metacarpiano se forma una sinostosis).
1 — diáfisis del radio;
2 — hueso escafoideo;
3 — trapezoides;
4 — trapecio;
5 — hueso sesamoideo del dedo pulgar;
6 — hueso ganchoso;
7 — hueso grande;
8 — hueso piramidal;
9 — pisiforme;
10 — semilunar;
11 — diáfisis del cúbito.

de osificación. 4 puntos, el proceso de la sinostosis ocupa toda la zona metaepifisiaria, pero longitudinalmente se conserva una franja blanca visible condicionada por la esclerosis del hueso y la disposición vertical de las trabéculas óseas, las que aún no se han situado de acuerdo con la estructura de la sustancia esponjosa del hueso. Por eso, la sustancia ósea de la zona metaepifisaria se distingue por su estructura de la sustancia esponjosa circundante y tiene el aspecto de una franja transversal fina. 5 puntos, cuando esta franja (zona de esclerosis) desapareció y culminó el proceso de la sinostosis.

Según datos recientes (L. A. Alexina, 1980-1982), el proceso de la sinostosis puede comenzar mucho antes del período de la pubertad y no en su inicio, como se consideraba hasta hoy día.

Envejecimiento del sistema óseo. En la vejez el sistema óseo sufre grandes transformaciones. Se observa, por una parte la disminución del número de laminillas óseas y la rarificación del hueso (*osteoporosis*), y por otra, tiene lugar la formación exuberante de hueso, en forma de excrecencias (*osteofitos*), y la calcificación del cartílago articular, de los ligamentos y tendones, en el lugar de su inserción a los huesos.

En correspondencia con esto, el cuadro radiográfico del envejecimiento del aparato osteoarticular consta de las siguientes transformaciones, que no deben ser valoradas como signos patológicos (degeneración).

I. Transformaciones condicionadas por la atrofia de la substancia ósea: 1) osteoporosis (en la radiografía el hueso aparece más transparente) y 2) deformación de las cabezas articulares (desaparición de su forma redondeada, «afilamiento» de sus bordes, presentación de «ángulos»).

II. Transformaciones condicionadas por la sedimentación exuberante de calcio, en las formaciones de tejido conjuntivo y cartilaginoso adyacentes al hueso: 1) disminución de la hendidura articular «radiográfica», a consecuencia de la calcificación del cartílago articular; 2) intensificación del relieve de la diáfisis, a consecuencia de las calcificaciones en los lugares de inserción de los tendones, y en las vainas fibrosas de los mismos, y 3) proliferaciones óseas, osteofitos, formadas debido a la calcificación de los ligamentos en las zonas de su inserción a los huesos.

Estas transformaciones se descubren con especial nitidez en la columna vertebral y en las manos. En los segmentos restantes del esqueleto se observan los tres signos radiográficos básicos del envejecimiento: osteoporosis, intensificación del relieve del hueso y estrechamiento de las hendiduras articulares. En algunos individuos estos signos se observan prematuramente (a los 30-40 años) y en otros más tarde (60-70 años) o no se presentan.

Resumiendo esta exposición de los datos generales ontogenéticos del sistema óseo, puede afirmarse que la exploración radiológica permite el estudio más profundo del desarrollo del esqueleto en su estado funcional que en el proporcionado por la investigación exclusiva del material cadavérico.

Además, con la investigación radiográfica se facilita la observación de variaciones morfológicas normales: 1) la aparición de los puntos de osificación fundamentales y complementarios; 2) los procesos recíprocos de sinostosis, y 3) la involución de los huesos en la vejez.

Las transformaciones descritas son manifestaciones normales de la variabilidad del sistema óseo con respecto a la edad. Por consiguiente, el concepto de «norma» no debe limitarse exclusivamente al hombre adulto, considerándolo como un tipo único, invariable. Este concepto debe abarcar también a las demás edades.

DEPENDENCIA DEL DESARROLLO DE LOS HUESOS DE LOS FACTORES INTERNOS Y EXTERNOS

El esqueleto, como todo sistema de órganos, constituye una parte del organismo en la que se reflejan los diferentes procesos que en el mismo se realizan. Por eso, en el desarrollo del sistema óseo influyen múltiples factores.

Influjo de los factores internos. La exploración radiológica pone de manifiesto una serie de cambios morfológicos de los huesos, dependientes de la actividad de otros órganos. Con exclusiva claridad se determina en la radiografía la relación entre el sistema óseo y las glándulas de secreción interna (aparato endocrino). El comienzo de la actividad de las glándulas sexuales conduce al inicio de la maduración sexual, el período de la pubertad. Antes de eso, en el período prepúbero se intensifica la actividad de otras glándulas de secreción interna, especialmente de la hipófisis, con cuya función está relacionada la aparición de los núcleos de osificación. Al iniciarse el período prepúbero aparecen todos los puntos básicos de osificación, con la particularidad de que se observa la diferencia

sexual respecto a los plazos de su aparición: en las niñas aparecen 1-4 años antes que en los niños. La llegada del período prepúbero, relacionado con la función de la hipófisis, coincide con la aparición del núcleo de osificación en el hueso pisiforme, perteneciente a la categoría de los huesos sesamoideos.

En vísperas de la pubertad se osifican también otros huesos sesamoideos; concretamente, en la articulación metacarpofalángica del primer dedo. El inicio del período púbero, cuando, según la expresión del conocido investigador del aparato endocrino Bield, «las glándulas sexuales comienzan a interpretar la melodía central en el concierto endocrino», se manifiesta en el sistema óseo por la aparición de las sinostosis entre las epífisis y las metáfisis, con la particularidad de que la sinostosis más precoz es observada en el primer metacarpiano. Por eso, basándose en la comparación de ese hecho con otros datos del desarrollo sexual (crecimiento piloso terminal, aparición de la menstruación, etc.), la sinostosis del primer metacarpiano es considerada como un índice del inicio de la maduración sexual (D. Rojlin), es decir, como el comienzo del período de la pubertad; en los leningradenses, la sinostosis del primer metacarpiano aparece en los varones entre los 15 y 19 años de edad, y en las hembras, entre los 13 y 18 años.

La maduración sexual total tiene también un determinado reflejo en el esqueleto: en este momento se completan las sinostosis de las epífisis con las metáfisis en todos los huesos tubulares, lo que se observa en las mujeres entre los 17 y 21 años de edad y en los hombres entre los 19 y 23 años. Puesto que al terminar la sinostosis, cesa también el crecimiento del hueso en longitud, se comprende el porqué en los hombres, en los que la maduración sexual termina más tarde que en las mujeres, existe un índice medio de altura más elevado.

Teniendo en cuenta esa relación entre el sistema óseo y el endocrino, y comparando los datos de las particularidades del esqueleto por edades con los datos de la maduración sexual y los del desarrollo general del organismo, se puede hablar de la llamada «edad ósea». Gracias a eso, por el cuadro radiográfico de algunas partes del esqueleto, principalmente de las manos, se puede determinar la edad de una persona dada o juzgar sobre la normalidad de sus procesos de osificación, lo que tiene importancia práctica para el diagnóstico, la medicina legal, etc. Con la circunstancia de que si la edad del «pasaporte» indica el número de años vividos (es decir, el aspecto cuantitativo), la edad «ósea» testifica, en un grado determinado, su aspecto cualitativo.

En la exploración radiológica se descubre, asimismo, la dependencia de la estructura de los huesos del estado del sistema nervioso, el cual, regulando todos los procesos en el organismo, realiza en particular la función trófica del hueso. Cuando la función trófica del sistema nervioso se intensifica, en los huesos se acumula mayor cantidad de tejido óseo, haciéndolos más sólidos y compactos (osteosclerosis). Por el contrario, al debilitarse el trofismo se observa rarefacción de los huesos (osteoporosis). El sistema nervioso influye también sobre el hueso, a través de la musculatura, cuyas contracciones dirige (lo que será .expuesto más adelante). Finalmente, los diferentes segmentos del sistema nervioso, central y periférico, condicionan la forma de los huesos que los rodean o se hallan aplicados a ellos. Así, el conjunto de vértebras forma el canal vertebral alrededor de la médula espinal. Los huesos del cráneo forman una caja ósea alrededor del encéfalo, adquiriendo la forma de este último. En general, el tejido óseo se desarrolla alrededor de los elementos del sistema nervioso periférico y da origen a canales óseos, surcos y fosas, que dan paso a vasos, nervios y otras formaciones nerviosas.

El desarrollo de los huesos está también en íntima dependencia del sistema sanguíneo. Todo el proceso de osificación, desde el momento de la aparición del primer núcleo óseo hasta el final de las sinostosis, transcurre con la participación directa de los vasos, los cuales al penetrar en el cartílago favorecen su destrucción y sustitución por tejido óseo. Debe señalarse que las laminillas óseas se disponen ordenadamente alrededor de los vasos sanguíneos, constituyendo los sistemas de Havers, con un canal central para su propio vaso (véase pág. 97). Por consiguiente, al originarse, el hueso se estructura alrededor de los vasos. Con eso se explica la formación de los conductos y surcos en los huesos, en los lugares de paso y de aplicación de las arterias y las venas a los mismos.

La osificación y el crecimiento de los huesos, después del nacimiento

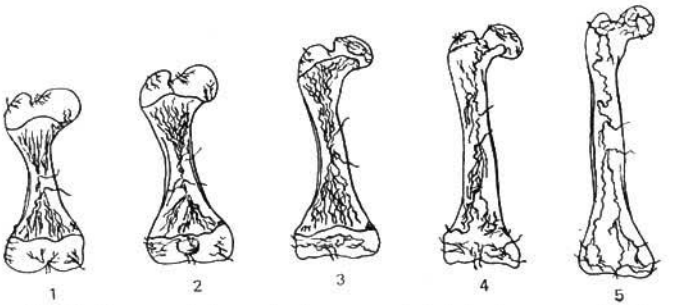


Fig. 19. Esquema de las variaciones por edad de los huesos en relación con las modificaciones de su sistema arterial (según M. Prives).

1 — etapa neonatal; 2 — etapa infantil; 3 — etapa juvenil; 4 — etapa de la madurez; 5 — etapa senil.

transcurren también en íntima dependencia de la irrigación sanguínea. Como han demostrado las investigaciones de M. Prives, puede destacarse una serie de etapas en la variabilidad de los huesos, según la edad, relacionada con los cambios correspondientes del cauce circulatorio (fig. 19).

1. Etapa neonatal, propia del feto (últimos meses del desarrollo intrauterino) y del recién nacido; el cauce vascular de los huesos está dividido en una serie de regiones vasculares (epífisis, diáfisis, metáfisis y apófisis), que no se comunican entre sí (regiones cerradas, aisladas), y en cuyos límites los vasos no se unen entre sí, no se anastomosan (carácter terminal de los vasos, su «término»).

2. Etapa infantil, que corresponde a los niños hasta el inicio de las sinostosis; las regiones vasculares están todavía desligadas, pero dentro de los límites de cada una de éstas los vasos se anastomosan entre sí, desapareciendo su carácter terminal (son «cerradas», sin ser «terminales»).

3. Etapa juvenil, propia de los jóvenes; se inicia con el establecimiento de enlaces entre los vasos de la epífisis y la metáfisis, a través del cartílago metaepifisario, a causa de lo cual comienza a desaparecer el aislamiento de los vasos epifisarios, metafisarios y diafisarios.

4. Etapa de la madurez, correspondiente a los adultos; aparecen las sinostosis y todos los vasos intraóseos constituyen un sistema único; ellos dejan de ser «cerrados» y «terminales».

5. Etapa senil, propia de los viejos: los vasos se adelgazan y toda la red vascular empobrece.

En la forma y situación de los huesos influyen también las vísceras, a las cuales forman receptáculos óseos, fosas, cavidades, etc.

La formación del esqueleto y de los órganos corresponde al comienzo de la vida embrionaria; en su desarrollo se influyen mutuamente, con lo que al terminar el desarrollo se obtiene una correspondencia entre los órganos y sus receptáculos óseos; por ejemplo, entre la caja torácica y los pulmones, entre la pelvis y sus órganos, entre el cráneo y el encéfalo, etc.

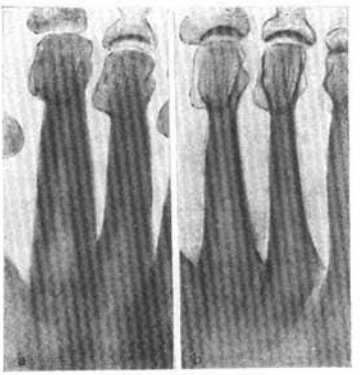


Fig. 20. Radiografías de los huesos Fetatarsianos de una bailarina (*a*) y me una oficinista (*b*).

A la luz de estas relaciones mutuas debe examinarse el desarrollo de todo el esqueleto.

Influjo de los factores externos (sociales) en la estructura y desarrollo del esqueleto. *Unidad de la forma y la función en la estructura de los huesos.* Al influir sobre la naturaleza, durante el proceso de su actividad de trabajo, el hombre pone en movimiento sus instrumentos naturales: los brazos, las piernas, los dedos, etc. Con los instrumentos de trabajo creados por él, adquiere nuevos órganos artificiales, que complementan y alargan a los órganos naturales del cuerpo, transformando su estructura. «Y el propio hombre transforma, al mismo tiempo, su propia naturaleza» (**C. Marx y F. Engels.** Obras, 2ª ed. rusa, t. 23, pág. 188). Por consiguiente, los procesos de trabajo influyen considerablemente sobre el cuerpo del hombre en su conjunto, sobre su aparato de locomoción, incluido el sistema óseo.

Con gran relieve se refleja en el esqueleto el trabajo de los músculos. Según demostraron las investigaciones experimentales de P. Lesgaft, cuanto más intenso es el trabajo de los músculos, tanto mejor se desarrollan los huesos, y viceversa. Con la particularidad, según ha demostrado B. Dolgo-Sabúrov, de que en los lugares de inserción de los tendones se forman salientes óseos (tubérculos, procesos, rugosidades), y en los lugares de inserción de los fascículos musculares existen, por el contrario, superficies lisas o cóncavas (fosas).

Cuanto más desarrollada está la musculatura, tanto mejor son los puntos de inserción de los músculos en los huesos. He ahí el porqué el relieve del hueso condicionado por la inserción de la musculatura es más intenso en el adulto que en el niño y en los hombres más que en las mujeres.

La contracción prolongada y sistemática de la musculatura, como sucede en los ejercicios gimnásticos y en el trabajo profesional, provocan gradualmente, a través de mecanismos nerviosos reflejos, variaciones del metabolismo de los huesos que acarrean el aumento de la substancia ósea, deno-

minado *hipertrofia de trabajo*, señalada por primera vez por D. Rojlin en sus investigaciones radiológicas (fig. 20).

Esa hipertrofia de trabajo condiciona las variaciones de dimensiones, forma y estructura de los huesos, que se comprueban fácilmente por la exploración radiológica en las personas vivas, lo que viene siendo objeto de estudio en los últimos tiempos (A. Astanin, M. Ivanitski, A. Kurachénkov, K. Mashkara, M. Prives, G. Rojlin, D. Rojlin, P. Sokolov y otros).

IMAGEN RADIOGRÁFICA DE LA ESTRUCTURA DEL ESQUELETO DE PERSONAS DE DIFERENTES PROFESIONES *

Las diferentes profesiones reclaman un trabajo físico distinto y con ello un grado diferente de participación de tales o cuales huesos en dicho trabajo.

La intensificación de la carga física sobre el aparato de locomoción provoca hipertrofia ósea de trabajo, en cuyo resultado varían la forma, la amplitud, la longitud y el espesor de la substancia compacta, así como las dimensiones de la cavidad osteomedular; varía también la estructura de la substancia esponjosa.

Anchura de los huesos. En los cargadores, por ejemplo, la anchura de los huesos aumenta considerablemente, en correspondencia con su antigüedad en el trabajo, siendo el aumento muy superior al de los oficinistas. La anchura de los metatarsianos en los chóferes de camiones, futbolistas, artistas de baile y en todos los obreros cuya profesión está relacionada con una gran carga en los pies, prevalece sobre las dimensiones correspondientes de los huesos de aquellas personas que no desempeñan trabajo físico y no se dedican al deporte.

Espesor de la substancia compacta. En las bailarinas la substancia compacta adquiere, sobre todo, mayor espesor en los segundo y tercer metatarsianos, y en los chóferes de camiones y en los futbolistas, en el primer metatarsiano. Con la particularidad de que en los chóferes de camión, el espesor de la substancia compacta aumenta solamente en el lado tibial del metatarsiano y en los futbolistas, en ambos lados tibial y fibular.

Cavidad osteomedular. En correspondencia con el aumento de espesor de la substancia compacta en la hipertrofia de trabajo, disminuye el volumen de la cavidad osteomedular que, en las radiografías, adquiere el aspecto de un espacio osteomedular angosto, situado entre las dos sombras de la substancia compacta engrosada. Eso resalta con evidencia en las radiografías óseas de las bailarinas, en las que al cabo de unos años de trabajo el grosor de la substancia compacta de los metatarsianos va alcanzando tales dimensiones, que el espacio osteomedular va estrechándose paulatinamente, como si desapareciese por completo; por eso en las radiografías hechas durante los últimos plazos de observación es casi invisible (N. Krilova).

Substancia esponjosa. Junto con el aumento de espesor de la substancia compacta varía también la estructura esponjosa. De las tres clases de estructura de esta última (microalveolar, de mediano calibre y macroalveolar) a la sobrecarga física intensificada le corresponde la estructura macroalveolar. Por ejemplo, en las bailarinas, futbolistas, chóferes de camiones y representantes de otras clases de actividad física relacionada con la carga correspondiente sobre el esqueleto de los pies, se observa con mayor frecuencia la estructura macroalveolar de la substancia esponjosa; mientras que en los empleados de trabajo sedentario se observa más a menudo la estructura microalveolar (M. Kallveit).

Forma de los huesos. Columna vertebral. Se observan dos formas fundamentales de cuerpo de las vértebras: la cuadrangular, en los individuos cuya ocupación no está relacionada con una carga intensa sobre la columna vertebral (por ejemplo, nadadores), y la cuneiforme, en los representantes del trabajo físico pesado. A su vez, la forma cuneiforme presenta dos variedades: en una de ellas la cuña se estrecha hacia delante, por ejemplo, en los levantadores de pesas, y en la otra, hacia atrás, por ejemplo, en los artistas de cir-

* *M. Prives.* Estructura del esqueleto de personas de diferentes profesiones. Informe presentado en el VII Congreso Internacional de Antropólogos (1964), basado en los trabajos de M. Prives, K. Mashkara, M. Kallveit, A. Gabúzov, G. Rojlin, N. Krilova, D. Shpakovski y otros.

co, que en sus piruetas flexionan bruscamente la columna vertebral hacia atrás (Ya. Kushnarevski).

Miembro superior. En las personas no entrenadas en los deportes se observa con mucha frecuencia un húmero delgado, con un cuello quirúrgico bien destacado y, en cambio, en los nadadores, debido a la hipertrofia del músculo deltoideo, aumenta considerablemente el espesor de la diáfisis en la zona de inserción del músculo, siendo el cuello quirúrgico poco prominente. Un fenómeno análogo se observa en los remeros de canoa en los que, a causa de la hipertrofia de los bíceps braquiales aumenta intensamente el espesor de la tuberosidad bicipital del radio, borrándose el cuello del mismo. En los levantadores de pesas, debido al aumento total de espesor del radio, se borra el cuello del mismo y disminuye la curvatura de toda su diáfisis. En los obreros que realizan un trabajo físico pesado con ambos brazos, se desarrollan intensamente los huesos de los dos miembros superiores. Así, los cerrajeros-montadores (K. Mashkara), en comparación con los oficinistas, presentan un gran aumento en la anchura de las diáfisis y las epífisis de los huesos tubulares de las manos, con un mayor espesor de la substancia compacta. En ellos también se observa el alargamiento del segundo metacarpiano, lo que está relacionado con la mayor carga física sobre el segundo dedo, característica para la profesión de cerrajero-montador. Todas esas transformaciones se observan aún con mayor relieve en los chóferes, que presentan además un alargamiento relativo de los tercero, cuarto y quinto metacarpianos, relacionado con el aumento de la carga física sobre los dedos correspondientes, al manejar el volante. Finalmente, en los cargadores se observa un aumento todavía más intenso de la anchura de las diáfisis y las epífisis de los huesos tubulares de las manos, un mayor espesor de la substancia compacta, la estructura macroalveolar de la substancia esponjosa y el alargamiento del primer metacarpiano.

En las personas que realizan un trabajo desigual con ambos brazos, las modificaciones de los huesos son más manifiestas en el miembro más cargado. Así, en las obreras que confeccionan materiales aislantes y que alisan con fuerza la cinta aislante con la mano izquierda, presentan un mayor desarrollo de los huesos en dicha mano, especialmente de los segundo y tercer metacarpianos. En los pianistas se observa un mayor desarrollo de los huesos en la mano derecha, y en los violinistas, de la izquierda (K. Mashkara).

Miembro inferior. En los lanzadores de disco se engrosa intensamente el extremo distal de la diáfisis del fémur, deformándose la forma corriente del mismo. En los corredores se nota un engrosamiento exagerado de la tibia en la región de la tuberosidad, y del peroné en la región de la cabeza.

Los huesos tubulares cortos sufren grandes variaciones. Así, en los metatarsianos pueden observarse dos formas de diáfisis: 1) diáfisis que presentan un estrechamiento de su zona central, que tienen «talle», por eso sus metáfisis son más anchas que la parte media de la diáfisis (por ejemplo, en los obreros que trabajan sentados) y 2) diáfisis sin «talle» en vez del cual hay ensanchamiento, dando al hueso una forma fusiforme (por ejemplo, en los artistas de baile). Esas dos formas de metatarsianos representan dos variantes extremas de la variabilidad individual, condicionadas por aspectos determinados de trabajo.

En los obreros que hacen esfuerzos intensos con ambas piernas se observan diversas variaciones en los huesos de los miembros inferiores. Por ejemplo, en los chóferes de camiones (M. Kallveit) se observa el desarrollo intenso del estrato cortical de los metatarsianos, por ambos lados, y el predominio de la estructura macroalveolar de la substancia esponjosa (en más del 50%). En las obreras del textil que hacen un trabajo más intenso con la pierna izquierda se nota la gran anchura del primer metatarsiano del pie izquierdo y la estructura de alvéolos medios en la substancia esponjosa de los huesos del pie izquierdo. En los bailarines están aumentados, en particular, los primero y segundo metatarsianos, con la circunstancia de que existe un predominio de la substancia cortical, en el lado fibular, así como estructura macroalveolar de la substancia esponjosa en las epífisis y en los huesos del tarso. En las bailarinas (M. Kallveit, N. Krilova), debido a las particularidades de ejecución de las danzas clásicas (posición de puntillas), alcanzan su mayor desarrollo las diáfisis de los segundo y tercer metatarsianos. En ellos se engrosa intensamente el estrato cortical y a consecuencia de ello se modifica la forma de dichos huesos (que se hace fusiforme, sin «talle»), lo que las distingue de la forma de los metatarsianos en las operadoras de teléfono que trabajan sentadas. Estas últimas tienen «talle» en el centro de las diáfisis de sus metatarsianos. Las modificaciones citadas se observan en todo el esqueleto, pero presentan un mayor relieve en aquellos huesos sometidos a una carga física mayor, en cada tipo de trabajo. Se crea una variabilidad individual del sistema óseo, condicionada por el influjo concreto de los distintos aspectos de trabajo, por la influencia profesional.

Cambio de profesión. En una obrera de materiales aislantes (K. Mashkara), durante 3 años se observaba la hipertrofia progresiva de los metacarpianos debida al trabajo y condicionada por la carga física en dichos huesos, característica de esa profesión. Cuando esta obrera pasó a trabajar como almacenista, a los 4 años de haber cambiado de profesión en las radiografías del esqueleto de las manos podía observarse la disminución de anchura de las diáfisis y del espesor de la substancia compacta en los huesos metacarpianos, con el aumento correspondiente del espacio osteomedular, es decir, una especie de «regresión» de su hipertrofia de trabajo. Esas mismas regresiones fueron observadas en obreros cargadores, en sus huesos tubulares de las manos, al dejar de realizar trabajos físicos intensos.

Manifestaciones análogas se observaron también en los metatarsianos de bailarinas, al sustituir las danzas clásicas por los bailes de carácter, o al abandonar definitivamente las tablas por el paso a la actividad pedagógica. En este último caso, la disminución de las manifestaciones de la hipertrofia de trabajo se destaca con extrema nitidez.

Así, pues, por el aspecto de los huesos puede juzgarse con exactitud, dentro de ciertos límites, sobre el carácter de la profesión. Si antes, al explicarse la variabilidad individual, se tenían principalmente en cuenta los factores endógenos de la filo y ontogénesis, hoy día está claro que es necesario tener también presente los factores exógenos, o sea, las condiciones de vida, la profesión.

Todos esos datos sobre la variabilidad individual de los huesos, condicionada por la carga física profesional, tienen importancia práctica para la higiene del trabajo. Modificaciones similares, en la estructura de los huesos, tienen lugar también en los ejercicios físicos de carácter deportivo; por eso, en las personas que se dedican al deporte el esqueleto está mucho mejor desarrollado que el de los que no hacen gimnasia. En los niños de complexión más fuerte, el sistema óseo está mejor diferenciado que en los de complexión débil. Gracias a un régimen físico racional, el esqueleto de los niños se desarrolla mejor en todas sus partes, incluida la caja torácica, lo que tiene un reflejo saludable para el desarrollo de los órganos de importancia vital contenidos en la misma (corazón, pulmones). Por consiguiente, los datos sobre el desarrollo del esqueleto son importantes para la higiene escolar. Las modificaciones de los huesos, bajo la influencia de la carga física, son el resultado de las condiciones funcionales. De ello testimonian los siguientes hechos. Si miembros simétricos se someten a igual carga, los huesos en ambos lados tendrán un grosor idéntico. En cambio, si se da una carga mayor al brazo o la pierna izquierdos, los huesos del miembro izquierdo correspondiente adquirirán un mayor grosor. En consecuencia, no sólo los factores congénitos (dexteridad, zurdería) son los decisivos en el grado de desarrollo de la substancia ósea, sino también el carácter de la carga física que tiene lugar después del nacimiento y durante toda la vida del individuo.

Ese fenómeno regular permite, gracias a una cultura física racional, influir de modo dirigido sobre el crecimiento de los huesos y favorecer el desarrollo armónico del cuerpo de la persona. En eso consiste, en particular, la eficacia de la anatomía. En esta misma ley se fundamenta la gimnasia terapéutica, encaminada a la cura de lesiones óseas.

Una ilustración clara del papel funcional en la creación de la forma de los huesos la tenemos en la formación de una articulación patológica después de una fractura. En caso de que los fragmentos óseos no se consoliden, sus extremos van adquiriendo paulatinamente la forma de superficies lisas articulares, debido al roce mutuo prolongado, provocado por la contracción de la musculatura, y en el lugar de la vieja fractura aparece la llamada articulación falsa (seudoartrosis). O bien, otro ejemplo. Si se hace un injerto óseo de tibia, en sustitución de una zona resecada de otro hueso, por ejemplo, del húmero o fémur, la laminilla ósea injertada (trasplante) adquiere paulatinamente la estructura del hueso (húmero o fémur) en que fue injertada. El carácter arquitectónico de la zona trasplantada sufre una renovación, de acuerdo con las nuevas exigencias funcionales plantedas al injerto. En los individuos ocupados en trabajos físicos puede originarse una articulación costoclavicular en forma de anfiartrosis, que favorece la movilidad de la cintura torácica (A. Shushinski). Todos esos hechos de modificación en la forma y estructura de los huesos, dependientes de la variación de las condiciones funcionales, son manifestaciones de la ley dialéctica de la unidad entre la forma y la función, que se condicionan recíprocamente.

Así, pues, los huesos son órganos muy plásticos que pueden sufrir modificaciones considerables bajo la acción de los factores externos e internos. Muchas de esas modificaciones son descubiertas gracias a la exploración radiológica; por eso el cuadro radiográfico del esqueleto se convierte en un espejo que refleja, hasta cierto grado, la vida del organismo.

El estudio profundo de la estructura normal de los huesos teniendo en cuenta las condiciones de trabajo y de vida, tiene gran importancia para resolver la cuestión del paso de lo normal a lo patológico, a causa de la intensificación de la carga física que rebase los límites de la norma (sobreentrenamiento, desgaste). Conociendo la estructura normal de los huesos, con el cálculo de la actividad profesional del trabajador o de la antigüedad del deportista, puede percibirse ese paso, lo que tiene importancia para la higiene del trabajo y del deporte. El anatomista que opera exclusivamente con huesos macerados, pertenecientes a personas desconocidas, no está facultado para este estudio profundo. Por el contrario, esa posibilidad es satisfecha plenamente cuando el anatomista está armado con los rayos X e investiga el esqueleto del individuo vivo, precisando sus condiciones de trabajo y vida.

Estructura del esqueleto de las personas de distintas especializaciones deportivas. La carga física condicionada por uno u otro tipo de deporte provoca en los huesos los mismos cambios en su estructura que la carga física relacionada con una u otra profesión laboral.

Columna vertebral. Los cuerpos de las vértebras torácicas y lumbares tienen igual altura por delante y por detrás en los deportistas cuyas ocupaciones no están vinculadas con una gran carga sobre la columna vertebral. En los deportistas que se ocupan de halterismo y que cargan mucho la porción anterior de las vértebras, los cuerpos de estas últimas son más bajas en su parte anterior que en la posterior, adquiriendo la forma de cuña («cuña que se reduce hacia delante»).

Huesos del miembro superior. En los boxeadores que cargan mucho la escápula su acromión tiene una estructura macroalveolar con trabéculas óseas gruesas. En las personas que no cargan la escápula el acromión tiene una estructura microalveolar con trabéculas delgadas. En los deportistas cuya especialización deportiva está relacionada con el trabajo intenso de los huesos tubulares largos del miembro superior estos últimos se hipertrofian intensamente como resultado del trabajo. Además, en los nadadores, a causa del gran trabajo del músculo deltoideo, se hipertrofia bruscamente el lugar de su inserción, o sea, la tuberosidad deltoidea, la que tiene el aspecto de un tubérculo saliente.

En los deportistas que cargan irregularmente los brazos la hipertrofia de trabajo sólo se desarrolla en los huesos del miembro que se carga, por ejemplo, en los esgrimistas: en el brazo derecho, en los derechos, y en el izquierdo, en los zurdos.

Huesos del miembro inferior. Fenómenos análogos se observan en los huesos del miembro inferior. Así, en los futbolistas se nota una gran hipertrofia de todos los huesos tubulares largos del miembro inferior. Si se carga más una sola pierna, entonces la hipertrofia de trabajo es más evidente en los huesos del miembro más cargado, por ejemplo, en la pierna de impulso.

Los cambios de los huesos condicionados por distintas especializaciones deportivas constituyen el contenido de la anatomía deportiva; su primera elaboración se debe a M. G. Prives y sus colaboradores (L. A. Alexina, A. N. Gabuzov, M. E. Kallveit, N. V. Krylova, E. F. Korneva, M. A. Kornev, A. I. Lapiner, K. I. Mashkara, I. I. N. Preobrazhenskaya, G. D. Rojlin, D. F. Shpakovski y otros).

Estos científicos establecieron las regularidades generales con respecto a los cambios óseos condicionados por las especializaciones deportivas que se reducen a lo siguiente.

1. La carga física deportiva provoca la hipertrofia de trabajo de los huesos que se expresa en cierto aumento de la anchura de los huesos, el engrosamiento de la sustancia compacta, la reconstrucción de la sustancia esponjosa microalveolar en la macroalveolar, el aumento de los procesos, los tubérculos y las tuberosidades en el lugar de inserción de los músculos, el retraso de la sinostosis de las epífisis y las metáfisis y la prolongación del período de crecimiento de los huesos.
2. En halterismo es causa de una gran hipertrofia de trabajo en comparación con el atletismo.
3. Los huesos o las partes de los mismos que se cargan con más intensidad, en relación con la especialización deportiva dada, se someten mucho más a la hipertrofia de trabajo.

De tal manera, al conocer la especialización deportiva se puede determinar con anterioridad aquellos cambios de la estructura de los huesos que se caracterizan por el tipo dado del deporte.

Por consiguiente, la anatomía deportiva ayuda al entrenamiento de los deportistas y tiene importancia para la higiene del deporte y el diagnóstico radiológico de los cambios patológicos provocados por la sobrecarga deportiva.

EFICACIA DE LA ANATOMÍA DEL SISTEMA ÓSEO

El rasgo característico de la anatomía soviética es su eficacia, es decir, no la contemplación pasiva y la descripción de la estructura del organismo, como enseña el materialismo contemplativo de Feuerbach, sino el intento de descubrir las regularidades de la estructura y del desarrollo del organismo y dominar estas regularidades con el objetivo de actuar sobre el organismo humano en la dirección indispensable para el desarrollo favorable y armónico del hombre.

Los factores sociales que condicionan la variación individual del organismo humano ejercen una acción dirigida sobre la estructura.

El materialismo dialéctico enseña que el factor social más importante que actúa sobre la estructura y el desarrollo del organismo humano es el trabajo.

«El mismo hombre es producto de su propio trabajo» (*C. Marx*, Capital, 1930, tomo 1, ed. rusa). Al utilizar los medios de trabajo parece como si el hombre adquiriese nuevos órganos que cambian su estructura anatómica.

Por eso ante la anatomía se plantea la tarea de estudiar, precisamente, cómo los medios de trabajo fabricados por el hombre, al completar los medios naturales de su cuerpo, es decir, los órganos, influyen sobre su estructura normal.

Así, pues, la anatomía no es una ciencia puramente descriptiva de la estructura del hombre abstracto «estándar» como lo fue hasta hace poco.

La anatomía moderna es la anatomía individual de las personas concretas, tomando en consideración su modo de vida y de trabajo, así como el influjo de diferentes tipos de trabajo, o sea, las profesiones, sobre la estructura del cuerpo humano. Esta **anatomía de las personas de distintas profesiones** (laborales y deportivas) representa una nueva dirección en la ciencia anatómica moderna, la cual está elaborándose en la cátedra de Anatomía Normal del I Instituto de Medicina «Académico I. P. Pávlov» de Leningrado, por la iniciativa y bajo la dirección de M. G. Príves durante más de 25 años (M. G. Príves, K. I. Mashkara, Ya. I. Kushnarevski, L. A. Alexina, N. V. Krylova, I. N. Preobrazhenskaya, A. S. Lanzetova y otros). Gracias a esta dirección de la ciencia anatómica se realiza la eficacia de la anatomía. Los ejemplos de esta eficacia se dan en los apartados «Anatomía del esqueleto de las personas de distintas profesiones» y «Anatomía del sistema óseo de las personas de distintas especializaciones deportivas».

He aquí unos ejemplos más.

La investigación radiológica de los huesos del pie de una bailarina, la cual se efectuaba reiteradamente en la misma persona durante 20 años, demostró lo siguiente. Cuando la bailarina comenzó a ocuparse del ballet, en la misma se desarrolló la hipertrofia de trabajo de los metatarsianos. Cuando dejó de bailar y pasó a la enseñanza de las danzas en ella se destacó la atrofia de los mismos huesos que por su estructura se hicieron iguales como eran antes de ocuparse del ballet (fig. 20).

Fenómenos análogos se observaban en los metacarpianos de los herreros, cuando su trabajo manual fue sustituido por el trabajo automatizado.

Por consiguiente, al cambiar de profesión y el carácter del trabajo, al variar el grado de la carga física relacionada con determinados tipos de trabajo y de deporte y al utilizar distintos regímenes del entrenamiento, se puede actuar dirigidamente sobre la estructura de los huesos, su forma y estructuración.

El hueso, a pesar de ser duro y «petrificado», siendo el órgano vivo, siempre se reconstruye y cambia en dependencia de la carga física relacionada con el movimiento y la actividad laboral u otra del individuo.

La anatomía de las personas de diferentes profesiones descubre las regularidades de los cambios dirigidos de los huesos y ayuda a controlar su estructura. Los ejemplos mencionados sobre el cambio de la estructura de los huesos bajo el influjo de la acción dirigida de las cargas físicas y la insuficiencia de las mismas demuestran la eficacia de la anatomía.

De tal modo, nuestras observaciones de las personas de diversas profesiones y especializaciones deportivas, así como las observaciones del cuadro radiológico de los mismos huesos de la misma persona durante 10-20 años permitieron establecer las siguientes regularidades.

1. La carga física intensificada relacionada con determinada profesión laboral o la especialización deportiva provoca la hipertrofia de trabajo de los huesos. Y al contrario, en presencia de la carga insuficiente de los huesos se nota la atrofia de la sustancia ósea entre los límites normales.

2. Esta hipertrofia se desarrolla en aquellos huesos y en aquellas partes del hueso que se someten a una carga intensa.

3. Al escoger la carga física necesaria para las condiciones dadas, se puede actuar sobre la estructura de los huesos en la dirección deseada.

Es precisamente esta posibilidad la que constituye el rasgo esencial de la anatomía moderna —su eficacia—, que permite dirigir conscientemente la estructura de los huesos.

4. Esta dirección tiene importancia práctica para la higiene del trabajo y del deporte, para la profilaxis de las consecuencias nocivas de la carga profesional de los trabajadores de la producción, para el entrenamiento correcto de los deportistas, así como para la educación física correcta de los escolares.

En resumen, puede decirse que se cumple la opinión de Goethe sobre la morfología, la cual él consideraba como el estudio de la estructura, la formación y la transformación. La descripción de la estructura es el rasgo descriptivo de la anatomía; la formación de la estructura son sus rasgos evolutivo y funcional y la transformación es, precisamente, la eficacia de la anatomía.

RELACION RECIPROCA ENTRE LO SOCIAL Y LO BIOLÓGICO EN LA ESTRUCTURA DE LOS HUESOS

El hueso no es un modelo definitivo, invariable una vez formado, como antes se creía. Este criterio metafísico ha sido superado ya por la anatomía moderna, que examina la actividad vital de los huesos, incluso en el adulto, como un proceso ininterrumpido del metabolismo con otros tejidos del organismo, como ley dialéctica de la unidad y la lucha de contrarios, entre dos procesos: de osteogénesis y de osteodestrucción (de reabsorción). Como resultado de esta lucha tiene lugar el cambio constante de estructura de los huesos y de su composición química; así que, por ejemplo, el fémur sufre una renovación completa en el transcurso de 50 días. En este proceso, los huesos están sometidos a una serie de leyes biológicas: adaptación a las nuevas condiciones de vida, unidad del organismo y el medio, unidad de forma y función, variabilidad como resultado de ejercicios físicos o la falta de los mismos, acción de la presión mecánica de un segmento sobre otro, etc. (Darwin, Lamarck, Roux).

La manifestación morfológica de estas leyes, aplicable al esqueleto, es el cambio de estructura de los huesos (reestructuración ósea), en correspondencia con las variaciones de las exigencias funcionales, según expusimos anteriormente.

Tal es, en esencia, el «aspecto biológico» de las relaciones recíprocas entre lo social y lo biológico. En lo tocante al «aspecto social» es indispensable tener en cuenta lo siguiente.

Los distintos factores sociales (profesión, modo de vida, carácter de la alimentación, etc.) están relacionados con una distinta carga física, de la que depende el diferente grado de participación de tales o cuales huesos en un trabajo dado. El trabajo profesional del individuo condiciona la situación prolongada del cuerpo en tal o cual posición (por ejemplo, la posición encorvada sobre un torno o sobre el escritorio) o la constante variación de la situación del cuerpo en tal o cual sentido (por ejemplo, la flexión del dorso hacia delante y su enderezamiento hacia atrás en el trabajo de los carpinteros). Por eso el carácter de la carga física profesional y su volumen determinan una mayor o menor participación en el trabajo de un segmento determinado del esqueleto y de cada hueso, en particular, condicionando el distinto carácter de las modificaciones de su estructura, y el grado de reestructuración. Con los cambios de profesión se observa la reestructuración ósea en el sentido de la intensificación o la debilitación de la hipertrofia de trabajo, en dependencia del carácter de la carga profesional (véase pág. 116).

El crecimiento de los huesos en longitud aumenta con una carga física adecuada. Así, en los estudiantes de escuelas técnicas, donde está establecido un régimen determinado de trabajo, reposo y alimentación, ese crecimiento es más prolongado que en los alumnos de escuelas de enseñanza media (K. Mashkara).

El envejecimiento de los huesos se inicia más tarde en aquellos obreros que durante muchos años observan un régimen de trabajo acertado, que no provoca el desgaste prematuro del tejido óseo (G. Rojlin).

Los hechos expuestos sobre variabilidad individual del sistema óseo están condicionados tanto por los factores biológicos, como por los sociales. Los estímulos del medio exterior son percibidos biológicamente por el organismo y favorecen la reestructuración

del esqueleto. La capacidad del tejido óseo de adaptarse a las exigencias funcionales variables por vía de la reestructuración ósea es la causa biológica de la variabilidad de los huesos; el carácter de la profesión, el volumen de la carga profesional, la intensidad de trabajo, el modo de vida de cada individuo y otros momentos sociales constituyen las causas sociales de dicha variabilidad.

Tal es la relación recíproca entre lo social y lo biológico en la estructuración del esqueleto. Conociendo esa relación se puede influir de un modo determinado sobre la estructura del sistema óseo por la vía de elección de los ejercicios físicos adecuados, tanto en el trabajo como en el deporte y también con el cambio de las condiciones sociales de vida. Así, entre los representantes de las capas pobres de la población de Vietnam, obligados a andar constantemente descalzos por un terreno difícil para el mantenimiento del equilibrio y llevando además cargas en la cabeza (cestas repletas), los dedos del pie se hallan abiertos como en abanico y el dedo gordo está intensamente desarrollado, separado de los restantes y con una gran movilidad, al igual que en los monos antropomorfos. Esto dio el atraso de los vietnamitas. Pero esta estructura de los pies se observa exclusivamente entre los pobres y está condicionada por un determinado modo de vida y de trabajo (Do-Suan-Hop). Con el mejoramiento de la vida la estructura descrita comienza a desaparecer paulatinamente.

De lo antes expuesto se deduce que «es imposible separar lo social de lo biológico, en el desarrollo del hombre. La esencia del hombre es social, pero se manifiesta a través de sus substratos biológicos» (D. Biryukov y V. Serzhántov, 1965). Así, pues, según D. Biryukov y V. Serzhántov, la creación del hombre (antropogénesis) y el desarrollo de su estructura corporal deben ser considerados a la luz de un problema único, biologicosocial, que debe ser resuelto por la vía de la investigación científica concreta.

ARTICULACIONES DE LOS HUESOS EN GENERAL (SINDESMOLOGÍA)

La forma primitiva de unión de los huesos (en los vertebrados inferiores, de vida acuática) fue su enlace con ayuda de tejido conjuntivo o (más tarde) cartilaginoso. Sin embargo, este medio de unión total entre los huesos limita el volumen de los movimientos. Con la formación de palancas óseas de movimiento, en el tejido interóseo, y como resultado de la reabsorción de este último, comenzaron a presentarse hendiduras y cavidades, lo que dio origen a una nueva forma de unión entre los huesos, la discontinua, articulada. Los huesos no sólo dejaron de unirse simplemente, sino que se articularon, formando las articulaciones que permitían a las palancas realizar amplios movimientos, indispensables para la existencia de los animales, especialmente de los terrestres. De esta suerte, durante el proceso de la filogénesis se desarrollaron dos clases de uniones óseas: una primitiva, completa, con una capacidad muy limitada de movimientos, y otra posterior, discontinua, que permite movimientos amplios. Reflejando el proceso filogenético de adaptación al medio ambiente con ayuda del movimiento en las articulaciones, también en la embriogénesis humana el desarrollo de las uniones óseas pasa por dos estadios. Al principio, los rudimentos esqueléticos están unidos ininterrumpidamente por capas de mesénquima. Éste último se transforma en tejido conjuntivo, del cual se derivaron los dispositivos que unen los huesos. Si las zonas de tejido conjuntivo situados entre los huesos son continuas, se obtiene la unión continua, de los huesos, su

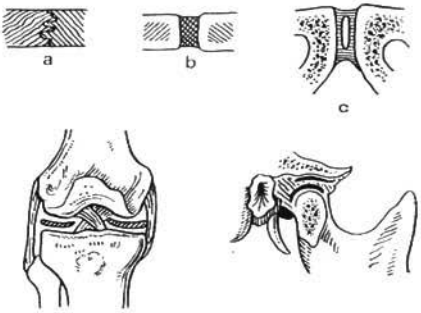


Fig. 21. Esquema de los diferentes tipos de articulaciones óseas.

Articulaciones continuas:
a — con ayuda de tejido conjuntivo (sindesmosis);
b — con ayuda de cartílago (sincondrosis).
Forma de tránsito entre las articulaciones continuas y las discontinuas:
c — semiarticulación (hemiartrosis).
Articulaciones verdaderas:
d — con ligamentos y meniscos intraarticulares;
e — con disco intraarticular que divide la articulación en dos pisos.

soldadura o sinartrosis. Si dentro de esas zonas, por vía de reabsorción del tejido conjuntivo, se forma una cavidad, se origina otra clase de unión, la cavitaria o discontinua, la diartrosis.

De esta suerte, por su desarrollo, estructura y función todas las uniones óseas pueden clasificarse en 2 grandes grupos (figs. 21, 23).

1. *Uniones continuas o sinartrosis* (BNA), son más precoces en su desarrollo, inmóviles o semimóviles por sus funciones.

2. *Uniones discontinuas o diartrosis* (BNA), son más tardías en su desarrollo y más movibles por sus funciones.

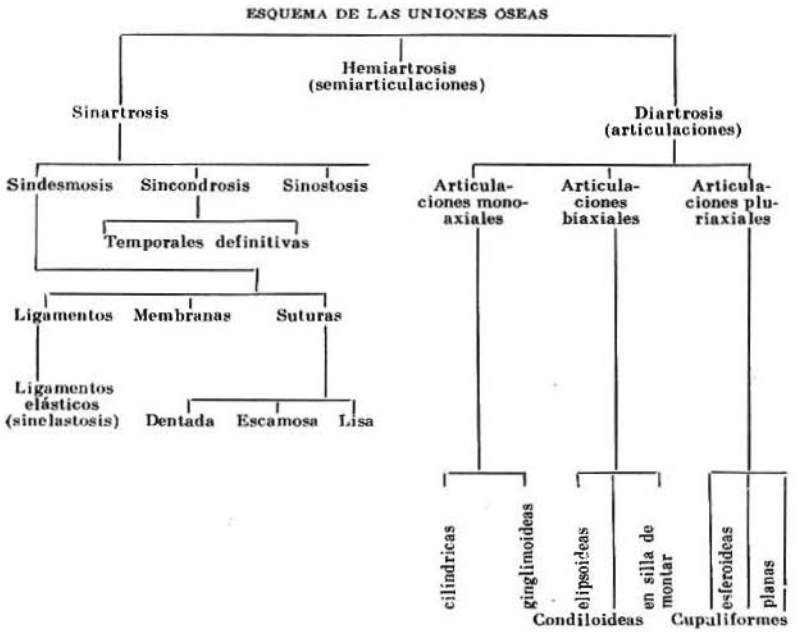
Entre estas dos formas existe una de tránsito, de las continuas a las discontinuas, o viceversa. Esta se caracteriza por la existencia de una pequeña hendidura desprovista de la cavidad articular verdadera, por lo que se denomina semiarticulación o *hemiartrosis*.

UNIONES CONTINUAS O SINARTROSIS

Como ya se dijo, el esqueleto en su desarrollo pasa por 3 estadios: conjuntivo, cartilaginoso y óseo. Puesto que el paso de un estadio al otro está relacionado con la modificación de los tejidos interóseos, la unión de los huesos pasa también, en su desarrollo, por 3 fases, a causa de lo cual se distinguen 3 clases de sinartrosis:

I. Si después del nacimiento persiste tejido conjuntivo en el espacio interóseo, los huesos estarán unidos por tejido conjuntivo fibroso o **sindesmosis** (*articulationes fibroses s. syndesmosis*).

II. Si en el espacio interóseo el tejido conjuntivo se transforma en cartilaginoso, que se mantiene después del nacimiento, los huesos estarán unidos



por tejido cartilaginoso o **sincondrosis** (*articulationes cartilaginea s. synchondrosis*).

III. Finalmente, si en el espacio interóseo el tejido conjuntivo se transforma en óseo (en la osteogénesis désmica) o primeramente en cartilaginoso y posteriormente en óseo (en la osteogénesis condral), los huesos se encontrarán unidos por tejido óseo, constituyendo una **sinostosis** (*synostosis*) (BNA).

El carácter de la unión interósea no es invariable en el transcurso de la vida de cada individuo. En correspondencia con los 3 estadios de osificación, las sindesmosis pueden transformarse en sincondrosis y en sinostosis. Estas últimas forman la fase terminal en el desarrollo del esqueleto.

CLASES DE SINDESMOSIS

Sindesmosis (*articulatio fibrosa*) es la unión continua de los huesos por tejido conjuntivo.

1. Si el tejido conjuntivo ocupa un gran espacio entre los huesos, esa unión adquiere el aspecto de **membrana interósea** (*membrana interossea*), por ejemplo, entre los huesos del antebrazo o de la pierna.

2. Si el tejido conjuntivo interóseo adquiere la estructura de fascículos fibrosos, se originan **los ligamentos fibrosos** (en todas las articulaciones). En algunos lugares (por ejemplo, entre los arcos vertebrales) los ligamentos están compuestos de tejido conjuntivo elástico (*synelastosis* —BNA) y por eso tienen una coloración amarillenta (*ligg. flava*).

3. Los huesos de la calvaria están unidos por restos de tejido conjuntivo primario; tales uniones se denominan **fontanelas** (*fonticuli*).

4. Cuando el tejido conjuntivo interóseo adquiere el carácter de una capa delgada, entre los huesos del cráneo se originan **las suturas**. Por la forma de unión de los bordes óseos, se distinguen las siguientes suturas:

a) **dentada** (*sutura serrata*), en la que los salientes del borde de un hueso encajan en los espacios interdentados del borde del otro hueso (entre la mayoría de los huesos de la calvaria);

b) **sutura escamosa**, cuando el borde biselado de un hueso se aplica sobre el borde biselado del otro (entre los bordes de los huesos parietal y temporal);

c) **sutura lisa o plana** o aplicación entre sí de dos bordes biselados (entre los huesos de la cara).

CLASES DE SINCONDROSIS

Sincondrosis (*articulatio cartilaginea*) es la unión continua de los huesos mediante tejido cartilaginoso, la cual, gracias a las propiedades físicas del cartílago, es una unión elástica. Los movimientos en las sincondrosis son muy limitados y tienen el carácter de muelle. Estos dependen del grosor de la capa cartilaginosa: cuanto más ancha sea, tanto mayor será la movilidad.

Según la estructura del tejido cartilaginoso (hialino o fibroso), se distinguen: 1) la sincondrosis hialina, por ejemplo, entre las costillas y el esternón, y 2) la sincondrosis fibrosa.

Esta última se presenta en aquellas zonas sometidas a gran resistencia ante los agentes mecánicos, por ejemplo, entre los cuerpos de las vértebras. Aquí las sincondrosis fibrosas, gracias a su elasticidad, desempeñan el papel de amortiguadores, que suavizan los golpes y sacudidas.

Por la duración de su existencia, las sincondrosis pueden ser:

1. *Temporales*, que existen solamente hasta una edad determinada, después de la cual son sustituidas por sinostosis, por ejemplo, las sincondrosis entre las epífisis y las metáfisis o entre los tres huesos del cinturón del miembro inferior, que se unen constituyendo un hueso pelviano único. Las sincondrosis temporales representan la segunda fase del desarrollo del esqueleto.

2. *Permanentes*, que existen toda la vida, por ejemplo, las sincondrosis entre la pirámide del hueso temporal y el esfenoides o entre la pirámide y el occipital.

UNIONES DE TRÁNSITO, SEMIARTICULACIONES; HEMIARTROSIS

Si en el centro de la sincondrosis se forma una hendidura estrecha sin el carácter de cavidad articular verdadera, con superificies articulares y cápsula, se crea una unión de tránsito entre las articulaciones continuas y las discontinuas, denominándose *semiarticulación o hemiartrosis*; por ejemplo, la existente entre los pubis o la *sínfisis púbica*. La hemiartrosis puede formarse también como resultado del paso inverso de las junturas discontinuas a las continuas, como consecuencia de la reducción de las articulaciones, por ejemplo, en algunos vertebrados, entre los cuerpos de una serie de vértebras de la cavidad articular queda solamente una estrecha hendidura en *el disco intervertebral*.

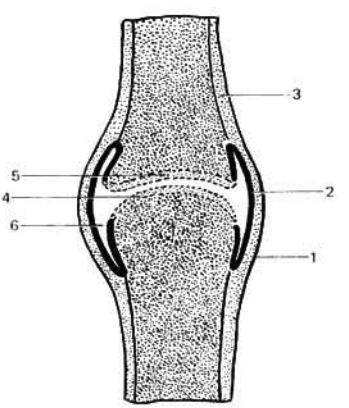
UNIONES DISCONTINUAS, ARTICULACIONES; DIARTROSIS

La articulación se presenta como una unión discontinua, cavitaria, móvil (*articulatio synovialis*) (del gr. *arthron*, articulación, de ahí *arthritis*, inflamación de la articulación). En cada articulación se distinguen las caras articulares de los huesos, la cápsula articular, que envuelve en forma de manguito los extremos articulares de los huesos, y la cavidad articular, que se encuentra en el interior de la cápsula (fig. 22).

1. Las caras articulares (*facies articulares*) están revestidas por cartílago articular hialino o, más raramente, fibroso, que tiene un espesor de 0,2 a 0,5 mm. Como resultado del roce continuo, el cartílago articular se va puliendo, lo que facilita el deslizamiento de las caras articulares, y gracias a su elasticidad aminora los golpes, sirviendo de amortiguador. Las caras articulares, por lo común, se corresponden más o menos una a la otra (con-

Fig. 22. Esquema de una articulación.

1 — capa fibrosa de la cápsula articular (membrana fibrosa);
2 — capa sinovial de la cápsula articular (membrana sinovial);
3 — periostio;
4 y 5 — caras articulares de los huesos revestidas por el cartílago articular;
6 — cavidad de la articulación.



gruencia). Así, cuando la cara articular de un hueso es convexa (cabeza articular), la cara del otro será cóncava (fosa articular).

2. **La cápsula articular** (*capsula articularis*), cubriendo herméticamente la cavidad articular, se inserta en los bordes de las caras articulares o a poca distancia de las mismas. Se compone de una membrana externa fibrosa (*membrana fibrosa*) y una membrana interna sinovial (*membrana synovialis*). La membrana sinovial, por su cara dirigida a la cavidad articular, está tapizada por una capa de células endoteliales que le proporciona el aspecto liso y brillante. La membrana sinovial segrega en la cavidad articular un líquido viscoso, traslúcido, la sinovia y siempre termina en los bordes de los cartílagos articulares. Ella forma, frecuentemente, pequeñas exuberancias denominadas **vellosidades sinoviales** (*villi synoviales*). Además, en zonas aisladas constituye **pliegues sinoviales** (*plicae synoviales*), más o menos grandes, que entran en la cavidad articular. A veces, los pliegues sinoviales contienen una cantidad considerable de substancias adiposas, infiltradas del exterior, convirtiéndose en **pliegues adiposos** (*plicae adiposae*), un ejemplo de ellos son **los pliegues alares** (*plicae alares*) de la articulación de la rodilla. Algunas veces, en los lugares adelgazados de la cápsula se forman prolongaciones sacciformes de la membrana sinovial, **las bolsas sinoviales** (*bursae synoviales*), situadas alrededor de los tendones o debajo de los músculos cercanos a la articulación. Estas bolsas repletas de sinovia suavizan el roce de los tendones y los músculos durante los movimientos.

3. **La cavidad articular** (*cavitas articulare*) es un espacio en forma de hendidura, herméticamente cerrado, limitado por las caras articulares y la membrana sinovial. En estado normal no es una cavidad vacía, sino llena de líquido sinovial, que humedece y lubrica las caras articulares, disminuyendo el roce entre las mismas. Además, la sinovia juega su papel en el metabolismo de los líquidos y en el reforzamiento de la articulación, gracias al acoplamiento de las caras. También sirve de amortiguador, atenuando la presión y los golpes de las caras articulares, ya que el movimiento en las articulaciones no es sólo el deslizamiento, sino también la separación de las caras articulares (V. Kasyanenko, 1956). Entre las caras articulares existe una presión negativa (inferior a la atmosférica). Por eso su separación está obstaculizada por la presión atmosférica. (Eso explica las sensibilidad de las articulaciones respecto a las oscilaciones de la presión atmosférica, en algunas enfermedades de las mismas, debido a lo cual dichos enfermos pueden predecir los empeoramientos del clima.) En los traumatismos de la cápsula articular, el aire penetra en la cavidad articular, a causa de lo cual las caras articulares se separan de inmediato. En las condiciones corrientes, dicha separación está dificultada no sólo por la presión negativa de la cavidad, sino por los ligamentos (intra y extraarticulares) y los músculos, junto con los huesos sesamoideos incluidos en el espesor de sus tendones. Los ligamentos y los tendones de los músculos constituyen el aparato complementario que refuerza la articulación.

En una serie de articulaciones se tienen dispositivos adicionales que complementan las caras articulares, *los cartílagos intraarticulares*; ellos están compuestos de tejido cartilaginoso fibroso y tienen el aspecto de laminillas cartilaginosas compactas, **los discos** (*disci articulares*) o de formaciones no compactas, encorvadas en forma semilunar denominadas **meniscos** (*menisci articulares*) (del lat. *meniscus*, media luna), o adoptan la forma de bordes cartilaginosos **(labios articulares)** (*labra glenoidalia*).

Todos estos cartílagos intraarticulares se insertan por su contorno en la cápsula articular. Por lo común se consideran como dispositivos para nivelar las caras articulares incongruentes. Sin embargo, V. Kasyanenko (1956) dice que este punto de vista es erróneo, puesto que la incongruencia de las caras articulares existe solamente en los huesos macerados, pues en el organismo vivo todos los elementos de la articulación están en completa correspondencia. Los cartílagos intraarticulares se originan como resultado de nuevas exigencias funcionales, como reacción ante la complicación y el aumento de la carga estática y dinámica. Estos provienen de los cartílagos de las uniones continuas primarias y por sus propiedades conjuntas de solidez y elasticidad favorecen la resistencia a los golpes y facilitan el movimiento en las articulaciones.

BIOMECÁNICA DE LAS ARTICULACIONES

En el organismo vivo, las articulaciones tienen un papel triple (Davies, 1961): 1) cooperan a mantener la posición del cuerpo; 2) participan en el desplazamiento de partes del cuerpo, unas respecto de las otras, y 3) son órganos de la locomoción (traslado) del cuerpo en el espacio.

Puesto que durante la filogenia las condiciones para la actividad muscular fueron variables, se originaron también articulaciones de diferentes formas y funciones. Por su forma las caras articulares pueden considerarse como segmentos de cuerpos geométricos de rotación: cilindro, que gira alrededor de un eje; elipsis, que gira alrededor de dos ejes, y esfera, que gira alrededor de tres o más ejes. En las articulaciones los movimientos se ejecutan alrededor de tres ejes fundamentales, distinguiéndose los tipos siguientes:

1. Movimiento alrededor de un eje frontal (horizontal), **flexión,** es decir, disminución del ángulo formado por los huesos articulados, y **extensión,** o sea, aumento de dicho ángulo.

2. Movimiento alrededor de un eje sagital (horizontal), **aducción** o acercamiento al plano medio, y **abducción** o alejamiento del mismo.

3. Movimientos alrededor de un eje vertical, es decir, movimiento giratorio o **rotación,** hacia los planos medio y lateral o hacia la derecha y la izquierda.

4. **Movimiento circular** (*circumductio*), en el que se efectúa el paso de un eje al otro, con la particularidad de que un extremo del hueso describe una circunferencia y el hueso en su conjunto, la figura de un cono.

Son posibles también movimientos de deslizamiento de las superficies articulares y los de separación recíproca, como se observa, por ejemplo, en la extensión de los dedos.

El carácter del movimiento en las articulaciones está condicionado por la forma de las caras articulares. El grado de movimiento depende de la diferencia de dimensiones de las caras articuladas. Por ejemplo, si una fosa articular por su extensión representa un arco de 140° y la cabeza, uno de 210°, el arco de movimiento será de 70°. Cuanto mayor sea la diferencia de extensión de las caras articulares, tanto mayor será el arco (el grado) de movimiento, y viceversa. Si las dos caras articuladas son iguales entre sí, el movimiento falta o es muy insignificante. El movimiento en las arti-

culaciones, aparte de la disminución de la diferencia entre la extensión de las caras articuladas puede verse también limitado por distintos frenos, realizados por algunos ligamentos, músculos, salientes óseos, etc. Ya que la carga física intensificada (de fuerza), al provocar la hipertrofia del trabajo de los huesos, ligamentos y músculos, favorece la proliferación de estas formaciones y limitación de la movilidad, en los deportistas se observa una flexibilidad desigual de las articulaciones, según el aspecto del deporte. Por ejemplo, la articulación escapulohumeral tiene un grado mayor de movimiento en los atletas ligeros que en los pesados (E. Guevlich, 1966). Cuando esos dispositivos de freno en las articulaciones se encuentran desarrollados muy intensamente, los movimientos pueden limitarse extraordinariamente. A esas articulaciones se les llama *tensas* (véase pág. 133).

En la amplitud de los movimientos influyen también los cartílagos intraarticulares, que aumentan el número de movimientos. Así, la articulación temporomandibular, que por la forma de sus caras articulares pertenece a las articulaciones biaxiles, gracias a la presencia de un disco intraarticular, pueden efectuarse tres clases de movimientos (véase pág. 197).

POSICIÓN REGULAR DE LOS LIGAMENTOS

Los medios de fijación de las articulaciones son **los ligamentos,** que encauzan y sostienen el trabajo de las mismas: de ahí que éstos se clasifiquen en *directrices* y *de sostén*. El número de ligamentos en el cuerpo humano es muy elevado, por eso para poder estudiarlos y retenerlos mejor es indispensable conocer las leyes que rigen su posición:

1. Los ligamentos dirigen el movimiento de las caras articulares por un *determinado eje de rotación* de una articulación dada, por lo cual se hallan distribuidos en la articulación de acuerdo con el número y la disposición de sus ejes.

2. Los ligamentos se sitúan: a) *perpendicularmente al eje* de rotación y b) preferentemente, *en los extremos del mismo.*

3. Los ligamentos están localizados en el plano de un movimiento determinado de la articulación.

Así, en la articulación interfalángica, que tiene un solo eje frontal de rotación, los ligamentos directrices se encuentran a los lados del mismo, ligamentos colaterales (*ligg. collateralia*), y verticalmente. En la articulación biaxil del codo, los ligamentos colaterales se disponen también verticalmente, perpendiculares al eje frontal y en los extremos de éste y el ligamento anular (*lig. anulare*) está dispuesto horizontalmente, siendo perpendicular al eje vertical. En fin, en la articulación coxal, que es poliaxil, los ligamentos se disponen en diferentes direcciones.

CLASIFICACIÓN DE LAS ARTICULACIONES Y SU CARACTERÍSTICA GENERAL

Las articulaciones pueden clasificarse siguiendo los principios siguientes: 1) por el número de caras articulares; 2) por la forma de estas últimas, y 3) por su función.

Por el número de caras articulares se distinguen:

1. **Articulación simple** (*art. simplex*), que tiene solamente dos caras articulares, por ejemplo, las articulaciones interfalángicas.

2. **Articulación compuesta** (*art. composita*), con más de dos caras articulares, por ejemplo, la articulación del codo. La articulación compuesta consta de varias articulaciones simples, en las que los movimientos pueden realizarse por separado. En la articulación compuesta la presencia de varias articulaciones condiciona la comunidad de sus ligamentos.

3. **Articulación compleja** (*art. complexa*), que contiene en el interior de la cápsula un cartílago intraarticular que divide la articulación en dos cámaras (articulación bicameral) (Davies, 1961). La separación en cámaras puede ser completa, cuando el cartílago intraarticular tiene la forma de disco (por ejemplo, en la articulación temporomandibular) o incompleta, si el cartílago tiene la forma de un menisco semilunar (por ejemplo, en la articulación de la rodilla).

4. **Articulación combinada**, constituida por la combinación de varias articulaciones aisladas entre sí y situadas separadamente una de otra, pero que funcionan en conjunto. Tales son, por ejemplo, las dos articulaciones temporomandibulares, las articulaciones radioulnares proximal y distal y otras. Puesto que la articulación combinada representa la agrupación funcional de dos o más articulaciones aisladas anatómicamente, eso las distingue de las articulaciones compuestas y complejas, cada una de las cuales al crear una unidad anatómica agrupa articulaciones de función distinta.

Por la forma y las funciones, la clasificación se realiza de la siguiente manera.

La función de la articulación se determina por el número de ejes en cuyo alrededor se efectúan los movimientos. El número de ejes depende, a su vez, de la forma de las caras articulares. Así, por ejemplo, la forma cilíndrica permite el movimiento exclusivamente alrededor de un solo eje de rotación. En este caso, la dirección del eje coincidirá con el eje de disposición del propio cilindro; si la cabeza cilíndrica está situada verticalmente, también el movimiento se realiza por el eje vertical (art. trocoidea); si la cabeza cilíndrica está situada horizontalmente, el movimiento se ejecutará también por uno de los ejes horizontales que coincida con el de la disposición de la cabeza, por ejemplo, el eje frontal (articulación ginglimoide).

Al contrario, la forma esférica de la cabeza permite la rotación alrededor de múltiples ejes, coincidentes con los radios de la esfera (articulación esferoidea) (fig. 23).

Por consiguiente, entre el número de ejes y la forma de las caras articulares existe una correspondencia perfecta: la forma de las caras articulares determina el carácter del movimiento articular, y viceversa, el carácter del movimiento en cada articulación condiciona la forma de la misma (P. Lesgaft).

En eso vemos una manifestación de la ley dialéctica de la unidad entre la forma y la función.

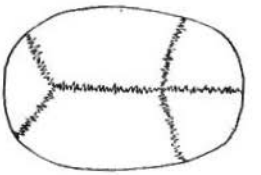
En base a esta ley puede hacerse la siguiente clasificación única anatomofisiológica de las articulaciones.



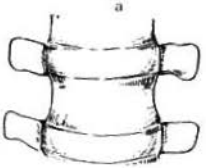
a



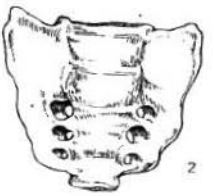
b



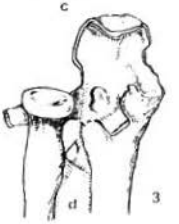
c



1



2



d 3



4



5



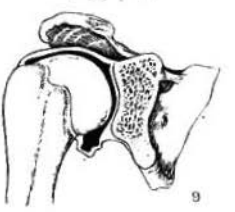
6



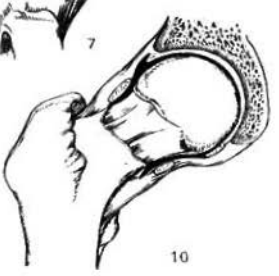
7



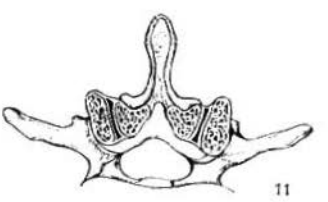
8



9



10



11

1. Articulación cilíndrica, o en forma de rueda, **art. trocoidea** (*art. trochoidea*). La cara articular cilíndrica, o en forma de rueda, con su eje dispuesto verticalmente, paralelo al eje longitudinal de los huesos articulados o al eje vertical del cuerpo, asegura el movimiento de rotación por un eje vertical; esta articulación también se denomina *rotatoria.*

Davies (1961) distingue dos tipos de articulación rotatoria, que considera como axial: en el primer tipo, el eje óseo gira por el anillo formado por la fosa articular y el ligamento anular; por ejemplo, la articulación radioulnar proximal, en la que el radio efectúa la rotación medial (pronación) y lateral (supinación). En el segundo tipo, por el contrario, el anillo formado por la fosa articular y el ligamento gira alrededor del eje óseo; por ejemplo, la articulación del atlas con la apófisis odontoides del axis. En esta articulación, el anillo del atlas gira, a la derecha y a la izquierda, alrededor del diente del axis.

2. Articulación en forma de polea o gínglimo (*ginglymus*) (por ejemplo, las articulaciones interfalángicas de los dedos). La cara articular ginglimoide está representada por un cilindro situado transversalmente, cuyo eje longitudinal es también transversal, situado en un plano frontal y perpendicular al eje longitudinal de los huesos articulados; por eso los movimientos en la articulación ginglimoide se efectúan alrededor de ese eje frontal (flexión y extensión). El surco y la cresta directrices que existen en las caras articulares anulan la posibilidad de un deslizamiento lateral y favorecen el movimiento alrededor de un eje.

Si el canal directriz del gínglimo no está situado perpendicularmente al eje de este último sino con una cierta inclinación, con la prolongación de la misma se obtiene una línea en forma de espiral. A esta articulación ginglimoide se le denomina también articulación espiral (por ejemplo, la articulación humeroulnar). El movimiento en la articulación espiral es idéntico al de las demás articulaciones ginglimoides.

De acuerdo con las leyes que rigen la localización del aparato ligamentoso (véase pág. 128), en la articulación cilíndrica los ligamentos directrices estarán situados perpendicularmente al eje vertical de rotación y en la articulación ginglimoide, perpendicularmente al eje frontal y por los bordes del mismo. Tal localización mantiene los huesos en su posición, sin dificultar el movimiento.

Fig. 23. Diferentes formas de articulación de los huesos.

a, b, c, d — distintas formas de sindesmosis (articulación continua de los huesos con ayuda de tejido conjuntivo);
a — ligamento;
b — sutura lisa;
c — sutura dentada;
d — membrana.
1 — sincondrosis (articulación continua de los huesos con ayuda de cartílago);
2 — sinostosis (articulación continua de los huesos con ayuda de tejido óseo).
3 — 11 — articulaciones discontinuas verdaderas de los huesos:
3 — articulación cilíndrica, en forma de rueda, art. trocoidea (articulación radiocubital proximal);
4, 5 — articulación en forma de polea, gínglimo (art. tibiotarsiana y art. interfalángica);
6 — articulación elipsoidea (art. radiocarpiana);
7 — articulación condiloidea (art. de la rodilla);
8 — articulación en silla de montar (art. carpometacarpiana del dedo pulgar);
9 — articulación esferoidea (art. humeral);
10 — articulación cotiloidea (art. coxal);
11 — articulación plana (art. intervertebral).

1. Articulación elipsoidea (*articulatio elipsoidea*) (por ejemplo, la articulación radiocarpiana). Las caras articulares representan segmentos de elipse; una de éstas es convexa, de forma oval, con distinta curvatura en dos direcciones; la otra es, en correspondencia, cóncava. Estas aseguran el movimiento alrededor de dos ejes horizontales, perpendiculares uno al otro: alrededor del eje frontal, la flexión y la extensión; y alrededor del eje sagital, la abducción y la aducción. Los ligamentos, en las articulaciones elipsoideas, están situados perpendicularmente a los ejes de rotación, en los extremos de los mismos.

2. Articulación condiloidea (*articulatio condylaris*) (por ejemplo, la articulación de la rodilla) (Davies, 1961).

La articulación condiloidea tiene una cabeza articular convexa, en forma de un proceso saliente esferoidal, parecido a una elipse, denominado *cóndilo*, lo que da nombre a la articulación. Al cóndilo le corresponde una fosa o cavidad en la cara articular del otro hueso, a pesar de que la diferencia de dimensiones entre ambas puede ser considerable.

La articulación condiloidea puede ser considerada como una variedad de articulación elipsoidea, constituyendo una forma de tránsito entre la ginglimoide y la elipsoidea. Por eso su eje principal de rotación será el frontal. La condiloartrosis se distingue de la ginglimoide por presentar una mayor diferencia entre las dimensiones y las formas de sus caras articulares. Como resultado de eso, y a diferencia de la articulación ginglimoide, en la condiloartrosis son posibles los movimientos alrededor de dos ejes. Se diferencia de la articulación elipsoidea por el número de cabezas articulares. Las condiloideas tienen siempre dos cóndilos, situados más o menos sagitalmente dentro de una sola cápsula (por ejemplo, los dos cóndilos del fémur, que participan en la articulación de la rodilla), o en cápsulas articulares aisladas, como en la articulación occipitoatloidea. Puesto que en la articulación condiloidea las cabezas no tienen una configuración elipsoide exacta, el segundo eje no será obligatoriamente horizontal, como es característico en la articulación elipsoidea; incluso este eje puede ser vertical (articulación de la rodilla). Si los cóndilos se encuentran en cápsulas articulares distintas, la articulación condiloidea se parecerá por su funcionamiento a la elipsoide (articulación occipitoatloidea). Si los cóndilos no están muy separados y se encuentran dentro de una misma cápsula, como sucede en la articulación de la rodilla, la cabeza articular en su conjunto recuerda a un cilindro horizontal (polea), partido por la mitad (espacio intercondíleo). En este caso, la articulación condiloidea se parecerá, por sus funciones, a la articulación ginglimoidea.

3. Articulación en silla de montar (*art. sellaris*) (por ejemplo, la articulación carpometacarpiana del primer dedo).

Esta articulación consta de dos caras articulares en forma de silla de montar, que se encajan recíprocamente, moviéndose una de ellas a lo largo y transversalmente de la otra. Gracias a eso, en la articulación se realizan movimientos alrededor de dos ejes, perpendiculares entre sí: el frontal (flexión y extensión) y alrededor del sagital (abducción y aducción).

En las articulaciones biaxiales es posible el paso del movimiento de un eje al otro, es decir, el movimiento circular (*circumductio*).

ARTICULACIONES POLIAXIALES

1. Articulaciones esferoidales. En la articulación esferoidea (*art. spheroidea*) (por ejemplo, la articulación escapulohumeral) una de las caras articulares tiene la forma de una cabeza esférica, convexa, y en correspondencia, la otra forma una cavidad o fosa cóncava. Teóricamente, el movimiento puede realizarse alrededor de múltiples ejes, correspondientes a los radios de la esfera, pero en la práctica se distinguen corrientemente tres ejes principales, perpendiculares entre sí y con intersección en el centro de la esfera: 1) eje transverso (frontal), alrededor del cual se efectúa la flexión anterior o anteflexión, cuando la parte en movimiento forma con el plano frontal un ángulo abierto hacia delante, y la flexión hacia atrás o retroflexión, cuando el ángulo se abre hacia atrás; 2) eje anteroposterior (sagital), alrededor del cual se realiza la abducción y la aducción; 3) eje vertical, a cuyo alrededor tiene lugar la rotación medial y lateral. Al pasar de un eje al otro, se ejecuta el movimiento circular (*circumductio*). La articulación esferoidea es la más libre de todas las articulaciones, pues la magnitud del movimiento depende de la diferencia de dimensiones entre las dos caras articulares y la cavidad articular, en esta articulación, es pequeña, en comparación con la dimensión de la cabeza. En las articulaciones esferoidales típicas los ligamentos auxiliares son escasos, lo que determina la libertad de movimientos.

Una variedad de articulación esferoidal es **la articulación cotiloidea** (*art. cotylica*) (del gr. *cotyle*, copa)*. Su acetábulo es profundo y abarca gran parte de la cabeza. A consecuencia de esto, el movimiento en esta articulación es más limitado que en la articulación esferoidal típica; un ejemplo de articulación cotiloidea lo tenemos en la articulación coxal, donde dicha estructura favorece una mayor seguridad de la articulación.

2. Articulaciones planas (*art. plana*). Presentan caras articulares casi planas (por ejemplo, las artt. intervertebrales). Pueden ser consideradas como segmentos de esfera con un radio muy grande y por eso los movimientos se realizan por los tres ejes principales; sin embargo, debido a la poca diferencia de dimensiones entre las dos caras articulares, los movimientos son bastante limitados. Los ligamentos en las articulaciones poliaxiles se localizan en todos los lados de la articulación.

Articulaciones rígidas o anfiartrosis. Algunos autores (Alverdés, 1956; Tittel, 1962, y otros) bajo el nombre de anfiartrosis destacan un grupo de articulaciones con caras articulares de diferentes formas, pero que se asemejan por otros rasgos: cápsula articular corta, muy rígida, y un aparato auxiliar muy firme, carente de elasticidad, particularmente los ligamentos cortos de refuerzo. A consecuencia de eso, las caras articulares están adosadas íntimamente, lo que limita extraordinariamente los movimientos. Esas articulaciones de movimientos limitados se denominan articulaciones rígidas, anfiartrosis (BNA). Las anfiartrosis suavizan las sacudidas y los golpes entre los huesos (V. Kasyanenko, 1956). Por ejemplo, la articulación mediocarpiana. En dicho grupo pueden incluirse también las demás articulaciones planas en las que, como se dijo, las caras articulares planas tienen igual extensión. En las articulaciones rígidas los movimientos tienen un carácter de deslizamiento y son en extremo insignificantes.

---

* Articulación en forma de nuez (*enarthrosis*) (BNA).

COORDINACIÓN DE LAS ARTICULACIONES

La función de cada articulación, al igual que la de los músculos, no debe ser examinada aisladamente. En el organismo vivo todas las articulaciones se encuentran en diferentes grados de coordinación, lo que juega un papel decisivo en la estática y la dinámica del cuerpo. Esta coordinación asegura la conservación de una posición determinada del cuerpo o las variaciones de forma de sus partes; por ejemplo, la rotación del húmero por su eje longitudinal asegura la posición más ventajosa para los movimientos de los huesos del antebrazo; la forma de bóveda del pie es uno de los mecanismos que aseguran la posición vertical del cuerpo, etc. La coordinación de las articulaciones determina también una mayor amplitud de movimiento en distintos segmentos del cuerpo, aunque sean insignificantes los movimientos entre los distintos eslabones óseos: por ejemplo, la mayor amplitud del movimiento de la columna vertebral en su conjunto depende de la suma de movimientos insignificantes entre vértebras aisladas.

Los huesos pueden articularse entre sí, sucesiva o paralelamente. En la articulación *sucesiva* los huesos de un eslabón óseo constituyen, como si dijéramos, uno la continuación del otro; en la articulación *paralela* los huesos están dispuestos paralelamente uno al otro. Por ejemplo, el radio se articula con el húmero y con los huesos del carpo y paralelamente con el cúbito. En la unión sucesiva de los huesos, el gran volumen de los movimientos se distribuye con mayor facilidad entre varias articulaciones, cada una de las cuales tiene una movilidad limitada. Por ejemplo, el gran volumen de movimiento de la cabeza no sólo depende de la forma de articulación del cráneo con el atlas y el axis, sino también de las múltiples articulaciones, poco movibles, entre las vértebras cervicales, unidas entre sí sucesivamente.

La unión *paralela* de los huesos asegura una mayor variedad de movimientos.

La distribución de los movimientos entre varias articulaciones exige diferentes clases de coordinación. Se distinguen *las articulaciones de coordinación activa y pasiva*. En el grupo de las articulaciones coordinadas activamente se incluyen aquellas cuya actividad está determinada por los músculos; por ejemplo, todas las articulaciones intervertebrales en la flexión y extensión del tronco. Al grupo de las articulaciones coordinadas pasivamente pertenecen aquellas en que uno de los huesos no es puesto en actividad por los músculos, pero sigue pasivamente al movimiento de otros huesos en los que se insertan los músculos. Por ejemplo, la articulación subtalar se mueve en la retroflexión de la articulación de la rodilla, a pesar de que en el astrágalo no se insertan los músculos. Las articulaciones de coordinación pasiva pueden moverse también por la tensión de los ligamentos y aponeurosis; por ejemplo, las articulaciones de los huesos del tarso y del metatarso, por el levantamiento pasivo del dedo grueso del pie.

El conocimiento de las coordinaciones de las articulaciones tiene importancia práctica. Así, en las afecciones de una articulación se alteran también los movimientos de otras articulaciones coordinadas con aquélla. Con frecuencia el enfermo se queja de dolores en ambas articulaciones, a pesar de que sólo está afectada una.

ESQUELETO DEL TRONCO

En todos los vertebrados los elementos del aparato locomotor del tronco se desarrollan a partir de los segmentos primarios (somitas) del mesodermo dorsal, situados a cada lado de la notocorda y del tubo neural (véase en la introducción «Desarrollo inicial del organismo»). El somita del mesénquima, derivado de la parte medioventral (esclerotomo), está destinado para la formación del esqueleto alrededor de la notocorda, y la parte media del segmento primario (miotoma) origina los músculos (de la parte dorsal del somita se forma el dermatomo). Con la formación del esqueleto cartilaginoso y posteriormente del óseo, los músculos (miotoma) reciben el sostén en las partes duras del esqueleto, las cuales, en consecuencia, se disponen también metaméricamente, alternándose con los segmentos musculares. Sobre este principio se estructura el esqueleto axial del cuerpo —la columna vertebral, compuesta por una serie longitudinal de segmentos, las vértebras, cada una de las cuales se forma por las mitades contiguas de dos escleró-

tomos vecinos. En su aspecto primitivo, como puede observarse en las formas inferiores o en el desarrollo inicial del embrión humano, la columna está compuesta por *los arcos cartilaginosos superiores e inferiores*, dispuestos en metámeras por el lado dorsal y ventral de la notocorda.

Durante su evolución ulterior, los elementos aislados de las vértebras proliferan, lo que acarrea dos resultados: en primer lugar, la unión de todas las partes de las vértebras; y, en segundo lugar, el rechazo del notocordio y su sustitución por los cuerpos vertebrales. Los cuerpos vertebrales envuelven a la cuerda dorsal y la comprimen, a causa de lo cual pierde su significación como enlace de las vértebras y desaparece, conservándose únicamente entre las mismas (intervertebralmente) en forma de un núcleo pulposo (*nucleus pulposus*), en el centro de los discos intervertebrales. Los arcos superiores (neurales) abrazan a la médula espinal y se fusionan, constituyendo los procesos (apófisis) espinosos impares, los procesos articulares (2 pares) y los procesos transversos. Los arcos inferiores (ventrales) dan lugar a las costillas, que se sitúan en los espacios intermedios, entre los segmentos musculares (mioseptos), abarcando la cavidad total del cuerpo. La columna vertebral, pasado el estadio cartilaginoso, se convierte en ósea, a excepción de los espacios intermedios entre los cuerpos de las vértebras, donde se mantiene el cartílago intervertebral que los une.

La evolución de la columna vertebral siguió, en lo primordial, por el camino de la diferenciación de sus segmentos, relacionada con el paso al modo de vida terrestre y a la traslación del cuerpo por la tierra, con ayuda de los miembros. En los animales acuáticos (peces) sólo se distinguen el segmento troncular y el caudal. Los peces carecen de cuello y todas las vértebras están unidas a las costillas; la cabeza inmóvil se continúa directamente con el tronco, lo que proporciona al extremo anterior del cuerpo una forma aerodinámica, bien equilibrada, ventajosa para los movimientos en el agua. Con el paso a la tierra (a partir de los anfibios), la cabeza adquiere la propiedad de los movimientos y, en relación con ello, desaparecen las costillas próximas a la misma, conservándose solamente como parte costal de los procesos transversos de las vértebras. Con esto, las vértebras próximas a la cabeza se transforman en cervicales, constituyendo el segmento del cuello (cervical) de la columna vertebral. La formación de un cuello movible en los animales terrestres se demuestra por el hecho de que, en los mamíferos que volvieron secundariamente a la vida acuática (por ejemplo, las ballenas), las vértebras cervicales se fusionan, el cuello casi desaparece y la cabeza pierde de nuevo su movilidad.

La conservación de costillas desarrolladas condicionó la diferenciación del segmento costal de la columna vertebral (denominado torácico), ya que las costillas se mantuvieron solamente en dicho segmento, mientras que en los segmentos restantes se convirtieron en formaciones rudimentarias, incluidas en los procesos transversos de las vértebras. A la diferenciación del segmento torácico cooperó el desarrollo de los pulmones y también el de los miembros, acarreando el desarrollo del esternón, gracias a lo cual el segmento torácico de la columna vertebral participó en la formación de la caja torácica. En relación con el desarrollo de los miembros posteriores, en los cuadrúpedos se realizó la unión del cinturón del miembro inferior con el esqueleto axial, por su articulación con dos o más vértebras que se fusionaron posteriormente constituyendo el sacro. Esto condujo al forta-

lecimiento de la columna vertebral y la diferenciación de los segmentos lumbar y sacro. La constitución del sacro tuvo lugar, preferentemente, en aquellos animales cuyo cuerpo sólo se apoya en los miembros posteriores. Por el contrario, el segmento caudal de la columna vertebral, debido a la reducción de la cola, se convirtió en una pequeña formación rudimentaria. Los pasos señalados condicionaron la división de la columna vertebral del hombre en segmentos y la diferente estructura de vértebras aisladas.

El número de vértebras en los mamíferos presenta grandes oscilaciones, reflejando una línea general de evolución, con la disminución sucesiva de su número partiendo de los animales inferiores hacia los superiores y el hombre. En tanto que el número de vértebras cervicales en casi todos los mamíferos no varía de 7, independientemente de la longitud del cuello (por ejemplo, en el ratón y en la jirafa), lo que subraya la comunidad de origen; en el segmento torácico el número de vértebras oscila entre 9 y 24, en correspondencia con el número de costillas conservadas. En el hombre, el número de vértebras torácicas es de 12, pero puede variar entre los límites de 11 a 13. El número de vértebras lumbares también varía extraordinariamente en los animales (de 2 a 9), y en el hombre entre 4 y 6, lo más frecuente 5, en dependencia del grado de fusión con el sacro. Tienen interés práctico especial las variaciones que ocurren en el hombre, en la región de las vértebras de transición: toracolumbar (Th_{XII}), lumbotorácico (L_1), lumbosacra (L_V) y sacrolumbar (S_1).

Cuando persiste la XIII costilla (lumbar), la primera vértebra lumbar aparece como la XIII torácica, quedando solamente cuatro vértebras lumbares. Si la XII vértebra torácica no tiene costilla, se asemeja a la lumbar (*lumbarización*), en cuyo caso sólo quedan once vértebras torácicas, y las lumbares aumentan a seis. Esta lumbarización puede ocurrir también con la primera vértebra sacra, si no se fusiona con el sacro; si la V lumbar se fusiona con la I sacra, asemejándose a la misma (*sacralización*), el número de vértebras lumbares será de 4, y el de sacras, 6.

Así, pues, el número de vértebras presacras en el hombre es de 24, pero puede aumentar a 25 o disminuir a 23. Este número refleja claramente la disminución progresiva de las mismas en el curso de la evolución, oscilando entre 28 y 25 en los monos, incluidos los antropoides, hasta 24 en el hombre. También el sacro se va formando con diferente número de vértebras, soldadas entre sí, con la particularidad de que a partir de los monos, en dirección al hombre, se observa el aumento del número de vértebras sacras que se articulan con el cinturón del miembro inferior (pelviano) (de 2 a 5). En el hombre, debido a la marcha vertical, el sacro alcanza su desarrollo más elevado, comprendiendo 5 vértebras e incluso 6 (en la sacralización).

El segmento caudal de la columna varía grandemente, en dependencia de la longitud de la cola. En las especies que poseen una cola larga, el número de vértebras en este segmento puede llegar hasta 46, y en las que tienen una cola reducida, su número es de 3 (orangután) o de 4 vértebras (otros monos de cola reducida). En el hombre el número de vértebras caudales (cóccix) es de 4, pero oscila entre 5 y 1, presentando la menor cantidad, en comparación con los demás animales. Como resultado, el número total de vértebras en el hombre varía entre los límites de 30 a 35, siendo corrientemente de 33. Las costillas pueden disponerse en todo el trayecto de la columna vertebral (en las serpientes), pero lo más común es su desarrollo

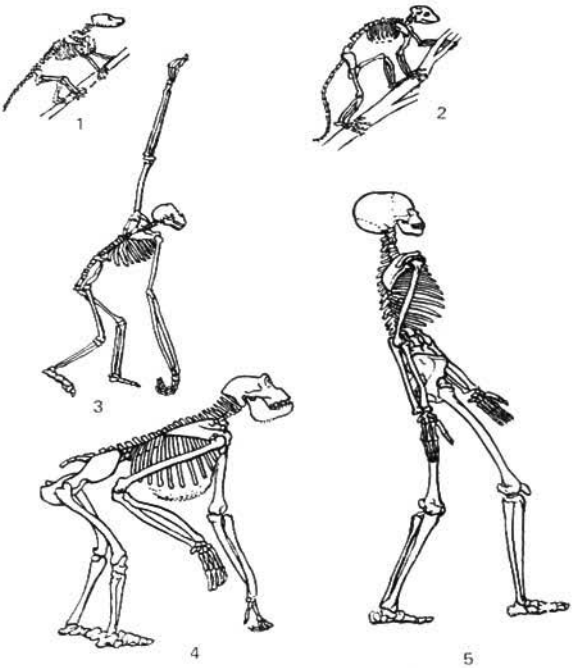


Fig. 24. Evolución del esqueleto en los vertebrados superiores.

1 — mamífero marsupial fósil;
2 — primate fósil;
3 — gibón;
4 — gorila;
5 — hombre contemporáneo.

en el segmento torácico; en los segmentos restantes persisten en forma rudimentaria, fusionándose con las vértebras.

En la mayoría de los mamíferos las costillas se articulan con la columna vertebral en dos lugares: en el cuerpo de las vértebras y en los procesos transversos de las mismas. Los extremos ventrales de las costillas se unen con el esternón, que sólo aparece en los vertebrados terrestres, en relación con el desarrollo del cinturón del miembro superior. Por eso, los animales que perdieron sus miembros, por ejemplo, las serpientes, no tienen esternón. El esternón de los vertebrados terrestres superiores se desarrolla de los extremos ventrales de las costillas, las cuales en el transcurso de la vida embrionaria se unen entre sí en laminillas torácicas pares, fusionándose en la línea media en un hueso impar.

El esqueleto del tronco del hombre, debido a *la posición vertical del cuerpo*, sufre variaciones que lo distinguen del de los demás mamíferos que andan a cuatro patas. En estos últimos la columna vertebral, excepto el segmento cervical, se dispone como un arco en declive, apoyado en los cuatro miembros. En el hombre, en el que intervienen otras condiciones estáticas, la columna se presenta como una columna vertical arqueada que sostiene por arriba a la cabeza y que se apoya por abajo en los miembros inferiores (fig. 24). La posición vertical influye también en la configuración del tórax (véase pág. 160).

Así, pues, *el esqueleto del tronco en el hombre tiene los siguientes rasgos característicos*, condicionados por la posición vertical y el desarrollo de los miembros superiores como órganos de trabajo:

1) posición vertical de la columna vertebral, con curvaturas, especialmente en la región sacra, donde se forma un saliente hacia delante (promontorio);

2) aumento gradual de los cuerpos de las vértebras, de arriba hacia abajo, que en la región de enlace con los miembros inferiores, a través del miembro inferior, se fusionan en un hueso único, el sacro, compuesto de 5 vértebras;

3) una caja torácica ancha y aplanada, cuya mayor dimensión es la transversal, y la menor, la anteroposterior.

COLUMNA VERTEBRAL

La columna vertebral (*columna vertebralis*) tiene una estructura metamérica (rasgo que relaciona a los vertebrados con los antiguos invertebrados) y se compone de segmentos óseos aislados, las vértebras, superpuestas ordenadamente una sobre otra y pertenecientes a los huesos esponjosos cortos.

Función de la columna vertebral. La columna vertebral cumple el papel de esqueleto axil que sostiene el cuerpo, protege la médula espinal situada en su canal y participa en los movimientos del tronco y de la cabeza. La

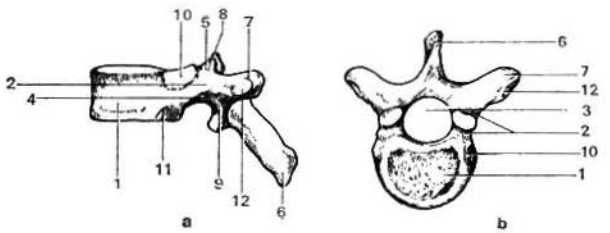


Fig. 25. Vértebra torácica.

a — vista lateral;
b — vista superior.
1 — cuerpo de la vértebra;
2 — arco vertebral;
3 — agujero vertebral;
4 — incisura vertebral inferior;
5 — incisura vertebral superior;
6 — proceso espinoso;
7 — proceso transverso;
8 — proceso articular superior;
9 — proceso articular inferior;
10 — fosita costal superior;
11 — fosita costal inferior;
12 — fosita costal transversa.

situación y forma de la columna vertebral están determinadas por la marcha bípeda del hombre.

Propiedades comunes de las vértebras. De acuerdo con las tres funciones de la columna vertebral, cada **vértebra** (del gr. *spongylos*) tiene (fig. 25):

1) una parte de sostén, situada por delante y engrosada en forma de pequeña columna, **el cuerpo** (*corpus vertebrae*);

2) **un arco** (*arcus vertebrae*), insertado a la parte posterior del cuerpo por dos porciones óseas, **los pedículos vertebrales** (*pediculi arcus vertebrae*), que cierra **el agujero vertebral** (*foramen vertebrale*); de la conjunción de los agujeros vertebrales se constituye **el canal vertebral** (*canalis vertebralis*), que protege de las lesiones exteriores a la médula espinal incluida en su interior. Por consiguiente, el arco de la vértebra cumple, en lo primordial, la función de defensa;

3) además, la vértebra contiene los accesorios necesarios para los movimientos de la columna vertebral, los procesos. Por la línea media del arco se dirige hacia atrás **el proceso espinoso** (*processus spinosus*); a cada lado, derecho e izquierdo, **un proceso transverso** (*processus transversus*); arriba y abajo, en número de dos, **los procesos articulares** (*processus articulares superiores et inferiores*) (*zygapophysis super. et inferior*). Los procesos articulares limitan por detrás con unas escotaduras pares, **las incisuras vertebrales superiores e inferiores** (*incisurae vertebrales superiores et inferiores*), las cuales al superponerse una vértebra sobre la otra forman **los agujeros intervertebrales** (*foramina intervertebralia*), para los nervios y vasos de la médula espinal. Los procesos articulares sirven para la formación de las articulaciones intervertebrales, en las que se realizan los movimientos de la columna vertebral, mientras que en los procesos transversos y espinosos se insertan los ligamentos y músculos que ponen en movimiento a las vértebras.

En las diferentes partes de la columna vertebral, las vértebras presentan forma y dimensiones distintas, por lo cual se clasifican en los siguientes grupos: vértebras cervicales (7), torácicas (12), lumbares (5), sacras (5) y coccígeas (1-5). Es natural que en las cervicales la parte de sostén (el cuerpo) esté relativamente poco desarrollada (en la I vértebra cervical el cuerpo falta casi por completo), y que en dirección descendente los cuerpos de las vértebras vayan aumentando paulatinamente, alcanzando sus mayores dimensiones en las lumbares; las vértebras sacras, que soportan todo el peso de la cabeza, del tronco y los miembros superiores y que unen el esqueleto de dichas partes del cuerpo con los huesos del cinturón del miembro inferior, y a través de ellos con los miembros inferiores, se fusionan en un hueso sacro único («en la unión está la fuerza»). Al contrario, las vértebras coccígeas, que representan el remanente de la cola, desaparecida en el hombre, tienen el aspecto de pequeñas formaciones óseas, con un cuerpo apenas distinguible y desprovisto de arco. El arco de la vértebra, como parte de protección, forma un agujero vertebral más ancho en los lugares donde la médula espinal está engrosada (cervicales inferiores, torácicos superiores y lumbares superiores). En relación con la terminación de la médula espinal a nivel de la II vértebra lumbar, las vértebras lumbares inferiores y las del sacro tienen un agujero vertebral que se va estrechando gradualmente, hasta desaparecer por completo en el cóccix.

Los procesos transversos y espinosos, en los que se insertan los músculos y ligamentos, presentan mayor relieve allí donde la musculatura insertada

es más potente (en los segmentos lumbar y torácico), en cambio, en el sacro, debido a la desaparición de la musculatura caudal, estos procesos disminuyen y constituyen, en el sacro fusionado, pequeñas crestas. A consecuencia de la fusión de las vértebras sacras, desaparecen sus procesos articulares que, en cambio, están bien desarrollados en las partes movibles de la columna vertebral, sobre todo en el segmento lumbar. Así, pues, para comprender la estructura de la columna vertebral es indispensable tener en cuenta que las vértebras y sus distintas partes están más desarrolladas en aquellos sectores sometidos a una carga funcional mayor. Por el contrario, allí donde las exigencias funcionales disminuyen, se observa la reducción de las partes correspondientes de la columna vertebral, por ejemplo, en el cóccix, convertido en el hombre en una formación rudimentaria.

DIFERENTES CLASES DE VÉRTEBRAS

1. Vértebras cervicales (fig. 26). En correspondencia con la menor carga que recae sobre las vértebras cervicales (en comparación con los segmentos subsiguientes de la columna vertebral), sus cuerpos tienen menores dimensiones y presentan una forma ovalada transversalmente, y las caras superior e inferior son cóncavas. Los procesos transversos se caracterizan por la presencia de agujeros transversos (*foramina transversaria*), originados a causa de la fusión de los procesos transversos con los rudimentos de costillas, los procesos costales (*processus costalis*).

El canal formado por la superposición de dichos agujeros, protege la arteria y la vena vertebrales que pasan por el mismo. En los extremos de los procesos transversos la fusión con el rudimento costal se manifiesta por la presencia de dos eminencias; **el tubérculo anterior y el posterior**. El tubér-

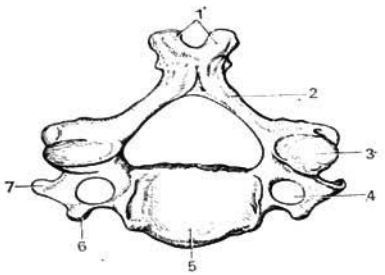


Fig. 26. IV vértebra cervical (C); vista superior.

1 — proceso espinoso;
2 — arco vertebral;
3 — proceso articular superior;
4 — agujero transversal;
5 — cuerpo vertebral;
6, 7 — tubérculos anterior y posterior del proceso transverso.

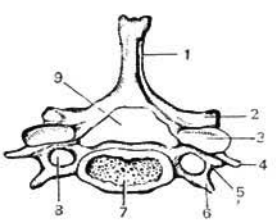


Fig. 27. VII vértebra cervical; vista superior.

1 — proceso espinoso;
2 — proceso articular inferior;
3 — cara articular superior;
4 — tubérculo posterior;
5 — proceso transverso;
6 — tubérculo anterior;
7 — cuerpo vertebral;
8 — agujero transversal;
9 — agujero vertebral.

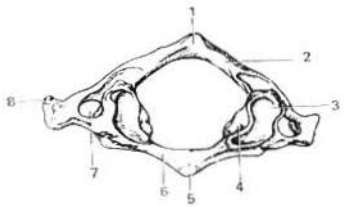


Fig. 28. Atlas; vista superior.

1 — tubérculo posterior;
2 — arco posterior;
3 — fosita articular superior;
4 — masa lateral;
5 — tubérculo anterior;
6 — arco anterior;
7 — agujero transversal;
8 — proceso transverso.

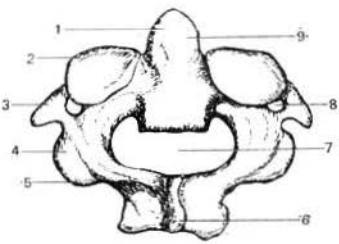


Fig. 29. Axis; vista por arriba y por detrás.

1 — diente del axis (proceso odontoideo);
2 — proceso articular superior;
3 — proceso transverso;
4 — proceso articular inferior;
5 — arco vertebral;
6 — proceso espinoso;
7 — agujero vertebral;
8 — agujero transversal;
9 — cara articular posterior.

culo anterior de la VI cervical está muy desarrollado y se denomina **tubérculo carotídeo** (contra el cual puede comprimirse la arteria carótida para coaptar una hemorragia). Los procesos espinosos están bifuracados en su vértice, a excepción de las VI y VII vértebras. En esta última, el proceso se distingue por su gran tamaño y de ahí la denominación de vértebra prominente (destacada, sobresaliente) que se le da a la VII vértebra cervical, fácilmente palpable en el ser vivo, lo que es utilizado para el recuento de las vértebras con fines diagnósticos (fig. 27).

Las I y II vértebras cervicales tienen una forma particular, condicionada por su participación en la articulación movible con el cráneo. En la primera cervical, **atlas o atlante***, durante el proceso de desarrollo la mayor parte del cuerpo pasa a la segunda vértebra e incrustándose en la misma forma el proceso odontoideo. A consecuencia de eso, del cuerpo del atlas queda solamente el arco anterior, aumentando el agujero vertebral, ocupado en su parte anterior por el diente. **Los arcos anterior y posterior** del atlas se hallan unidos entre sí por **las masas laterales.** Las caras superior e inferior de las masas laterales sirven para la articulación del atlas con los huesos vecinos: la superior, cóncava, forma **la cavidad glenoidea** (*fosa articular superior*), para la articulación con el cóndilo correspondiente del hueso occipital; **la inferior, aplanada** (*fosa articular inferior*), se articula con la cara articular de la II vértebra cervical.

En las caras externas de los arcos anterior y posterior existen unas eminencias: **los tubérculos anterior y posterior del atlas** (fig. 28).

La II vértebra cervical, el axis [(del lat. *axis*—eje; por consiguiente, axil), (*s. epistropheus* (BNA) (del gr. *epistrephomai*—giro, por consiguiente, rotatorio)], se diferencia bruscamente de todas las demás vértebras por la

* Sostiene el cráneo, como el gigante mitológico Atlas sostiene la bóveda celeste.

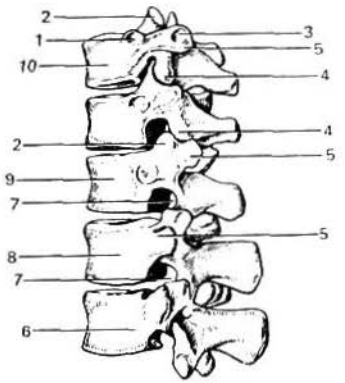


Fig. 30. X, XI y XII vértebras torácicas y I y II vétrebras lumbares.

1 — fosita articular superior de la X vértebra (para la décima costilla);
2 — proceso articular superior;
3 — fosita costal transversa;
4 — proceso articular inferior;
5 — proceso transverso;
6 — II vértebra lumbar;
7 — agujero intervertebral;
8 — I vértebra lumbar;
9 — XII vértebra torácica;
10 — X vértebra torácica.

presencia del proceso **odontoideo o diente** (fig. 29). En el diente se encuentran caras articulares: una anterior, para la articulación con el arco anterior del atlas (en la cara anterior del diente), y otra posterior, para la articulación con el ligamento transverso (en la cara posterior del diente). Otra particularidad de la vértebra axil consiste en que sus caras articulares superiores, para la articulación con el atlas, no se encuentran en el arco sino en la cara superior del cuerpo, a ambos lados del proceso odontoideo.

2. Vértebras torácicas (*vertebrae thoracicae*) (fig. 30). Se articulan con las costillas y se distinguen por poseer **fositas costales** (*foveae costales*), para la unión con las cabezas de las costillas; están situadas en el cuerpo de la vértebra, cerca de la base de los arcos. Ya que las costillas se articulan, por lo común, con dos vértebras vecinas, en la mayoría de los cuerpos de las vértebras torácicas existen dos semifositas articulares: una en el borde superior de la vértebra, **la fosita costal superior** (*fovea costalis superior*), y otra en el borde inferior, **la fosita costal inferior** (*fovea costalis inferior*). Al aplicarse mutuamente dos vértebras contiguas, las dos semifositas constituyen una fosa articular completa, en la que entra la cabeza de la costilla. Constituye una excepción la I vértebra torácica, en la que el borde superior dispone de una fosa articular completa para la I costilla, presentando en el borde inferior una semifosita para la II costilla. Por su parte, la X vértebra torácica tiene exclusivamente una semifosita superior para la X costilla; en las XI y XII vértebras existen unas fositas completas para la articulación con las costillas correspondientes. De esta suerte, las vértebras citadas (I, X, XI y XII) se distinguen muy fácilmente de las otras. Los cuerpos de las vértebras torácicas, en correspondencia con la mayor carga que soportan, son más grandes que los de las vértebras cervicales. Los procesos articulares están situados frontalmente. Los procesos transversos se dirigen hacia los lados y atrás. En su cara anterior existe una pequeña cara articular, **la fosita costal transversal** (*fovea costalis processus transversus*), para la articulación con la

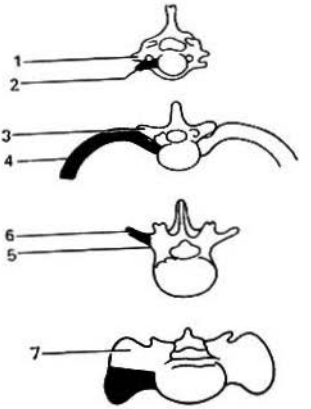


Fig. 31. Esquema del desarrollo de la costilla (marcado en negro) y su relación con los procesos transversos en los cuatro grupos de vértebras (cervicales, torácicas, lumbares y sacras).

1 — proceso transverso;
2 — proceso costal(vértebra cervical);
3 — proceso transverso (vértebra torácica);
4 — costilla;
5 — proceso transverso;
6 — proceso costal (vértebra lumbar)
7 — proceso transverso (vértebra sacra).

tuberosidad de la costilla. En los procesos transversos de las dos últimas vértebras torácicas (XI y XII) estas caras articulares faltan. Los procesos espinosos de las vértebras torácicas son largos y están muy inclinados hacia abajo, a causa de lo cual se aplican uno sobre el otro en forma de tejas, sobre todo en la parte media del segmento torácico de la columna vertebral. Esa dirección del proceso limita el movimiento de extensión de la columna vertebral en dicha zona, lo que sirve de instrumento protector para el corazón (Deshin).

3. Vértebras lumbares (véase fig. 30). Se distinguen por el volumen de su cuerpo, en correspondencia con una carga todavía mayor que en la parte de la columna situada más arriba. Los procesos espinosos se dirigen directamente hacia atrás; los pedículos tienen una dirección sagital. El proceso transverso, en una gran porción representa una costilla rudimentaria fusionada por completo con el proceso transverso verdadero y conservándose en parte en forma de un pequeño proceso, detrás de su base, denominada incorrectamente **proceso accesorio** (*processus accesorius*) (fig. 31).

4. Vértebras del sacro (*vertebrae sacrales*) (fig. 32). Se fusionan en la juventud constituyendo un solo hueso, **el sacro** (*os sacrum*). Esta soldadura es una adaptación destinada a soportar la gran carga a la que está sometido el sacro del hombre a consecuencia de la posición vertical. El sacro tiene forma triangular, con **la base** (*basis ossis sacri*) dirigida hacia arriba y **el ápice** (*apex ossis sacri*) hacia abajo. El borde anterior de la base del sacro forma, junto con el cuerpo de la última vértebra lumbar, un saliente o cabo, **el promontorio**. **La cara anterior** o **pelviana** del sacro (*fascies pelvina*) es cóncava. En ella se ven los lugares de fusión de los cuerpos vertebrales en forma de **líneas transversales** que presentan en sus extremos **los agujeros sacros pelvianos** (*foramina sacralia pelvina*). En la cara posterior del sacro, y en correspondencia con éstos, se encuentran **los agujeros sacros posteriores** (*foramina sacralia dorsalia*). A lo largo de la cara posterior se extienden 5 crestas, formadas por la fusión

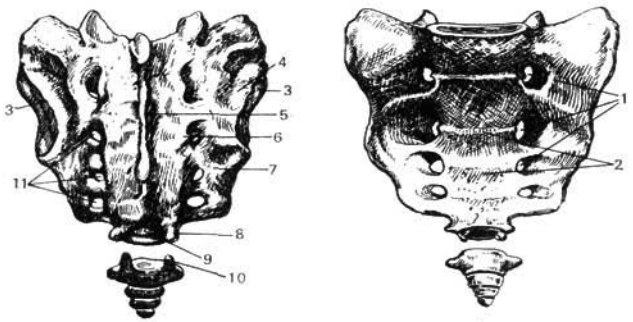


Fig. 32. Sacro y cóccix.

a — vista posterior;
b — vista anterior.
1 — agujeros sacros anteriores;
2 — líneas transversas;
3 — caras articulares;
4 — tuberosidad sacra;
5 — cresta sacra mediana;
6 — cresta sacra intermedia;
7 — cresta sacra lateral;
8 — cuerno del sacro;
9 — hiato sacro;
10 — cuerno del cóccix;
11 — agujeros sacros dorsales.

de distintas partes aisladas de las vértebras: **una cresta** impar **en la línea media** (*crista sacralis mediana*), formada por la consolidación de los procesos espinosos; a ambos lados de la misma **las crestas sacras intermedias** pares (*cristae sacrales intermediae*), lugar de consolidación de los procesos articulares, y más lateralmente, **las crestas sacras laterales** (*cristae sacrales laterales*), también pares (lugar de fusión de los procesos transversos). Lateralmente a los agujeros sacros se encuentran **las porciones laterales** del sacro, formadas por la consolidación de los procesos transversos y las costillas sacras. En las caras laterales de las mismas hay unas caras articulares encorvadas, parecidas al pabellón de la oreja (aurícula) (*facies auriculares*), destinadas a la articulación con los huesos ilíacos. Por detrás de las carillas auriculares se extiende **la tuberosidad sacra** (lugar de inserción de músculos y ligamentos). Por el interior del sacro pasa **el canal sacro** (*canalis sacralis*), continuación del canal vertebral. A causa de la desaparición de la cola en el hombre y la reducción de la musculatura caudal se circunscriben a las zonas correspondientes de las vértebras sacras, por lo cual el canal sacro en su parte inferior no se cierra, quedando abierto en forma de hendidura, **el hiato sacro** (*hiatus sacralis*) (*hiatus*—hendidura). Por los lados de este orificio se encuentran dos pequeñas eminencias, **los cuernos sacros**, restos de los procesos articulares de la última vértebra sacra, articuladas con los cuernos análogos del cóccix.

5. Vértebras coccígeas (*s. caudales*). Como restos de la cola desaparecida son rudimentarias, efectuándose su consolidación en la edad madura en un solo hueso, **el cóccix** (*os coccygis*). La primera vértebra coccígea es mayor que las restantes y tiene por detrás dos procesos, los cuernos del cóccix, dirigidos hacia arriba, al encuentro de los cuernos coccígeos (véase fig. 32).

Imagen radiológica de la columna vertebral del adulto. El cuerpo de la vértebra en el adulto (figs. 33, 35) presenta en la radiografía posterior forma cuadrangular. Los ángulos del cuerpo es un concepto condicional, puramente radiológico, relacionado con la proyección de un cuerpo cilíndrico sobre el plano de la película; sus vértices son redondeados. Los contornos del cuerpo son precisos y lisos. Si la altura de los cuerpos no aumenta en dirección caudal es una manifestación patológica. El cuerpo de las vértebras lumbares recuerda por su forma un «carrete», con su centro estrechado —el «talle» (véase fig. 33). En la radiografía posterior el pedículo del arco tiene el aspecto de una sombra de contraste circular u oval, superpuesta a la sombra del cuerpo. En ese caso, el arco parece proyectarse en sección transversal.

En las radiografías laterales de la columna (fig. 34), el arco se destaca claramente con todos sus detalles. En el atlas se ven los dos arcos, con los tubérculos anterior y posterior, de los cuales el anterior sirve de punto de referencia para el recuento de las vértebras en la radiografía.

Los procesos articulares superiores e inferiores no se distinguen con idéntica nitidez en los diferentes segmentos de la columna vertebral debido a la distinta posición de las caras articulares. Entre éstas se observa la «hendidura articular radiológica», que difiere de la hendidura articular anatómica; esta última es el espacio existente entre las superficies del cartílago articular que cubre al hueso; la «hendidura articular radiológica» es el espacio comprendido entre las caras articulares óseas e incluye el tejido cartilaginoso *que no retiene los rayos X y no deja su imagen en la radiografía.*

Los procesos transversos, situados en un plano frontal, se ven bien en las radiografías posteriores (figs. 33, 35). En la base de los procesos transversos de las vértebras lumbares, se percibe el rudimento costal o **proceso accesorio.**

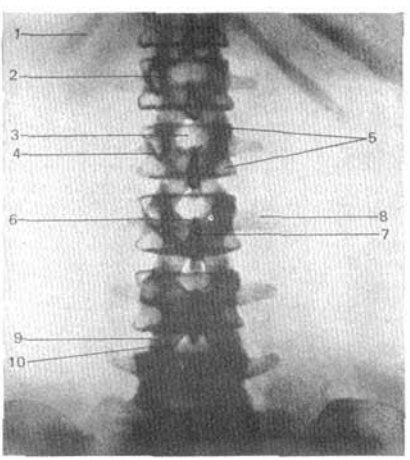


Fig. 33. Radiografía de la porción *lumbar de la columna vertebral en* un hombre de 32 años (proyección posterior).
1 — XII costilla;
2 — vértebra lumbar
3 — cuerpo de la vértebra;
4 — «talle» de la vértebra;
5 — «ángulos» de la vértebra;
6 — arco;
7 — proceso espinoso;
8 — proceso transverso;
9 — proceso articular superior;
10 — proceso articular inferior.

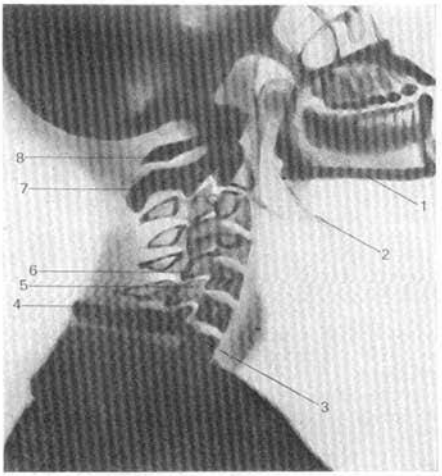


Fig. 34. Radiografía de la porción cervical de la columna vertebral (proyección lateral).
1 — mandíbula;
2 — hueso hioideo;
3 — cuerpo de la VII vértebra cervical;
4 — proceso espinoso de la VII vértebra cervical;
5 — proceso articular superior de la VI vértebra;
6 — proceso articular inferior de la V vértebra cervical;
7 — proceso espinoso de la II vértebra cervical;
8 — arco posterior y tubérculo posterior de la I vértebra cervical.

que si alcanza una gran longitud (4 mm) adquiere la forma de estilete (*processus styloideus*). Este no debe considerarse como una formación patológica.

Los procesos espinosos, situados sagitalmente, se ven mejor en las radiografías laterales.

Sacro y cóccix. Una particularidad característica del sacro es la consolidación de sus vértebras en un hueso único. En la radiografía posterior se ven claramente el sacro y el cóccix, con todos sus detalles, descritos en osteología.

Osificación. En las radiografías hechas en los últimos meses del embarazo, puede juzgarse sobre la posición del feto en el útero y sobre el estado de su sistema óseo, en particular, el de su columna vertebral. En vísperas del nacimiento, en la radiografía se observan los puntos de osificación en todas las vértebras, a excepción de las coccígeas (excepto la primera). Cada vértebra presenta 3 puntos fundamentales, uno en el cuerpo y dos en el arco (uno en cada mitad). Estos se fusionan solamente durante la edad infantil, por eso en las radiografías de la columna del recién nacido aparecen entre ellos espacios claros.

Si no se produce la sinostosis mutua entre las partes indicadas de la vértebra, para toda la vida puede persistir una fisura o hendidura de la vértebra, que aparece en la radiografía, en forma de claridad, entre el arco y el cuerpo —*espina bífida lateral*—; o entre ambas mitades del arco—*espina bífida posterior*. Esas anomalías de desarrollo pueden acarrear trastornos estáticos y dinámicos de la columna vertebral, por lo cual tienen importancia práctica. Sin embargo, la espina bífida posterior de la V lumbar y de las vértebras sacras se observa corrientemente en los niños hasta los 8-10 años de edad, per-

sistiendo toda la vida en una cuarta parte de todos los individuos sanos, sin *acompañarse de ninguna alteración funcional y sin impedir los alcances deportivos*. Por eso, dicha *espina bífida posterior oculta* no se considera como una anomalía, sino como una variante de la norma condicionada por la filogénesis (reducción de la cola).

El cuerpo de la vértebra en *el recién nacido* presenta en la radiografía una forma oval desprovista de los «ángulos» que dan al cuadro radiográfico de los del adulto su forma rectangular característica. En la proyección lateral se ve una escotadura en la cara anterior del cuerpo de las vértebras, condicionada por la fusión incompleta de los dos puntos óseos del cuerpo y la localización en ese lugar de los restos de **venas embrionarias basivertebrales** (*venae basivertebrales*). Estas escotaduras se destacan, ante todo, en los primeros años de vida, pero pueden observarse incluso hasta los 14 años; no deben confundirse con el cuadro de destrucción ósea consecutiva a un proceso patológico.

Durante el crecimiento y la maduración sexual se determinan radiológicamente los cambios morfológicos siguientes:

I. La sinostosis de los arcos y cuerpos, y la sinostosis de ambas mitades del arco durante el 3er año de vida.

II. El desarrollo y la sinostosis de los procesos del cuerpo de la vértebra.

Con esta denominación se sobrentienden las franjas óseas lisas anulares,



Fig. 35. Cuadro radiográfico de la porción torácica de la columna vertebral en un hombre de 20 años (proyección posterior).

que enmarcan al cuerpo en sus caras superior e inferior, limitando el centro rugoso de las mismas. A esas franjas anulares se les llama también contorno bordeado o *limbo vertebral*. En el mismo se aplica el anillo fibroso del disco intervertebral (véase pág. 149); por su parte, el núcleo pulposo contacta con la laminilla hialina que llena la parte central, rugosa, de la cara del cuerpo vertebral.

El limbo vertebral se osifica a expensas de los puntos independientes de osificación que aparecen a los 6-8 años de edad en las niñas y a los 7-9 años, en los niños; su sinostosis con el cuerpo de la vértebra tiene lugar a los 23-26 años. Por eso, durante la infancia y la juventud pueden observarse los siguientes cuadros del desarrollo de los contornos bordeados. Al comienzo tienen el aspecto de formaciones triédricas, situadas en el lugar de los futuros «ángulos» del cuerpo. Posteriormente, a medida que se van consolidando los distintos puntos de osificación, se observan dos franjas delgadas de substancia ósea en las caras superior e inferior del cuerpo de la vértebra, engrosadas por sus extremos y separadas del cuerpo por una franja estrecha, clara, en el lugar del tejido cartilaginoso. Después de la sinostosis con el cuerpo, ambas franjas óseas se fusionan con el mismo.

El conocimiento de estas particularidades preserva de los diagnósticos equivocados de fractura.

III. Consolidación de las vértebras sacras (17-25 años).

IV. Desaparición de la escotadura de la cara anterior de los cuerpos.

V. Aparición de los puntos de osificación complementarios en los procesos (apófisis).

Al terminar las sinostosis entre todos los elementos de la vértebra (23-26 años), esta última adquiere los rasgos del adulto.

Imagen radiológica del envejecimiento de la columna vertebral. El cuadro radiológico de una columna vertebral senil se caracteriza por las siguientes particularidades:

1. Rarefacción general de la substancia ósea de la columna vertebral —osteoporosis. En la radiografía se ve la claridad relativa del tejido óseo.
2. Calcificación del disco intervertebral.
3. Calcificación del ligamento longitudinal anterior en los lugares de su inserción en los limbos vertebrales, a causa de lo cual se observan proliferaciones óseas —osteofitos— en los bordes superior e inferior del cuerpo vertebral; debido a dichos osteófitos los vértices redondeados de los «ángulos» del cuerpo vertebral se vuelven agudos.

Así, pues, el cuerpo de la vértebra, en el curso de la ontogénesis, sufre cambios considerables: durante el período intrauterino tiene un punto de osificación; en el recién nacido presenta una forma ovoidea, sin «ángulos», durante la infancia se presentan en el lugar de los futuros «ángulos» los procesos en aspecto de formaciones triédricas; en el adulto, a consecuencia de la sinostosis de los procesos con la diáfisis, el cuerpo adquiere una forma cuadrangular con «ángulos» redondeados; en la vejez estos «ángulos» se agudizan. Por consiguiente, en la exploración radiológica, según la forma del cuerpo vertebral y de sus «ángulos», se puede juzgar sobre las alteraciones de la columna vertebral relacionadas con la edad.

Variaciones en el número de vértebras. En las radiografías de las personas sanas se observan frecuentemente diversas variantes en el número de vértebras (véase pág. 136): la lumbarización en un 4% y diferentes formas de

sacralización (parcial, completa, unilateral, bilateral): en las mujeres, en un 7%, y en los hombres, en un 15%; y la tendencia a la sacralización alcanza, incluso, hasta el 50% de todas las personas.

ARTICULACIONES INTERVERTEBRALES

Las articulaciones vertebrales en el hombre reflejan el camino recorrido por éstas en la filogénesis. Como ya se dijo, al principio el esqueleto axil tenía (en los cordados) el carácter de una cuerda dorsal, cuyos restos se conservaron en el hombre en forma de núcleos gelatinosos. La columna vertebral, que vino a sustituir la cuerda dorsal, adquirió desde su inicio una estructura segmentaria, que se conserva en el individuo en forma de segmentos óseos aislados, las vértebras. Por eso se originaron también uniones entre vértebras aisladas. A principio estas uniones eran continuas, sinartrosis, las cuales, en correspondencia con los 3 estadios de desarrollo del esqueleto, en general, y de la columna vertebral, en particular, tuvieron primeramente el carácter de sindesmosis; luego, junto con las sindesmosis se originaron las sincondrosis y finalmente las sinostosis (en la parte del sacro). En el transcurso de la vida terrestre y del perfeccionamiento de los modos de traslación se fueron desarrollando también entre las vértebras, articulaciones discontinuas, las diartrosis, que en una serie de mamíferos se originaron tanto entre los cuerpos, como entre los arcos, con ayuda de procesos articulares especiales.

En los antropoides, debido a su tendencia a la marcha bípeda y a las exigencias de una mayor estabilidad de la columna, las uniones intervertebrales volvieron a pasar a la forma continua, sincondrosis; sin embargo, el paso total no tuvo lugar y en una serie de zonas se originaron semiarticulaciones, hemiartrosis.

Como resultado de este desarrollo, en la columna vertebral del hombre quedaron incluidas todas las formas de articulaciones: las sindesmosis (ligamentos entre los procesos transversos y espinosos), sinelastosis (ligamentos entre los arcos), sincondrosis (entre los cuerpos de una serie de vértebras), sinostosis (entre las vértebras sacras), hemiartrosis (entre los cuerpos de una serie de vértebras) y diartrosis (entre los procesos articulares). Todas estas formas de unión están estructuradas segmentariamente, en correspondencia con el desarrollo metamérico de la columna vertebral. Puesto que las vértebras aisladas se agruparon en una columna vertebral única, se originaron los ligamentos longitudinales, extendidos a lo largo de toda la columna vertebral, consolidándola como una formación única. En resumen, todas las uniones vertebrales pueden clasificarse, en correspondencia con las dos partes fundamentales de la vértebra, en articulaciones entre los cuerpos y articulaciones entre sus arcos.

ARTICULACIONES DE LOS CUERPOS VERTEBRALES

Los cuerpos de las vértebras, formadores de la columna propiamente dicha, sostén del cuerpo, se unen entre sí (y también con el sacro) con ayuda de sincondrosis, denominadas **cartílagos o discos intervertebrales** (*disci intervertebrales*), o con ayuda de hemiartrosis, cuando existen hendiduras en su interior. Cada disco es una laminilla fibrocartilaginosa, cuyas zonas periféricas están constituidas de capas concéntricas de fibras conjuntivas. Esas

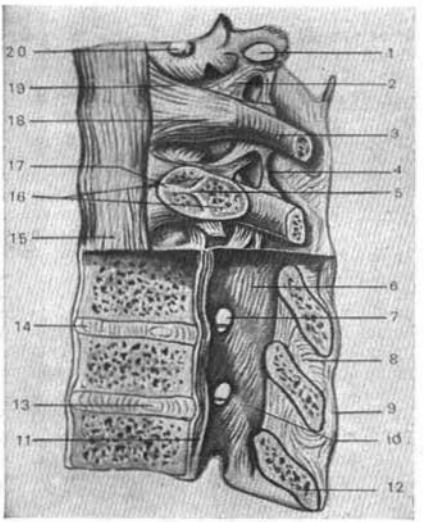


Fig. 36. Porción torácica de la columna vertebral; vista lateral izquierda (en el segmento inferior se ha practicado un corte sagital).

1 — cara costal transversa;
2 — lig. costotransverso;
3 — VIII costilla;
4 — lig. intertransverso;
5 — cresta de la cabeza costal,
6 — lig. amarillo;
7 — agujero intervertebral;
8 — lig. interespinal;
9 — lig. supraespinal;
10 — arco vertebral;
11 — lig. longitudinal posterior;
12 — proceso espinoso;
13 — núcleo pulposo;
14 — disco intervertebral;
15 — lig. longitudinal anterior;
16 — art. de la cabeza costal;
17 — fig. intraarticular de la cabeza costal;
18 — art. de la cabeza costal;
19 — lig. radiado de la cabeza costal;
20 — fosita costal.

fibras forman en la periferia de la laminilla **un anillo fibroso** (*anulus fibrosus*) de extrema solidez; en el centro de la laminilla se encuentra **el núcleo pulposo** (*nucleus pulposus*), compuesto de cartílago fibroso laxo (remanente de la cuerda dorsal). Este núcleo está fuertemente comprimido y siempre tiende a expansionarse (en un corte de disco se hincha intensamente sobre la superficie del corte); por eso cumple la función de muelle, amortiguando los choques, como un tope.

Por su forma los discos intervertebrales corresponden a los cuerpos de las vértebras, pero son algo más anchos que estos últimos y por eso sobresalen a manera de rebordes entre los bordes de los cuerpos vertebrales. Su espesor es más grande en las zonas de mayor movimiento, o sea, en el segmento lumbar, y más pequeño entre las vértebras torácicas.

La columna de cuerpos vertebrales, unidos entre sí por los discos intervertebrales, está reforzada por dos ligamentos longitudinales que se extienden por delante y por detrás, siguiendo la línea media. **El ligamento longitudinal anterior** (*lig. longitudinale anterius*) se extiende por la cara anterior del cuerpo de las vértebras y de los discos, desde el tubérculo anterior del atlas hasta la parte superior de la cara pelviana del sacro, donde se difunde en el periostio. Este ligamento impide la extensión excesiva de la columna hacia atrás. **El ligamento longitudinal posterior** (*lig. longitudinale posterius*) se extiende desde la segunda vértebra cervical hacia abajo, a lo largo de la cara posterior del cuerpo de las vértebras, por el interior del canal vertebral,

hasta el extremo superior del **canal sacro** (*canalis sacralis*). Este ligamento dificulta la flexión, siendo el antagonista funcional del ligamento longitudinal anterior (véase fig. 36).

ARTICULACIONES DE LOS ARCOS VERTEBRALES

Los arcos se unen entre sí con ayuda de articulaciones y ligamentos, situados ya entre los propios arcos, como también entre sus procesos.

1. Uniones entre los procesos articulares—**articulaciones intervertebrales.**

Siendo articulaciones tensas, poco movibles, limitan la flexibilidad de la columna vertebral, dando a la misma una dirección determinada, de acuerdo con la posición de las caras articulares, en los diferentes segmentos de la columna (articulaciones poliaxiles).

2. Los ligamentos entre los arcos rellenan los espacios existentes entre los mismos. Están compuestos de fibras elásticas, de color amarillo, y por eso se denominan **ligamentos amarillos** (*ligg. flava*). Debido a su elasticidad tienden al acercamiento de los arcos, y junto con la elasticidad de los cartílagos intervertebrales contribuyen al enderezamiento de la columna vertebral y a la marcha bípeda.

3. **Los ligamentos interespinales** (*ligg. interspinalia*) están más desarrollados en el segmento lumbar. La prolongación directa de los ligamentos interespinales hacia atrás constituye un ligamento redondeado que se extiende por los vértices de los procesos espinosos, en forma del **ligamento supraespinal** (*lig. supraspinale*). En el segmento cervical de la columna vertebral los ligamentos interespinales sobresalen considerablemente de los vértices de los procesos espinosos, constituyendo **el ligamento nucal** (*lig. nuchae*), dispuesto sagitalmente. Tiene forma de un triángulo, uno de cuyos lados se inserta en los procesos espinosos y el otro en la cresta occipital externa; el tercer lado, el libre, se extiende de la VII vértebra cervical a la protuberancia occipital externa.

El ligamento de la nuca es más evidente en los cuadrúpedos, sobre todo en el ganado vacuno, cooperando al sostenimiento de la cabeza. En el hombre, debido a la marcha vertical, se encuentra desarrollado más débilmente; junto con los ligamentos interespinales y los supraespinales frena la flexión exagerada de la columna vertebral y de la cabeza hacia delante.

4. **Los ligamentos intertransversarios,** entre los procesos transversos, limitan los movimientos laterales de la columna hacia el lado opuesto.

ARTICULACIÓN SACROCOCCIGEA

Es análoga a las articulaciones intervertebrales ya descritas, pero presenta menor relieve a causa del estado rudimentario de las vértebras coccígeas. La unión del cuerpo de la V vértebra sacra con el cóccix se efectúa por un cartílago intervertebral que tiene una pequeña cavidad en su interior, lo que permite al cóccix desviarse hacia atrás durante el parto. Por la cara anterior del cóccix se extiende la prolongación del ligamento longitudinal anterior, **el ligamento sacrococcígeo ventral** (*lig. sacrococcygeum ventrale*). Por su cara posterior se encuentra, en un plano profundo, análogo a la prolongación del ligamento longitudinal común posterior, **el ligamento sacro-**

coccígeo dorsal profundo, y en un plano más superficial, **el ligamento sacrococcígeo dorsal superficial**, que corresponde a los ligamentos amarillos y las cápsulas de las articulaciones intervertebrales. Por los lados se extienden **los ligamentos sacrococcígeos laterales** (*ligg. sacrococcygea lateralia*), semejantes a los ligamentos intertransversarios, por lo que se hallan insertados a los procesos transversos del cóccix, cerrando las escotaduras del sacro en su vértice, en el 5° agujero sacro.

Las articulaciones intervertebrales *se nutren* por las ramificaciones de la arteria vertebral (en el segmento cervical), de las arterias intercostales posteriores (en el segmento torácico), de las arterias lumbares (en el segmento lumbar) y de la arteria sacra lateral (en el segmento sacro). El reflujo de *la sangre venosa* se realiza en el plexo venoso vertebral y luego en la vena vertebral (en el segmento cervical), en las venas intercostales posteriores (en el torácico), en las venas lumbares (en el lumbar) y en la vena ilíaca interna (en el sacro). El reflujo de *la linfa* tiene lugar en los linfonodos occipitales, retroauriculares, cervicales profundos (en el segmento cervical), en los intercostales (en el torácico), en los linfonodos lumbares (en el lumbar) y en los linfonodos sacros (en el sacro).

La inervación proviene de los ramos posteriores de los nervios espinales a los niveles correspondientes.

ARTICULACIÓN DE LA COLUMNA VERTEBRAL CON EL CRÁNEO

La unión de la columna vertebral con el cráneo está constituida por la combinación de varias articulaciones, permitiendo los movimientos alrededor de tres ejes, como en una articulación esferoidea.

1. **Articulación atlantooccipital** (*art. atlantooccipitalis*). Es una condiloartrosis formada por los dos cóndilos del occipital y **las fositas articulares superiores del atlas** (*foveae articulares superiores atlantis*). Los dos pares de caras articulares están envueltos por cápsulas articulares aisladas, pero realizan los movimientos conjuntamente, constituyendo una articulación combinada única. Las membranas auxiliares son: 1) **atlantooccipital anterior** (*membrana atlantooccipitalis anterior*), que se extiende entre el arco anterior del atlas y el hueso occipital y 2) **atlantooccipital posterior** (*membrana atlantooccipitalis posterior*), que se inserta entre el arco posterior del atlas y el borde posterior del agujero magno. En la articulación atlantooccipital los movimientos se realizan por dos ejes: frontal y sagital. Alrededor del primero se efectúan los movimientos de asentimiento de la cabeza, es decir, inclinación de la cabeza hacia delante y atrás (expresión de estar de acuerdo) y alrededor del segundo eje, inclinación lateral de la cabeza, a la derecha y a la izquierda, o sea, abducción y aducción. El eje sagital, por su extremo anterior, está algo más elevado que por el extremo posterior. Gracias a esa posición oblicua de los ejes, junto con la inclinación lateral de la cabeza se ejecuta, corrientemente, un pequeño movimiento giratorio de la misma en dirección opuesta.

2. **Articulaciones atlantoaxiales** (fig. 37). Aquí existen tres articulaciones. Dos **articulaciones laterales atlantoaxiales** (*artt. atlantoaxiales laterales*), formadas por las caras articulares inferiores del atlas y las correspondientes de los procesos articulares superiores del axis, constituyendo una articulación combinada. El proceso odontoides (diente), localizado en el centro, se articula con el arco anterior del atlas y con **el ligamento transverso** (*lig. transversum atlantis*), extendido entre las caras internas de las masas laterales del atlas.

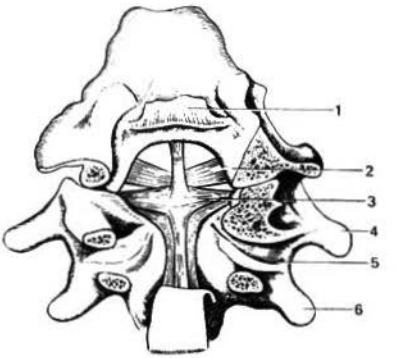


Fig. 37. Unión de las vértebras cervicales superiores (vista posterior).

1 — corte del extremo superior de la membrana tectoria;
2 — lig. alar;
3 — lig. cruciforme;
4 — atlas;
5 — articulación lateral del atlas con el axis;
6 — axis.

En el lugar donde el ligamento transverso del atlas se articula con el diente presenta una estructura fibrocartilaginosa. De esta suerte, el diente queda abarcado por un anillo osteofibroso formado por el arco anterior del atlas y el ligamento transverso, originándose una articulación cilindroide, **la atlantoaxial mediana** (*art. atlantoaxialis mediana*) (fig. 38) (articulación rotatoria de segundo tipo, Davies, 1961).

De los bordes superior e inferior del ligamento transverso emergen dos fascículos fibrosos, procedentes del ligamento longitudinal posterior: uno, dirigido hacia arriba, hacia el borde anterior del agujero magno; el otro, hacia abajo, hacia la cara posterior del cuerpo del axis. Estos dos fascículos, junto con el ligamento transverso, constituyen **el ligamento cruciforme del atlas**. Este ligamento tiene gran importancia funcional. Como ya se dijo, forma una cara articular para el diente, con lo que dirige sus movimientos; en otro sentido, impide las luxaciones del diente, que podrían lesionar la médula espinal y la médula oblonga, cerca del agujero magno, provocando la muerte. Un ligamento auxiliar de estas articulaciones es **el ligamento**

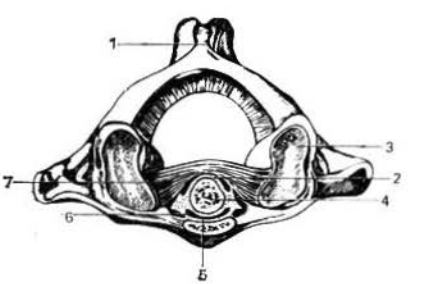


Fig. 38. Articulación de la I vértebra cervical con el diente del axis en un corte horizontal (vista superior).

1 — tubérculo posterior;
2 — cara articular posterior del diente;
3 — fosita articular superior del atlas;
4 — diente del axis;
5 — cara articular del arco del atlas;
6 — cara articular anterior del diente;
7 — lig. transverso del atlas

apical del diente, que se extiende entre el ápice del diente del axis y el borde anterior del agujero magno. Existen también **los ligamentos alares**, sólidos, aplanados, que parten de las caras laterales del diente y van a insertarse en las caras mediales de los cóndilos del occipital. Todo el aparato ligamentoso descrito está cubierto por detrás, del lado del canal vertebral, por **la membrana tectorial** (prolongación del ligamento longitudinal posterior), que va del declive del esfenoides y el borde anterior del agujero magno al cuerpo de la II vértebra cervical.

En **las articulaciones atlantoaxiales** tiene lugar un tipo único de movimientos: la rotación de la cabeza alrededor del eje vertical (rotación a la derecha y a la izquierda, manifestación de disconformidad), que pasa a través del diente del axis, con la particularidad de que la cabeza gira alrededor del diente, conjuntamente con el atlas (articulación cilindroide). Al mismo tiempo tienen lugar los movimientos entre las articulaciones laterales, entre el atlas y el axis. Durante los movimientos rotatorios el ápice del diente es sostenido en su posición por los ligamentos alares antes citados, que regulan el movimiento protegiendo de este modo a la médula espinal de posibles conmociones. Los movimientos en las articulaciones del cráneo con las dos vértebras cervicales son bastante limitados. Los movimientos más amplios de la cabeza transcurren corrientemente con la participación de todo el segmento cervical de la columna vertebral. Las articulaciones craneovertebrales presentan su mayor desarrollo en el hombre, en relación con la marcha bípeda y la elevación de la cabeza.

LA COLUMNA VERTEBRAL COMO UN TODO

La columna vertebral constituye una columna vertical que va engrosándose progresivamente de arriba abajo hasta alcanzar el comienzo del segmento sacro, desde donde va estrechándose rápidamente hasta terminar en el vértice del cóccix. Este estrechamiento rápido del segmento inferior de la columna está condicionado por la reducción de la cola y la liberación de la columna vertebral de la sobrecarga de los miembros.

La columna vertebral es vertical, no es rectilínea, presentando numerosas *inflexiones* o *curvaturas* en su plano sagital. Estas inflexiones en los segmentos torácico y sacro tienen la convexidad dirigida hacia atrás, y en los segmentos cervical y lumbar, hacia delante. Las curvaturas convexas hacia atrás se denominan *cifosis* y las de convexidad dirigida hacia delante, *lordosis*. En el recién nacido la columna vertebral es casi rectilínea y sus curvaturas apenas resaltan (fig. 39). Cuando el niño comienza a sostener la cabeza, en la región del cuello se forma una curvatura, y la cabeza, situada en su mayor parte por delante de la columna, tiende a dirigirse hacia abajo, por lo cual para mantenerla en posición elevada, la columna se flexiona hacia delante, lo que es favorecido por los intentos repetidos del niño de levantar la cabeza y de mantenerla en dicha posición, por la contracción de los músculos posteriores de la cabeza. Ello favorece la formación de la lordosis cervical. Después, en la posición sentada se intensifica la cifosis dorsal y cuando el niño aprende a mantenerse de pie y a caminar se forma la curvatura principal, la lordosis lumbar. Con la creación de esa última, tiene lugar la inclinación de la pelvis, a la que están unidos los muslos; la columna vertebral, para poder



Fig. 39. Formación paulatina de las curvaturas de la columna vertebral en el niño, como resultado de la posición sentada (1), el mantenimiento erguido de la cabeza (2) y la estación de pie (3).

mantenerse en posición vertical, debe flexionarse en el segmento lumbar, gracias a lo cual el centro de gravedad se desplaza por detrás del eje de la articulación coxal, con lo que se previene la inclinación del tronco hacia delante. La presentación de estas dos lordosis condiciona el desarrollo de las dos cifosis (dorsal y sacrococcígea), lo que está relacionado con el mantenimiento del equilibrio en la posición vertical del cuerpo, rasgo distintivo entre el hombre y los animales.

Las curvaturas de la columna vertebral se mantienen gracias a la fuerza activa de los músculos, los ligamentos y la propia forma de las vértebras. Esto tiene gran importancia en el sentido del mantenimiento de un equilibrio estable, sin un consumo excesivo de fuerza muscular. La columna vertebral, encorvada de esta forma, y gracias a su elasticidad, resiste la carga del peso de la cabeza, de los miembros superiores y del tronco, con la reacción de un muelle elástico. Con la intensificación de la carga, se intensifican también las curvaturas; y al contrario, con la disminución del peso, las curvaturas se hacen menores. La importancia de esas flexiones consiste en atenuar los golpes y conmociones a lo largo de la columna vertebral, tan corrientes en los saltos e, incluso, simplemente al andar; la fuerza del golpe se contrarresta por la intensificación de la curvatura de las flexiones, sin que sus efectos alcancen el cráneo y el encéfalo contenido en el mismo. Aparte de las curvaturas indicadas en el plano sagital, en el segmento torácico de la columna vertebral se observa con frecuencia una flexión poco manifiesta en el plano frontal, con la convexidad dirigida corrientemente hacia la derecha (y más raramente, hacia la izquierda). A esta curvatura lateral, denominada *escoliosis*, se le ha dado diversas explicaciones. Según los datos más recientes (S. Mamoiko), se trata de un estado patológico adquirido después del nacimiento, y que no es propio de las personas sanas. Así, en los escolares, a causa de la posición sentada, inmóvil y muy prolongada, en una posición oblicua defectuosa, sobre todo durante los ejercicios de escritura, puede desarrollarse una desviación de la columna vertebral muy marcada—la escoliosis escolar. Algunas profesiones relacionadas con el encorvamiento habitual del cuerpo durante el trabajo pueden también acarrear una escoliosis intensa. Para prevenirla es indispensable una gimnasia racional.

En la vejez, la columna va perdiendo sus curvaturas, gracias a la disminución de sus discos intervertebrales y de las propias vértebras, y a consecuencia de la pérdida de elasticidad, la columna vertebral se encorva hacia delante, constituyendo una gran flexión dorsal (la joroba de la vejez), con la particularidad de que la longitud de la columna vertebral disminuye considerablemente; la diferencia con la longitud anterior puede llegar a 5-6 cm.

Movimientos de la columna vertebral. Con ayuda de los cartílagos intervertebrales y de los ligamentos, la columna constituye un tallo vertical flexible y elástico, en el cual dos sistemas elásticos se contraponen entre sí: los cartílagos dificultan el acercamiento de las vértebras y los ligamentos impiden su separación (D. Donskoi, 1960). Por la simple descripción de las articulaciones de la columna vertebral se comprende que los movimientos entre dos vértebras vecinas no pueden ser muy amplios. Sin embargo, gracias a la gran cantidad de piezas, de las cuales está constituida, la suma de los pequeños movimientos entre vértebras aisladas da al conjunto de la columna una movilidad bastante considerable. Esta movilidad no es idéntica en todas las porciones de la columna vertebral. Las porciones más movibles son la cervical y la lumbar superior, y a menos movible es la torácica, debido a sus articulaciones con las costillas. El sacro no tiene movilidad.

En la columna vertebral son posibles los siguientes movimientos:

1) alrededor del eje frontal—flexión (hacia delante, en 160°) y extensión (hacia atrás, en 145°);

2) alrededor del eje sagital—abducción y aducción (inclinación a la derecha y a la izquierda, con una amplitud común de 165°);

3) alrededor del eje vertical—rotación del tronco (giro a la derecha y a la izquierda, con una amplitud común de 120°). Además, es posible el movimiento giratorio circular, así como el alargamiento o acortamiento de la columna, a expensas del aumento o disminución de las curvaturas, gracias a la contracción o distensión de la musculatura correspondiente (movimientos de muelle elástico).

TÓRAX

Las costillas, articulándose por detrás con las vértebras torácicas y por delante con un hueso impar, el esternón, constituyen **el tórax**.

ESTERNÓN

El esternón, que recuerda por su forma un puñal, consta de tres partes: una superior, el manubrio (*manubrium sterni*); una media, **el cuerpo** (*corpus sterni*) y una inferior, **el proceso** (apéndice) **xifoides** (*processus xiphoideus*). En el borde superior del manubrio se encuentra una escotadura media, **la incisura yugular** (horquilla) (*incisura jugularis*), y a ambos lados de la misma, las incisuras articulares para **las clavículas** (*incisura clavicularis*), donde tiene lugar la articulación con el extremo esternal de las clavículas. El borde inferior del manubrio y el borde superior del cuerpo, en su línea de conjunción, forman **el ángulo esternal**, saliente hacia delante. En los bordes del cuerpo del esternón están **las incisuras costales** (*incisurae costales*), en las que tiene lugar la articulación con los cartílagos costales a partir del II. Hacia abajo,

el cuerpo del esternón se ensancha algo, presentando en su cara anterior tres líneas transversas, vestigios de la soldadura de los cuatro segmentos primarios del hueso.

El proceso xifoideo varía intensamente de aspecto, pudiendo presentar un orificio, ser bifurcado, hallarse desviado hacia un lado, etc. La estructura del esternón se distingue por su abundancia de substancia esponjosa fina, con una red vascular muy rica. lo que permite las transfusiones sanguíneas intraesternales. El rico desarrollo de médula ósea en el esternón permite cogerla de ahí para los injertos en el tratamiento de la enfermedad por radiación.

COSTILLAS

Las costillas son veinticuatro, doce a cada lado. Todas se articulan por sus extremos posteriores con los cuerpos de las vértebras torácicas. Los extremos anteriores de las 7 costillas superiores se articulan directamente con el esternón con ayuda del cartílago. Son las llamadas **costillas verdaderas** (*costae verae*). Las tres costillas siguientes (VIII, IX y X) no se unen por sus cartílagos con el esternón, sino con el cartílago de la costilla precedente, siendo denominadas **costillas falsas** (*costae spuriae*). Las costillas XI y XII están libres por sus extremos anteriores y de ahí su nombre de **costillas flotantes** (*costae fluctuantes*).

Las costillas (*costae*) son láminas estrechas, arqueadas, compuestas de hueso en su parte posterior, la más larga, **el hueso costal** (*os costale*), perteneciente a los huesos esponjosos largos, y de una parte anterior, más corta, cartilagenosa, **el cartílago costal**. Por su extremo anterior el hueso costal se suelda firmemente con el cartílago. En cada costilla ósea se distinguen dos extremos, anterior y posterior, y entre los mismos **el cuerpo costal** (*corpus costae*). El extremo posterior presenta un engrosamiento, **la cabeza costal** (*caput costae*) con una cara articular dividida en dos facetas por una cresta, con las que la costilla se articula con el cuerpo de la vértebra. En las costillas I, XI y XII no existe la cresta divisoria de la cara articular. A la cabeza le sigue una parte más estrecha, **el cuello costal** (*collum costae*), por cuyo borde superior se exitiende **la cresta del cuello costal** (*crista colli costae*), que falta en la primera y en la última costillas. En la intersección entre el cuello y el cuerpo de la costilla se encuentra **el tubérculo costal** (*tuberculum costae*) con una cara articular para la unión con la cara articular del proceso transverso de la vértebra correspondiente. En las costillas XI y XII no existe dicha tuberosidad, puesto que estas costillas no se articulan con los procesos transversos de las últimas vértebras torácicas. Lateralmente a la tuberosidad costal, la curvatura de la costilla varía bruscamente, y en ese lugar, por la parte posterior del cuerpo se encuentra **el ángulo costal** (*angulus costae*). En la I costilla el ángulo costal coincide con la tuberosidad, y en las demás costillas la distancia entre la tuberosidad y el ángulo costal va aumentando paulatinamente hasta la XI costilla y en la XII costilla el ángulo desaparece. En la cara interna de las cottillas intermedias, a lo largo de su borde inferior, se observa un surco, **el surco costal** (*sulcus costae*), para el paso de los vasos intercostales.

En la cara superior de la I costilla se observa una eminencia, de importancia práctica, **el tubérculo del músculo escaleno anterior** (*tuberculum m. scaleni*

anterioris), lugar de inserción del músculo escaleno anterior. Inmediatamente por detrás del tubérculo se encuentra el pequeño **surco de la arteria subclavia** (*sulcus a. subclaviae*), donde descansa la arteria subclavia, que cruza la I costilla. Por delante del tubérculo hay otro surco, todavía más aplanado, para la vena subclavia, **surco de la vena subclavia** (*sulcus v. subclaviae*).

Las dimensiones y la forma de las costillas dependen de la forma de torax y de la posición de las costillas con respecto a este último. En primer lugar debe señalarse que las costillas se encuentran inclinadas, descendiendo considerablemente por sus extremidades anteriores. La longitud de las costillas va aumentando, contando de arriba abajo, hasta la VII costilla; las costillas VII y VIII son las más largas. A partir de la VIII costilla su longitud va decreciendo, hasta la XII costilla. Debido a la forma ovoidea del tórax, las costillas están encorvadas por sus planos y por sus bordes. Gracias a la curvatura brusca de la parte posterior de las costillas, en el tórax se forman dos prominencias longitudinales en la cara dorsal; a ambos lados de la columna vertebral y en la cara visceral del tórax existen, correspondientemente, dos concavidades longitudinales, los surcos pulmonares.

Las costillas que más se distinguen por su forma de las restantes son las extremas, o sea la I, XI y XII; sus particularidades ya han sido descritas.

Imagen radiológica del esternón y las costillas. Osificación. En las radiografías del esternón se observan sus distintos puntos de osificación: en el manubrio (1-2), en el cuerpo (4-13), de los cuales los inferiores se originan en vísperas del nacimiento o durante el primer año de vida, y en el proceso xifoideo (a la edad de 6-20 años). Los segmentos inferiores del cuerpo se consolidan a los 15-16 años y el superior, a los 25 años; el proceso xifoideo se consolida definitivamente con el cuerpo después de los 30 años, y el manubrio, todavía más tarde y no siempre. En este último caso, cuando se mantiene *la sincondrosis esternal*, ésta es descubierta en la radiografía en forma de una zona de claridad, entre las sombras del cuerpo y del manubrio. Uno de los puntos de osificación del cuerpo del esternón, cerca de la I costilla, puede mantenerse en forma de un hueso complementario (*os parasternale*) (Neiss, 1961). Las costillas reciben sus puntos de osificación: 1) en la región del ángulo de la costilla; a expensas del mismo se osifica el cuerpo, a excepción de su extremo anterior, que se mantiene cartilaginoso (cartílago costal); 2) en la cabeza de la costilla (epífisis), y 3) en la tuberosidad (apófisis). Estos últimos se presentan entre los 15 y 20 años y se consolidan a los 18-25 años.

En el adulto, en las radiografías anteroposteriores, se ven claramente los 12 pares de costillas; sin embargo, los segmentos anteriores de las costillas aparecen superpuestos a los posteriores, entrecruzándose entre sí. Para orientarse en dichas superposiciones, debe tenerse presente que los segmentos posteriores de las costillas están articulados con la columna vertebral y dispuestos oblicuamente, en dirección lateral y hacia abajo. Por su parte, los segmentos anteriores están inclinados también hacia abajo, pero en dirección contraria, medialmente. A causa del paso del tejido óseo al cartilaginoso, las sombras de los extremos anteriores de las costillas aparecen como interrumpidas. En las radiografías se destacan las cabezas y los cuellos de las costillas, superpuestos sobre el cuerpo y los procesos transversos de las vértebras correspondientes. Cerca de los procesos transversos se ven, asimismo, las tuberosidades costales y sus articulaciones.

Entre las variantes de desarrollo de las costillas, las que tienen mayor importancia práctica son las costillas complementarias (la VII costilla cervical y la I lumbar); el XII par de costillas, como formación rudimentaria, es el que varía más intensamente. Se distinguen dos formas de XII costilla:

en forma de sable, en la que la costilla es larga e inclinada hacia abajo, y en forma de estilete, cuando la costilla es pequeña y corta, estando dirigida horizontalmente.

ARTICULACIONES DE LAS COSTILLAS

a) **Articulaciones esternocostales.** Las 7 costillas verdaderas se unen con el esternón por medio de sus cartílagos, con la particularidad de que el cartílago de la I costilla se consolida directamente con el esternón (sincondrosis), y los cartílagos costales restantes constituyen corrientemente las llamadas **articulaciones esternocostales.** Su cápsula articular está sustituida por el pericondrio, que se continúa en el periostio del esternón. Por delante y por detrás las articulaciones están reforzadas por **los ligamentos esternocostales radiados** (*ligg. sternocostalia radiata*), los cuales forman en la cara anterior del esternón, conjuntamente con el periostio del mismo, una cubierta densa, **la membrana esternal**. Cada una de las costillas falsas (VIII, IX y X) se une por el extremo anterior de su cartílago con el borde inferior del cartílago costal precedente, mediante una masa densa de tejido conjuntivo (sindesmosis).

Según los datos más recientes, las X costillas con frecuencia no se fusionan con el cartílago de la costilla precedente (P. Petrov, 1953), permaneciendo libres, movibles, sin participar en la formación del arco costal que, en dichos casos, está constituido por las costillas VII, VIII y IX. Entre los cartílagos de las VI, VII, VIII y a veces V costillas existen articulaciones llamadas **intercondrales**, cuya cápsula articular está formada por el pericondrio.

Las articulaciones esternocostales y las articulaciones esternoclaviculares (véase más adelante) son *irrigadas* por la arteria torácica interna. *El flujo venoso* tiene lugar hacia las venas homónimas. *La linfa* se vierte a través de los vasos linfáticos profundos en los nódulos linfáticos paraesternales y cervicales profundos. *La inervación* se asegura por las ramas anteriores de los nervios intercostales.

b) **Articulaciones costovertebrales** (fig. 40). 1. **Las articulaciones de la cabeza costal** (*artt. capitis costae*) están formadas por las caras articulares de las cabezas y las fositas costales de las vértebras torácicas. Las caras articulares de las cabezas costales, de la II hasta la X, se articulan cada una fositas costales de dos vértebras contiguas, con la particularidad de que entre la cresta de la cabeza costal y el disco intervertebral se extiende **un ligamento intraarticular de la cabeza costal** (*lig. capitis costae intraarticulare*), que divide en dos la cavidad articular. Puesto que las cabezas de la I, XI y XII costillas se articulan con una fosita costal solitaria del cuerpo de la vértebra correspondiente, por lo que no tienen cresta, las articulaciones por ellas formadas están desprovistas de ligamento intraarticular. Las articulaciones costovertebrales están envueltas por una delgada cápsula articular, reforzada por delante por **el ligamento radiado de la cabeza costal** (*lig. capitis costae radiatum*).

2. **Las articulaciones costotransversarias** (*artt. costotransversariae*) se forman entre las tuberosidades costales y las facetas articulares de los procesos transversos. En las dos últimas costillas (XI y XII) estas articulaciones no existen.

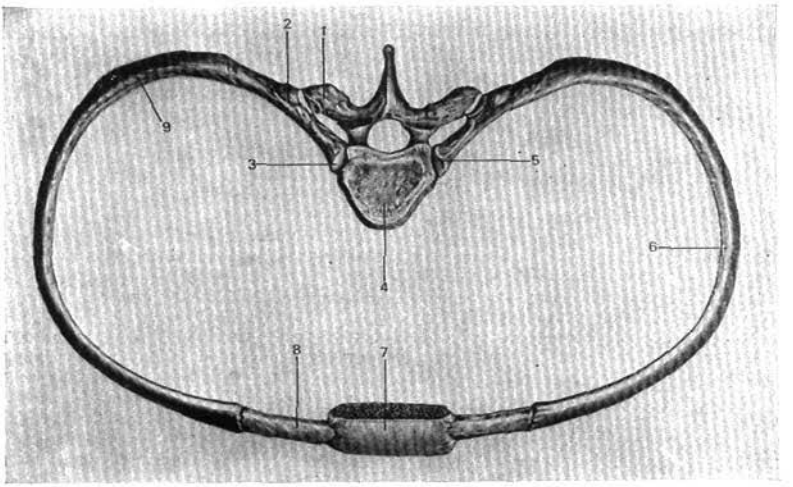


Fig. 40. Articulación de las costillas con las vértebras (semiesquemático, según R. Sinélnikov).

1 — *proceso transverso*;
2 — articulación costotransversa (incidida;)
3 — cabeza costal;
4 — núcleo pulposo;
5 — *articulación de la cabeza* costal;
6 — cuerpo de la costilla;
7 — cuerpo del esternón;
8 — cartílago costal;
9 — ángulo costal.

Las articulaciones costotransversarias están reforzadas por cuatro **ligamentos costotransversarios** (*ligg. costotransversaria*). Ambas articulaciones de las costillas con las vértebras actúan como una *articulación combinada única* (rotatoria), cuyo eje de rotación pasa a través del cuello costal.

Así, pues, las costillas se unen a las vértebras y el esternón con ayuda de toda clase de articulaciones. Aquí encontramos sinartrosis, en forma de sindesmosis (diferentes ligamentos) y sincondrosis (cartílagos costales); hemiartrosis (entre algunos cartílagos costales y el esternón) y diartrosis (entre las costillas y las vértebras, y entre los II-V cartílagos costales y el esternón). La existencia de todas las clases de articulaciones, al igual que en la columna vertebral, *refleja la línea de la evolución, siendo una adaptación funcional.*

EL TÓRAX EN SU CONJUNTO

El tórax (*compages thoracis*) tiene forma ovoidea, con un extremo superior estrecho y un extremo inferior ancho, con la particularidad de que ambos extremos están cortados oblicuamente: el superior, de delante y abajo hacia

atrás y arriba; y el inferior, en dirección contraria. Además, el ovoide está algo aplanado de delante atrás. La pared anterior, formada por el esternón, es más corta que la posterior, en cuya composición entra la columna vertebral. **La cavidad torácica** (*cavum thoracis*) tiene dos **orificios**: uno **superior**, apertura torácica superior (*apertura thoracis superior*), y otro **inferior**, **apertura torácica inferior** (*apertura thoracis inferior*), obturado por un tabique muscular, el diafragma.

El borde anterior del orificio inferior presenta una escotadura en forma de ángulo, **el ángulo subesternal**, en cuyo vértice se encuentra al proceso xifoideo. La columna vertebral forma un saliente mediano en la cavidad torácica, y a los lados de la misma, entre ella y las costillas, se forman **los surcos pulmonares** (*sulcis pulmonales*), en los que se asientan los bordes posteriores de los pulmones. Los espacios entre las costillas se denominan **espacios intercostales** (*spatia intercostalia*).

En los mamíferos, en los que a causa de su posición horizontal las vísceras torácicas presionan sobre la pared inferior, el tórax es largo y estrecho, y el diámetro dorsoventral es superior al transveral, por lo cual aparece como si estuviera aplastado por los lados, con una pared ventral saliente en forma de quilla. En los monos, debido a la diferenciación de los miembros en brazos y piernas y a su paso progresivo a la posición vertical, el tórax es ya más ancho y corto; aunque la dimensión dorsoventral continúa superando a la transversal (forma simia). En fin, en el hombre, debido al paso definitivo a la marcha bípeda, el brazo se libera de sus funciones de traslación y se convierte en órgano de trabajo sujetador, por lo cual el tórax se ve sometido a la tracción de los músculos de los miembros superiores insertados en éste; las vísceras no presionan a la pared ventral convertida ahora en anterior, sino a la pared inferior constituida por el diafragma, a causa de lo cual la línea de gravedad, en la posición vertical del cuerpo, se desplaza más hacia la columna vertebral. Todo esto hace que el tórax sea más aplanado y más ancho, de tal modo que el diámetro transversal supera al anteroposterior (forma humana, fig. 41).

Reflejando esta evolución filogenética, también la ontogénesis del tórax presenta diversas formas. A medida que el niño comienza a levantarse, aprende a caminar y hacer uso de sus miembros, es decir, a medida que crece y se desarrolla el aparato de la locomoción y las vísceras, el tórax va adquiriendo paulatinamente la forma humana característica, con la preponderancia de las dimensiones transversales*.

La forma y las dimensiones del tórax presentan también variaciones individuales de consideración, condicionadas por el grado de desarrollo de la musculatura y de los pulmones, lo que a su vez está relacionado con el modo de vida y la actividad profesional de cada individuo. Puesto que el tórax contiene órganos de tanta importancia vital como el corazón y los pulmones, todas esas variaciones tienen gran significación para apreciar el desarrollo físico del hombre y para el diagnóstico de las enfermedades internas. Corrientemente se distinguen tres formas de tórax: aplanada, cilíndrica y cónica. En los individuos con musculatura y pulmones bien desarrollados, el tórax es más ancho, pero más corto, adquiriendo la forma *cónica*, es decir,

* N. Popova-Látkina (1964) considera que en el hombre la forma primaria del tórax no es en quilla, sino aplanada en dirección anteroposterior y ensanchada transversalmente.

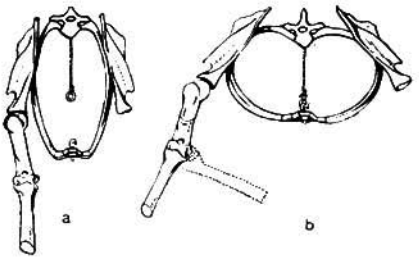


Fig. 41. Forma del tórax de un cuadrúpedo (*a*) y del hombre (*b*).

su parte inferior es más ancha que la superior, las costillas están poco inclinadas y el ángulo subesternal es muy grande. Este tórax parece encontrarse en estado de inspiración, por lo que se denomina inspiratorio. Por el contrario, en las personas cuya musculatura y pulmones están poco desarrollados, el tórax se estrecha y alarga, adquiriendo la forma *aplanada*, con un acortamiento del diámetro anteroposterior tan grande que la pared anterior es casi vertical, las costillas están intensamente inclinadas y el ángulo infraesternal es agudo. El tórax se encuentra como en estado de espiración, por lo cual se denomina espiratorio. La forma *cilíndrica* ocupa una posición intermedia entre las dos descritas. En las mujeres, el tórax es más corto y más estrecho en su parte inferior, que en los hombres, presentando una forma más redondeada. El influjo de los factores sociales sobre la forma del tórax se manifiesta, por ejemplo, en el hecho de que los niños de las capas explotadas de la población, tanto en los países capitalistas como en los coloniales, que viven en habitaciones poco soleadas y con alimentación deficiente, enferman con frecuencia de raquitismo («enfermedad inglesa»), en el cual el tórax adquiere la forma típica en quilla o «pecho de gallina», en la cual predomina la dimensión anteroposterior y el esternón está dirigido anormalmente hacia delante, igual que en las gallinas. En los trompetistas y en los sopladores de vidrio, debido a la constante repleción del tórax, con inspiraciones forzadas, éste es más amplio y convexo. Por el contrario, en aquellos zapateros (en Rusia, antes de la Revolución de Octubre) que pasaban toda su vida sentados en un taburete bajo, en posición encorvada, valiéndose del pecho en calidad de sostén para el tacón al enclavar las plantillas, se les formaba una cavidad en la pared anterior del tórax, por lo cual éste aparecía hundido (pecho infundibuliforme de los zapateros). En los niños de tórax largo y aplanado, como resultado del débil desarrollo de la musculatura, la posición incorrecta al sentarse en el pupitre produce hundimiento del tórax, que repercute en la actividad del corazón y de los pulmones. Para evitar las enfermedades en la infancia es indispensable la cultura física. Al determinar la aptitud para el servicio militar, se exige que el perímetro torácico no sea inferior a la mitad de la altura. En los hombres, a los 20-21 años, el perímetro torácico es de 85,3 cm, por término medio.

Movimientos del tórax. Los movimientos respiratorios consisten en movimientos alternos de elevación y descenso de las costillas, junto con las cuales se mueve también el esternón. En la inspiración tiene lugar la rotación de los extremos posteriores de las costillas, alrededor del eje ya citado (véase pág. 160), con la particularidad de que sus extremos anteriores se elevan al mismo tiempo que, por la inclinación de las costillas, se alejan de la columna conjuntamente con el esternón, ampliándose así el diámetro anteroposterior. Además, gracias a la dirección oblicua de los ejes de rotación tiene lugar, al mismo tiempo, la separación de las costillas lateralmente, debido a lo cual aumenta también el diámetro transversal del tórax. Los cartílagos costales, gracias a su flexibilidad y elasticidad, desempeñan un papel importante en los movimientos respiratorios. Al elevarse las costillas, las flexiones angulares de los cartílagos se enderezan, entran en movimiento las articulaciones entre éstos y el esternón, mientras que los propios cartílagos se estiran y retuercen. Al terminar la inspiración, provocada por el acto muscular, las costillas vuelven a descender, iniciándose la espiración.

Por el grado de movilidad, en el tórax pueden distinguirse tres zonas (P. Diákonov): una superior, por encima del IV segmento torácico, caracterizada por la poca movilidad de las costillas y de las vértebras torácicas; una media (del IV al VIII segmentos torácicos), la de mayor movilidad en la respiración, y una inferior (por debajo del VIII segmento), que se relaciona en sus movimientos con el segmento lumbar de la columna vertebral y con el diafragma. Para la comprensión de las excursiones respiratorias del tórax y sus alteraciones en las fracturas de costillas, es importante tener presente la relación mutua entre estas tres zonas.

ESQUELETO DE LA CABEZA

La cabeza pertenece sólo parcialmente al aparato locomotor. Su esqueleto **el cráneo,** sirve ante todo de receptáculo del segmento más desarrollado del sistema nervioso, el encéfalo, y de los órganos de los sentidos relacionados con este último; además, rodea la parte inicial de las vías digestivas y respiratorias, que se abren al exterior. De conformidad con esto, el cráneo de todos los vertebrados se divide en dos partes: **cráneo cerebral** (*neurocranium*) y **cráneo visceral** (*cranium viscerale*). En el cráneo cerebral se distinguen: **la calvaria** (*calvaria*) y **la base** (*basis*).

En la composición del cráneo cerebral del hombre entran los huesos impares occipital, esfenoides, frontal y etmoides, y el parietal y el temporal, que son pares (fig. 42). En la composición del cráneo visceral entran el maxilar, cornete inferior, palatino, cigomático, nasal y lagrimal, que son pares, y el vómer, mandíbula e hioides, que son impares.

Desarrollo del cráneo. El cráneo, como esqueleto de la cabeza, está condicionado en su desarrollo por los órganos de la vida animal y vegetativa antes mencionados.

El cráneo cerebral se desarrolla en relación con el encéfalo y los órganos de los sentidos. En los animales desprovistos de encéfalo no existe el cráneo cerebral. En los cordados (*Amphioxus lanceolatus*), en los que el encéfalo es rudimentario, está envuelto por una capa de tejido conjuntivo (cráneo membranoso).

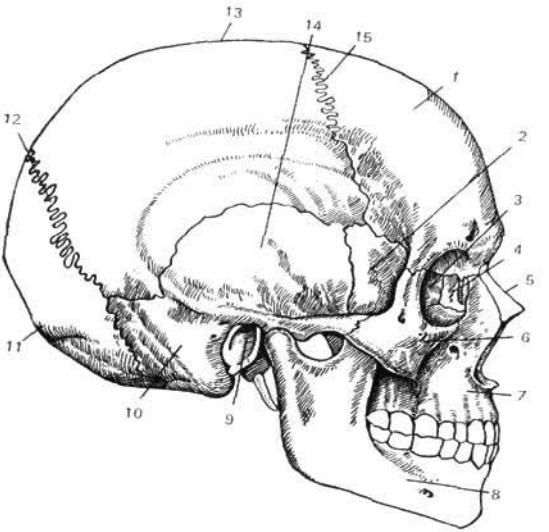


Fig. 42. Cráneo.

1 — frontal;
2 — ala mayor del esfenoides;
3 — lámina orbital del etmoides;
4 — hueso lagrimal;
5 — hueso nasal;
6 — hueso malar;
7 — *maxilar*;
8 — mandíbula;
9 — poro acústico externo;
10, 14 — temporal;
11 — occipital;
12 — sutura lambdoidea;
13 — parietal;
15 — *sutura coronal*.

Con el desarrollo del encéfalo en los peces se forma alrededor del mismo una caja protectora, que en los peces cartilaginosos (tiburones) está constituída por tejido cartilaginoso (cráneo cartilaginoso), y en los peces espinosos, por tejido óseo (formación inicial del cráneo óseo).

Con el paso de los animales del agua a la tierra (anfibios) tiene lugar la ulterior sustitución del tejido cartilaginoso por el óseo, indispensable para la protección, el sostén y los movimientos en las condiciones de existencia terrestre.

En las restantes clases de vertebrados, los tejidos conjuntivo y cartilaginoso son sustituidos casi totalmente por tejido óseo, formándose el cráneo óseo notable por su gran solidez. El desarrollo de los distintos huesos del cráneo también está determinado por los mismos factores, lo que explica la estructura relativamente simple de los huesos de la calvaria (por ejemplo, el parietal), y la estructura en extremo compleja de los huesos de la base, por ejemplo del temporal, que participa en todas las funciones del cráneo siendo, además, el receptáculo del órgano de la audición y del equilibrio. Otra parti-

cularidad es que en los peces el número de huesos del cráneo cerebral es muy elevado, pero a medida que se va formando el cráneo óseo éstos se van fusionando entre sí. Por eso, en los animales terrestres el número de huesos del cráneo es menor, pero su estructura es más compleja, ya que una serie de huesos representa el producto de la fusión de varias formaciones óseas, primitivamente independientes.

En los mamíferos, el cráneo cerebral y el visceral están unidos íntimamente. En el hombre, debido al máximo desarrollo del encéfalo y de los órganos de los sentidos, el neurocráneo alcanza dimensiones considerables, superando al cráneo visceral.

***El cráneo visceral** procede del material de los arcos viscerales pares*, incluidos en las paredes laterales de la parte cefálica del intestino primario. En los vertebrados inferiores de vida acuática, los arcos viscerales o branquiales, se disponen en metámeras entre las hendiduras branquiales, a través de las cuales el agua llega a las branquias, (que son los órganos respiratorios de tipo acuático.

El primer arco visceral, limítrofe con la boca, se denomina *arco mandibular*. Está compuesto de dos porciones: una superior, unida al cráneo cerebral, *el cartílago palatocuadrado* (*palatoquadratum*), y otra inferior, el cartílago de Meckel. Ambas porciones sirven a la formación de los maxilares. El segundo arco visceral, llamado *hioideo*, comprende también dos porciones: una superior, *el cartílago hiomandibular* (*hyomandibulare*), y otra inferior, *el cartílago hioideo* (*hyale*). Los arcos viscerales restantes, a partir del tercero, se denominan arcos branquiales propiamente dichos; el tercer arco visceral es el primer arco branquial; el cuarto visceral es el segundo branquial, y así *sucesivamente*.

Con el paso de los animales del agua a la tierra, se desarrollaban paulatinamente los pulmones, o sea, los órganos respiratorios de tipo aéreo, mientras que las branquias pierden su importancia. En relación con esto, las hendiduras branquiales de los vertebrados terrestres, incluido el hombre, sólo se observan en el período embrionario, y los cartílagos de los arcos viscerales están destinados a la estructuración del cráneo visceral. De esta suerte, las fuerzas motrices que rigen la evolución del esqueleto cefálico son el paso de la vida acuática a la terrestre (anfibios), la adaptación a las nuevas condiciones de vida en la tierra (en todas las clases restantes de vertebrados, especialmente en los mamíferos) y el grado más elevado de desarrollo del encéfalo y sus instrumentos —los órganos de los sentidos— así como la aparición del habla (en el hombre).

La línea principal de la evolución del cráneo se reduce a lo siguiente:

1) sustitución del cráneo membranoso y del cartilaginoso por el óseo;

2) *fusión de los huesos del cráneo cerebral, disminución de su número*, complicación conjunta de su estructura y desarrollo como huesos mixtos;

3) transformación de los cartílagos de los arcos viscerales en huesos del cráneo visceral;

4) consolidación del cráneo cerebral con el visceral;

5) desarrollo progresivo del cráneo cerebral y su preponderancia sobre el cráneo visceral, lo que encuentra su máxima expresión en el hombre.

Reflejando esta línea de evolución, el cráneo del hombre en su ontogénesis pasa por 3 estadios de desarrollo: 1) conjuntivo; 2) cartilaginoso, y 3) óseo. El paso del segundo estadio al tercero, es decir, la formación de los huesos

secundarios en el seno del tejido cartilaginoso, se prolonga durante toda la *vida del hombre. Incluso en el adulto, se conservan restos de tejido* cartilaginoso entre los huesos, en forma de uniones (sincondrosis). La calvaria, destinada exclusivamente a la protección del encéfalo, se desarrolla directamente del cráneo membranoso, salvando el estadio de cartílago. Aquí el paso de tejido conjuntivo al óseo se realiza también durante toda la vida del individuo. Los restos de tejido conjuntivo sin osificar se conservan entre los huesos del cráneo en forma de fontanelas en los recién nacidos y de suturas en los niños y adultos (véase más adelante). El cráneo cerebral, que representa una continuación de la columna vertebral, se desarrolla de esclerotomas de los somitas encefálicos, cuyos rudimentos se disponen en número de 3-4 pares en la región occipital, alrededor del extremo cefálico de la cuerda dorsal (*chorda dorsalis*).

El mesénquima de los esclerotomas, rodeando las vesículas del encéfalo y los órganos de los sentidos en desarrollo, constituye **una cápsula cartilaginosa primaria** (*cranium primordiale*), que a diferencia de la columna vertebral se mantiene sin segmentar. La cuerda penetra en el cráneo hasta el nivel de la **hipófisis cerebral** (*hypophysis cerebri*), a causa de lo cual el cráneo *cerebral se divide, con relación a la cuerda, en dos partes: cordal y precordal.* En la parte precordal, por delante de la hipófisis cerebral, aparecen los rudimentos de otro par de cartílagos, **las trabéculas craneales**, unidas a la cápsula cartilaginosa nasal situada por delante y que envuelve el órgano del olfato. A los lados de la cuerda se extienden unas laminillas cartilaginosas, *las paracordales*. Más tarde, las trabéculas craneales se fusionan con las paracor-

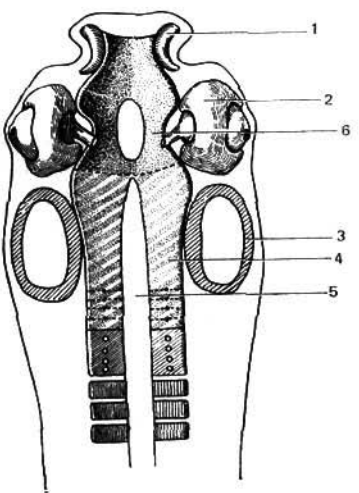


Fig. 43. Desarrollo del cráneo.

1 — cápsula nasal;
2 — cápsula visual;
3 — cápsula auditiva;
4 — cartílago paracordal;
5 — cuerda dorsal;
6 — trabécula craneal

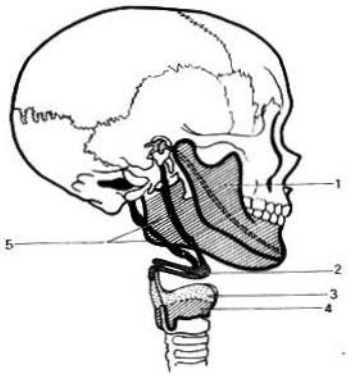


Fig. 44. Esquema de las relaciones mutuas entre los derivados de los arcos viscerales y branquiales. Los elementos cartilaginosos y óseos que se originan de los arcos branquiales en el hombre: mandíbula, aparato hioideo y algunos cartílagos de la laringe y de la faringe respiratoria.

1 — primer arco visceral;
2 — primer arco branquial;
3 — segundo arco branquial;
4 — tercer arco branquial;
5 — segundo arco visceral.

dales en una sola laminilla cartilaginosa y las paracordales, a su vez, con las cápsulas cartilaginosas auditivas, que envuelven los rudimentos del órgano de la audición (fig. 43). Entre las cápsulas olfatoria y auditiva, a cada lado del cráneo, se forman dos concavidades para el órgano de la vista. En la parte cordal, en la porción posterior de los cartílagos paracordales, a veces pueden observarse huellas que recuerdan la fusión mutua de varias vértebras, mientras que en la parte precordal es imposible descubrir huellas de segmentación alguna, tanto más cuanto que esa parte se encuentra por fuera de la zona de localización de los somitas cefálicos. En base a esto, la denominada teoría vertebral del cráneo (según la cual, éste parece como si estuviese constituido por vértebras fusionadas entre sí), formulada primeramente por Goethe y Oken, sólo puede tener cierta significación para la parte cordal del cráneo.

La falta de segmentación en el cráneo cerebral se explica, indudablemente, por su papel como instrumento protector del encéfalo, que exige una completa inmovilidad de todas sus partes.

Reflejando la fusión en la filogenia, en formaciones más grandes, los huesos de la base del cráneo tienen su origen en formaciones óseas aisladas (que antes eran independientes), que se fusionan entre sí y forman huesos mixtos. Sobre esto insistiremos al describir por separado los huesos de la base del cráneo.

Los cartílagos de los arcos viscerales también se transforman (fig. 44): la parte palatina del cartílago palatocuadrado (primer arco visceral o arco mandibular) participa en la formación del maxilar. En el cartílago (de Meckel) de este mismo arco se forma la mandíbula, que se une al hueso temporal constituyendo la articulación temporomandibular.

Las partes restantes del cartílago del primer arco visceral se transforman en los huesecillos del oído: la parte posterior del cartílago de Meckel (el cartílago articular de los vertebrados inferiores) se transforma en el martillo, y el palatocuadrado, en el yunque. La parte superior del segundo arco visceral

(hioideo) está destinado a la formación del tercer huesecillo del oído, el estribo. Estos tres huesecillos no tienen relación con el cráneo visceral y se alojan en la caja timpánica, desarrollada a expensas de la tercera hendidura branquial (el espiráculo de los cetáceos), que constituye el oído medio (véase «Organo de la audición»). El resto del arco hioideo sirve para la formación del hueso hioideo (los cuernos menores y parte del cuerpo) y los procesos estiloideos del hueso temporal, junto con el ligamento estilohioideo.

El tercer arco visceral (primer arco branquial) proporciona las partes restantes del cuerpo del hioides y sus cuernos mayores. De los arcos branquiales restantes proceden los cartílagos de la laringe, que no guardan relación con el esqueleto.

La tabla de Braus, que transcribimos a continuación, indica los derivados finales de cada arco.

DERIVADOS DE LOS ARCOS BRANQUIALES Y NERVIOS QUE LES CORRESPONDEN

Arcos viscerales (branquiales en un sentido amplio)	Estado primitivo	Derivados de los arcos viscerales en el hombre	Nervios craneales
Primer arco visceral	Arco maxilar	Martillo, yunque, cartílago de Meckel de la mandíbula	Tercer ramo del trigémino (V)
Segundo arco visceral	Arco hioideo	Estribo, proceso estiloideo del cráneo, cuernos menores y parte del cuerpo del hioides, ligamento estilohioideo	Nervio facial (VII)
Tercer arco visceral	Primer arco branquial de los peces (en un sentido estricto)	Cuernos mayores y parte del cuerpo del hueso hioideo	Nervio glosofaríngeo (IX)
Cuarto arco visceral	Segundo arco branquial de los peces	Cartílago tiroideo de la laringe	Ramo laringeo superior del nervio vago (X)
Quinto arco visceral	Tercer arco branquial de los peces		Ramo laríngeo inferior del nervio vago (X)

De esta forma, los huesos del cráneo del hombre, en dependencia de su desarrollo, pueden ser agrupados en 3 partes.

1. Huesos formadores de la cápsula cerebral:

a) desarrollados en el seno de tejido conjuntivo—huesos de la calvaria: parietales, frontal, porción escamosa del occipital, porciones escamosa y timpánica del temporal;

b) desarrollados en un medio cartilaginoso—huesos de la base del cráneo: esfenoides (a excepción de la laminilla medial del proceso pterigoideo), cuerpo y porciones laterales del occipital, porción petrosa de temporal.

2. Huesos cuyo desarrollo está relacionado con la cápsula nasal:

a) a base de tejido conjuntivo—lagrimal nasal y vómer;
b) a base de cartílago—etmoides y concha inferior.

3. Huesos desarrollados de los arcos viscerales:

a) inmóviles—maxilar, palatino, cigomático;
b) móviles—mandíbula, hioides y huesecillos del oído.

Los huesos de casi todas las partes se unen fijamente entre sí, constituyendo un todo único, en cambio, los del tercer grupo (b) están unidos con el resto del cráneo por articulaciones móviles: la mandíbula, por medio de una articulación y el hueso hioideo, por ligamentos. Los huesos del segundo grupo limitan la cavidad nasal y completan la órbita, donde se localizan los órganos de la vista; los huesos maxilares y mandibular son portadores del aparato dental. Los huesos que se desarrollan de la cápsula cerebral constituyen *el cráneo cerebral*, y los de los otros dos grupos, a excepción del etmoides, constituyen *el cráneo facial*.

En lo que respecta a la configuración del cráneo, ella está condicionada especialmente por el desarrollo del encéfalo y del aparato masticador, y por la correlación entre la cápsula cerebral y este último. Al principio, la cavidad nasal del cráneo se sitúa por delante de la cavidad cerebral. En los mamíferos, la cavidad cerebral, aumentando de volumen junto con el encéfalo, avanza sobre la nasal que, con el cráneo facial, queda situada en el hombre totalmente por debajo de la caja craneal. Esto último depende no sólo del aumento del encéfalo, sino también de la reducción del aparato masticador (maxila, mandíbula y dientes). Gracias a eso, se desplaza el agujero magno (occipital) del cráneo, que en los mamíferos inferiores está situado verticalmente y dirigido hacia atrás; en los monos adquiere una posición oblicua y en el hombre se dispone casi horizontalmente, dirigido hacia abajo. En el desplazamiento de este agujero también influye la posición vertical del eje del cuer-

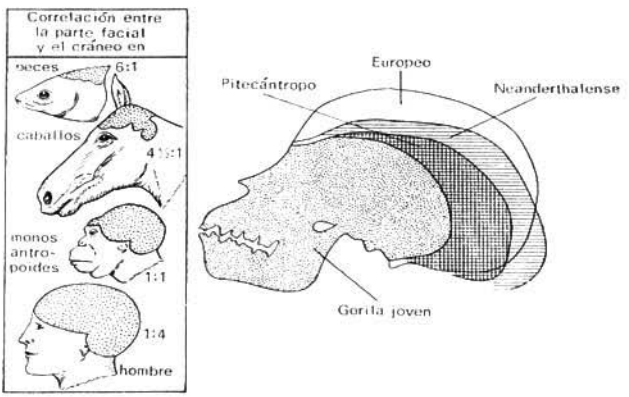


Fig 45 Aumento del cráneo cerebral en una serie de vertebrados.

po en el hombre. Debido al intenso desarrollo del encéfalo, la calvaria sobresale de las partes restantes y es muy convexa y redondeada en el hombre (fig. 45).

Por estos rasgos el cráneo humano se diferencia bruscamente no sólo del de los mamíferos inferiores, sino también del de los monos antropoides, siendo una demostración evidente de ello la capacidad de la cavidad craneal. Su volumen en el hombre se acerca a los 1500 cm^3, mientras que en los monos antropoides alcanza 400-500 cm^3. En el pitecántropo fósil la capacidad de la cavidad craneal es de unos 900 cm^3. La superficie exterior de la caja craneal del hombre es lisa y pulida, mientras que en los machos antropoides presenta crestas abruptas, condicionadas por el intenso desarrollo de la musculatura masticadora. Respecto a la forma, el cráneo de las crías de monos antropoides es el más cercano al del hombre, pero se diferencia del mismo por su intenso prognatismo. Además, en los monos los arcos superciliares son muy salientes, mientras que en el hombre son reducidos. En los cráneos fósiles de los neandertales los arcos superciliares se presentan aún con mucho relieve.

HUESOS DEL CRÁNEO

OCCIPITAL

El hueso occipital (fig. 46) forma la pared posteroinferior de la caja craneal, participando conjuntamente en la calvaria y en la base del cráneo. De acuerdo con esto (y siendo un hueso mixto) se osifica como hueso de cubierta a base de tejido conjuntivo (escama occipital) y también en un fondo cartilaginoso (el resto del hueso). En el hombre, el occipital es resultado de la fusión de varios huesos que existen independientemente en algunos animales. Por eso está constituido por cuatro porciones, originadas aisladamente y que se sueldan en un hueso único a los 3-6 años de edad. Esas partes que cierran **el agujero magno** del hueso (*foramen magnum*) (lugar donde la médula espinal se continúa en médula oblongada, al pasar del canal vertebral al cráneo), son las siguientes: por delante, **la porción basilar** (*pars basilaris*) (en los animales, hueso basilar); a los lados, **las porciones laterales** (*partes laterales*) (en los animales, los huesos laterales), y por detrás, la porción escamosa, **escama del occipital** [*squama occipitalis* (en los animales, hueso superior)]. La parte superior de la escama, encajándose entre los huesos parietales, se osifica por separado, quedando aislada con frecuencia durante toda la vida por una sutura transversal, lo que refleja también la existencia, en algunos animales, de un hueso interparietal independiente, como se denomina también en el hombre.

La porción escamosa del occipital, como hueso de protección, tiene el aspecto de una lámina, redondeada irregularmente, convexa por fuera y cóncava por su cara interna. Su relieve exterior está condicionado por la inserción de músculos y ligamentos. Así, en el centro de la cara externa se encuentra **la protuberancia occipital externa** (lugar de presentación del punto de osificación). De la protuberancia parte lateralmente, en cada lado, una línea arqueada, **la línea nucal superior.** Algo más arriba se encuentra otra línea, menos apreciable, **la línea nucal suprema.** De la protuberancia parte también por la línea media, hacia abajo, **la cresta occipital externa,**

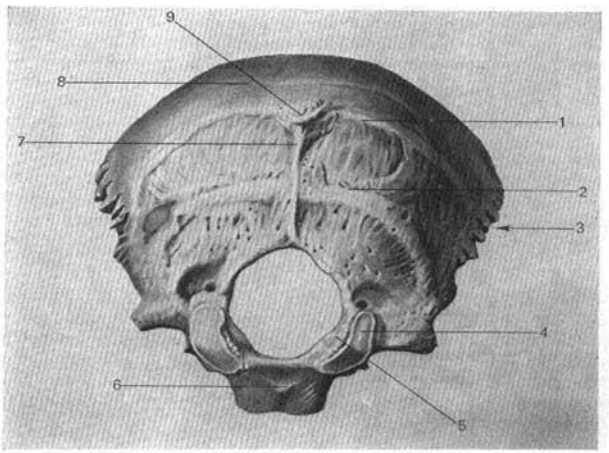


Fig. 46. Occipital; vista lateral.

1 — línea nucal superior
2 — línea nucal inferior;
3 — escama del occipital;
4 — cóndilo occipital;
5 — canal (del nervio) hipogloso;
6 — tubérculo faríngeo;
7 — cresta occipital externa;
8 — escama del occipital;
9 — protuberancia occipital externa

que llega al borde posterior del agujero magno. Desde el punto medio de la cresta se dirigen, hacia ambos lados, las **líneas nucales inferiores.** El relieve de la cara interna está condicionado por la forma del encéfalo y por la inserción de las meninges, a causa de lo cual dicha cara está dividida en cuatro fosas occipitales por dos crestas que se entrecruzan perpendicularmente; estas dos crestas constituyen en conjunto una prominencia en forma de cruz (*eminentia cruciformis*) y en cuyo punto de intersección se crea **la protuberancia occipital interna.** La mitad inferior de la cresta longitudinal es más aguda y se denomina **cresta occipital interna**, la mitad superior y las dos mitades de la cresta transversa (con más frecuencia la derecha) están provistas de surcos bien definidos: el sagital (*sulcus sinus sagitalis superioris*) y el transverso (*sulcus sinus transversi*) (huellas de la contigüedad de los senos venosos homónimos).

Cada una de **las porciones laterales** participa en la unión del cráneo con la columna vertebral, por eso contiene en su cara inferior un **cóndilo occipital,** para la articulación con el atlas. Cerca de la mitad del cóndilo occipital, aproximadamente, el hueso está atravesado por **el canal del nervio hipogloso** [*canalis* (*nervi*) *hypoglossi*]. Por detrás del cóndilo se encuentra una fosita, **la fosa condílea,** en cuyo fondo se ve, aunque de modo inconstante, el agujero de un canal —el canal condilar (*canalis condylaris*)—para un eferente venoso. Lateralmente al cóndilo, resalta **el proceso yugular** (*proce-*

ssus jugularis) (homólogo de los procesos transversos de las vértebras); en la cara superior de la porción lateral, junto con el proceso yugular, se encuentra **el surco del seno sigmoideo** (*sulcus sinus sigmoidei*) (huella del seno venoso homónimo), y por su borde, **la incisura yugular.**

La porción basilar hacia los 18 años se suelda con el esfenoides, formando un hueso único en el centro de la base del cráneo, **el hueso basilar.** En la cara superior de este hueso se observa un declive (*clivus*), formado de dos partes, en el que se asienta la médula oblongada. En los bordes laterales de la porción basilar se distingue un surco (*sulcus sinus petrosi inferioris*), huella de la aplicación del seno petroso inferior. En la cara inferior, que entra en la *composición de la pared superior de la faringe*, se destaca **el tubérculo faríngeo**, en el que se inserta la túnica fibrosa de la faringe.

ESFENOIDES

El hueso esfenoidal (*os sphenoidale*), impar, tiene una estructura aún más compleja que el occipital y recuerda por su forma a un murciélago o a un *insecto volando, lo que condiciona la denominación de sus partes* (alas, procesos pterigoideos). Por eso el término esfenoides es desacertado y proviene, al parecer, de una equivocación*. Se le llama también basilar, por hallarse en la base del cráneo.

El esfenoides es producto de la fusión de varios huesos que se encuentran independientes en los animales, por lo que se desarrolla como un hueso mixto por algunos focos de osificación pares e impares, que se fusionan en tres partes *en vísperas del nacimiento, consolidándose como un solo hueso hacia el final* del primer año de vida. En el esfenoides se distinguen las siguientes partes: 1) **cuerpo** (*corpus*) (que en los animales constituye dos huesos impares—basisfenoides y presfenoides); 2) **alas mayores** (*alae majores*) (en los animales es el hueso par alisfenoides); 3) **alas menores** (*alae minores*) (en los animales es el hueso par orbitosfenoides), y 4) **procesos pterigoideos** (*processus pterygoidei*) (cuya laminilla medial, antiguo hueso par pterigoides, se desarrolla *a base de tejido conjuntivo, mientras que las partes restantes del esfenoides* lo hacen a expensas del tejido cartilaginoso).

El cuerpo presenta en su cara superior (fig. 47), en la línea media, una depresión denominada **silla turca**, en cuyo fondo se encuentra una fosita, la **fosa pituitaria o hipofisial.** Por delante de ésta se encuentra una elevación, el tubérculo de la silla (*tuberculum sellae*), por el que pasa transversalmente **el surco quiasmático**, para el entrecruzamiento de los nervios ópticos; en los extremos de dicho surco se ven **los canales ópticos** (*canales optici*), por los cuales pasan los nervios ópticos, de las órbitas a la cavidad craneal. Por detrás, la silla turca está limitada por una laminilla ósea, **el dorso de la silla turca** (*dorsum sellae*). Las partes laterales del dorso sobresalen hacia delante para formar **los procesos clinoideos posteriores.** En la cara lateral del cuerpo se marca **el surco carotídeo** (*sulcus caroticus*), huella de la arteria carótida interna.

En la cara anterior del cuerpo, que entra en la formación de la pared superior de la cavidad nasal (fig. 48), se ve **la cresta esfenoidal** que se convier-

* En el manuscrito de Galeno este hueso se denomina *sphecoidales* (parecido a una avispa), pero el copista, según se presupone, se equivocó y escribió *sphenoidalis* (parecido a una cuña).

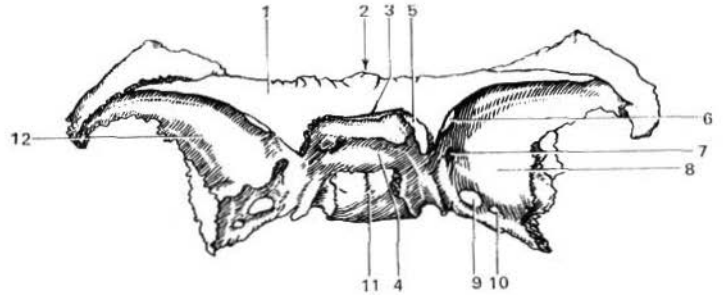


Fig. 47. Esfenoides; vista superior.

1 — ala menor;
2 — cuerpo del esfenoides;
3 — surco del quiasma;
4 — fosa hipofisaria;
5 — canal óptico;
6 — fisura orbital superior;
7 — agujero redondo;
8 — cara cerebral del ala mayor;
9 — agujero oval;
10 — agujero espinoso;
11 — dorso de la silla turca;
12 — ala mayor.

te hacia abajo en un saliente vertical agudo, **el rostro esfenoidal** (*rostrum sphenoidale*), que engarza entre las alas del vómer. La cresta esfenoidal se une, por delante, con la laminilla perpendicular del etmoides. A ambos lados de la cresta se ven unos orificios irregulares, **las aperturas del seno esfenoidal** que conducen a una cavidad neumática, **el seno esfenoidal**, incluida en el cuerpo esfenoidal y dividida en dos mitades por un tabique, **el septo de los senos esfenoidales** (*septum sinuum sphenoidalium*). A través de esos agujeros el seno comunica con la cavidad nasal.

En el recién nacido, el seno esfenoidal es de dimensiones insignificantes y sólo hacia el 7° año de vida comienza agrandarse rápidamente.

Alas menores. Son dos láminas triangulares aplanadas, que salen por dos raíces hacia delante y lateralmente, desde el borde anterosuperior del *cuerpo esfenoidal; entre las dos raíces se encuentran los canales ópticos* (*canales optici*), ya citados. Los bordes posteriores de las alas menores son libres y presentan en su extremo medial **los procesos clinoideos anteriores,** condicionados (al igual que los procesos clinoideos posteriores) por las inserciones de una de las meninges, la duramadre. Entre las alas menores y mayores se encuentra **la fisura orbital superior**, que comunica la cavidad craneal con las órbitas.

Alas mayores. Parten de las caras laterales del cuerpo esfenoidal, en dirección lateral y hacia arriba. Cerca del cuerpo, por detrás de la fisura orbital, se encuentra **el agujero redondo** (*foramen rotundum*), que conduce por delante a la fosa pterigopalatina (véase pág. 200), y está condicionado por el paso del *segundo ramo del trigémino. Por detrás, el ala mayor, en forma* de ángulo agudo, se introduce entre la porción escamosa y el peñasco del temporal y de su cara inferior emerge una eminencia aguda, **la espina del esfenoides** (*spina ossis sphenoidalis*). Cerca de ésta se encuentra el agujero espinoso, para el paso de la arteria meníngea media. Por delante del mismo

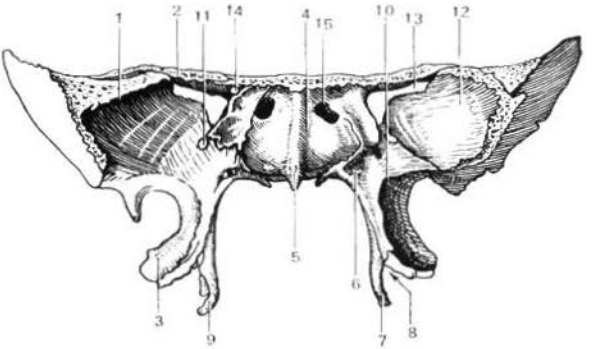


Fig. 48. Esfenoides; vista anterior.

1 — ala mayor;
2 — ala menor;
3 — lámina lateral del proceso pterigoideo;
4 — cuerpo esfenoidal;
5 — cresta esfenoidal;
6 — canal pterigoideo;
7 — lámina medial del proceso pterigoideo;
8 — incisura pterigoidea;
9 — gancho del proceso pterigoideo;
10 — lugar de partida del proceso pterigoideo;
11 — agujero redondo;
12 — ala mayor, cara orbital;
13 — fisura orbital superior;
14 — canal óptico;
15 — apertura del seno esfenoidal.

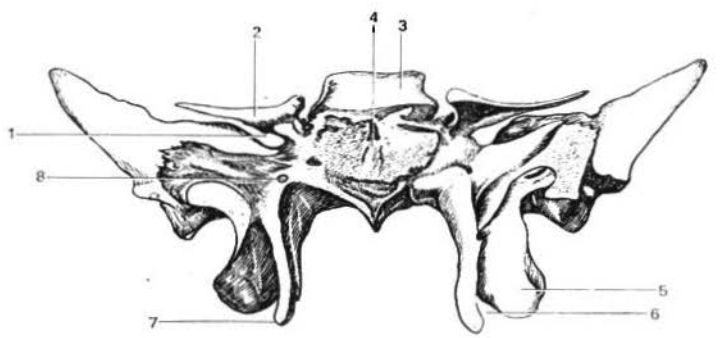


Fig. 49. Esfenoides; vista posterior.

1 — fisura orbital superior;
2 — ala menor;
3 — dorso de la silla turca;
4 — cuerpo esfenoidal;
5 — lámina lateral del proceso pterigoideo;
6 — incisura pterigoidea;
7 — lámina medial del proceso pterigoideo;
8 — canal pterigoideo.

existe un agujero bastante mayor, **el agujero oval**, a través del cual pasa el tercer ramo del nervio trigémino.

Las alas mayores tienen cuatro **caras**: **la cerebral** (*facies cerebralis*), **la orbital** (*facies orbitalis*), **la temporal** (*facies temporalis*) **y la maxilar** (*facies maxilaris*). Su denominación indica las regiones del cráneo hacia donde están dirigidas. Las dos últimas caras se encuentran separadas por una elevación, **la cresta infratemporal.**

Procesos pterigoideos (fig. 49). Parten del lugar de unión de las alas mayores con el cuerpo esfenoidal, dirigiéndose verticalmente hacia abajo. Su base está perforada por un canal de dirección sagital, **el canal pterigoideo,** por donde pasa el nervio pterigoideo y vasos sanguíneos. El orificio anterior de dicho canal se abre en la fosa pterigopalatina.

Cada proceso (apófisis) está compuesto de dos **láminas,** medial y lateral, entre las cuales se crea una excavación, **la fosa pterigoidea,** que termina por abajo en la incisura del mismo nombre. Esta última, en el cráneo, está ocupada por **el proceso piramidal** del palatino.

La lámina medial se encorva por abajo en forma de gancho (*hamulus pterygoideus*), por donde se extiende el tendón del **músculo tensor del velo del paladar** (uno de los músculos del paladar blando), que se inicia en dicha lámina.

TEMPORAL

El temporal es un hueso par, de estructura compleja, ya que cumple las 3 funciones del esqueleto, y no sólo forma parte de la pared lateral y la base del cráneo, sino que en su interior contiene los órganos de la audición y del equilibrio. El temporal es producto de la fusión de varios huesos (hueso mixto), independientes en varios animales, y por eso está compuesto de tres partes: **1) porción escamosa** (*pars squamosa*) (en los animales, hueso escamoso); 2) **porción timpánica** (*pars tympanica*) (en los animales, hueso timpánico), y 3) **porción petrosa** (*pars petrosa*) (en los animales, hueso petroso). Antes se describía, además, una cuarta porción en el hueso temporal, **la porción mastoidea**. Sin embargo, esta última, careciendo de un punto de osificación independiente, se origina de la porción petrosa; por eso en el temporal ya formado ambas partes se agrupan bajo la común denominación de porción petrosa (PNA); y en el recién nacido, en el que esas tres porciones no se han soldado todavía, a dicha porción se le denomina **petromastoidea**.

Durante el 1er año de vida, las tres porciones se fusionan en un solo hueso, rodeando **el meato auditivo externo** de tal forma que la porción escamosa queda situada encima del mismo, la petrosa por su interior y la timpánica por detrás, por debajo y por delante. Las huellas de la fusión de estas partes se conservan durante toda la vida en forma de suturas y fisuras intermedias, a saber: en el límite entre la porción escamosa y la petrosa, en la cara anterosuperior de esta última se distingue **la fisura petroescamosa**; en el fondo de la fosa mandibular, **la fisura timpanoescamosa**, que queda dividida por un proceso de la porción petrosa en **fisura petroescamosa** y **fisura petrotimpánica** (fig. 50) (por ella emerge el nervio de la cuerda del tímpano).

Porción escamosa (*pars squamosa*). Participa en la formación de las paredes laterales del cráneo. Pertenece a los huesos de cubierta, o sea, que se osifica en un medio de tejido conjuntivo, y presenta una estructura relati-

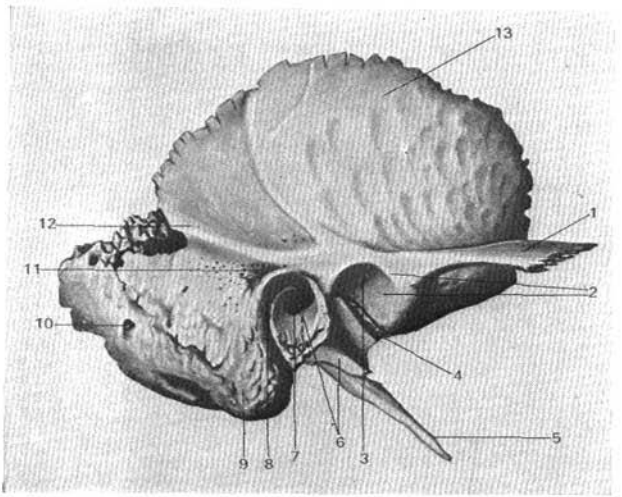


Fig. 50. Temporal derecho, vista lateral.

1 — proceso cigomático;
2 — tubérculo articular;
3 — fosa mandibular;
4 — fisura petrotimpánica;
5 — proceso estiloideo;
6 — porción timpánica;
7 — poro acústico externo;
8 — borde de la porción timpánica;
9 — proceso mastoideo;
10 — agujero mastoideo;
11 — espina suprameática (de Henle);
12 — línea temporal;
13 — porción escamosa.

vamente simple, en forma de una lámina vertical con el borde redondeado que se superpone al borde correspondiente del parietal, el borde escamoso, similar a las escamas de los peces, de donde procede su denominación*.

En su **cara cerebral** (*facies cerebralis*) se observan las huellas del cerebro, denominadas **impresiones digitales**, y el surco de la arteria meníngea media dirigida hacia arriba. La cara externa de la escama es lisa y participa en la formación de la fosa temporal, por lo que se denomina **cara temporal** (*facies temporalis*). De ella parte **el proceso cigomático**, que se dirige hacia delante, para soldarse con el hueso cigomático. En su comienzo, el proceso cigomático presenta dos raíces, anterior y posterior, entre los cuales se encuentra una excavación ovoide, **la fosa mandibular**, destinada a articularse con la mandíbula. En la cara inferior de la raíz anterior se encuentra **el tubérculo articular**, que dificulta la luxación de la cabeza de la mandíbula, al abrir desmesuradamente la boca.

* Otra explicación de ese término es la procedencia de los huesos de cubierta, de los huesos epidérmicos de los peces (escamas).

La porción timpánica (*pars tympanica*) forma las paredes anterior, inferior y parte de la posterior del **meato acústico externo.** Lateralmente se fusiona con el proceso mastoideo, y en su zona medial, con la porción petrosa. La porción timpánica tiene una osificación endésmica y como todos los huesos de cubierta tiene el aspecto de una lámina, que en este caso se halla intensamente encorvada.

El meato acústico externo (*meatus acusticus externus*) es un conducto corto, dirigido hacia dentro y algo hacia delante, que conduce a la cavidad timpánica. El contorno superior del poro acústico externo (*porus acusticus externus*) y parte del posterior están constituidos por la escama del temporal; el resto de su extensión lo constituye la porción timpánica.

En *el recién nacido*, el meato acústico externo no está todavía formado, ya que la porción timpánica forma un anillo incompleto (anillo timpánico) cubierto por la membrana del tímpano. Debido a la situación tan superficial de la membrana timpánica, en los recién nacidos y durante la primera infancia se observan con más frecuencia las afecciones de la cavidad timpánica.

Durante los primeros años de vida, el anillo timpánico prolifera y se convierte en un tubo, que desplaza a la porción petrosa en su zona medial y constituye una gran parte del meato acústico externo óseo, cuya bóveda está formada por la porción escamosa. En este momento, la membrana timpánica se ve desplazada hacia la profundidad del meato acústico externo, separándolo de la cavidad timpánica (que queda por dentro de la membrana). El suelo de esa cavidad, al igual que el del meato acústico se forma por la porción timpánica, y las paredes superior e interna, por la porción petrosa.

Una parte importante del temporal es **la porción petrosa**, denominada así por la dureza de su substancia ósea, condicionada por el hecho de que dicha parte participa al mismo tiempo en la formación de la base del cráneo y es receptáculo óseo de los órganos del oído y del equilibrio, de estructura muy delicada, que exigen por eso una protección especial contra los posibles traumatismos. La porción petrosa se desarrolla en una base cartilaginosa. A esa porción se le denomina también **pirámide**, debido a su forma de pirámide triangular, con la base dirigida hacia fuera y el vértice hacia delante y adentro, hacia el esfenoides (fig. 51).

La porción petrosa tiene tres **caras**: anterior, posterior e inferior. La cara anterior participa en la composición del suelo de la fosa craneal media; la cara posterior está dirigida hacia atrás y medialmente, constituyendo parte de la pared anterior de la fosa craneal posterior; la cara inferior, dirigida hacia abajo, sólo puede ser vista en la cara externa de la base del cráneo. El relieve externo de la porción petrosa es complejo, estando condicionado por la estructura de la misma como receptáculo para el oído medio (cavidad timpánica), y para el oído interno (laberinto óseo, compuesto por la cóclea y los canales semicirculares), y también como lugar de paso de nervios y vasos. En **la cara anterior** de la porción petrosa, cerca de su ápice, se ve una pequeña depresión, **la impresión del trigémino** (*impressio trigemini*), para el ganglio del nervio trigémino (de Gasser). Por fuera del mismo pasan dos finos surcos: uno medial, **el surco del nervio petroso mayor** (*sulcus n. petrosi majoris*) y otro lateral, **el surco del nervio petroso menor** (*sulcus n. petrosi minoris*), que conducen a dos orificios homónimos: uno medial, **el hiato del canal del nervio petroso mayor** y otro lateral, **el hiato del canal del nervio petroso menor**. Por delante de estos orificios se destaca una elevación en

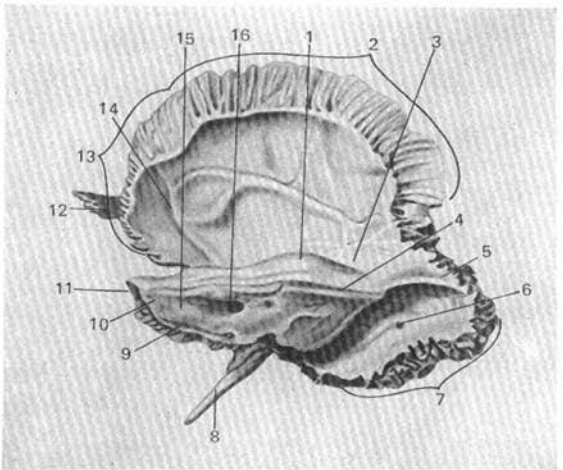


Fig. 51. Temporal derecho; vista posteromedial.

1 — eminencia arqueada;
2 — borde parietal;
3 — techo del tímpano;
4 — surco del seno petroso superior;
5 — surco del seno sigmoideo;
6 — agujero mastoideo;
7 — borde occipital;
8 — proceso estiloideo;
9 — surco del seno petroso inferior;
10 — ápice de la porción petrosa;
11 — porción petrosa;
12 — proceso cigomático;
13 — borde esfenoidal;
14 — surco arterial;
15 — cara posterior de la porción petrosa;
16 — poro acústico interno.

arco, **la eminencia arqueada**, formada gracias al desarrollo exuberante del laberinto (A. Troshin), y particularmente, del canal semicircular superior. La casa del hueso comprendida entre la fisura petroescamosa y la eminencia arqueada, constituye **el techo del tímpano** (*tegmen tympani*), lámina delgada que forma la bóveda de la cavidad timpánica.

Aproximadamente, en la mitad de **la cara posterior** de la porción petrosa se encuentra **el poro acústico interno** (*porus acusticus internus*), donde se abre **el meato acústico interno** (*meatus acusticus internus*), por donde pasan los nervios facial y vestibulococlear (auditivo), así como las arterias y venas auditivas internas.

De **la cara inferior** de la porción petrosa (fig. 52), situada en la base del cráneo, parte una prolongación estrecha, afilada, **el proceso estiloideo**, destinado a la inserción de los músculos del «ramillete anatómico» (músculos estilogloso, estilohioideo y estilofaríngeo), así como los ligamentos estilohioideo y estilomandibular. El proceso estiloideo constituye una parte del hueso temporal, de procedencia branquial. Junto con el ligamento estilohioideo es un remanente del segundo arco visceral, el arco hioideo.

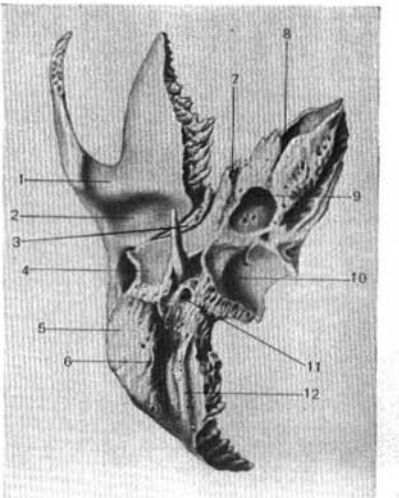


Fig. 52. Temporal derecho; vista inferior.

1 — tubérculo articular;
2 — fosa mandibular;
3 — fisura petrotimpánica;
4 — porción timpánica;
5 — proceso mastoideo;
6 — incisura mastoidea;
7 — canal musculotubario;
8 — agujero carótico interno;
9 — agujero carótico externo;
10 — fosa yugular;
11 — agujero estilomastoideo;
12 — canal de la arteria occipital.

A veces, el ligamento estilohioideo se osifica en toda su extensión y como resultado se mantiene durante toda la vida una anomalía del desarrollo del arco hioideo. Entre los procesos estiloideo y mastoideo se encuentra **el agujero estilomastoideo,** a través del cual emerge el nervio facial y entra una de las arterias. En la zona media hay una depresión profunda, **la fosa yugular.** Por delante de la fosa yugular, y separado de la misma por una cresta aguda, se halla el orificio exterior del canal carótico (*foramen caroticum externum*).

La porción petrosa tiene tres **bordes:** anterior, posterior y superior. El borde anterior, corto, forma un ángulo agudo con la escama. En este ángulo se distingue **el agujero del canal musculotubario,** que conduce a la cavidad timpánica. Este conducto está dividido por un tabique en dos partes, superior e inferior. El semicanal superior, de menores dimensiones, **semicanal del m. tensor del tímpano** contiene este músculo; y **el semicanal inferior,** de mayores dimensiones, representa la porción ósea de la tuba auditiva, que sirve para conducir el aire de la faringe a la caja timpánica.

Por el borde superior de la porción petrosa, que separa las caras anterior y posterior, se extiende un surco bien notable, **el surco del seno petroso superior,** huella del seno venoso homónimo.

El borde posterior de la porción petrosa, por delante de la fosa yugular, se une con la porción basilar del occipital formando juntos **el surco del seno petroso inferior,** huella de la parte inferior petrosa del seno venoso.

La cara externa de la base de la porción petrosa sirve para la inserción de músculos, lo que condiciona su relieve superficial (procesos, escotaduras,

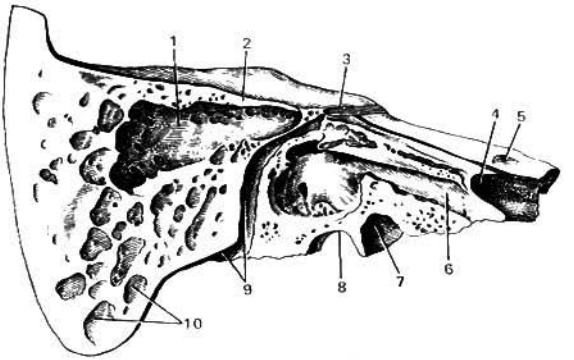


Fig. 53. Temporal derecho; corte vertical, paralelo al eje de la porción petrosa.

1 — cavidad timpánica;
2 — techo del tímpano;
3 — canal facial;
4 — agujero carótico interno;
5 — impresión del trigémino;
6 — semicanal de la tuba auditiva;
7 — agujero carótico externo;
8 — fosa yugular;
9 — canal facial y agujero estilomastoideo;
10 — células mastoideas.

rugosidades) (véase fig. 50). Por abajo, se expansiona en **el proceso mastoideo**, (*processus mastoideus*), en el cual se inserta el músculo esternocleidomastoideo, que mantiene la cabeza en equilibrio, indispensable para la posición vertical del cuerpo. Por eso el proceso mastoideo falta en los cuadrúpedos e incluso en los monos antropoides, desarrollándose exclusivamente en el hombre debido a su marcha vertical. En el lado medial del proceso mastoideo se encuentra una escotadura profunda, **la incisura mastoidea** (*incisura mastoidea*), para la inserción del músculo digástrico; todavía más adentro hay un pequeño surco, **el surco de la arteria occipital**, huella de la arteria homónima.

En la cara externa de la base del proceso mastoideo se distingue un triángulo liso, lugar de opción para la intervención quirúrgica durante los estados supurativos de las celdillas del proceso mastoideo. Por delante de este triángulo sobresale **la espina suprameática** (de Henle) (véase fig. 50).

En su interior, el proceso mastoideo contiene un complejo celular, las células mastoideas, que representan cavidades neumáticas aisladas por tabiques óseos que reciben el aire de la cavidad timpánica, con la que se comunican a través del antro timpánico. Por la cara cerebral de la base de la porción petrosa se extiende un surco profundo, **el surco del seno sigmoideo**, donde se aloja el seno venoso homónimo. En este surco se abre el canal de la vena emisaria mastoidea; su orificio externo, **el agujero mastoideo** (*foramen mastoideum*), que varía intensamente de acuerdo con las dimensiones del canal, se encuentra cerca de la sutura occipitomastoidea o en la propia sutura.

Canales del temporal. El canal más importante es **el carotídeo** (*canalis caroticus*), a través del cual pasa la arteria carótida interna. Iniciándose por su agujero externo, **el agujero carótico externo** (*foramen caroticum externum*), en la cara inferior de la porción petrosa, se eleva hacia arriba, flexionándose luego en ángulo recto para abrirse por su agujero interno, **el agujero carótico interno** (*foramen caroticum internum*), en el vértice de la porción petrosa, medialmente respecto al **canal musculotubario. El canal del nervio facial** (*canalis facialis*) (fig. 53) se inicia en el fondo del poro acústico interno, desde donde se dirige primeramente hacia delante y lateralmente, hasta alcanzar los hiatos de la cara anterior de la porción petrosa; en esos agujeros el canal, permaneciendo horizontal, hace un viraje en ángulo recto, en dirección lateral y hacia atrás, formando un acodamiento, **la rodilla del canal facial** (*geniculum canalis facialis*), dirigiéndose luego hacia abajo para terminar en **el agujero estilomastoideo**, situado en la cara inferior de la porción petrosa del temporal.

PARIETAL

El parietal es un hueso par que forma la parte media de la calvaria. En el hombre, en comparación con todos los animales, alcanza su mayor evolución, debido al desarrollo más elevado del encéfalo. Representa un hueso típico de cubierta cuya función preferente es de protección. A ello se debe la estructura relativamente simple del parietal, en forma de lámina cuadrangular, convexa por fuera y cóncava por dentro. Los cuatro **bordes** del mismo sirven para su unión con los huesos vecinos, a saber: el borde anterior, con el hueso frontal, **borde frontal** (*margo frontalis*); el posterior, con el hueso occipital, **borde occipital** (*margo occipitalis*); el superior, con el hueso homónimo del lado opuesto, **borde sagital** (*margo sagittalis*); y el inferior, con la escama del temporal, **borde escamoso** (*margo squamosus*). Los tres primeros bordes son dentados y el cuarto tiene la forma apropiada para la formación de la sutura escamosa. De los cuatro ángulos, el anterosuperior se une con el hueso frontal, **ángulo frontal**; el enteroinferior, con el esfenoides, **ángulo esfenoidal**; el posterosuperior, con el occipital, **ángulo occipital**, y el posteroinferior, con la base del proceso mastoideo del temporal, **ángulo mastoideo**. El relieve de la cara externa, convexa, está condicionado por la inserción de músculos y fascias. En su parte media se destaca una eminencia, **la tuberosidad parietal** (*tuber parietale*) (punto de inicio de la osificación). Por debajo de la tuberosidad parietal se ven dos líneas curvas, **las líneas temporales (superior e inferior)**, para la inserción de fascias y músculos. Cerca del borde superior se encuentra un agujero, **el agujero parietal** (*foramen parietale*) (para la arteria y una vena emisaria parietal). El relieve de la cara interna, cóncava, está condicionado por la aplicación del cerebro y, especialmente, de la duramadre; los lugares de inserción de esta última al hueso tienen el aspecto de un surco sagital que se extiende a lo largo del borde superior, **el surco del seno sagital (longitudinal) superior** (*sulcus sinus sagittalis superioris*) (huella del seno venoso, del seno sagital superior), y también de un surco transversal en la región del ángulo mastoideo, **el surco del seno sigmoideo** (*sulcus sinus sigmoidei*) (huella del seno venoso homónimo). Los vasos de la duramadre dejan su huella en forma de surcos ramificados en casi toda

la cara interna del hueso. A los lados de los surcos sagitales superiores pueden descubrirse las huellas de los denominados cuerpos de Pacchioni, **fosillas granulosas** (*foveolae granulares*) (véase membranas meníngeas).

FRONTAL

El frontal es un hueso impar que participa en la formación de la calvaria; pertenece a los huesos de cubierta, por lo que se desarrolla en un medio de tejido conjuntivo. Además, se relaciona con los órganos de los sentidos (el olfato y la vista). En correspondencia con esa doble función, el frontal se compone de dos partes: una vertical, la escama frontal, y otra horizontal. Esta última, de acuerdo con su relación con los órganos olfatorios y visuales, se divide en **una porción orbital par** (*pars orbitalis*), y **una porción nasal impar** (*pars nasalis*). En resumen, en el hueso frontal se distinguen 4 porciones:

1. **La escama frontal,** que como en todo hueso de cubierta tiene el aspecto de una lámina, convexa por fuera y cóncava por su interior. Esta se osifica por dos núcleos de osificación, observables incluso en el adulto en **la cara externa** en forma de dos protuberancias, **las eminencias frontales.** Estas eminencias sólo se manifiestan en el ser humano, en relación con el desarrollo del cerebro; faltan en los monos antropoides y en los fósiles del hombre prehistórico. El borde inferior de la escama se denomina **borde supraorbital** (*margo supraorbitalis*). Aproximadamente entre el tercio interno y el tercio medio de dicho borde se encuentra **la incisura supraorbital** (*incisura supraorbitalis*), que a veces se transforma en agujero, **el agujero supraorbital** (*foramen supraorbitale*), para el paso de las arterias y el nervio homónimos. Inmediatamente por encima del borde supraorbitrario se ven dos eminencias, muy variables por su volumen y extensión—**arcos superciliares**—, que se reúnen en la línea media formando una prominencia por encima de la nariz, la eminencia frontal o **glabela**. Esta es el punto de referencia para la comparación de los cráneos del hombre contemporáneo y del prehistórico. El extremo lateral del borde supraorbital se prolonga en **el proceso cigomático**, por el que se une con el hueso cigomático. Desde este proceso se dirige hacia arriba la línea temporal, muy marcada, que limita la cara temporal de la escama (*facies temporalis*). En la cara interna, por la línea media, hay un surco que viene del borde posterior, **el surco del seno sagital superior**, que más abajo se transforma en una prominencia, la cresta **frontal**. Estas formaciones son el lugar de inserción de la duramadre. Cerca de la línea media se ven las depresiones de los cuerpos de Pacchioni (proliferaciones de la aracnoides).

2 y 3. **Las porciones orbitales** se presentan como dos laminillas situadas horizontalmente, que por su cara inferior cóncava están dirigidas a las órbitas; por la cara superior, a la cavidad del cráneo y por su borde posterior se une con el esfenoides. En la cara superior o cerebral existen las huellas del cerebro, las eminencias mamilares (*juga cerebralia*) (BNA), y **las impresiones digitales. La cara inferior** u orbitaria constituye la pared superior de las órbitas, con la impresión de los aparatos auxiliares del ojo: en el proceso cigomático, **la fosa de la glándula lagrimal,** y cerca de **la incisura supraorbital, la fosita troclear** y una pequeña espina, **la espina troclear,** donde se inserta la tróclea cartilaginosa (para el tendón de uno de los músculos del ojo). Ambas porciones orbitarias están separadas entre sí por una

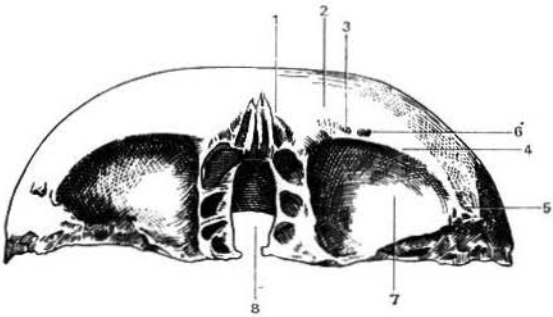


Fig. 54. Frontal; vista inferior.

1 — glabela;
2 — arco superciliar;
3, 4, 5 — borde supraorbital;
6 — agujero supraorbital;
7 — porción orbital;
8 — incisura etmoidal.

escotadura, **la incisura etmoidal,** que en el cráneo entero está ocupada por el etmoides (fig. 54).

4. **La porción nasal** ocupa la zona anterior de la incisura etmoidal; por la línea media se observa una pequeña cresta que termina en un proceso agudo, **la espina nasal,** que participa en la formación del septo nasal. A ambos lados de la cresta se encuentran unas fositas que sirven de pared superior a las celdas etmoidales. Por delante de estas últimas se encuentra el orificio de **los senos frontales,** localizados en el espesor del hueso, por detrás de los arcos superciliares y cuyas dimensiones son muy variadas. El seno frontal está corrientemente dividido por un tabique, **el septo del seno frontal.** En una serie de casos se observan senos frontales complementarios, por detrás o entre los fundamentales (Jovanovic, 1961). El frontal es el más característico de todos los huesos del cráneo del hombre. Durante la filogenia el cráneo ha sufrido máximas transformaciones. En los homínidos más antiguos (al igual que en los monos antropoides) se presentaba fuertemente inclinado hacia atrás, formando una frente en declive que escapaba hacia atrás. Detrás del estrechamiento orbitario, se dividía bruscamente en dos partes: la escamosa y la orbitaria. Por el borde de las órbitas de un proceso cigomático al otro se extendía un reborde compacto y grueso. En el hombre contemporáneo este reborde se ha reducido considerablemente, quedando tan sólo los arcos superciliares. En correspondencia con el desarrollo del cerebro, la escama del frontal se fue enderezando hasta ocupar una posición vertical, al mismo tiempo que se desarrollaron las eminencias frontales, a causa de lo cual la frente se hizo convexa en lugar de aplastada, dando al cráneo su aspecto característico.

ETMOIDES

El etmoides es un hueso impar que se describe frecuentemente entre los huesos del cráneo cerebral a pesar de que gran parte del mismo participa en la formación del cráneo facial. Situado en el centro, entre los huesos de

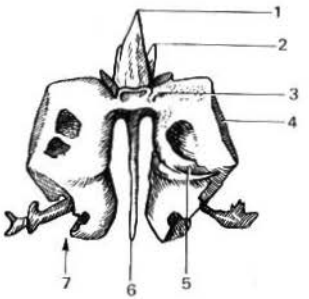


Fig. 55. Etmoides; vista posterior.

1, 2 — crista galli;
3 — lámina cribosa;
4 — lámina orbital;
5 — concha nasal superior;
6 — lámina perpendicular;
7 — laberinto etmoidal.

la cara, entra en contacto con la mayoría de éstos, participando en la formación de la cavidad nasal y de las órbitas que, en el cráneo entero, lo encubren. El etmoides se desarrolla en relación con la cápsula nasal, en un medio cartilaginoso y está compuesto de delgadas laminallas óseas que rodean las cavidades neumáticas, y por eso es ligero y frágil* (fig. 55).

Las láminas óseas del etmoides están dispuestas en forma de T, en la cual la línea vertical constituye **la lámina perpendicular,** y la línea horizontal, **la lámina cribosa.** De esta última y por los lados de la lámina perpendicular están suspendidos **los laberintos etmoidales.** En resumen, en el etmoides pueden distinguirse 4 partes.

1. **La lámina cribosa** es una laminilla cuadrilátera que llena la incisura etmoidal, del hueso frontal. Esta se encuentra perforada, al igual que una criba, por multitud de pequeños agujeros (y de ahí su denominación), a través de los cuales pasan las ramificaciones del nervio olfatorio (cerca de 30). Por su línea media se eleva **la crista galli,** lugar de inserción de la duramadre.

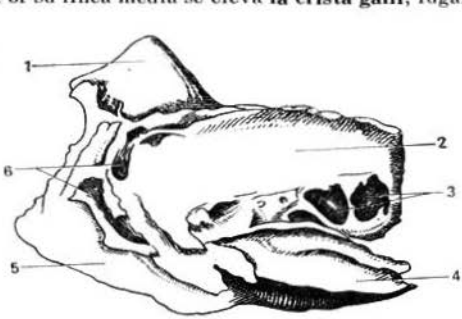


Fig. 56. Etmoides; vista lateral izquierda.

1 — crista galli;
2 — lámina orbital;
3 — celdas etmoidales posteriores;
4 — concha nasal media;
5 — lámina perpendicular;
6 — células etmoidales anteriores

* Los egipcios se valían de esto para extraer en los embalsamientos a través de este hueso el cerebro de la cavidad craneal.

2. **La lámina perpendicular** forma parte del septo nasal.

3 y 4. **Los laberintos etmoidales** constituyen un complejo par de celdas óseas neumáticas, **las células etmoidales,** cubiertas por fuera por una delgada laminilla ósea, **la lámina orbital,** que forma la pared medial de las órbitas (fig. 56). El borde superior de la lámina orbital se une con la porción orbital del frontal; por delante, con el huesecillo lagrimal; por detrás, con el esfenoides y el proceso orbital del palatino, y por abajo, con el maxilar; todos estos huesos encubren las células etmoidales de los bordes. En la parte medial de los laberintos se localizan **las conchas** (cornetes) **superior** y **media** (pero a veces existe una tercera concha, **la concha nasal suprema**).

Las conchas son laminillas óseas arrolladas, gracias a lo cual aumenta el área de la mucosa nasal que los tapiza.

HUESOS DE LA CARA

Los huesos de la cara forman receptáculos para los órganos de los sentidos (vista y olfato), y también para los segmentos iniciales de los sistemas digestivo (cavidad bucal) y respiratorio (cavidad nasal), lo que determina su estructura. Además, en todos ellos se reflejaron cambios de las partes blandas de la cabeza, condicionados por el proceso de humanización de los monos, es decir, el papel dirigente del trabajo, el traslado parcial de la función prensora de las mandíbulas a los brazos al constituirse éstos en órganos de trabajo; el desarrollo del lenguaje articulado; el desarrollo del encéfalo y de sus instrumentos, los órganos de los sentidos; y en fin, el consumo de alimentos preparados artificialmente, que aligeró el trabajo del aparato masticador.

MAXILAR

El maxilar (*maxilla*) es un hueso par de estructura compleja, condicionado por sus múltiples y variadas funciones: la participación en la formación de cavidades para los órganos de los sentidos, las cavidades orbitarias y nasal; en la formación de tabiques entre las cavidades nasal y bucal; y también por su participación en el trabajo del aparato masticador (fig. 57).

En el hombre, el traslado de la función prensora, desde las mandíbulas (como en los animales) a los brazos,como resultado de su actividad laboral, condujo a la disminución de las dimensiones del maxilar. Al mismo tiempo, el desarrollo del lenguaje articulado influyó en que la estructura del hueso fuese más delicada. Todo eso determinó la estructura del maxilar, que se desarrolló en un medio de tejido conjuntivo (en los animales es el hueso maxilar).

El maxilar está constituido por el cuerpo y cuatro procesos.

A. **El cuerpo** (*corpus maxillae*) contiene un gran seno neumático, **el seno maxilar** (*anto de Highmore*) (BNA), que se abre en la cavidad nasal por un amplio orificio, **el hiato maxilar**. En el cuerpo se distinguen cuatro caras:

La cara anterior en el hombre contemporáneo es cóncava, debido a la debilitación de las funciones de masticación, condicionada por la preparación artificial de los alimentos; en cambio, en el hombre de Neanderthal era plana. Por abajo se continúa en el proceso alveolar, donde se distingue una

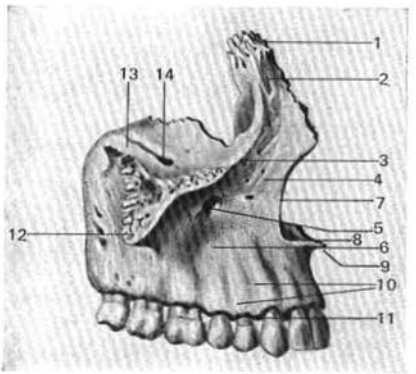


Fig. 57. Maxilar derecho; cara anterior.

1 — proceso frontal;
2 — cresta lagrimal anterior;
3 — borde infraorbital;
4 — cara anterior;
5 — agujero infraorbital;
6 — fosa canina;
7 — incisura nasal;
8 — proceso palatino;
9 — espina nasal anterior;
10 — eminencia alveolar;
11 — proceso alveolar;
12 — proceso cigomático;
13 — cara orbital;
14 — surco infraorbital, que se continúa en el canal infraorbital.

serie de prominencias, **las eminencias alveolares** (*juga alveolaria*), que corresponden a las raíces dentarias. La elevación correspondiente al canino es de mayor relieve que las otras. Por encima y lateralmente a ésta se encuentra **la fosita canina** (sería más acertado llamarla **fosita colmillar**, puesto que en latín el colmillo se denomina diente canino, *dens caninus*). Por arriba, la cara anterior del maxilar se encuentra aislada de la cara orbital, por **el borde infraorbital** (*margo infraorbitalis*). Inmediatamente por debajo del mismo se ve **el agujero infraorbital** (*foramen infraorbitale*), por el cual emergen de las órbitas el nervio y la arteria homónimos. El límite medial de la cara anterior es **la incisura nasal** (*incisura nasalis*), cuyo extremo se extiende hacia delante en **la espina nasal anterior.**

La cara infratemporal (*facies infratemporalis*) está separada de la cara anterior por el proceso cigomático, en el que se ven varios orificios pequeños (por los que pasan vasos y nervios a los dientes superiores), una eminencia, **la tuberosidad maxilar** y **el surco palatino mayor.**

La cara nasal (*facies nasalis*) se continúa por abajo con la cara superior del proceso palatino (fig. 58). En ella se distingue **la cresta conchal** (*crista conchalis*), para la concha nasal inferior. Por detrás del proceso frontal se advierte **el surco lagrimal**, el cual, junto con el huesecillo lagrimal y la concha inferior, completa **el canal nasolagrimal** (*canalis nasolacrimalis*), que comunica la órbita con el meato nasal inferior. Aún más atrás se encuentra un orificio grande que conduce al seno maxilar. En el cráneo entero este orificio está algo reducido, por estar cubierto parcialmente por los huesos lagrimal, etmoides, palatino y concha inferior.

La cara orbital (*facies orbitalis*) es lisa, plana y triangular. En su borde medial, por detrás del proceso frontal, se encuentra **la incisura lagrimal** (*incisura lacrimalis*), donde penetra el huesecillo lagrimal. Cerca del borde posterior de la cara orbital se inicia **el surco infraorbital** (*sulcus infraorbitalis*), que se transforma hacia delante en **el canal infraorbital** (*canalis infraor-*

bitalis), que se abre en **el agujero infraorbital** (*foramen infraorbitale*) de la cara anterior del maxilar ya mencionado. Del canal infraorbital parten **los canales alveolares** (*canales alveolares*) para los nervios y vasos que van por el espesor de la pared anterior del maxilar hacia los dientes anteriores.

B. **Procesos.** 1. **El proceso frontal** (*processus frontalis*) se dirige hacia arriba y se une a la porción nasal del frontal. Su cara lateral está dividida en dos partes por **la cresta lagrimal anterior** (*crista lacrimalis anterior*), que se continúa por abajo con **el borde infraorbital**. En su cara medial presenta **la cresta etmoidal**, huella de inserción de la concha nasal media.

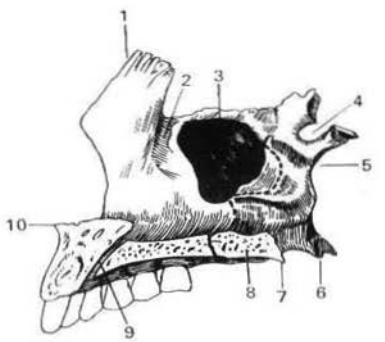
2. **El proceso alveolar** (*processus alveolaris*) contiene en su borde inferior **el arco alveolar** (*arcus alveolaris*), **los alvéolos dentales** para los ocho dientes superiores; los alvéolos están separados uno de otro por tabiques, **los septos interalveolares** (*septa interalveolaria*).

3. **El proceso palatino** (*processus palatinus*) forma gran parte del **paladar óseo** (*palatum osseum*), uniéndose con el homólogo del lado opuesto por medio de una sutura media. A lo largo de dicha sutura, en la cara superior del proceso se extiende **la cresta nasal**, dirigida a la cavidad nasal, para unirse con el borde inferior del vómer. En la cara superior del proceso, cerca del extremo anterior de la cresta nasal, se observa un agujero que conduce **al canal incisivo** (*canalis incisivus*). La cara superior es lisa; en cambio, la inferior, dirigida a la cavidad bucal, es rugosa (impresiones de las glándulas de la múcosa) y presenta surcos longitudinales, **los surcos palatinos** (*sulci palatini*), para nervios y vasos. En el segmento anterior se observa con frecuencia una **sutura incisiva**, huella de separación del hueso incisivo fusionado con el maxilar, que en muchos animales existe como hueso independiente (hueso intermaxilar), y que en el hombre sólo se presenta como una variedad muy rara.

4. **El proceso cigomático** (*processus zygomaticus*) se une con el hueso homónimo, constituyendo **el arco cigomático,** grueso soporte a través del cual se transmite la presión al hueso cigomático en el acto de la masticación.

Fig. 58. Palatino y maxilar; cara nasal.

1 — proceso frontal;
2 — surco lagrimal;
3 — hiato maxilar;
4 — incisura esfenopalatina;
5 — lámina perpendicular;
6 — proceso piramidal;
7 — espina nasal posterior;
8 — lámina horizontal;
9 — canal incisivo;
10 — espina nasal anterior.



PALATINO

El hueso palatino es par; a pesar de sus pequeñas dimensiones participa en la formación de una serie de cavidades del cráneo, la cavidad nasal, la boca, las órbitas y la fosa pterigopalatina. Eso determina su estructura original, en forma de un hueso delgado compuesto de dos laminillas unidas entre sí en ángulo recto y que complementan el maxilar (fig. 58 y 59).

1. **La lámina horizontal** (*lamina horizontalis*) completa por detrás al proceso **palatino del maxilar** en la formación del **paladar óseo** (*palatum osseum*). Su borde medial se une con el borde homólogo opuesto, constituyendo en conjunto la prolongación de la cresta nasal. En su cara inferior existe **el agujero palatino mayor** (*foramen palatinum majus*), a través del cual emergen del surco palatino mayor los vasos y nervios del paladar.

2. **La lámina perpendicular** (*lamina perpendicularis*) se aplica a **la cara nasal del maxilar**. Por su cara lateral se extiende un surco, **el surco palatino mayor** (*sulcus palatinus major*), que junto con el homónimo del maxilar forman el palatino mayor. En la cara medial se distinguen dos pequeñas crestas para las dos conchas nasales: media (**cresta etmoidal**) e inferior (**cresta conchal**). El palatino tiene tres **procesos**: uno, **el proceso piramidal**, parte desde el lugar de conjunción entre las láminas horizontal y perpendicular, hacia atrás y lateralmente, rellenando en el cráneo entero la incisura del proceso pterigoideo del esfenoides. Por su interior, atravesando verticalmente por **los canales palatinos menores** (*canales palatini minores*), pasan nervios y vasos. Los otros dos procesos sobresalen del borde superior de la

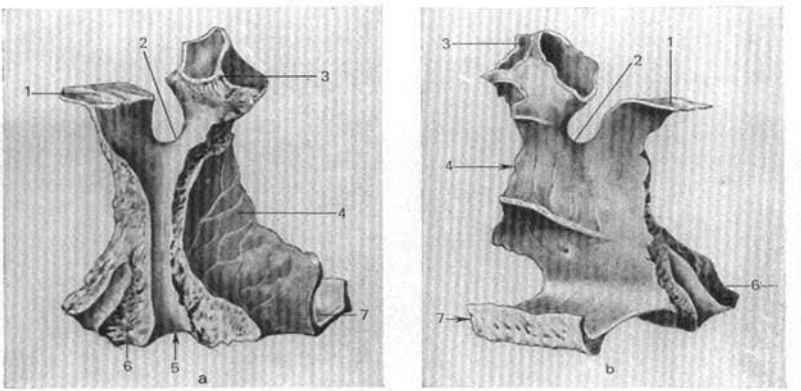


Fig. 59. Palatino derecho; (*a*) cara maxilar; (*b*) cara nasal.

1 — proceso esfenoidal;
2 — incisura esfenopalatina;
3 — proceso orbital;
4 — lámina perpendicular;
5 — surco palatino mayor;
6 — proceso piramidal;
7 — lámina horizontal.

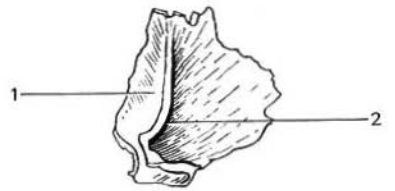


Fig. 60. Hueso lagrimal izquierdo; vista lateral.
1 — surco lagrimal; 2 — cresta lagrimal posterior.

lámina perpendicular, constituyendo entre sí **la incisura esfenopalatina**, que al unirse con el cuerpo esfenoidal cierra **el agujero esfenopalatino** (para los vasos y nervios homónimos). El anterior de dichos procesos completa el fondo de la órbita, en el ángulo posterior de la misma, por lo que se denomina **proceso orbital** (*processus orbitalis*); el proceso posterior, **proceso esfenoidal**, se aplica a la cara inferior del cuerpo del esfenoides.

CONCHA NASAL INFERIOR

La concha nasal inferior (*concha nasalis inferior*) es un hueso par, independiente, a diferencia de las conchas media y superior que forman parte del etmoides. La concha inferior se presenta como una delgada lámina encorvada que se inserta por su borde superior en la pared lateral de la cavidad nasal, aislando el meato medio del inferior. Su borde inferior es libre, mientras que el superior se une con la cresta conchal del maxilar y con el palatino.

HUESO NASAL

El hueso nasal (*os nasale*) aplicándose a su homólogo opuesto forma la raíz del dorso de la nariz. En el hombre, en comparación con los animales, está poco desarrollado.

HUESO LAGRIMAL

El lagrimal (*os lacrimale*) (fig. 60) es un hueso par; constituye una delgada laminilla que entra en la composición de la pared medial de la órbita, inmediatamente por detrás del proceso frontal del maxilar. En su cara lateral presenta **la cresta lagrimal posterior** (*crista lacrimalis posterior*). Por delante de la cresta pasa **el surco lagrimal** (*sulcus lacrimalis*), que junto con el surco del proceso frontal del maxilar forma **la fosa del saco lagrimal** (*fossa sacci lacrimalis*). El lagrimal del hombre tiene gran semejanza con el hueso homólogo de los monos antropoides, lo cual establece una de las pruebas del parentesco de los mismos con los homínidos.

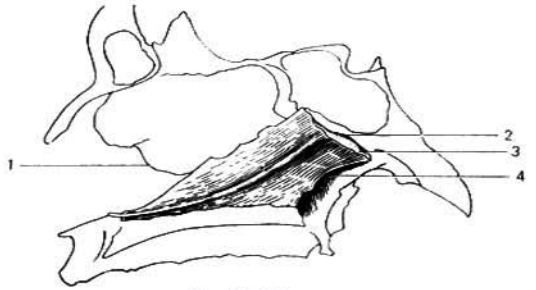


Fig. 61. Vómer.

1 — lámina perpendicular del etmoides; 3 — ala del vómer;
2 — borde superior del vómer; 4 — borde posterior del vómer.

VÓMER

El vómer (fig. 61) es un hueso impar; tiene el aspecto de una laminilla cuadrilátera irregular que recuerda una reja de arado, entrando en la composición del septo (tabique) óseo nasal. Su borde superior está bifurcado en dos alas, **las alas del vómer** (*alae vomeris*), que abarcan **el rostro** (pico) **esfenoidal** (*rostrum sphenoidale*). El borde anterior, en la mitad superior del vómer, entra en contacto con la laminilla perpendicular del etmoides, y en su mitad inferior, con el septo cartilaginoso de la nariz. El borde inferior se une con las crestas nasales del maxilar y del palatino, mientras que el borde posterior es libre, formando el borde posterior del septo óseo de la nariz, que separa uno de otro los orificios posteriores de la cavidad nasal, **las coanas**, a través de los cuales dicha cavidad se comunica con la rinofaringe.

HUESO CIGOMÁTICO

El hueso cigomático (*os zygomaticum*) (fig. 62) es un hueso par, el más consistente de todos los huesos faciales; constituye una parte arquitectónica

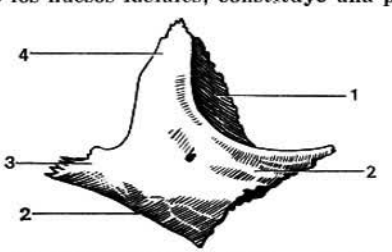


Fig. 62. Hueso cigomático derecho; cara lateral.

1 — cara orbital; 3 — proceso temporal;
2 — cara lateral; 4 — proceso frontal.

importante de la cara, cerrando los procesos cigomáticos de los huesos frontal, temporal y maxilar, con lo que coopera a la consolidación entre los huesos del cráneo y de la cara. Además, ofrece una amplia superficie para la inserción de los músculos masticadores. De acuerdo con la posición del hueso en él se distinguen tres caras y dos procesos. **La cara lateral** (*facies lateralis*, tiene el aspecto de una estrella de cuatro puntas y es algo prominente en) forma de tuberosidad. **La cara posterior**, lisa, está dirigida a la fosa temporal, denominándose **cara temporal** (*facies temporalis*); la tercera cara, **la orbital** (*facies orbitalis*), participa en la formación de la pared de la órbita. El proceso superior del hueso, **proceso frontal** (*processus frontalis*), se une con el proceso cigomático del frontal y con el ala mayor del esfenoides. En su cara orbital se observa frecuentemente una elevación para la inserción de músculos y ligamentos de los párpados (Didio, 1962). El proceso lateral, **proceso temporal** (*processus temporalis*), uniéndose con el proceso cigomático del temporal, forma **el arco cigomático**, lugar de inserción del músculo masetero.

MANDÍBULA

La mandíbula (*mandibula*) es el hueso móvil del cráneo. Tiene forma de herradura, condicionada tanto por su función (parte importantísima del aparato masticador), como por su procedencia del primer arco visceral (mandibular), cuya forma conserva en cierto grado. En los mamíferos, incluidos los primates inferiores, la mandíbula es un hueso par. En correspondencia con esto, también en el hombre se forma por dos rudimentos, los que proliferando paulatinamente, se fusionan hacia el 2° año de vida en un hueso impar, que conserva las huellas de consolidación de las dos mitades en su línea media, **sínfisis mandibular** (*symphisis mandibulae*). El hueso se desarrolla en un medio de tejido conjuntivo. De acuerdo con la estructuración del aparato masticador se distinguen dos partes: una pasiva, es decir, los dientes, que realizan la función masticadora, y otra activa, los músculos. La mandíbula se divide en porción horizontal, **el cuerpo de la mandíbula** (*corpus mandibulae*) en el que están implantados los dientes, y porción vertical, en forma de dos ramas, **las ramas de la mandíbula** (*rami mandibulae*), que sirven para la formación de la articulación temporomandibular y para la inserción de la musculatura masticadora. Ambas porciones, la horizontal y la vertical, se unen para formar **el ángulo de la mandíbula** (*angulus mandibulae*) en cuya cara externa se inserta el músculo masetero, lo que favorece la existencia de una tuberosidad del mismo nombre, **la tuberosidad masetérica** (*tuberositas masseterica*). En la cara interna del ángulo de la mandíbula se encuentra **la tuberosidad pterigoidea**, lugar de inserción de otro músculo masticador, **el pterigoideo medial** (*m. pterygoideus medialis*). Por eso la actividad del aparato de la masticación influye en las dimensiones de dicho ángulo. En los recién nacidos se acerca a los 150°; en el adulto disminuye hasta los 130-110°, aumentando de nuevo en la vejez, debido a la pérdida de los dientes y a la debilitación de la función masticadora. De igual modo, al comparar los monos con los diversos tipos de homínidos se observa, en correlación con el debilitamiento de la función masticadora, el aumento progresivo del ángulo mandibular, que en

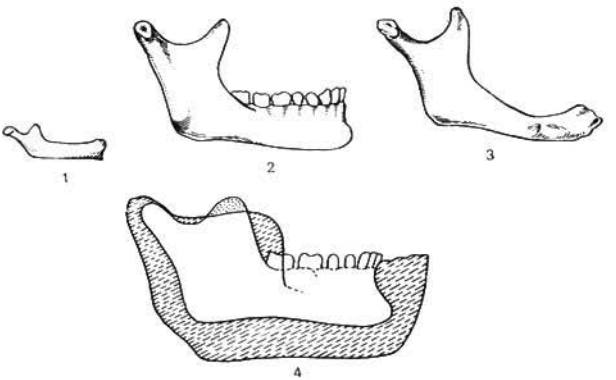


Fig. 63. Mandíbula.

1 — en el recién nacido;
2 — hombre de 30 años;
3 — hombre de 80 años;
4 — mandíbula del hombre contemporáneo dibujada sobre la del Heidelberg. Resalta su disminución y la forma del mentón.

los monos antropoides es de 90°, en el hombre de Heidelberg 95°, en el de Neanderthal 100° y en el hombre contemporáneo 130° (fig. 63).*

La estructura y el relieve del **cuerpo** del maxilar inferior están condicionados por la presencia de los dientes y por su participación en la formación de la boca.

Así, la parte superior del cuerpo, **porción alveolar** (*pars alveolaris*), aloja los dientes, y debido a ello presenta por su borde o arco alveolar **los alvéolos dentales** (*alveoli dentales*), separados por **los septos interalveolares** (*septa interalveolaria*) y las prominencias exteriores correspondientes a **las eminencias alveolares** (*juga alveolaria*). El borde inferior, redondeado, masivo y grueso constituye la **base del cuerpo de la mandíbula** (*basis mandibulae*).

En la vejez, con la caída de los dientes, la **porción alveolar** se atrofia y todo el cuerpo se hace más delgado y más bajo en altura. Por la línea media la cresta de la sínfisis se continúa con la **protuberancia mental** (*protuberantia mentalis*), de forma triangular, característica del hombre contemporáneo. De todos los mamíferos, tan sólo el hombre y solamente el hombre contemporáneo presenta un mentón prominente. Los monos antropoides, el pitecántropo y el hombre de Heidelberg carecen de protuberancia mental y el borde mandibular en ese lugar se encorva hacia atrás. En el de Neanderthal la protuberancia mental también falta, pero el borde correspondiente tiene la forma de un ángulo recto. Sólo en el hombre contemporáneo se presenta una prominencia mental verdadera. A cada lado de dicha eminencia se en-

* Los breves datos antoprológicos de este compendio fueron obtenidos de los manuales de M. Gremiatski y V. Guínsburg.

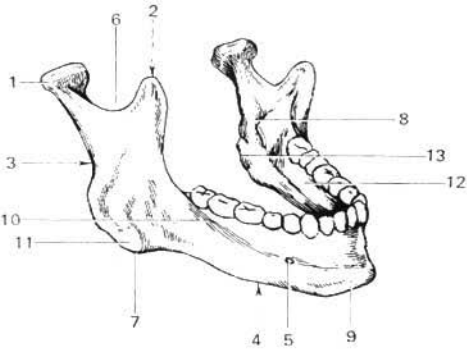


Fig. 64. Mandíbula.

1 — proceso condilar;
2 — proceso coronoideo;
3 — rama de la mandíbula;
4 — cuerpo de la mandíbula;
5 — agujero mental (mentoniano)
6 — incisura sigmoidea;
7 — ángulo mandibular;
8 — agujero mandibular;
9 — protuberancia mental;
10 — línea oblicua;
11 — tuberosidad masetérica;
12 — línea milohioidea;
13 — tuberosidad pterigoidea.

cuentran **los tubérculos mentales** (*tubercula mentalia*). En la cara lateral del cuerpo, a nivel del 1° y 2° molares menores, se tiene **el agujero mental** (*foramen mentale*), orificio de salida del **canal mandibular** (*canalis mandibulae*), que da paso a nervios y vasos. Hacia atrás y arriba del tubérculo mental se extiende **la línea oblicua**. En la cara interna, en la región de la sínfisis, sobresalen las dos **espinas mentales** (*spinae mentales*), punto de inserción tendinosa de **los músculos genioglosos.** En los monos antropoides estos músculos se insertan no por un tendón, sino directamente por la masa muscular, a causa de lo cual en vez de un proceso se forma una fosilla. En una serie de mandíbulas fósiles se observan todas las formas de tránsito, desde la fosa propia de los monos, condicionada por la inserción carnosa de los genioglosos, y combinada con la ausencia de mentón, hasta el desarrollo de la espina, debida a la inserción tendinosa del músculo y combinada con un mentón saliente. De esta suerte, el cambio de modo de inserción del músculo geniogloso, de muscular a tendinosa, acarreó la formación de las espinas mentales (geni) y la del propio mentón. Si se tiene en cuenta que la forma tendinosa de inserción de los músculos de la lengua favoreció el desarrollo del lenguaje articulado, la transformación del relieve óseo de la mandíbula en la región mental debe relacionarse también con el habla, constituyendo un rasgo puramente humano. A los lados de la espina mental, cerca del borde inferior del hueso, se encuentran **las fosas digástricas** (*fossae digastricae*), para la inserción de los músculos digástricos, después de las cuales se extienden hacia atrás y arriba, en dirección a las ramas de la mandíbula, **las líneas milohioideas**, lugar de inserción del músculo milohioideo (fig. 64).

La rama mandibular (*ramus mandibulae*) sale a cada lado de la parte posterior del cuerpo hacia arriba. En su cara interna se encuentra **el agujero mandibular** (*foramen mandibulae*), que conduce al **canal mandibular**. El borde anterior del agujero mandibular es cortante, forma **la língula de la mandíbula**, punto de inserción del ligamento esfenomandibular; en el hombre la língula está desarrollada más intensamente que en los monos. Por detrás de la língula se inicia, dirigiéndose hacia abajo y adelante, **el surco milohioideo** (huella del nervio y de los vasos sanguíneos). Por arriba, la rama termina en dos procesos: uno anterior, **el proceso coronoideo** (*processus coronoideus*) (que se formó bajo la acción de la tracción del potente músculo temporal), y otro posterior, **el proceso condilar** (*processus condylaris*). En la cara interna de la rama, partiendo de las eminencias alveolares de los últimos molares mayores, se encuentra **la cresta del m. buccinador**, que se eleva hacia el proceso coronoideo.

El proceso condilar tiene **una cabeza** o cóndilo (*caput mandibulae*) y **un cuello** (*collum mandibulae*); en la parte anterior del cuello está **la fosita pterigoidea** (*fovea pterygoidea*), lugar de inserción del músculo pterigoideo lateral. La cabeza del proceso condilar está extendida transversalmente, pero el extremo medial de su eje está desviado hacia atrás, o sea, que alargando mentalmente los ejes longitudinales de ambas cabezas ellos vienen a cruzarse en el borde anterior del agujero magno, formando un ángulo de 140-150°. Resumiendo la descripción de la mandíbula, debe señalarse que su forma y estructura caracterizan al hombre contemporáneo. En relación con el proceso de trabajo que condicionó la transformación del mono en hombre, la función prensora pasó de las mandíbulas a los brazos, convertidos en órganos de trabajo. Además, el consumo de alimentos preparados artificialmente alivió el trabajo del aparato masticador en el hombre. Todo esto condujo a la disminución de la actividad de los dientes y la reducción de la mandíbula, la que disminuyó bruscamente no sólo en comparación con la de los monos antropoides, sino también respecto a la del hombre prehistórico fósil, por ejemplo, en comparación con la mandíbula descubierta en Heidelberg. A la par con eso, en el hombre comenzó a desarrollarse el habla articulada, relacionada con el trabajo intensificado y más específico de los músculos de la lengua, insertados en la mandíbula. Por eso, la región mental (mentoniana) del hueso relacionada con dichos músculos, se vio sometida a un funcionamiento más intenso, lo que le permitió resistir la acción de los factores regresivos, formándose las espinas y la prominencia mentales. La formación de esta última fue también favorecida por la ampliación del arco mandibular, vinculada con el acrecentamiento de las dimensiones transversales del cráneo cerebral, bajo la acción del aumento del encéfalo. Así, pues, la forma y estructura de la mandíbula se fueron constituyendo bajo el influjo del desarrollo del trabajo, del lenguaje articulado y del encéfalo, elementos característicos del hombre.

HIOIDES

El hueso hioideo (fig. 65) está situado entre la mandíbula y la laringe, en la base de la lengua. Pertenece al cráneo visceral y se deriva de los arcos hioideo y primer branquial. De acuerdo con su desarrollo, el hioides adquiere una forma arqueada. Se compone de un **cuerpo** (*corpus*) y de dos partes de

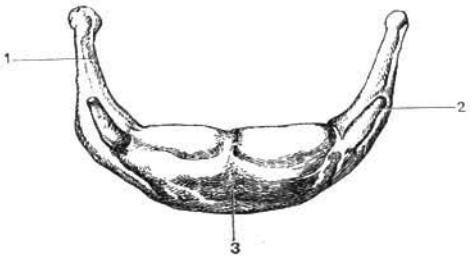


Fig. 65. Hioides; vista anterosuperior.

1 — cuerno mayor;
2 — cuerno menor;
3 — cuerpo.

cuernos: **los cuernos mayores** (*cornua majora*) y **los cuernos menores** (*cornua minora*). **Los cuernos mayores** parten de ambos extremos del cuerpo, hacia atrás y algo lateralmente, uniéndose al cuerpo por un cartílado que después se osifica. **Los cuernos menores** parten del punto de unión de los cuernos mayores con el cuerpo, dirigiéndose hacia arriba y atrás. Debe señalarse que los cuernos menores osifican solamente durante la senectud, consolidándose con el cuerpo después de los 50 años de edad. El hioides está suspendido de la base del cráneo por medio de dos ligamentos fibrosos extensos, los ligamentos estilohioideos, que se insertan en los cuernos menores del hueso y en los procesos estiloideos de los temporales.

UNIONES DE LOS HUESOS DEL CRÁNEO

Las uniones de los huesos del cráneo están constituidas principalmente por **sindesmosis: suturas** en los cráneos de los adultos y **membranas interóseas** (fontanelas) en los recién nacidos, lo cual refleja el desarrollo de los huesos de la calvaria a base de tejido conjuntivo, relacionado, en lo primordial, con su función de protección. Casi todos los huesos de la calvaria, exceptuando la escama del temporal, se unen por medio de **suturas dentadas** (*sutura serrata*). La escama del hueso temporal se une con el borde escamoso del parietal mediante **sutura escamosa**. Los huesos del cráneo facial se aplican uno al otro con bordes relativamente lisos, **sutura plana**. La diversidad en la forma de las suturas está relacionada con las diferencias de las acciones mecánicas en las distintas zonas del cráneo (tracción o presión de los músculos, peso del cráneo facial, etc.). Las suturas reciben la denominación de los dos huesos que se unen entre sí, por ejemplo, **sutura esfenofrontal, esfenoparietal**, etc. En la base del cráneo existen **sincondrosis** de cartílago fibroso, dispuesto en las hendiduras interóseas: **sincondrosis petrooccipital**, en la hendidura homónima entre la pirámide del temporal y la porción basilar del occipital; **sincondrosis esfenopetrosa**, en el lugar de la fisura esfenopetrosa, etc. En la edad juvenil se encuentran, además, **las sincondrosis esfenooccipitales** entre el cuerpo del esfenoides y la porción basilar del occipital y las sincondrosis entre las cuatro porciones del occipital. Las sincondrosis de la base del cráneo son restos de tejido cartilaginoso en cuyo medio se desarro-

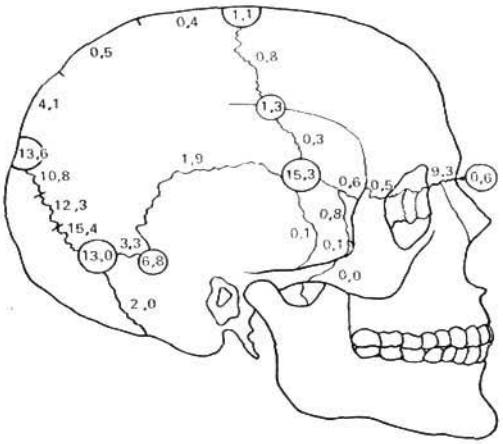


Fig. 66. Huesos inconstantes en las fontanelas y suturas del cráneo (según V. Speranski) (las cifras indican su frecuencia en %).

llan los huesos de la base, lo que está relacionado con sus funciones de sostén, protección y movimiento. Aparte de las suturas y sincondrosis constantes, en algunos individuos también pueden observarse algunas suturas y sincondrosis *complementarias, inconstantes, estudiadas detalladamente por* V. Speranski*: **sutura frontal** (*sutura metopica*) (*metopion*, en gr. corresponde al término latino *glabella*), en el 9,3% de casos, al no consolidarse las dos mitades de la escama del frontal; suturas sagitales y transversales en la escama del occipital, a veces (en el 0,55%) con separación completa de la escama en dos partes, inferior y superior [esta última, debido a su localización, se denomina **hueso interparietal** (*os interparietale*)]; separación del parietal en la escama del temporal (0,1%), en el ala mayor del esfenoides (1,1%); sincondrosis entre la escama y las porciones laterales del occipital (4%) y sincondrosis mastoidoescamosa (0,5%).

En las suturas se observan huesos inconstantes del cráneo: los huesos de las fontanelas y los de las suturas (*ossa suturarum Wormiana*) (huesos wormianos, descritos por el anatomista danés Worm), cuya frecuencia y posición están expuestas en la fig. 66. En las radiografías de cráneo es imprescindible la distinción entre esos huesos y las uniones inconstantes y las lesiones de los huesos craneanos.

La única diartrosis en el cráneo es la articulación temporomandibular, que une la mandíbula con la base del cráneo.

* *En la cátedra de Anatomía del Instituto de Medicina de Volgogrado dirigida por el* prof. S. Kasatkin, emérito en Ciencias Médicas.

ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR

La articulación temporomandibular (*articulatio temporomandibularis*) (fig. 67) está constituida por la cabeza de la mandíbula y la fosa glenoidea del temporal. Las caras articulares se completan por un cartílago fibroso intraarticular situado entre ellas, **el disco articular**, que por sus bordes está adherido a la cápsula de la articulación, dividiendo la cavidad articular en dos compartimientos independientes. La cápsula se inserta desde el borde de la fosa glenoidea hasta **la fisura petrotimpánica**, incluyendo en su interior al **tubérculo articular** y abarcando por abajo al cuello de la mandíbula. Alrededor de la articulación se encuentran 3 ligamentos, de los cuales sólo uno tiene relación directa con ésta; ese es **el ligamento lateral**, que se extiende por la cara lateral de la articulación desde el proceso cigomático del temporal, en dirección oblicua anteroposterior, hacia el cuello del proceso condilar de la mandíbula. Ese ligamento frena los movimientos de la cabeza articular hacia atrás. Los dos ligamentos restantes (**lig. esfenomandibular y estilomandibular**) están alejados de la articulación y más que ligamentos son porciones de fascia aisladas artificiosamente en forma de asa que cooperan a la suspensión de la mandíbula.

Ambas articulaciones funcionan al unísono, representando por eso, desde el punto de vista mecánico, una sola articulación combinada. La articulación temporomandibular corresponde a las articulaciones condiloideas (Davies, 1961); sin embargo, gracias a la existencia del disco intraarticular son posibles los movimientos en tres direcciones. *Los movimientos* de la mandíbula son los siguientes: 1) descenso y elevación de la misma, con apertura o cierre simultáneos de la boca; 2) desplazamiento hacia delante y hacia atrás, y 3) movimientos laterales (rotación derecha e izquierda, como ocurre durante la masticación). El primero de estos movimientos se realiza en la parte inferior de la articulación, entre el disco y la cabeza articulares. Al descender la mandíbula, sus cabezas se deslizan: al principio junto con los discos (1ª fa-

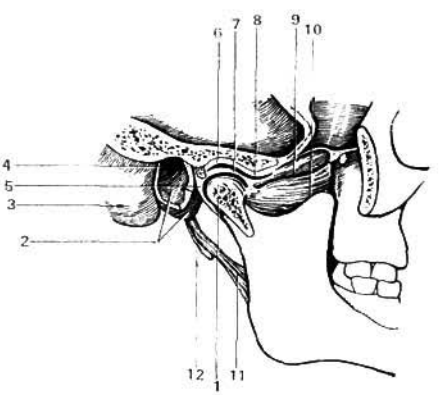


Fig. 67. Articulación temporomandibular (corte sagital a través de la cavidad de la articulación).

1 — proceso condilar;
2 — porción timpánica del temporal;
3 — proceso mastoideo;
4 — poro y meato acústico externo;
5 — cápsula articular (incidida);
6 — *fosa mandibular*;
7 — disco articular;
8 — tubérculo articular;
9 y 10 — músculo pterigoideo lateral;
11 — ligamento estilomandibular;
12 — proceso estiloideo.

se), girando después alrededor del eje transversal que pasa por las dos cabezas (2ª fase). Si se abre desmesuradamente la boca, las dos cabezas junto con los discos se desplazan hacia delante y hacia abajo, hasta los tubérculos articulares, que impiden la luxación de la mandíbula.

La segunda clase de movimientos tiene lugar en la parte superior de la articulación, aquí se observan también 2 fases: la primera, de deslizamiento de la cabeza junto con el disco hacia delante, hacia el tubérculo articular; y la segunda, de deslizamiento por el tubérculo, acompañado de la rotación de la cabeza alrededor del eje transversal. En los movimentos laterales (tercera clase de movimientos), la cabeza articular junto con el disco se desplaza de la fosa articular hacia el tubérculo en un solo lado, mientras que la del otro lado permanece en dicha fosa, rotando alrededor del eje vertical.

Vasos y nervios: la articulación *se nutre* por la arteria maxilar. El reflujo *venoso* pasa a la red venosa de la mandíbula (*rete articulare mandibulae*), que envuelve la articulación temporomandibular, y más adelante hacia la vena retromandibular.

La linfa se vierte por las vías linfáticas profundas en el linfonodo parotídeo y después en los linfonodos cervicales profundos. La articulación está *inervada* por el nervio auriculotemporal (procedente del tercer ramo del trigémino).

EL CRÁNEO EN SU CONJUNTO

Cara externa del cráneo. La cara externa del cráneo, estudiada por delante (*norma facialis s. frontalis*), se forma de la región frontal, por arriba, y las dos órbitas con la apertura piriforme de la nariz entre las mismas; luego, por debajo de las órbitas y lateralmente a la apertura nasal se ve la cara anterior del maxilar con los dientes superiores. Lateralmente, la órbita queda cerrada por el hueso cigomático, que se une con el frontal y el maxilar. Por debajo se aplica la mandíbula con los dientes inferiores engarzados en su borde superior.

Las órbitas (*orbitae*) alojan el órgano de la vista, presentándose como dos cavidades que recuerdan por su forma una pirámide cuadrangular algo redondeada. La base de esta pirámide corresponde a la entrada o **adito de la órbita** (*aditus orbitae*) y el vértice está dirigido hacia atrás y medialmente. **La pared medial** (*paries medialis*) está constituida por el proceso frontal del maxilar, el huesecillo lagrimal, la lámina orbital del etmoides y el cuerpo del esfenoides. En la composición de **la pared lateral** (*paries lateralis*) entran las caras orbitales del cigomático y las alas mayores del esfenoides. **La pared superior** (*paries superior*) o bóveda de la órbita está formada por la porción orbital del frontal y por las alas menores del esfenoides; **la pared inferior** (*paries inferior*) o fondo de la órbita está formada por el cigomático y el maxilar, y en su parte posterior, por la cara orbital de homónima del palatino. En el vértice de la pirámide se observan dos agujeros: uno lateral, de grandes dimensiones, **la fisura orbital superior** (*fissura orbitalis superior*), y otro medial, de menores dimensiones y redondeado, **el canal óptico** (*canalis opticus*); ambos ponen en comunicación la órbita con la cavidad craneal. En el ángulo formado por las paredes inferior y lateral de la órbita se encuentra **la fisura orbital inferior** (*fissura orbitalis inferior*), limitada lateralmente por el ala mayor de esfenoides, y medialmente, por el borde del maxilar. Esta pone en comunicación la órbita con la fisura pterigopalatina y por su parte anterior

con la fosa infratemporal. En la zona anterior de la pared medial se encuentra **la fosa del saco lagrimal** (*fossa sacci lacrimalis*), limitada por delante por el proceso frontal del maxilar y por detrás por el hueso lagrimal. Esta conduce al **canal nasolagrimal** (*canalis nasolacrimalis*), que se abre por su otro extremo en el meato nasal inferior. Más hacia atrás, en la sutura entre los huesos frontal y etmoides, se encuentran **los agujeros etmoidales anterior y posterior** (*foramen ethmoidale anterius et posterius*), lugar de paso de los vasos y nervios homónimos; el anterior se abre en la cavidad craneana y el posterior en la cavidad nasal.

La apertura piriforme de la nariz (*apertura piriformis nasi*) está situada más abajo y, parcialmente, entre las dos órbitas. A los lados y por debajo se halla limitada por el maxilar, y por arriba, y en parte por los lados, por los bordes libres de los huesos nasales. En el borde inferior de la apertura nasal, por su línea media, sobresale hacia delante la espina nasal anterior, que se continúa por detrás en el septo óseo de la nariz.

Al examinar el cráneo lateralmente (*norma lateralis*), se destacan, ante todo, **las líneas temporales superior e inferior** (*lineae temporales, sup. et inf.*).

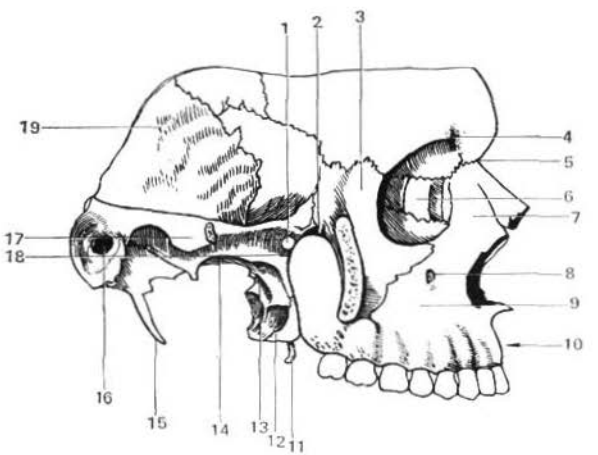


Fig 68 Fosas temporal, infratemporal y pretigopalatina; vista lateral derecha (con la resección del arco cigomático).

1 — agujero esfenopalatino;
2 — fisura orbital inferior;
3 — proceso frontal del hueso cigomático;
4 — incisura supraorbital;
5 — porción nasal del frontal;
6 — hueso lagrimal;
7 — fosa del saco lagrimal;
8 — agujero suborbital;
9 — fosa canina;
10 — proceso alveolar;
11 — gancho del proceso pterigoideo;
12 — proceso piramidal del palatino;
13 — lámina lateral del proceso pterigoideo;
14 — agujero oval;
15 — proceso estiloideo;
16 — meato acústico externo;
17 — proceso cigomático del temporal;
18 — fosa pterigopalatina;
19 — porción escamosa del temporal.

Estas se inician en el proceso cigomático del frontal, de donde encorvándose hacia arriba y atrás y cruzando la sutura coronaria pasan al parietal, por el que se extienden hacia el ángulo mastoideo; de ahí, encorvándose hacia delante, pasan al hueso temporal. Estas líneas indican el lugar de inserción del músculo y la fascia temporales.

Por la importancia de sus relaciones topográficas merecen ser descritas aparte las siguientes excavaciones: 1) fosa temporal; 2) fosa infratemporal, y 3) fosa pterigopalatina (fig. 68).

La fosa temporal (*fossa temporalis*) está limitada por arriba y por detrás por la línea temporal; por abajo, por la cresta infratemporal y el borde inferior del arco cigomático, y por delante, por el cigomático. De esta suerte, en su formación participan el frontal, el parietal, el ala mayor del esfenoides, la escama del temporal y el cigomático. La fosa temporal está ocupada por el músculo temporal.

La fosa infratemporal (*fossa infratemporalis*) es por abajo prolongación directa de la fosa temporal, hallándose marcada su línea divisoria por la cresta infratemporal del ala mayor del esfenoides. **La pared medial** de la fosa infratemporal es la lámina lateral del proceso pterigoideo; **la pared anterior** está constituida por la cara infratemporal del maxilar y la parte inferior del cigomático; la pared superior está formada por la cara inferior del ala mayor del esfenoides, con los agujeros oval y espinoso que se encuentran en la misma, y también por una pequeña parte de la escama del temporal. Por fuera, la fosa infratemporal está cubierta parcialmente por la rama de la mandíbula. A través de la fisura orbital inferior está en comunicación con la órbita, y a través de la fisura pterigomaxilar, con la fosa pterigopalatina.

La fosa pterigopalatina (*fossa pterygopalatina*) está situada entre el maxilar (que constituye su **pared anterior**) y el proceso pterigoideo (que forma parte de su **pared posterior**). Su **pared medial** está constituida por la lámina vertical del palatino, que aísla la fosa pterigopalatina de la cavidad nasal.

En la fosa pterigopalatina se abren 5 agujeros, a saber: 1) el medial, que lleva a la cavidad nasal, **el agujero esfenopalatino** (*foramen sphenopalatinum*), lugar de paso del nervio y vasos homónimos; 2) el posterosuperior, **el agujero redondo** (*foramen rotundum*), que conduce a la fosa craneal media y a través del mismo emerge de la cavidad del cráneo el segundo ramo del trigémino; 3) el anterior, **fisura orbital inferior** (*fissura orbitalis inferior*) se comunica con la órbita, dando paso a nervios y vasos; 4) el inferior, **canal palatino mayor** (*canalis palatinus major*), comunica con la cavidad bucal, que se forma por el maxilar y el surco homónimo del palatino, que presenta un estrechamiento en forma de embudo hacia abajo de la fosa pterigopalatina, por el que pasan los nervios y vasos palatinos, y 5) el posterior, en la base del cráneo, es **el canal pterigoideo**, condicionado por el paso de nervios vegetativos (*n. canalisis pterygoidei*).

Al examinar el cráneo por arriba (*norma verticalis*) se ve la calvaria y sus suturas: **la sutura sagital**, entre los bordes mediales de los parietales; **la sutura coronal**, entre los huesos frontal y parietales, y **la sutura lambdoidea** (así llamada por su semejanza con la letra griega «lambda»), entre los huesos parietales y el occipital.

La cara externa de la base del cráneo (*basis cranii externa*) (fig. 69) está constituida por la cara inferior del cráneo, tanto cerebral como facial (sin la

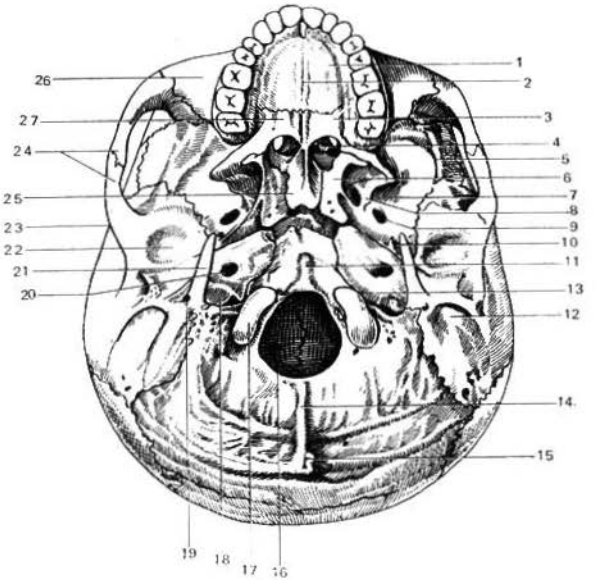


Fig. 69. Cara externa de la base del cráneo.

1 — paladar óseo;
2 — proceso palatino del maxilar;
3 — lámina horizontal del palatino;
4 — coana;
5 — cresta infratemporal;
6 — lámina medial del proceso pterigoideo;
7 — fosa infratemporal;
8 — lámina lateral del proceso pterigoideo;
9 — agujero oval;
10 — agujero espinoso;
11 — tubérculo faríngeo;
12 — proceso mastoideo;
13 — fisura petrooccipital;
14 — cresta occipital externa;
15 — protuberancia occipital externa;
16 — agujero magno;
17 — cóndilo del occipital;
18 — fosa yugular;
19 — agujero estilomastoideo;
20 — agujero carótico externo;
21 — proceso estiloideo;
22 — fosa mandibular;
23 — tubérculo articular;
24 — arco cigomático;
25 — vómer;
26 — maxilar;
27 — sutura palatina transversa.

mandíbula). Se extiende desde los incisivos, por delante, hasta **la línea nucal superior** (*linea nuchae superior*), por detrás; por los lados, sus límites pasan por la cresta infratemporal, hacia la base del proceso mastoideo. La base externa del cráneo puede ser dividida en tres zonas: anterior, media y posterior. La zona anterior se compone del **paladar óseo** (*palatum osseum*) y del arco alveolar del maxilar; en la parte posterior del paladar óseo se distingue la sutura palatina transversa, en el lugar de conjunción entre el proceso palatino del maxilar y la lámina horizontal del palatino; por la línea media se

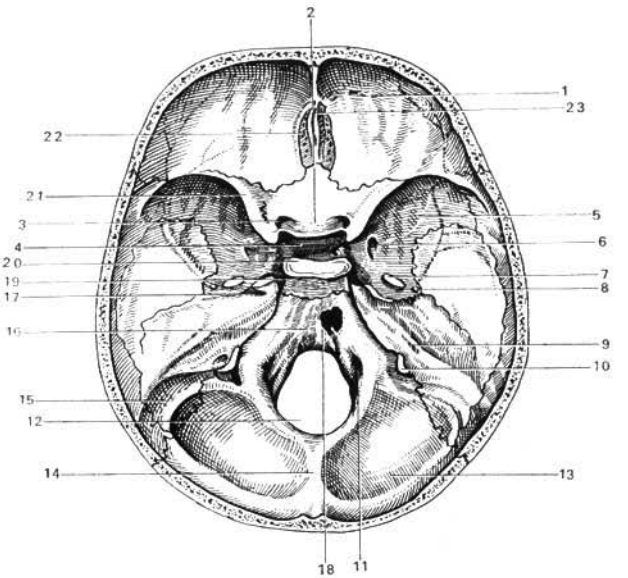


Fig. 70. Cara interna de la base del cráneo.

1 — porción orbital del frontal;
2 — tubérculo de la silla turca;
3 — canal óptico;
4 — fosa hipofisaria;
5 — ala mayor del esfenoides;
6 — agujero redondo;
7 — agujero oval;
8 — agujero espinoso;
9 — poro acústico interno;
10 — agujero yugular;
11 — canal hipogloso;
12 — agujero magno;
13 — escama del occipital;
14 — cresta occipital interna;
15 — surco del seno sigmoideo;
16 — clivus;
17 — impresión trigémina;
18 — sinostosis esfenooccipital;
19 — surco carótico;
20 — dorso de la silla turca;
21 — ala menor;
22 — lámina cribosa del etmoides;
23 — cresta galli.

extiende la sutura palatina mediana, que une las porciones pares del paladar óseo, fusionándose por su extremo anterior con **el agujero incisivo** (*foramen incisivum*). En la parte posterior del paladar óseo, cerca del arco alveolar, se distingue el orificio de salida del **canal palatino mayor**, más hacia atrás, en la cara inferior del proceso piramidal, se encuentran los orificios de **los canales palatinos menores**.

La zona media se extiende desde el borde posterior del paladar óseo hasta el borde anterior del agujero magno. En su límite anterior hay unos orificios, **las coanas**. Estas están aisladas una de otra por el vómer; su límite superior está constituido por el cuerpo del esfenoides; el inferior, por las láminas horizontales de los palatinos, y el lateral, por las láminas mediales

de los procesos pterigoideos. En la zona posterior de la base del cráneo se encuentra **el agujero yugular** (*foramen jugulare*), constituido por la fosa yugular del temporal y la incisura yugular del occipital. A través del mismo pasan el IX, X y XI nervios craneales y aquí comienza la vena yugular interna.

La cara interna de la base del cráneo sólo puede ser examinada después de un corte horizontal o sagital del cráneo (fig. 70). **La base interna del cráneo** (*basis cranii interna*) se divide en tres fosas, de las cuales las anterior y media están ocupadas por el cerebro, y la posterior sirve de receptáculo al cerebelo. El límite entre las fosas anterior y media está marcado por los bordes posteriores de las alas menores del esfenoides; y entre la media y la posterior, por el borde superior de las porciones petrosas de los temporales.

Fosa craneal anterior (*fossa cranii anterior*). Está formada por la porción orbital del frontal, la lámina cribosa del etmoides y las alas menores del esfenoides. Se distingue por **las impresiones digitales y eminencias cerebrales** bien evidentes.

Fosa craneal media (*fossa cranii media*). Es más profunda que la anterior. La parte media está constituida por la silla turca. En la composición de las partes laterales participan las alas mayores del esfenoides, la porción escamosa y la cara anterior de las porciones petrosas. Los orificios de la fosa media son: **los canales ópticos** (*canalis opticus*), la fisura orbital superior (*fissura orbitalis superior*), **el agujero redondo** (*foramen rotundum*), **el agujero oval** (*foramen ovale*) y **el agujero espinoso** (*foramen spinosum*).

La fosa craneal posterior (*fossa cranii posterior*). Es la más profunda y voluminosa. En su composición entran: el occipital, la porción posterior del cuerpo del esfenoides, la porción petrosa del temporal y el ángulo posteroinferior del parietal. En ella se distinguen los orificios: agujero magno, canal hipogloso, agujero yugular, agujero condíleo (que a veces falta), agujero mastoideo (más constante) y poro acústico interno (en la cara posterior de la porción petrosa).

Corte sagital del cráneo. El examen de un corte de cráneo, practicado por el plano sagital medio, o mejor aún, por un plano muy próximo al mismo (con el fin de conservar en una de las mitadas del cráneo el septo óseo de la nariz), permite el estudio de algunas formaciones que son insuficientemente accesibles en los otros preparados óseos. En la región del frontal se ve cómo las láminas externa e interna de tejido compacto se separan, constituyendo un espacio aéreo, el seno frontal, que se abre por ambos lados en el meato nasal medio. En el cuerpo del esfenoides se descubre un seno, **el seno esfenoidal** (*sinus sphenoidalis*). En la cara interna de los parietales y del frontal, así como en la escama del temporal, se distinguen fácilmente los surcos vasculares, huellas de los vasos de la duramadre.

En este corte sagital salta a la vista la preponderancia de las dimensiones de la caja craneana que encierra el encéfalo, en comparación con las del cráneo facial, a diferencia de las proporciones inversas del cráneo de los animales. En el corte sagital es posible, asimismo, el examen más detallado de la armazón ósea de la cavidad nasal.

La cavidad nasal (*cavum nasi*) es el segmento inicial de las vías respiratorias, contiene el órgano del olfato. La cavidad tiene un orificio anterior, **la apertura piriforme** (*apertura piriformis nasi*), y en la parte posterior, **las coanas** (*choanae*), que comunican la cavidad nasal con la faringe. La cavidad

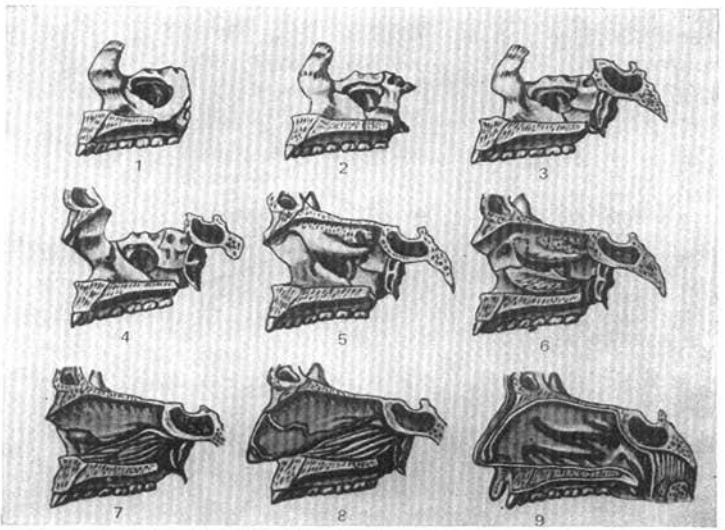


Fig. 71. Componentes de la cavidad nasal.

1 — maxilar; complementado con:
2 — hueso palatino;
3 — cuerpo y proceso pterigoideo del esfenoides;
4 — porción nasal del frontal;
5 — etmoides, con las conchas superior y media;
6 — concha inferior;
7 — lámina perpendicular del etmoides y del vómer;
8 — porción cartilaginosa del septo nasal;
9 — mucosa.

está dividida por el **septo óseo de la nariz** (*septum nasi osseum*) en dos mitades no del todo simétricas, ya que en la mayoría de los casos el septo no tiene una posición rigurosamente sagital, sino que se desvía a uno u otro lado. Cada mitad de la cavidad nasal tiene cinco paredes: superior, inferior, lateral, medial y posterior.

La pared lateral es la que presenta una estructura más compleja; en su composición entran (en dirección anteroposterior) los huesos siguientes (fig. 71): el nasal, la cara nasal del cuerpo y del proceso frontal del maxilar, el lagrimal, el laberinto del etmoides, la concha inferior, la lámina perpendicular del palatino y la lámina medial del proceso pterigoideo.

La pared medial (*septum nasi osseum*) está formada por la lámina perpendicular del etmoides y el vómer; por arriba, la espina nasal del frontal y el rostro del esfenoides; por abajo, las crestas nasales del maxilar y del palatino.

La pared superior se forma por una pequeña porción del frontal, la lámina cribosa del etmoides y, en parte, por el esfenoides).

En la composición de **la pared inferior** o suelo de la nariz partiçipan el proceso palatino del maxilar y la lámina horizontal del palatino, que constituyen el paladar óseo; en el segmento anterior del mismo se distingue el orificio del **canal incisivo** (*canalis incisivus*).

La pared posterior, de pequeñas dimensiones, está por encima de los orificios posteriores de la nariz o coanas. Está constituida por la cara nasal del cuerpo del esfenoides, con el orificio par o apertura del **seno esfenoidal** (*sinus sphenoidalis*) que ella contiene.

En la pared lateral de la cavidad nasal están suspendidas hacia dentro las tres conchas (cornetes) nasales, separadas entre sí por los correspondientes meatos: superior, medio e inferior (figs. 72 y 74). **El meato nasal superior** (*meatus nasi superior*) se encuentra entre las conchas superior y media del etmoides; es dos veces más corto que el meato medio, localizándose exclusivamente en el segmento posterior de la cavidad nasal; el seno esfenoidal, el agujero esfenopalatino y las células etmoidales posteriores comunican con él. El meato nasal medio (*meatus nasi medius*) se extiende entre las conchas media e inferior. Aquí desembocan las células etmoidales anteriores y medias y el seno maxilar; además, lateralmente a la concha media se encuentra la prominencia redondeada del laberinto etmoidal, **la ampolla etmoidal** (*bulla ethmoidalis*) (rudimento de una concha complementaria). Por delante y algo más abajo de la ampolla, se localiza un canal en forma de embudo, **el infundíbulo etmoidal** (*infundibulum ethmoidale*), a través del cual el meato medio

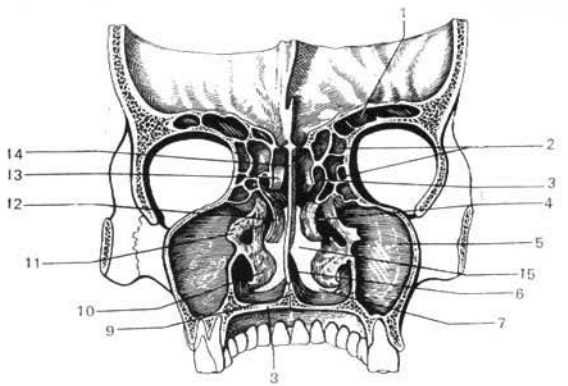


Fig. 72. Corte vertical y transversal del cráneo (según R. Sinélnikov).

1 — seno frontal;
2 — células etmoidales;
3 — meato nasal superior;
4 — meato nasal medio;
5 — seno maxilar;
6 — vómer;
7 — meato nasal inferior;
8 — proceso palatino del maxilar;
9 — cresta nasal del maxilar;
10 — concha nasal inferior;
11 — etmoides;
12 — concha nasal media;
13 — concha nasal superior;
14 — lámina perpendicular del etmoides;
15 — meato nasal común.

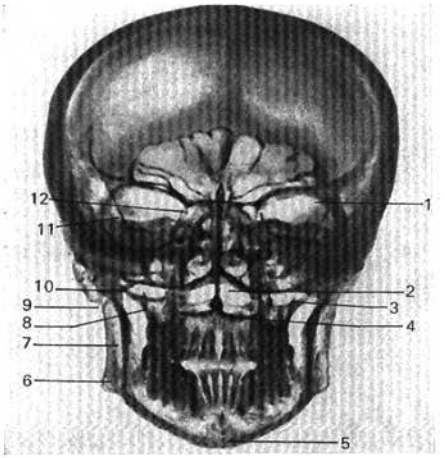


Fig. 73. Radiografía del cráneo de un adulto; proyección anterior.

1 — borde supraorbital;
2 — cara externa de la base del cráneo;
3 — seno maxilar;
4 — base de la cavidad nasal;
5 — protuberancia mental;
6 — ángulo de la mandíbula;
7 — rama de la mandíbula;
8 — base del seno maxilar;
9 — proceso mastoideo;
10 — cara externa de la base de cráneo;
11 — ala mayor del esfenoides;
12 — fisura orbital superior.

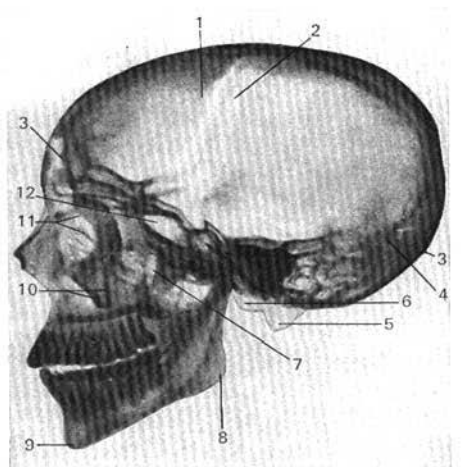


Fig. 74. Radiografía del cráneo de un adulto; proyección lateral.

1 y 2 — sutura coronal;
3 — protuberancia occipital externa;
4 — sutura lambdoidea;
5 — proceso mastoideo;
6 — cóndilo del occipital;
7 — fosa pterigopalatina;
8 — ángulo de la mandíbula;
9 — protuberancia mental;
10 — proceso cigomático del maxilar;
11 — laberinto etmoidal;
12 — seno esfenoidal;
13 — seno frontal.

comunica con los alvéolos anteriores del etmoides y con el seno frontal. Esas relaciones anatómicas explican el porqué en los catarros nasales, el proceso inflamatorio se extiende al seno frontal (*sinusitis frontal*). **El meato nasal inferior** (*meatus nasi inferior*) pasa entre la concha inferior y el suelo de la cavidad nasal. En su segmento anterior se abre el conducto nasolagrimal, a través del cual el líquido lagrimal se vierte en la cavidad nasal. Eso explica el porqué, durante el llanto, se intensifica la secreción nasal y, en dirección inversa, en los catarros nasales, los ojos «lagrimean». El espacio entre las conchas nasales y el septo de la nariz se denomina **meato nasal comun** (*meatus nasi communis*).

Imagen radiográfica del cráneo del adulto. Para poder descifrar las superposiciones de la proyección de los huesos del cráneo es imprescindible tener presente lo siguiente: 1) los huesos del cráneo y aquellas partes de los mismos que están compuestas de substancia ósea más compacta (por ejemplo, la porción petrosa del temporal) dan en la radiografía sombras más intensas; 2) los huesos y partes de los mismos compuestos de substancia menos compacta (por ejemplo, el diploe) dan sombras menos intensas; 3) las cavidades neumáticas aparecen como claridades, y 4) las partes del cráneo situadas más cerca de la película radiográfica, dan sombras de mayor contraste que las más alejadas. Por eso, en una radiografía en proyección anterior presentan mayor contraste las zonas anteriores de los huesos y viceversa.

En la proyección anterior se ven las sombras compactas de los huesos del cráneo y de los dientes, así como zonas de claridad en el lugar de las cavidades neumáticas (fig. 73).

En la proyección lateral se ven diferentes partes del cráneo cerebral y visceral (fig. 74). Los huesos de la calvaria están separados por suturas, de las cuales deben ser diferenciadas las franjas ondulantes de claridad, correspondientes a los canales intraóseos de las venas diploicas. Estas últimas carecen del carácter dentado, propio de las suturas, y están situadas en distintas direcciones. El conocimiento de los cuadros radiográficos de las suturas y de los canales vasculares ayuda a diferenciarlos de los posibles traumatismos de cráneo (fisuras). Se observa muy bien la «hendidura articular radiográfica» de la articulación temporomandibular, en forma de una franja translúcida arqueada, correspondiente al disco intraarticular. El método de exploración radiológica es el único asequible al estudio en el vivo de la silla turca, que se destaca muy bien en las proyecciones laterales. Puesto que la **silla turca** es asiento de **la glándula pituitaria** (*hipófisis*), podemos juzgar, por su forma y dimensiones, sobre el tamaño de la glándula. Se distinguen tres tipos de silla turca (D. Rojlin): 1) **fetal**, silla pequeña, en forma de óvalo «acostado»; 2) **infantil**, silla grande en forma de óvalo «de pie»; 3) **adulto**, silla grande en forma de óvalo «acostado». Tiene también importancia el proceso de aereación (neumatización) del seno esfenoidal, que se inicia a partir de los 3-4 años de edad en la parte anterior del cuerpo esfenoidal, extendiéndose con los años hacia atrás, hasta abarcar, en la vejez, el respaldo de la silla turca.

PARTICULARIDADES DEL CRÁNEO RELACIONADAS CON LA EDAD

El cráneo del recién nacido se distingue por la pequeña magnitud del segmento facial, en comparación con el cerebral.

Otra particularidad del cráneo del recién nacido es la existencia de **las fontanelas** (fig. 75).

El cráneo del recién nacido presenta las huellas de los 3 estadíos de osificación que no se han completado aún. Las fontanelas son precisamente remanentes del primer estadio, el membranoso; se encuentran en el lugar de intersección de las suturas, donde persisten restos de tejido conjuntivo no osificado. Su presencia tiene importancia funcional, ya que permite a los huesos de la calvaria desplazarse considerablemente, gracias a lo cual el cráneo puede durante el parto adaptarse a la forma y dimensiones del conducto pélvico. Se distinguen las siguientes fontanelas: 1) **fontanela anterior** (*fonticulus anterior*), de forma romboidea, situada en la línea media, en el entrecruzamiento de cuatro suturas: la sagital, la frontal y las dos mitades de la coronal; se osifica durante el 2° año de vida; 2) **fontanela posterior** (*fonticulus posterior*), de forma triangular, se encuentra en el extremo posterior de la sutura sagital, entre los dos parietales por delante y la escama del occipital por detrás; osifica al 2° mes después del nacimiento, y 3) **fontanelas laterales** pares, dos a cada lado, de las que la anterior se denomina **esfenoidal** (*fonticulus sphenoidalis*) y la posterior **mastoidea** (*fonticulus mastoideus*). La fontanela esfenoidal está situada en el punto de conjunción entre el ángulo esfenoidal del parietal, el frontal, el ala mayor del esfenoides y

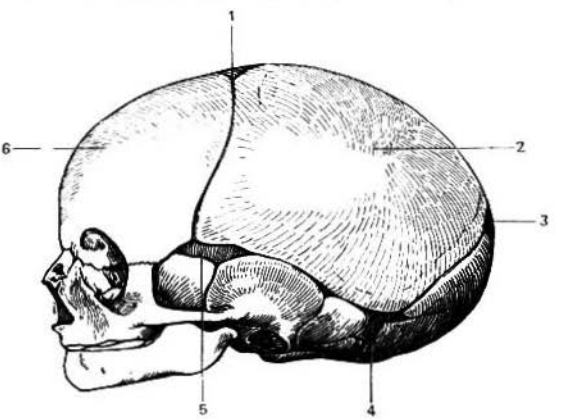


Fig. 75. Cráneo de un recién nacido; vista lateral.

1 — tfontanela anterior;
2 — tuberosidad parietal;
3 — fontanela posterior;
4 — fontanela mastoidea
5 — fontanela esfenoidal;
6 — tuberosidad frontal.

la escama del temporal; se osifica durante el 2° ó 3er mes de vida. La fontanela mastoidea se encuentra entre el ángulo mastoideo del parietal, la base de la porción petrosa del temporal y la escama del occipital. Las fontanelas esfenoidal y mastoidea se observan con mayor frecuencia en los niños prematuros, con la particularidad de que en los niños nacidos a término puede faltar, incluso la fontanela posterior (F. Vallker, 1959).

Los remanentes del segundo estadio cartilaginoso del cráneo son las capas de cartílago situadas entre partes aisladas de los huesos de la base que no se han consolidado todavía, por lo que en el recién nacido se hallan relativamente en mayor número que en el adulto. Las cavidades neumáticas de los huesos del cráneo no se desarrollaron aún. A causa del débil desarrollo de la musculatura, que no ha comenzado a funcionar, los diferentes tubérculos, crestas y líneas musculares están débilmente manifiestos. Por esto, debido a la ausencia de la función masticadora, están débilmente desarrollados los maxilares: los procesos alveolares casi faltan, la mandíbula consta de dos mitades no consolidadas. Por eso, el cráneo facial es poco saliente en comparación con el cerebral y constituye solamente una octava parte de este último, mientras que en el adulto esta proporción es de 1 : 4.

Durante la época de *crecimiento del cráneo* se observan 3 períodos: el primero (los primeros 7 años de vida) se caracteriza por un crecimiento intensivo, en lo primordial a expensas del segmento posterior; el segundo período (desde los 7 años hasta el comienzo de la madurez sexual) es un período de calma relativa y el tercer período, desde la madurez sexual (13-16 años) hasta el término del crecimiento del esqueleto (20-23 años) es el período cuando de nuevo se intensifica el crecimiento, en lo fundamental a cuenta del segmento anterior. El cráneo crece con lentitud, y aún después de este período (V. Guinsburg), teniendo en esto gran importancia las suturas, puesto que éstas condicionan el posible aumento de los huesos del cráneo por sus respectivos planos.

En **la edad adulta** se observa la desaparición de las suturas (obliteración), como resultado de la transformación de la sindesmosis interósea de la calvaria en sinostosis. En **la vejez,** no es raro que los huesos del cráneo se vuelvan más delgados y ligeros. Debido a la caída de los dientes y a la atrofia del borde alveolar de las mandíbulas, la cara se acorta, la mandíbula se hace más prominente, aumentando, al mismo tiempo, los ángulos entre sus ramas y el cuerpo. Estos cambios, dependientes de la edad, se determinan fácilmente en **las exploraciones radiológicas,** lo que tiene importancia diagnóstica. Así, en la radiografía del cráneo de un recién nacido se observa que: 1) una serie de huesos —el frontal, el occipital y el maxilar— no están consolidados en un todo único; 2) falta la aereación de los huesos neumáticos, y 3) los espacios intermedios entre los huesos de la calvaria, sobre todo en la región de las fontanelas, son muy amplios. En la radiografía anterior se ve una claridad en el lugar de la sutura frontal que divide en dos partes al hueso frontal; también se observa la consolidación incompleta de las dos mitades de la mandíbula. En la radiografía posterior se ven los espacios intermedios entre el parietal y la parte inferior de la escama del occipital, y también entre las porciones laterales y la escama. En las radiografías (lateral) se distingue la claridad correspondiente a la sincondrosis esfenooccipital. Las ulteriores variaciones relacionadas con la edad, visibles en las radiografías, son las siguientes:

1. Se observa la consolidación de diferentes partes de los huesos en un todo único, a saber: a) la fusión de las dos mitades de la mandíbula (entre los 1° y 2° años); b) la fusión de las dos mitades del frontal en el lugar de la sutura frontal (a los 2 años); c) la fusión de todas las partes del occipital, y d) la sinostosis del occipital con el esfenoides en un hueso único (el hueso basilar) en el lugar de la sincondrosis esfenooccipital. La formación de dicha sinostosis (a los 18-20 años) termina el crecimiento de la base del cráneo en dirección longitudinal.

2. Desaparecen las fontanelas y se forman las suturas con sus contornos dentados típicos (a los 2-3 años).

3. Se inicia y desarrolla la neumatización.

La exploración radiológica es el único método que permite estudiar el desarrollo de los senos de los huesos del cráneo en la persona viva: a) el seno frontal se observa en la radiografía a fines del primer año de vida, después del cual va aumentando progresivamente. En unos casos es pequeño y no sobrepasa los límites del segmento medial del arco superciliar; en otros casos se extiende a lo largo de todo el borde supraorbital. Se observa también su ausencia total; b) las células del etmoides se distinguen ya en los primeros años de la vida; c) el seno maxilar se ve en la radiografía del recién nacido en forma de una claridad alargada, del tamaño de un guisante. Alcanza su completo desarrollo durante el período del cambio de los dientes y se distingue por su gran variabilidad, y d) respecto al seno esfenoidal ya hemos hablado anteriormente (pág. 208).

4. Cambio y caída de los dientes.

5. Desaparición de las suturas y consolidación de los huesos entre sí, iniciada en la edad adulta.

DIFERENCIAS SEXUALES DEL CRÁNEO

El cráneo masculino es, por término medio, mayor que el femenino; su capacidad lo supera, aproximadamente, en el 10%, lo que depende de las diferencias sexuales de las dimensiones del cuerpo. La superficie del cráneo femenino es más lisa, ya que las irregularidades musculares presentan menor relieve. Los arcos superciliares del cráneo femenino están desarrollados más débilmente, la frente tiene una dirección más vertical que en el hombre y el occipucio es más aplanado. Con todo, en algunos casos los rasgos sexuales del cráneo tienen una diferenciación tan insignificante que por ellos, y de modo absoluto, no puede determinarse de sexo del cráneo en cuestión, tanto más cuando en casi el 20% de los casos el cráneo femenino tiene una capacidad no menor que la capacidad media del cráneo masculino.

Las dimensiones relativamente menores del cráneo femenino no son índices de un menor desarrollo de su cerebro, en comparación con el masculino, y corresponden a las dimensiones menores del cuerpo femenino y a la proporcionalidad del mismo.

CRITICA A LA «TEORÍA» RACISTA EN EL ESTUDIO DEL CRÁNEO (CRANEOLOGÍA)

El cráneo es uno de los objetos más importantes en las investigaciones antropológicas, lo que se explica por su vecindad directa con órganos tan importantes como el cerebro, los órganos de los sentidos y los segmentos iniciales de los sistemas digestivo y respiratorio. Además, constituye el material fósil que, en vista de su extraordinaria propiedad de conservación, sirve de fundamento para establecer un criterio sobre las razas desaparecidas.

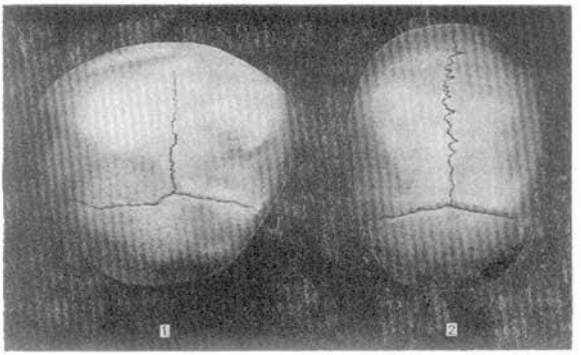


Fig. 76. Cráneo corto (1) y largo (2).

La forma del cráneo presenta variaciones individuales de consideración. Se distinguen tres formas fundamentales en correspondencia con el índice craneano, es decir, con el porcentaje proporcional entre los diámetros longitudinal y transversal (fig. 76):

1) corto, braquicéfalo (índice craneano superior a 80);
2) medio, mesocéfalo (79-76);
3) largo, dolicocéfalo (menor de 75).

Partiendo del concepto tendencioso de que los cráneos largos son receptáculos de un cerebro más desarrollado, una serie de científicos reaccionarios de los países capitalistas iniciaron el desarrollo de la «teoría» racista, según la cual existirían tipos «superiores» e «inferiores» de cráneos, característicos para las diferentes razas humanas. Como es de suponer, los cráneos de los europeos resultaron ser los «superiores» y los de las razas de color los «inferiores». Así, por ejemplo, algunos consideraban el cráneo de algunas razas africanas, como los bosquimanos (lisos, elevados, con una frente pequeña y en declive), y el cráneo de los australianos (con un relieve brusco, frente aplastada y mandíbulas potentes) como cráneos primitivos por su semejanza con el cráneo neanderthaliense. Sin embargo, como demostraron las investigaciones objetivas de otros científicos, los cráneos australianos se distinguen del Neanderthal por uno de los rasgos fundamentales, el índice craneofacial; aparte de eso, según los datos de M. Gremyatski, los rasgos del Neanderthal están difundidos en todas las razas contemporáneas. Un ejemplo interesante de lo dicho es el cráneo del paleontólogo americano Cope, el cual (según demostró el antropólogo francés M. Boule) tenía una semejanza sorprendente con el cráneo Neanderthal de Chapelleaux-Seine.

En vísperas y durante el período de la Gran Guerra Patria, los antropólogos de la Alemania hitleriana se esforzaron por demostrar que la forma de cráneo dolicocéfalo, que correspondería preferentemente a la raza nórdica, o como se denomina equivocadamente raza aria, constituía, al parecer, un rasgo biológico de la superioridad de los alemanes sobre las otras razas, lo

que les daba derecho a la conquista de otros pueblos y al dominio mundial. Sin embargo, para resolver acertadamente la cuestión de la importancia de los rasgos raciales es indispensable la delimitación entre los conceptos de «raza» y «nación». La raza es una categoría históriconatural que se caracteriza por el conjunto de rasgos morfológicos transmitidos por herencia, comunes a un grupo de personas que viven en un territorio determinado. Toda la humanidad contemporánea se encuentra en estadio de desarrollo, pero en sus diferentes períodos de existencia se originaron distintas razas, relacionadas con áreas determinadas de asentamiento de grupos aislados. En el surgimiento de las razas jugaron gran papel las condiciones materiales de la vida de la sociedad, es decir, las condiciones de su desarrollo. Sin embargo, la comunicación cada vez más amplia entre las personas acarrea su mezcla ininterrumpida y el borramiento de los rasgos diferenciales entre las razas. Por eso no existe ninguna clase de datos científicos que permitan dividir las razas en «superiores» o «inferiores». Las razas humanas se distinguen asimismo de aquellas subdivisiones sociales como «nación», «tribu», «pueblo». La nación es una categoría social. Por eso no se puede justificar basándose en rasgos raciales, es decir, biológicos, el derecho a la supremacía política, social. Esto está confirmado igualmente por los datos anatómicos. Así, la forma alargada del cráneo, como demostraron las investigaciones de múltiples científicos extranjeros y soviéticos, se encuentra en todas las razas contemporáneas. La existencia en todas las razas de cráneos largos y cortos, y a veces incluso con rasgos de Neanderthal, son testimonio no de diferencias, sino por el contrario, de semejanza del origen único de todas las razas contemporáneas del antepasado de Neanderthal. De igual modo varía en todas las razas el perímetro de la cabeza (53-61 cm), que en una serie de personas geniales (Leibnitz, Kant) era muy reducido (55 cm) llegando hasta 54 cm el perímetro craneano de Dante Alighieri. La capacidad del cráneo durante el curso evolutivo del hombre va aumentando incesantemente, como término medio desde 900 cm^3 en el pitecántropo hasta 1500 cm^3 en el hombre contemporáneo.

El distinto nivel de desarrollo social y cultural de los pueblos existentes en la actualidad se explica no por factores biológicos (pertenencia racial) sino por factores sociales. El desarrollo cultural de los pueblos antes atrasados de la URSS y de otros países que van por la vía de la construcción de una nueva sociedad, así como los movimientos de liberación nacional de los países coloniales demuestran en la práctica la falsedad y el carácter anticientífico de las afirmaciones racistas sobre la existencia de tipos inferiores en la humanidad contemporánea, uno de cuyos rasgos sería, al parecer, la forma, estructura y dimensiones determinadas del cráneo.

ESQUELETO DE LOS MIEMBROS

El movimiento de traslación (locomoción) de la mayoría de los vertebrados está relacionado, en primer lugar, con los miembros, los cuales alcanzan su pleno desarrollo en las formas terrestres que levantan su cuerpo sobre la tierra. Con eso, los miembros adoptan una posición vertical.

El prototipo de miembros de los vertebrados son *las aletas* de los peces, compuestas de radios cartilaginosos, constituyendo una simple palanca flexible, formada bajo la ac-

ción de los movimientos en un medio líquido. En los animales terrestres, debido a sus condiciones de existencia, se efectúa la transformación de las aletas en un miembro de cinco dedos estructurado por el tipo de palanca compleja compuesta de varios brazos, que les permite la traslación por la tierra.

El esqueleto de los miembros consta de dos partes: el esqueleto de la parte libre y los denominados *cinturones de los miembros superior e inferior*, mediante los cuales los miembros se fijan al cuerpo. La forma más simple está representada por *el cinturón del miembro superior* de los cetáceos. Se compone de un arco cartilaginoso, cuyas mitades laterales se sueldan entre sí en el lado ventral del cuerpo. Ulteriormente (en los peces superiores y en los vertebrados terrestres), el cinturón cartilaginoso es reemplazado por huesos, de los cuales unos se desarrollan en su medio y otros se asocian al mismo en calidad de huesos de protección. En los animales terrestres, a partir de los anfibios, el cinturón del miembro superior entra en relación con el esternón, que le sirve de apoyo. Entre los múltiples huesos que se originan en el cinturón del miembro superior, nos detendremos solamente en aquellos que se conservan en una u otra forma en los vertebrados superiores y en el hombre. De la parte dorsal del cinturón del miembro superior primario se deriva la escápula, provista de una cavidad que sirve para la articulación con el esqueleto de la parte libre del miembro; de la parte ventral se origina el coracoides, que en los anfibios, reptiles y aves se asocia al esternón. En sentido craneal respecto al coracoides, se encuentra otro proceso, el precoracoides que es desplazado por un hueso de cubierta que se desarrolla en su lugar, la clavícula. Esta última, uniéndose al esternón entra en relación con la escápula. En los mamíferos vivíparos el coracoides se reduce, pierde su relación con el esternón y se consolida con la escápula, constituyendo su **proceso coracoideo** (*processus coracoideus*). En esos animales la escápula está provista de una cresta que se continúa en el acromion, con el que se articula la clavícula. Las clavículas están desarrolladas en todas las formas de mamíferos cuyos miembros pueden realizar movimientos en todas direcciones (muchos roedores, quirópteros, monos y hombre). En cambio, en aquellas formas cuyos miembros realizan movimientos uniformes en un plano, al correr, nadar, etc. (solípedos, carnívoros, cetáceos), las clavículas se reducen totalmente. Uniéndose con el esqueleto del tronco sólo en un punto (articulación de las clavículas con el esternón, en los casos en que existen clavículas), o sin ninguna unión con el mismo cuando faltan las clavículas, el cinturón del miembro superior se distingue por su movilidad, manteniéndose en su posición principalmente por los músculos.

El cinturón del miembro inferior, en su forma primitiva en los peces inferiores, está representado por una lámina situada en la cara ventral del cuerpo, en la que se insertan las dos aletas posteriores. La parte dorsal de la mitad lateral del cinturón del miembro inferior, correspondiente a la escápula del cinturón del miembro superior, constituye en los vertebrados terrestres **el hueso ilíaco** (*ilium*); la parte ventral origina **los huesos isquion** (*ischium*) y **pubis** (*pubicum*), homólogos del coracoides y precoracoides. Esas tres partes no están aisladas entre sí, sino que se relacionan por un cartílago en cuyo medio ellas se desarrollan. En su zona de intersección se encuentra la cavidad para la articulación con el primer eslabón del miembro libre (el fémur).

En los mamíferos en estado adulto, esos tres huesos del cinturón se consolidan en un hueso único, **el coxal** (*os coxae*). Ambos coxales están unidos entre sí por el lado ventral, por una sutura en la que participan, en las formas superiores y especialmente en los monos y el nombre, sólo los huesos púbicos. Gracias a eso, y a su juntura con el sacro, se crea un anillo óseo inmóvil, la pelvis, que sirve de apoyo al par de miembros posteriores (en el hombre, miembros inferiores). La función de sostén de *la pelvis* se manifiesta particularmente en el hombre, debido a la posición vertical de su cuerpo.

El esqueleto de las porciones libres de los miembros en los vertebrados terrestres se transforma intensamente como resultado de su paso a un modo distinto de vida; a pesar de que en ellos se mantiene la estructura radial, propia de los peces, el número de radios disminuye hasta cinco. Cada miembro consta de tres eslabones o brazos de palanca, seguidos uno tras otro. El primer eslabón (*stylopodium*), denominado húmero en los miembros anteriores y fémur en los posteriores, se articula con el cinturón correspondiente; sigue después el segundo eslabón (*zeugopodium*) compuesto de dos elementos importantes; **el radio** y **la ulna** (*radius et ulna*) en el miembro anterior, y **la tibia** y **la fíbula** (*tibia et fibula*) en el miembro posterior. El tercer eslabón (*autopodium*) (mano, pie), en su parte proximal (*basiopodium*) está formado de pequeños elementos, y en su parte distal (*acropodium*) constituye cinco radios, aislados uno de otro, que en sus partes libres se denominan dedos.

Todos los segmentos del esqueleto, en ambos pares de miembros, pueden ser representados de la manera siguiente:

MIEMBRO ANTERIOR (en el hombre miembro superior)		MIEMBRO POSTERIOR (en el hombre miembro inferior)
húmero	Stylopodium	fémur
radio, cúbito	Zeugopodium	tibia, peroné
	Autopodium	
radial, intermedio, ulnar, central; I, II, III, IV, V carpianos	Basiopodium (carpo, tarso)	tibial, intermedio, fibular, central; I, II, III, IV, V tarsianos
I, II, III, IV, V metacarpianos, falanges	Acropodium (metacarpo, metatarso y dedos)	I, II, III, IV, V metatarsianos, falanges

Las variaciones de tipo en el hombre y en los mamíferos más cercanos al mismo se reducen a lo siguiente. En el miembro inferior, entre los primeros y segundo eslabones, se presenta un hueso complementario, la rótula o patela (*patella*), que es un hueso sesamoideo. En la primera fila del carpo se origina un sesamoideo complementario, **el pisiforme**. En el pie (fig. 77), **el tibial** y **el intermedio** se fusionan en un solo hueso, **el talus (astrágalo)**. Los huesos centrales de los carpos se fusionan con los huesos vecinos y en los tarsos crean un hueso especial, **el navicular (escafoides)**. Los huesos IV y V de los carpianos y tarsianos se fusionan en uno solo, constituyendo **el ganchoso** (*os hamatum*) (en el carpo) y **el cuboides** (*cuboideum*) (en el tarso). Estas fusiones de dos elementos óseos están relacionadas con las modificaciones del carácter de la locomoción, gracias a ella los miembros que antes sólo impulsaban el cuerpo hacia delante, que se arrastraba por el suelo (en los reptiles antiguos), adquirieron la propiedad de levantar el cuerpo de la tierra. El desarrollo ulterior de otros tipos de locomoción —correr y trepar por los árboles (en los mamíferos antiguos)— acarreó modificaciones en los dedos extremos (radiales y ulnares). El desarollo de los dedos del lado radial permitió agarrarse y sostenerse mejor en las ramas y el desarrollo de los dedos del lado ulnar favoreció el apoyo y la presión sobre el terreno. Ese proceso condicionó la fusión de algunos huesos del *basiopodium* primitivo, a saber:

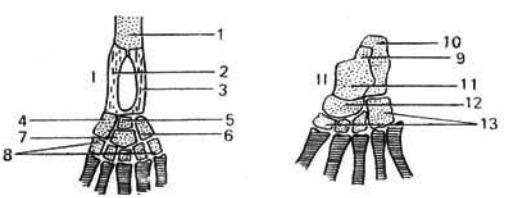
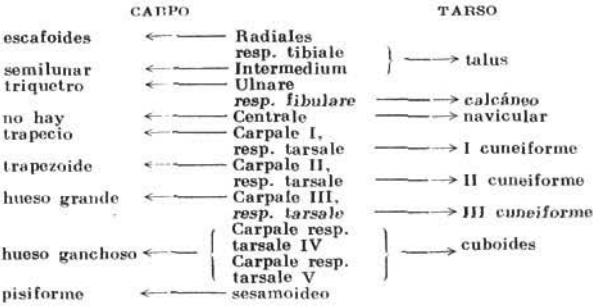


Fig. 77. Esquema de las transformaciones evolutivas de las diferentes partes óseas en el pie del hombre.

I — posición inicial de los elementos óseos del miembro posterior en un vertebrado terrestre:
1 — fémur;
2 — tibia;
3 — fibula (peroné);
4 — tibial;
5 — intermedio;
6 — fibular;
7 — central;
8 — los cinco huesos de la fila distal del tarso.
II — destino que han sufrido los elementos del tarso en el pie del hombre:
9 — el intermedio en hueso astrágalo;
10 — el fibular en hueso calcáneo;
11 — el tibial en hueso astrágalo;
12 — el central en hueso navicular;
13 — los huesos restantes del tarso.

para el reforzamiento del borde ulnar de las manos y los pies, al apoyarse en la tierra, los huesos carpianos y tarsianos de ese lado se fusionaron, convirtiéndose, respectivamente, en cuboideo y ganchoso. *La homología entre los huesos del carpo y los del tarso*, en relación con el tipo común, puede ser expresada de la manera siguiente:



Los huesos del campo, metacarpo, tarso, metatarso y falanges son completamente homólogos en ambos miembros.

Respecto a *la disposición de los miembros* al principio en las especies terrestres inferiores (anfibios y reptiles) el eslabón proximal de los dos miembros, *stylopodium*, está dispuesto en ángulo recto con relación de la cara lateral del cuerpo; las incurvaciones entre *el stylopodium* y *el zeugopodium* (articulaciones del codo y de la rodilla) forman un ángulo abierto hacia el lado medial y en correspondencia con ello sus movimientos pueden realizarse alrededor de un eje paralelo a la columna vertebral. En estas condiciones el animal sólo puede reptar, arrastrándose por la tierra con la superficie ventral del cuerpo. Los movimientos de mayor intensidad se realizan ya con ayuda de saltos, como en las ranas, o flexionando hacia uno u otro lado todo el cuerpo, conjuntamente con el movimiento de los miembros. En las especies superiores tiene lugar una reestructuración: los miembros se disponen ahora en un plano segital con relación al tronco y *el stylopodium* del miembro anterior (brazo) gira hacia atrás, mientras que el del miembro posterior (muslo) gira hacia adelante, a causa de lo cual la articulación del codo tiene dirigido su vértice hacia atrás y la de la rodilla hacia delante. Los ejes de movimiento de las articulaciones adquieren una posición transversal, más apropiada para los movimientos progresivos. Con el fin de que la parte distal (*autopodium*) del miembro anterior con la disposición indicada pueda ser dirigida hacia el suelo por su lado palmar, ocurre inevitablemente el cruce del radio y el cúbito *(pronación). En tal posición el dedo grueso se dirige hacia el lado medial*, al igual que en el miembro posterior (fig. 78).

Como resultado de esas reestructuraciones, el animal, levantándose sobre el suelo, se sostiene en sus cuatro miembros y puede utilizarlos para caminar y correr. Al caminar unos animales se apoyan en toda la superficie inferior de sus patas (plantígrados), mientras que otros, que se distinguen preferente-

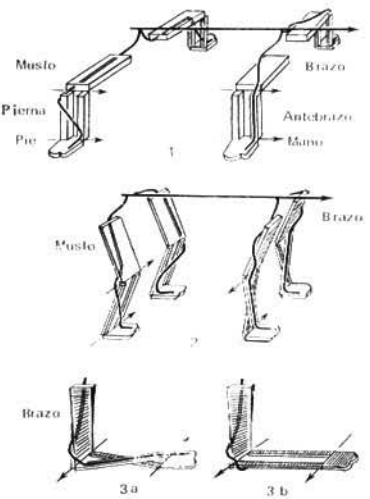


Fig. 78. Posiciones diferentes de los miembros en los animales y en el hombre

1 — anfibios y reptiles;
2 — mamíferos;
3 — hombre. La flecha gruesa indica el eje longitudinal del tronco en dirección cefálica; las flechas finas señalan los ejes de rotación de las articulaciones; las líneas negras, los nervios. En el hombre tuvo lugar la torsión del brazo, lo que originó la propiedad de pronación (3a) y de supinación (3b).

mente por su rápida carrera, sólo se apoyan en dos dedos (digitígrados). En los mamíferos trepadores se desarrolla el miembro prensor, caracterizado por la anteposición del dedo grueso a todos los demás, constituyendo un ejemplo de ello los cuatro miembros de los monos. El hombre es el único entre los primates que anda en posición vertical, apoyándose solamente en los miembros posteriores, convertidos en inferiores, al hallarse localizados en la continuación del eje vertical del tronco.

Los miembros anteriores, convertidos en el hombre en superiores, en virtud de la posición vertical de su cuerpo, perdieron su función locomotora. Gracias a la actividad de trabajo, que destaca al hombre de los demás animales, los miembros superiores se convirtieron en una especie de aparato prensor, adaptado para la realización de movimientos variados y precisos, indispensables durante el trabajo. El miembro se convirtió en órgano de trabajo y en correspondencia con esto, sus huesos se hicieron más delgados y ligeros que los del miembro inferior, y además, se unieron entre sí por articulaciones de gran movilidad. Están particularmente desarrolladas la pronación y la supinación (rotación del radio, que hace girar el dorso de la mano hacia arriba y viceversa). Aparte de la movilidad de las articulaciones, la libertad de movimientos del miembro superior depende, en medida considerable, de la existencia de la clavícula que lo desplaza hacia la periferia. Otra particularidad del esqueleto de este miembro inherente al hombre, es la torsión del brazo, originada en relación con la posición vertical del cuerpo; puesto que el tórax está comprimido en dirección anteroposterior y no lateralmente,

como en los cuadrúpedos, la escápula en el hombre queda aplicada a la cara dorsal de aquel, estando dirigida su cavidad articular en dirección lateral (en los cuadrúpedos se dirige hacia abajo). En dependencia de eso, la cara articular de la cabeza del húmero, articulada con la escápula, gira 90° hacia el plano medio, en comparación con la epífisis distal del mismo hueso. La torsión del brazo se va realizando paulatinamente en el transcurso del desarrollo individual.

La mano, se adapta a la actividad de trabajo. Los huesos del carpo se hacen más pequeños; en cambio, los dedos se alargan y adquieren gran movilidad. El pulgar queda de lado y puede anteponerse (oponerse) a los dedos restantes, incluso al 5°, lo que no pueden hacer los monos; algunos de los cuales pueden anteponer el dedo gordo no más allá del 3°. Además, en los monos el dedo gordo es corto. Gracias a esta estructura, la mano del hombre no sólo es capaz de coger un objeto, como hacen los antropoides, sino de abarcarlo; hecho que tiene gran importancia para la «función prensora» de la mano durante el trabajo. Todas estas particularidades estructurales del miembro superior del hombre se originaron como resultado del perfeccionamiento de los brazos durante el proceso del trabajo. Por eso, como dice Engels, el brazo es un órgano de trabajo y al mismo tiempo un producto del mismo.

Los miembros inferiores del hombre sirven solamente para el traslado del cuerpo en el espacio; constituyen, al propio tiempo, soportes en los que se apoya el peso del cuerpo, por lo cual sus huesos tienen mayor espesor y solidez que los del miembro superior, aunque sus articulaciones tienen una movilidad considerablemente inferior. Lo mismo puede decirse respecto a sus músculos, que se distinguen por su gran fuerza y dimensiones, en comparación con los del miembro superior. La diferencia entre los miembros superiores e inferiores se manifiesta con un relieve particular en sus autopodios, la mano y el pie, donde se expresa preferentemente la significación de la actividad de trabajo de uno y otro miembro.

El pie, como sostén terminal del cuerpo, perdió su propiedad prensora presente todavía en los monos, y a causa de ello los dedos, que no desempeñan ningún papel de sostén, se acortaron sensiblemente. El dedo grueso del pie está situado en una misma hilera con los otros y no se distingue por una movilidad particular, como ocurre en la mano. El pie adquirió la forma abovedada, que suaviza como un muelle los golpes y conmociones durante la marcha y las carreras.

Los primeros rudimentos de miembros en el hombre aparecen hacia la 3ª semana de vida embrionaria, en forma de unos mamelones horizontales que sobresalen a los lados del cuerpo del embrión, recordando las aletas. Estos salientes se ensanchan en forma de lámina redondeada (rudimento de las manos y los pies) en la que no es posible todavía distinguir los dedos. Estos últimos comienzan a destacarse más tarde, en forma de cinco radios unidos entre sí por delgados pliegues epidérmicos que van desapareciendo gradualmente, dejando libres los dedos. Más tarde se desarrollan los elementos del antebrazo y de la pierna, en último lugar los del brazo y el muslo. De esta suerte, el desarrollo de los distintos eslabones de los miembros sigue el siguiente orden: en primer lugar los eslabones distales, después los intermedios y por ultimo los proximales; como si del tronco proliferase, durante el desarrollo del miembro superior, primero las manos, luego el antebrazo y finalmente el brazo; y en el miembro inferior: el pie, la pierna y el muslo.

ESQUELETO DEL MIEMBRO SUPERIOR

CINTURÓN DEL MIEMBRO SUPERIOR

El cinturón del miembro superior consta de dos huesos pares: la clavícula y la escápula.

CLAVICULA

La clavícula es el único hueso que une el miembro superior al esqueleto del tronco. Su importancia funcional es extraordinaria: mantiene la articulación humeral a la distancia debida del tórax, condicionando una mayor libertad de movimientos del miembro. Como ya se indicó, está bien desarrollada en los mamíferos que poseen diversos movimientos en sus miembros anteriores (superiores). Al contrario, en los animales cuyos miembros están especializados en el movimiento en un solo plano (sagital), las clavículas están poco desarrolladas. En el hombre, en los casos de fracturas de clavícula, la articulación humeral se desplaza contra el tórax, por la acción de los músculos y los movimientos del miembro, como sucede en los animales que no tienen clavícula. Al comparar las clavículas en los diferentes hominidos se ve como va aumentando gradualmente, presentando su mayor desarrollo en el hombre contemporáneo, lo que está relacionado con su actividad progresiva de trabajo. La clavícula se desarrolla antes que los demás huesos. Es un hueso de protección que se desplaza hacia el tronco y por eso se osifica en parte en un medio de tejido conjuntivo (su porción media), y en parte en un medio cartilaginoso (sus extremidades); el núcleo de osificación independiente se origina en sólo una (la esternal) de las epífisis (hueso monoepifisario). Según los datos más recientes, la clavícula tiene una osificación peri y endocondral (Koch, 1960). La clavícula pertenece a los huesos tubulares y comprende un cuerpo y dos extremidades, la medial y la lateral. La extremidad medial, engrosada (**extremidad esternal**), posee una cara articular en silla de montar para articularse con el esternón. El extremo lateral (**extremidad acromial**) presenta una cara articular plana, lugar de articulación con el proceso acromial de la escápula. En la cara inferior de la clavícula hay una eminencia, el tubérculo conoideo (huella de inserción de ligamentos). El cuerpo del hueso está encorvado en tal forma que su porción medial, proximal al esternón, es convexa hacia delante, y la parte lateral lo es hacia atrás.

Osificación. La clavícula recibe un punto de osificación con anterioridad a todos los demás huesos, en la 6ª semana de desarrollo intrauterino. Hacia los 16-18 años se origina el núcleo óseo en la extremidad esternal (epífisis), que se fusiona hacia los 20-25 años. Por eso, en las radiografías del cinturón de miembro superior del hombre, entre los 16 y 25 años, pueden descubrirse en la extremidad esternal múltiplies islotes de osificación, que al fusionarse se transforman en un disco plano. En el adulto, en *la radiografía* anterior se distingue claramente toda la clavícula, con los rasgos de un hueso tubular ligeramente encorvada en S itálica. En la cara inferior de la clavícula, sobre el proceso coracoideo de la escápula se observa con frecuencia el tubérculo conoideo, que puede simular un cuadro de periostitis (inflamación del periostio).

La escápula (omóplato) es un hueso plano, triangular, que se aplica a la cara dorsal del tórax en el espacio comprendido entre las segunda y séptima costillas. De acuerdo con su forma, en la misma se distinguen **tres bordes:** uno medial, dirigido a la columna vertebral (*margo medialis*); otro **lateral** (*margo lateralis*), y un borde **superior** (*margo superior*) en el que se encuentra **la incisura escapular** (*incisura scapulae*). Los lados citados convergen formando tres ángulos, de los cuales uno está dirigido hacia abajo (ángulo inferior), y los otros dos (superior y lateral) se encuentran por los extremos del borde superior de la escápula. El ángulo lateral está engrosado considerablemente y tiene una cavidad articular poco profunda, lateralmente a la cavidad glenoidea (*cavitas glenoidalis*). El borde de esta cavidad está separado del resto de la escápula por un estrechamiento o **cuello** (*collum scapulae*). Sobre el *borde superior* de la *cavidad glenoidea hay una pequeña eminencia*, **el tubérculo supraglenoideo** (*tuberculum supraglenoidale*), lugar de inserción del tendón de la cabeza largo del bíceps braquial. En el borde inferior de la cavidad articular se encuentra una eminencia parecida, **el tubérculo infraglenoideo** (*tuberculum infraglenoidale*), donde se inicia la porción larga del músculo tríceps braquial. Del borde superior de la escápula, cerca de la cavidad glenoidea, parte **el proceso coracoideo**, que sustituye al antiguo hueso coracoides. La cara anterior (costal) de la escápula, dirigida a las costillas, está excavada profundamente constituyendo **la fosa subescapular**, donde se inserta el músculo subescapular. En la cara posterior de la escápula existe una eminencia triangular, la espina de la escápula, que divide toda la cara posterior (dorsal) en dos fosas de dimensiones desiguales: una por encima de la espina, **la fosa supraespinosa** (*fossa supraspinata*), y otra por debajo, **la fosa infraespinosa** (*fossa infraspinata*). La espina escapular se continúa en su extremo lateral con un proceso voluminoso, **el acromion**, que se encuentra elevado por detrás y por encima de la cavidad glenoidea. En el acromion se tiene una faceta oval para la articulación con la clavícula, **la cara articular del acromión** (*facies articularias acromii*).

La escápula, en *la radiografía* posterior, presenta su forma característica triangular, con tres lados, tres ángulos y los procesos. En el borde superior, en la base del proceso coracoideo, a veces se logra distinguir la incisura escapular, que puede ser interpretada erróneamente como un foco destructivo del hueso, sobre todo en aquellos casos en que, como resultado de la calcificación senil del ligamento transverso escapular superior, esta incisura se convierte en un orificio.

Osificación. En el momento del nacimiento sólo está compuesto de tejido óseo el cuerpo y la espina de la escápula. Durante el 1er año de vida se distingue en *las radiografías* el núcleo de osificación del proceso coracoideo (la sinostosis a los 16-17 años) y entre los 11 y 18 años se observan los núcleos de osificación complementarios en el cuerpo, en las epífisis (cavidad glenoidea; acromion) y en los procesos (proceso coracoideo, borde medial, ángulo inferior). El ángulo inferior, hasta el momento de su sinostosis, aparece *separado del cuerpo por una línea de claridad, que no debe ser confundida con* una línea de fractura. El acromion se osifica por múltiples puntos de osificación, uno de los cuales puede persistir toda la vida en forma de un hueso

independiente, el hueso acromial, que puede ser interpretado equivocadamente como un segmento de fractura. La sinostosis completa de todos los núcleos de osificación de la escápula termina entre los 18 y 24 años.

ARTICULACIONES DE LOS HUESOS DEL CINTURÓN DEL MIEMBRO SUPERIOR

1. Articulación esternoclavicular (*articulatio sternoclavicularis*) (fig. 79). Está constituida por la extremidad esternal de la clavícula y la faceta clavicular del esternón. Las caras articulares se complementan con un cartílago intraarticular, el menisco (disco articular). La cápsula está reforzada por delante y por detrás por **los ligamentos esternoclaviculares anterior y posterior**; por debajo, por **el ligamento costoclavicular** (insertado en el cartílago de la primera costilla), y por arriba, por **el ligamento interclavicular** (entre ambas clavículas, sobre la incisura yugular y la horquilla del esternón). La articulación recuerda, en cierta medida, una articulación esferoidal. Sus *movimientos principales* se realizan alrededor del eje sagital (anteroposterior), elevando y descendiendo la clavícula, y alrededor del eje vertical, desplazando la clavícula hacia delante y hacia atrás. Aparte de los movimientos indicados, es posible también la rotación de la clavícula alrededor de su eje longitudinal. Conjuntamente con la clavícula se mueve también la escápula, poniéndose por tanto en movimiento todo el cinturón del miembro superior en el lado correspondiente. En particular, *los movimientos de la escápula* se realizan hacia arriba y abajo, adelante y atrás, y también la escápula puede tener un movimiento giratorio alrededor de su eje anteroposterior, donde el ángulo inferior se desplaza hacia fuera, como ocurre al levantar el brazo por encima del nivel horizontal.

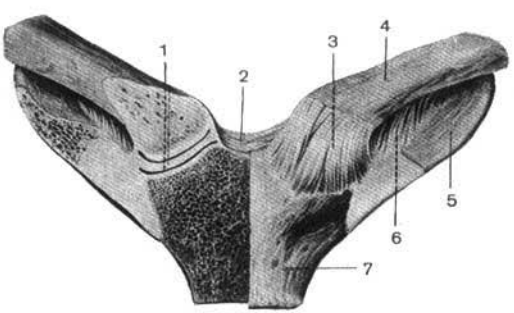


Fig. 79. Articulaciones esternoclaviculares; vista anterior (la articulación esternoclavicular derecha aparece abierta por un corte frontal).

1 — disco articular;
2 — ligamento interclavicular;
3 — ligamento esternoclavicular anterior;
4 — clavícula;
5 — primera costilla;
6 — ligamento costoclavicular;
7 — manubrio del esternón.

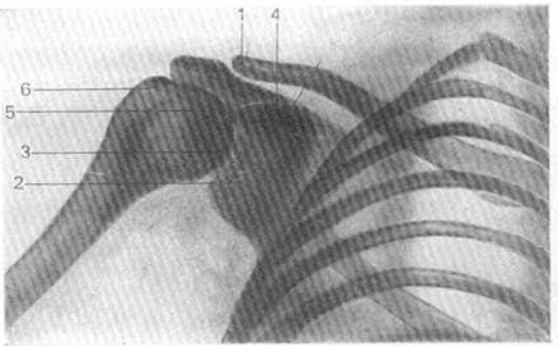


Fig. 80. Radiografía de la articulación humeral.

1 — clavícula;
2 — cavidad glenoidea;
3 — hendidura de la articulación humeral;
4 — proceso coracoideo;
5 — cabeza del húmero;
6 — tubérculo mayor.

2. Articulación acromioclavicular (*articulatio acromioclavicularis*). Une el acromion de la escápula con el extremo acromial de la clavícula, aplicándose uno al otro por dos caras planas, separadas no rara vez por un cartílago intraarticular, **el disco articular.** La cápsula está reforzada por el ligamento acromioclavicular, y toda la articulación, por el potente **ligamento coracoclavicular,** que se extiende entre la cara inferior de la clavícula y el proceso coracoideo de la escápula. A cierta profundidad del ligamento, relleno de tejido conjuntivo laxo, se encuentra a menudo una bolsa sinovial. Sobre el ligamento coracoclavicular recae todo el peso del miembro superior y de la escápula suspendidos de la clavícula, gracias a lo cual la propia articulación acromioclavicular evita dicha carga, lo que explica la rareza de las luxaciones de dicha articulación.

La hendidura articular radiográfica de la articulación acromioclavicular (fig. 80) está limitada por los contornos definidos de las caras articulares de la clavícula y la escápula, que presentan en la radiografía una capa cortical muy delgada. La extremidad articular de la clavícula supera en dimensiones a la correspondiente del acromion, a causa de lo cual la cara superior de la clavícula está más elevada que la cara análoga del acromion. Las caras inferiores de la clavícula y del acromion se encuentran a un mismo nivel. Por eso, sobre las correlaciones normales de la articulación acromioclavicular, se juzga por los contornos de las caras inferiores, que en estado normal deben hallarse a un mismo nivel (en las subluxaciones o luxaciones, las caras inferiores de la clavícula y del acromion se encuentran a distintos niveles, aumentando la distancia entre las extremidades articulares).

3. Ligamentos de la escápula. Aparte del aparato ligamentoso que une la clavícula con la escápula, esta última posee tres ligamentos propios que no tienen relación con las articulaciones. Uno de ellos, **el ligamento acro-**

miocoracoideo (*lig. coracoacromiale*) cubre en forma de arco la articulación del hombre, extendiéndose desde la extremidad anterior del acromion hacia el proceso coracoideo; otro, **el ligamento transverso escapular superior**, se extiende sobre la incisura coracoidea, convirtiéndola en orificio; finalmente, un tercer ligamento, **el ligamento transverso escapular inferior**, más débil, va desde la base del acromion, pasando por el cuello de la escápula, hacia el borde posterior de la cavidad articular; por debajo del mismo se extiende la arteria supraescapular.

ESQUELETO DE LA PARTE LIBRE DEL MIEMBRO SUPERIOR Y SU ADAPTACIÓN PARA EL TRABAJO

El esqueleto de la parte libre del miembro superior consta del húmero, los dos huesos del antebrazo y los huesos de la mano.

HÚMERO

El húmero constituye una larga palanca de movimiento que se desarrolla como un hueso tubular largo típico. En correspondencia con su función y desarrollo, consta de diáfisis, metáfisis, epífisis y apófisis. Su extremidad superior está provista de una cabeza articular redondeada, **la cabeza del húmero** (*caput humeri*) (epífisis proximal), que se articula con la cavidad glenoidea de la escápula. La cabeza queda aislada del resto del hueso por un estrecho surco, denominado **cuello anatómico**. Inmediatamente después del cuello anatómico se encuentran dos tuberosidades de inserción muscular, de las cuales la mayor, **el tubérculo mayor** (*tuberculum majus*), está situada lateralmente y la otra menor, el tubérculo menor (*tuberculum minus*), ubicada algo por delante de la anterior (apófisis). De los tubérculos parten hacia abajo crestas rugosas (para la inserción de músculos): del tubérculo mayor parte **la cresta del tubérculo mayor**, y del menor, **la cresta del tubérculo menor**. Entre los dos tubérculos y crestas se extiende **el surco intertubercular** (surco bicipital), que aloja al tendón de la cabeza larga del músculo bíceps braquial. En la zona inmediata inferior a ambos tubérculos, en el límite con la diáfisis se encuentra **el cuello quirúrgico** (lugar de las fracturas más frecuentes del húmero). **El cuerpo** del húmero, en su parte superior, tiene un contorno cilíndrico, y en su mitad inferior tiene forma de prisma triangular, donde se distinguen una **cara posterior**, una **anterolateral** y otra **anteromedial** (*facies anterior lateralis*, *facies anterior medialis*), separadas de la posterior por los bordes lateral y medial. Casi en la mitad del cuerpo del hueso y por su cara lateral se ve una rugosidad, **la tuberosidad deltoidea** (*tuberositas deltoidea*), donde se inserta el músculo deltoideo. Por detrás de esta última, en la cara posterior del cuerpo, se extiende un surco oblicuo hacia abajo y lateralmente, denominado **surco del nervio radial** (*sulcus nervi radialis*), en el que se aloja el nervio de este nombre.

La extremidad inferior del húmero, ancha y algo encorvada de atrás adelante, el cóndilo del húmero, termina por los lados en dos eminencias rugosas o **epicóndilos**, uno **lateral** y otro **medial**, localizados en la prolongación de los bordes lateral y medial del hueso y que sirven para la inserción de músculos y ligamentos (apófisis). El medial tiene mayor relieve que el late-

ral, y en su lado posterior presenta un surco para el nervio cubital, **surco del nervio ulnar** (*sulcus n. ulnaris*). Entre los dos epicóndilos se encuentra la cara para la articulación con los huesos del antebrazo (epífisis distal). Esta se divide en dos partes: medialmente se encuentra **la tróclea**, en forma de un cilindro dispuesto transversalmente con una garganta en su mitad; sirve para la articulación con la ulna, abrazándose con la incisura troclear de la misma. Por encima de la tróclea se encuentran dos fositas: una por delante, **la fosa coronoidea**, y otra por detrás, **la fosa olecraniana**. Esas fosas son tan profundas que el tabique que las separa se halla con frecuencia tan adelgazado que se hace translúcido e incluso está como acribillado de agujeros. Lateralmente a la tróclea hay una cara articular en forma de un segmento de esfera, denominada *cabecita humeral* (*capitulum humeri*), para la articulación con el radio. Por delante y por encima de esta cabeza se encuentra **la fosa radial** (*fossa radialis*).

Osificación. Al momento del nacimiento la epífisis proximal del húmero está todavía compuesta de tejido cartilaginoso, por eso en la radiografía de la articulación humeral del recién nacido la cabeza del húmero casi no se distingue.

Más tarde se observa la aparición sucesiva de tres núcleos: 1) en la zona medial de la cabeza (0-1 año) (ese núcleo puede verse ya en el recién nacido); 2) en el tubérculo mayor y la zona lateral de la cabeza (2-3 años), y 3) en el tubérculo menor (3-4 años). Estos núcleos se fusionan en una cabeza única del húmero (*caput humeri*) a los 4-6 años de edad, mientras que la sinostosis de toda la epífisis proximal con la diáfisis no tiene lugar hasta los 20-22 años de vida. Por eso, en las radiografías de la articulación de los niños y jóvenes se observan claridades, en correspondencia con las edades indicadas, en las zonas cartilaginosas que separan las diferentes porciones aún no fusionadas del extremo proximal del húmero. Esas claridades son rasgos normales de variaciones relacionadas con la edad y no deben ser confundidas con fisuras o fracturas del hueso. La osificación del extremo distal del húmero se describe más adelante (véase pág. 228).

ARTICULACIÓN HUMERAL

La articulación humeral (*articulatio humeri*) (fig. 81) une el húmero, y a través de éste, toda la porción libre con el cinturón del miembro superior, en particular, con la escápula. La cabeza del húmero, participante en la articulación, es esférica. La cavidad glenoidea de la escápula, con la que se articula la cabeza humeral, es una fosa aplanada. Por el perímetro de la fosa glenoidea se encuentra un anillo fibocartilaginoso, el labro glenoidal (*labrum glenoidale*), que aumenta la extensión y profundidad de la fosa sin disminuir la movilidad de la articulación; además, sirve para suavizar los golpes y conmociones, durante los movimientos de la cabeza humeral. **La cápsula articular** es delgada y no densa; está insertada en el reborde óseo de la cavidad glenoidea y abarcando la cabeza del húmero termina en el cuello anatómico. Se extiende entre los dos tubérculos del húmero en forma del puente, cubriendo el surco intertubercular y el tendón de la cabeza mayor del bíceps alojado en el mismo. En calidad de ligamento accesorio de la articulación se encuentra un fascículo fibroso algo más compacto, que se extiende desde la base del proceso coracoideo hasta el tubérculo mayor del húmero — **liga-**

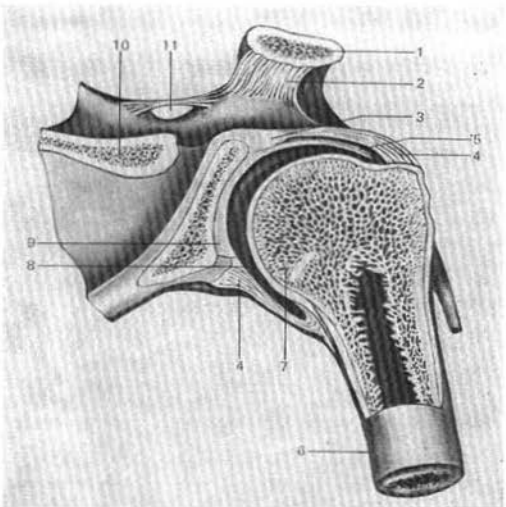


Fig. 81. Articulación humeral (corte frontal; **según Kiss-Szentágothai**).

1 — clavícula;
2 — ligamento coracoclavicular;
3 — labro glenoidal;
4 — cápsula articular;
5 — tendón del bíceps braquial;
6 — cuerpo del húmero;
7 — cabeza del húmero;
8 — cavidad glenoidea;
9 — cartílago articular que tapiza la cavidad glenoidea;
10 — espina escapular;
11 — ligamento escapular transverso superior.

mento coracohumeral. En su conjunto, la articulación humeral carece de ligamentos verdaderos, estando reforzada por los músculos del cinturón del miembro superior. En cierto aspecto, esta circunstancia es positiva, ya que favorece una mayor amplitud de sus movimientos, indispensables para las funciones del miembro como órgano de trabajo. Sin embargo, por otro lado, la débil fijación de la articulación humeral constituye un momento negativo, siendo causa de frecuentes luxaciones.

La membrana sinovial, que tapiza por su interior la cápsula de la articulación, presenta dos abombamientos extraarticulares. Uno de ellos, **la vaina sinovial intertubercular** (*vagina synovialis intertubercularis*), que en forma de tubo cilíndrico rodea al tendón de la cabeza larga del bíceps braquial, alojado en el surco intertubercular; el otro, **la bolsa subtendinosa del m. subescapular** (*bursa m. subscapularis subtendinea*), está situado por detrás del segmento superior del músculo subescapular y se extiende hasta la base del proceso coracoideo.

Siendo una articulación esferoidal típica, la articulación humeral se distingue por su gran movilidad. Como en todas las articulaciones esferoidales, sus *movimientos* se ejecutan alrededor de tres ejes principales: frontal, sagital y vertical. Existe también el movimiento de circunvalación (circunducción). En los movimientos alrededor del eje frontal, el brazo realiza la flexión hacia delante (levantamiento del brazo hacia delante), hasta el nivel del hombro, y la flexión hacia atrás o extensión, con la particularidad de que este segundo movimiento tiene menor amplitud que el primero. Alrededor del eje sagital se efectuán los movimientos de abducción y aducción, en los que el brazo se aparta del tronco hasta el nivel de los hombros y luego se aproxima al mismo. Alrededor del eje vertical tiene lugar el movimiento rotatorio del brazo hacia el plano medio y el plano lateral. El eje de rotación no coincide con el eje del húmero, sino que corresponde a la línea del así llamado eje **de construcción** del miembro superior, que se extiende desde el centro de la articulación, pasando por la cabeza del radio, hacia la cabeza del cúbito.

La elevación del brazo hacia delante y su abducción en dirección lateral es posible, como ya se dijo, sólo hasta el nivel del hombro, ya que el movimiento ulterior está frenado por la tensión de la cápsula articular y por el apoyo de la extremidad superior del húmero en el arco formado por el acromion y el ligamento coracoatromial. Si se continúa con el movimiento del brazo por encima de la horizontal, éste no se realiza ya en la articulación humeral, sino que todo el miembro se mueve conjuntamente con el cinturón y la escápula hace un movimiento giratorio que desplaza su ángulo inferior hacia delante y en dirección lateral.

El brazo humano posee una mayor libertad de movimientos. La liberación de los brazos constituyó un paso decisivo en el proceso evolutivo del hombre. Por eso la articulación humeral se convirtió en la articulación de mayor movilidad del cuerpo humano. Como resultado de ello, podemos alcanzar con las manos cualquier punto de nuestro cuerpo y manipular con ellas en todas las direcciones, lo que tiene gran importancia en los procesos de trabajo.

En *la radiografía* posterior de la articulación humeral (véase fig. 80) se distingue la cavidad glenoidea, en forma de una lente biconvexa con dos contornos: uno medial, correspondiente a la semicircunferencia anterior de la cavidad glenoidea, y otro lateral, correspondiente a su semicircunferencia posterior. En las particularidades del cuadro radiológico se ve que el contorno medial resulta más engrosado y es de mayor relieve, dando la impresión de un semianillo, lo que constituye un signo de normalidad («signo del semianillo preciso»). (En algunas afecciones aparece también con relieve el contorno lateral y entonces el signo del semianillo normal de la cavidad glenoidea es sustituido por el signo del anillo patológico.)

En la radiografía posterior, la parte inferomedial de la cabeza del húmero se superpone a la cavidad glenoidea. Su contorno, en estado normal, es regular y preciso, aunque muy fino. Entre la cavidad glenoidea y la cabeza humeral se observa la hendidura radiográfica de la articulación. Esta «hendidura articular radiográfica» tiene la forma de una claridad encorvada, situada entre los contornos precisos del borde medial (anterior) de la cavidad glenoidea y la cabeza del húmero. Para diagnostricar la luxación o subluxación de la articulación es muy importante conocer las relaciones normales

entre las caras articulares. En la radiografía hecha en proyección posterior correcta, con el miembro extendido a lo largo del tronco, esas relaciones se caracterizan por el hecho de que la parte inferomedial de la cabeza se superpone a la cavidad glenoidea, proyectándose siempre más arriba que el límite inferior de esta última.

La articulación humeral *se nutre* de la red vascular articular (*rete articulare*) constituida por las ramificaciones de las arterias circunfleja humeral anterior, circunfleja humeral posterior y acromiotorácica (ramos de la arteria axial). El flujo *venoso* tiene lugar en las venas homónimas que desembocan en la vena axial. *La linfa* se vierte por los vasos linfáticos profundos en los linfonodos axilares (*nodi limphatici axillares*). La cápsula de la articulación está inervada por el nervio axilar.

HUESOS DEL ANTEBRAZO

Los huesos del antebrazo (fig. 82) pertenecen a los huesos tubulares largos. Son dos: **el cúbito o ulna,** situado medialmente, y **el radio,** de localización lateral. El cuerpo de ambos huesos tiene la forma de un prisma triangular con tres caras y tres bordes. Una de las caras es posterior, otra anterior y la tercera es lateral para el radio y medial para el cúbito (ulna). De los tres bordes, uno es cortante, separa la cara anterior de la posterior y está dirigido hacia el hueso vecino, limitando el espacio interóseo, por lo que se denomina **borde interóseo** (*margo interossea*). En la cara anterior del cuerpo se encuentra un orificio vascular, **el agujero vascular** (*foramen vasculosum*), que conduce al canal homónimo, destinado a los vasos. Aparte de esos rasgos, comunes para ambos huesos, cada uno de ellos presenta una serie de diferentes particularidades.

CÚBITO

El cúbito o ulna (*ulna s. cubitus*) tiene la extremidad superior muy voluminosa (epífisis) dividida en dos procesos: uno posterior, más grueso, **el olécranon,** y otro anterior, más pequeño, **el proceso coronoideo.** Entre ambos se encuentra **la incisura troclear** (*incisura trochlearis*), que sirve para la articulación con la tróclea del húmero. En el lado radial del proceso coronoideo hay una pequeña incisura radial, lugar de articulación con la cabeza del radio; por delante y por debajo del proceso coronoideo se extiende una rugosidad, **la tuberosidad ulnar**, punto de inserción del músculo braquial anterior. La extremidad inferior (distal) del cúbito tiene un pequeño abultamiento más o menos esférico, con una superficie inferior aplanada, llamada **cabeza de la ulna** (*caput ulnae*) (epífisis), de la que parte por su lado medial **el proceso ostiloideo** (*processus styloideus*) (apófisis). La cabeza tiene por su perímetro **una circunferencia articular** (*circumferentia articularis*), lugar de articulación con el hueso vecino, el radio.

RADIO

El radio, en contraposición con el cúbito (ulna), tiene más engrosada la extremidad distal, en comparación con la proximal. La extremidad proximal es una cabeza cilindroidea, **cabeza del radio** (epífisis), con una profundización aplanada para la articulación con **la cabecita humeral.** Una

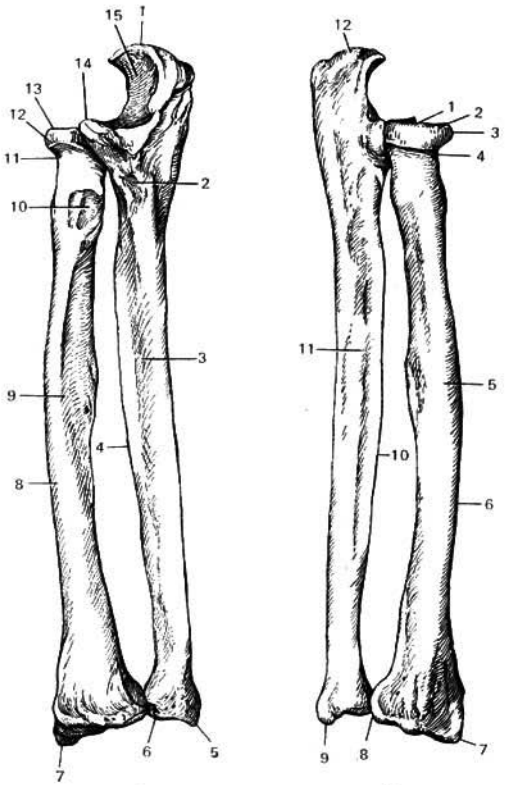


Fig. 82. Huesos del antebrazo.

a — radio y cúbito (ulna) del antebrazo derecho; vista anterior (desde la izquierda):
1 — olécranon;
2 — tuberosidad de la ulna;
3 — cara anterior;
4 — borde interóseo;
5 — proceso estiloideo de la ulna;
6 — circunferencia articular de la ulna;
7 — proceso estiloideo del radio;
8 — cara lateral;
9 — cara anterior del radio;
10 — tuberosidad radial;
11 — cuello del radio;
12 — circunferencia articular del radio;
13 — cabeza del radio;
14 — proceso coronoideo;
15 — incisura troclear;
b — ulna y radio del antebrazo derecho; vista posterior (desde la derecha):
1 — cara articular de la cabeza del radio;
2 — cabeza del radio;
3 — circunferencia articular del radio;
4 — cuello del radio;
5 — cara posterior;
6 — borde posterior;
7 — proceso estiloideo del radio;
8 — incisura ulnar del radio;
9 — proceso estiloideo de la ulna;
10 — borde interóseo;
11 — cara posterior de la ulna;
12 — olécranon.

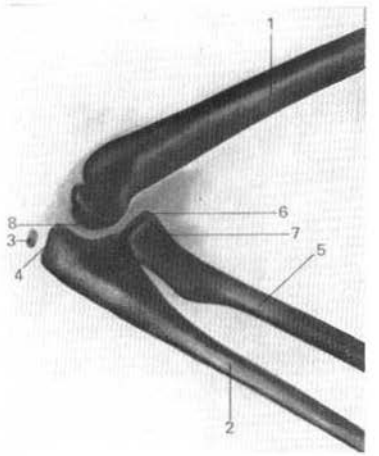


Fig. 83. Radiografía de la articulación del codo de una niña de 9 años; proyección lateral.

1 — húmero;
2 — ulna;
3 — epífisis de la ulna;
4 — cartílago metaepifisario;
5 — radio;
6 — epífisis del radio;
7 — cartílago metaepifisario;
8 — hendidura articular.

tercera parte o la mitad de la periferia de la cabeza está también ocupada por **una circunferencia articular** (*circunferentia artcularis*), que se articula en la incisura radial del cúbito. La cabeza del radio está separada del resto del hueso por un estrechamiento, **el cuello del radio**; inmediatamente por debajo de éste, en el lado anterocubital, se destaca una rugosidad, **la tuberosidad del radio** (*tuberositas radii*), lugar de inserción del bíceps braquial. El borde lateral de la extremidad distal del radio (epífisis) se continúa en **el proceso estiloideo** (*processus styloideus*). La cara articular contenida en la epífisis distal del radio (*facies articularis carpea*) es cóncava y está destinada a la articulación con los huesos escafoides y semilunar del carpo. En la cara medial de la extremidad distal del radio se encuentra una pequeña incisura (*incisura ulnaris*), lugar de articulación con la circunferencia articular de la cabeza del cúbito.

Osificación. El segmento distal del húmero y los segmentos proximales de los huesos del antebrazo se desarrollan a expensas de núcleos aislados de osificación que se originan en seis puntos: en las epífisis (cabecita humeral, en el 2° año de vida; cabeza del radio, a los 5-6 años; olécranon, a los 8-11 años y la tróclea, a los 9-10 años), y en los procesos (epicóndilo medial, a los 6-8 años; y epicóndilo lateral, a los 12-13 años) (fig. 83). En la tróclea y el olécranon los núcleos de osificación son múltiples. Por eso en *la radiografía* la región del codo durante la infancia y la juventud presenta un gran número de fragmentos óseos, cuya existencia dificulta el diagnóstico diferencial entre lo normal y lo patológico. Por eso, es indispensable el conocimiento de las particularidades de osificación en la zona de la articulación del codo. Hacia los 20 años se realizan las sinostosis. En los casos en que el núcleo del olécranon no se consolide con el cúbito puede quedar en el adulto un

hueso inconstante, el sesamoideo patela cubital (*patella cubiti*). Entre las otras variantes del desarrollo, en la radiografía puede observarse **el proceso supracondilar** (*processus supracondylaris*) y **el agujero supracondíleo del húmero** (*foramen suprocondylaris humeri*) formados al consolidarse el proceso indicado con el epicóndilo. La osificación de las extremidades distales de los huesos del antebrazo se describe más adelante (véase pág. 234).

ARTICULACIÓN DEL CODO (CUBITAL)

La articulación del codo (cubital) (*articulatio cubiti*) (fig. 84) está constituida por tres huesos: la extremidad distal del húmero y las extremidades proximales del cúbito y del radio. La unión de estos huesos forman tres articulaciones, incluidas dentro de una cápsula articular (articulación compleja): **articulación humeroulnar** (*art. humeroulnaris*), **articulación humeroradial** (*art. humeroradialis*) y **articulación radioulnar proximal** (*art. radioulnaris proximalis*). Esta última funciona conjuntamente con la articulación homónima distal, constituyendo una articulación combinada.

La articulación humeroulnar es en forma de tróclea, con una desviación en espiral de las caras articulares. La cara articular, por la parte del húmero, está constituida por la tróclea; la garganta de la tróclea (surco directriz) no es perpendicular al eje de la tróclea, sino que se dirige oblicuamente hacia arriba y lateralmente, a causa de lo cual se obtiene un paso en espiral. Con la tróclea se articula la incisura troclear del cúbito que tiene una pequeña cresta directriz, correspondiente a la garganta de la tróclea del húmero.

La articulación radiohumeral está constituida por la articulación entre la cabecita humeral y la fosa o cúpula existente en la cabeza del radio, formando una articulación esferoidal, pero en la práctica sus movimientos se



Fig. 84. Articulación del codo con la cápsula escindida; vista anterior.

1 — húmero;
2 — cápsula articular (escindida);
3 — cavidad articular;
4 — epicóndilo lateral;
5 — cabecita humeral;
6 — ligamento colateral radial;
7 — ligamento anular del radio;
8 — cuello del radio;
9 — tuberosidad del radio;
10 — fosa coronoidea;
11 — epicóndilo medial;
12 — tróclea;
13 — ligamento colateral ulnar;
14 — *proceso coronoides de la ulna*;
15 — cápsula articular (escindida);
16 — tuberosidad de la ulna.

efectúan sólo alrededor de dos ejes y son los mismos que puede realizar la articulación del codo, de la que forma tan sólo una parte; además de eso, su articulación con el cúbito limita sus movimientos.

La articulación radioulnar proximal está compuesta por la circunferencia articular del radio y **la incisura radial de la ulna** (*incisura radialis ulnae*), siendo cilíndrica (articulación rotatoria del primer tipo, Davies, 1961). **La cápsula articular,** en su inserción en el húmero, abarca por detrás la fosa olecraneana, y por delante las fosas coronoidea y radial, dejando libres los epicóndilos. En la ulna, la cápsula se inserta por el borde de la incisura troclear. En el radio se fija en el cuello, constituyendo por delante una bolsa sinovial, ***el receso sacciforme*** (*recessus sacciformis*). Por delante y por detrás la cápsula está libre; en cambio, por los lados, cuenta con ligamentos accesorios: **los ligamentos colateral ulnar** (*lig. collaterale ulnare*), en el lado del cúbito, **y colateral radial** (*lig. collaterale radiale*), en el lado del radio, dispuestos en los extremos del eje frontal, en dirección perpendicular al mismo. El ligamento colateral ulnar se extiende desde el epicóndilo medial del húmero, en forma de abanico, insertándose en todo el borde medial de **la incisura troclear de la ulna** (*incisura trochlearis ulnae*). El ligamento colateral radial se inicia en el epicóndilo lateral del húmero, forma dos fascículos que abarcan por delante y por detrás la cabeza del radio y van a insertarse en los bordes anterior y posterior de la incisura radial de la ulna. El espacio comprendido entre ambos fascículos se encuentra lleno de tejido fibroso, cuyas fubras rodean en forma de arco el cuello y la cabeza del radio, sin insertarse en esas zonas. A estas fibras se las denomina **ligamento anular del radio** (*lig. anulare radii*). *Gracias a esta disposición en un plano horizontal* y perpendicular al eje vertical de rotación, el ligamento dirige los movimientos del radio alrededor de dicho eje, reteniéndolo sin obstaculizar la rotación.

Los movimientos de la articulación del codo son de dos tipos. En primer lugar, en ella se realiza la flexión y la extensión del antebrazo alrededor del eje frontal; esos movimientos tienen lugar en la articulación del cúbito con la tróclea humeral, moviéndose también el radio, deslizándose por la cabecita. La flexión es posible hasta un ángulo agudo constituido por el brazo y el antebrazo. Ulteriormente la flexión queda detenida debido a que el proceso coronoideo del cúbito se apoya en la fosa coronoidea del húmero. En la *extensión extrema*, el brazo y el antebrazo se encuentran en línea recta, y en este momento el olécranon se apoya en la fosa olecraneana del húmero (180°). Cuando el aparato ligamentoso es débil y el olécranon presenta *pequeñas dimensiones es posible sobrepasar dicho ángulo en una superextensión*, lo que se observa a veces en mujeres y niños. La amplitud del movimiento alrededor del eje frontal (flexión y extensión del antebrazo) es de 140°.

El segundo movimiento consiste en la rotación del radio alrededor de su eje longitudinal, que tiene lugar en la articulación humerorradial, así como en las articulaciones radioulnar, proximal y distal, que en sentido mecánico constituyen una articulación rotatoria combinada única. Ya que la extremidad inferior del radio se encuentra unida a la mano, esta última sigue los movimientos del mismo. El movimiento en el cual el radio en rotación se entrecruza con el cúbito, formando ángulo con el mismo, y la mano se vuelve con el dorso hacia arriba (estando el brazo extendido hacia *delante*) *se denomina* ***pronación*** (*pronatio*) (tendido boca abajo). El movi-

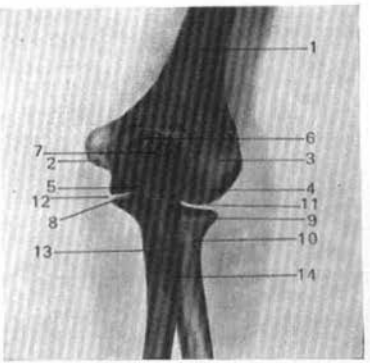


Fig. 85. Radiografía de la articulación del codo en una mujer de 25 años; proyección posterior.

1 — diáfisis del húmero;
2 — epicóndilo medial;
3 — epicóndilo lateral;
4 — cabecita humeral;
5 — tróclea;
6 — fosa olecraneana;
7 — olécranon;
8 — proceso coronoideo de la ulna;
9 — cabeza del radio;
10 — cuello del riado;
11 — articulación humerorradial;
12 — articulación humeroulnar;
13 — diáfisis de la ulna;
14 — tuberosidad del radio.

miento contrario, en el cual ambos huesos del antebrazo se encuentran situados paralelamente y la palma de la mano vuelta hacia arriba se llama **supinación** (*supinatio*) (tendido sobre el dorso). La amplitud del movimiento, en la pronación y supinación del antebrazo, es aproximadamente igual a 140°. Estos movimientos se efectúan alrededor de un eje diagonal del antebrazo, que va desde la extremidad proximal del radio hacia la cabeza del cúbito, como prolongación del eje constructivo del miembro superior. Así, pues, estando el antebrazo extendido, alrededor del eje constructivo se realizan los movimientos rotatorios de todo el miembro. La capacidad de los huesos del antebrazo para la pronación y supinación, que existe en los animales en forma rudimentaria, se perfeccionó en los primates al trepar por los árboles e intensificarse la función prensora; sin embargo, su desarrollo más elevado sólo lo consiguió el hombre bajo la acción del trabajo.

En *las radiografías* de la articulación del codo (fig. 85) se obtiene la imagen conjunta del segmento distal del húmero y los segmentos proximales de los huesos del antebrazo. En las proyecciones posterior y lateral pueden observarse todos los detalles de dichos segmentos, que describimos más arriba. En la radiografía lateral la tróclea y la cabecita humeral se sobreponen una a la otra, a causa de lo cual sus sombras tienen el aspecto de círculos concéntricos. Se distinguen perfectamente las «hendiduras articulares radiográficas» de la articulación humeroulnar, humerorradial y radioulnar proximal.

En la radiografía posterior se destaca con especial lucidez la hendidura de la articulación humerorradial, y en la radiografía lateral puede observarse en toda su extensión la hendidura de la articulación humeroulnar.

La articulación del codo recibe *sangre arterial* de **la red articular** (*rete articulare*) formada por las arterias colaterales ulnares superior e inferior (*aa. collaterales ulnares superior et inferior*) [ramos de la arteria braquial (*a. brachialis*)], la arteria colateral media (*a. collateralis media*), la arteria colateral radial (*a. collateralis radialis*) [ramo de la arteria humeral profunda (*a. profunda brachii*)], la arteria recurrente radial (*a. recurrens radialis*) [ramo de la arteria radial (*a. radialis*)], la arteria interósea recurrente (*a. recu-*

rrens interossea) [ramo de la arteria interósea posterior (*a. interossea dorsalis*)] y las arterias recurrentes ulnares anterior y posterior (*aa. recurrens ulnaris anterior et posterior*) [ramos de la arteria ulnar (*a. ulnaris*)]. *El reflujo venoso* de las venas homónimas fluye hacia las venas profundas del miembro superior, las venas radiales, ulnares y humerales (*vv. radiales, ulnares, brachiales*). *La linfa* se vierte desde los vasos linfáticos profundos en el linfonodo cubital (*nodi lymphatici cubitales*). *La inervación* de la cápsula articular está asegurada por los nervios mediano, radial y ulnar (*nn. medianus, radialis et ulnaris.*)

ARTICULACIÓN DE LOS HUESOS DEL ANTEBRAZO

El cúbito o ulna y el radio están unidos entre sí por ambas extremidades, mediante articulaciones movibles, **las articulaciones radioulnares proximal y distal** (*art. radioulnaris proximalis et art. radioulnaris distalis*). En el resto de su extensión están unidos por una membrana interósea. La articulación radioulnar proximal está incluida dentro de la cápsula de la articulación del codo, descrita más arriba.

La articulación radioulnar distal se forma con la circunferencia articular de la cabeza del cúbito y la faceta articular del radio, denominada **incisura ulnar** (*incisura ulnaris*) del radio. En la formación de dicha articulación participa también una laminilla cartilaginosa, **el disco articular** (discus *articularis*), de forma triangular, insertada por su amplia base en el borde inferior de la incisura y por su vértice en el proceso estiloideo del cúbito. La articulación radioulnar distal pertenece, por su forma, a las articulaciones cilíndricas con eje de rotación vertical y constituye con la similar proximal, desde el punto de vista funcional, una articulación combinada única.

La membrana interósea está constituida por una lámina fibrosa consistente, brillante (sindesmosis), que se extiende entre **los bordes interóseos** (*margo interossea*) del cúbito y del radio, sirviendo de base para la inserción de músculos del antebrazo. Sobre el borde superior de la membrana se extiende un fascículo fibroso aislado, el ligamento oblicuo (*cuerda obliqua*) por debajo del cual se encuentra un agujero en la membrana que da paso a la arteria interósea posterior. También existen varios orificios vasculares en la parte inferior de la membrana, pasando a través del mayor la arteria interósea anterior.

HUESOS DE LA MANO

Los huesos de la mano se clasifican en huesos del carpo, del metacarpo y de los dedos, las falanges.

CARPO

El carpo (fig. 86) está compuesto por 8 huesos esponjosos breves (huesos del carpo) dispuestos en dos filas de 4 huesos.

La primera fila del carpo, la más próxima al antebrazo, si partimos del dedo pulgar, está formada por los siguientes huesos: **escafoides** (*os scaphoideum*), **semilunar** (*os lunatum*), **triquetro** (*os triquetrum*) y **pisiforme** (*os pisiforme*). Los tres primeros se unen para constituir una cara articular única de forma elíptica, convexa, dirigida al antebrazo, que sirve para su articulación con la extremidad distal del radio. El pisiforme no participa en esta arti-

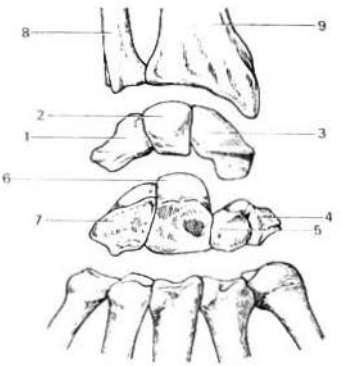


Fig. 86. Huesos del carpo del miembro derecho; cara dorsal.

1 — hueso triquetro;
2 — semilunar;
3 — escafoides;
4 — trapecio;
5 — trapezoide;
6 — hueso grande;
7 — hueso ganchoso;
8 — ulna;
9 — radio.

culación, uniéndose por separado con el triquetro. El pisiforme es un huesecillo sesamoideo, desarrollado en el tendón del **músculo flexor carpoulnar** (*m. flexor carpi ulnaris*).

La segunda fila del carpo, la distal, consta de los huesos siguientes: **trapecio** (*os trapezium*), denominado también **hueso poligonal mayor** (*s. os multangulum majus*) (BNA); **trapezoide** (*os trapezoideum*), llamado **hueso poligonal menor** (*s. os multangulum minus*) (BNA); **hueso grande** (*os capitatum*) y **hueso ganchoso** (*os hamatum*). Las denominaciones de esos huesos expresan su forma. En las superficies de cada hueso existen caras articulares para la unión con los huesos vecinos. Además, en la cara palmar de algunos huesos del carpo sobresalen pequeños tubérculos para la inserción de músculos y ligamentos, a saber, en el escafoides, el tubérculo del escafoides (*tuberculum ossis scaphoidei*); en el trapecio, **el tubérculo del trapecio** (*tuberculum ossis trapecii*), y en el hueso ganchoso, **el gancho del hueso ganchoso** (*hamulus ossis hamati*), que le dio nombre al hueso. Los huesos del carpo, en su conjunto, forman una especie de bóveda, convexa por su lado dorsal y cóncava acanalada por el lado palmar. El surco del carpo (*sulcus carpi*) está limitado en el lado radial por la eminencia radial del carpo (*eminentia carpi radialis*), constituida por las crestas del escafoides y del trapecio, y por el lado ulnar, por el gancho del hueso ganchoso y el pisiforme, que forman otra eminencia, la eminencia ulnar del carpo (*eminentia carpi ulnaris*).

En el proceso evolutivo del hombre, gracias a su actividad laboral, los huesos del carpo fueron progresando en su desarrollo. Por ejemplo, en el hombre de Neanderthal el hueso grande tenía una longitud de 20-25 mm, que en el hombre contemporáneo ha aumentado hasta 28 mm. También tiene lugar el reforzamiento de la región del carpo, que en los monos antropoides y en los neanderthales es relativamente débil. En el hombre contemporáneo los huesos del carpo están reforzados tan sólidamente por ligamentos que ha disminuido su movilidad, intensificándose por otro lado su solidez.

Por eso, un golpe dirigido a uno de los huesos del carpo se propaga uniformemente por los restantes, disminuyendo de intensidad, por lo cual las fracturas del carpo son relativamente raras.

METACARPO

El metacarpo (*metacarpus*) está compuesto de cinco **huesos metacarpianos** (*ossa metacarpalia*), que son del tipo de huesos tubulares cortos, con una sola epífisis verdadera (huesos monoepifisarios); por su orden de posición se designan respectivamente I, II, III, etc., a partir del metacarpiano correspondiente al dedo pulgar. Cada metacarpiano consta de **una base** (*basis*), **un cuerpo** o *diáfisis* y **una cabeza** redondeada (*caput*). Las bases, desde el II al V metacarpianos, están provistas de caras articulares en sus extremidades proximales, para la unión con los huesos de la segunda fila del carpo; y por los lados, para su articulación entre sí. La base del I metacarpiano posee una cara articular en forma de silla de montar, por la que se articula con el trapecio; carece de caras articulares laterales. La base del II metacarpiano forma una escotadura angular, donde se introduce el trapezoide; en el lado ulnar de la base del V metacarpiano existe un pequeño tubérculo (tuberosidad del V mesacarpiano). Las cabezas de los metacarpianos presentan caras articulares convexas para su articulación con las falanges proximales de los dedos. Por sus lados presentan fosas rugosas donde se insertan ligamentos. El más corto y al mismo tiempo el más grueso de todos los metacarpianos es el I, correspondiente al dedo pulgar. Este metacarpiano, conjuntamente con el dedo pulgar, está apartado de la fila de los restantes huesos del metacarpo. El más largo de los metacarpianos es el II (K. Mashkara), siguiéndole en orden el III, IV y V.

HUESOS DE LOS DEDOS DE LA MANO

Los huesos de los dedos de la mano (*ossa digitorum manue*), huesos tubulares pequeños, dispuestos uno a continuación del otro, con una sola epífisis verdadera (huesos monoepifisarios), se denominan falanges. Cada dedo contiene tres falanges: primera falange o falange **proximal**; segunda falange o falange **media** y tercera falange o falange **distal**. Constituye una excepción el dedo pulgar, que sólo tiene dos falanges, la proximal y la distal. En todos los animales este dedo presenta un desarrollo más débil (Yu. Orlov), alcanzando un mayor desarrollo en el hombre. La base de la falange proximal tiene una fosa articular única, para la articulación con la cabeza redondeada del metacarpiano correspondiente, y la de las falanges media y distal presentan dos fosas aplanadas, separadas por una pequeña cresta. Éstas se articulan, correspondientemente, con las cabezas de las falanges proximal y media, que tienen forma de polea, con una garganta y dos bordes. La extremidad distal de la tercera falange presenta forma aplastada y es rugosa, constituyendo **la tuberosidad de la falange distal** (*tuberositas phalangis distalis*). En las articulaciones metacarpofalángicas y las interfalángicas de la mano existen **huesos sesamoideos**, estudiados detalladamente por S. Kasatkin. Éstos son constantes en el dedo pulgar e inconstantes en los demás dedos.

Osificación. La mano es el objeto más apropiado para la investigación radiológica del desarrollo del sistema óseo en el organismo vivo. En *la radio-*

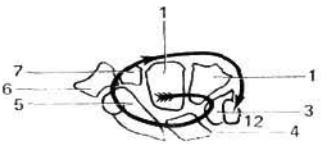


Fig. 87. **Orden de osificación de los huesos del carpo; los números indican la edad en años.**

grafía de la mano del recién nacido puede observarse que la osificación existe solamente en las diáfisis de los huesos tubulares, desarrollados de los núcleos básicos de osificación durante la vida intrauterina (a partir del 2° mes). Las epífisis de los huesos tubulares y los huesos del carpo se encuentran todavía en su estadio cartilaginoso y por eso no se ven en la radiografía. En períodos ulteriores se van observando las siguientes modificaciones relacionadas con la edad.

I. Aparición sucesiva de los puntos de osificación en los huesos del carpo y *en las epífisis de los huesos tubulares.*

Para recordar con más facilidad los períodos y el orden de aparición de los puntos de osificación en los huesos del carpo, puede emplearse el siguiente procedimiento: si mantenemos ante sí una radiografía de la mano, con los dedos hacia abajo y el borde radial hacia la derecha, el orden de aparición de los puntos de osificación coincide con el movimiento de las agujas de un reloj, comenzando por el hueso grande (fig. 87). Además, debe tenerse presente que el período de aparición del punto de osificación en el hueso piramidal corresponde al número de sus aristas (3 años); a continuación, *hasta con ir añadiendo un año a cada hueso siguiente (según el sentido* horario) y tendremos su período de osificación. En resumen, el orden y los períodos de osificación son los siguientes: hueso grande (2 meses), ganchoso (3 meses), piramidal (3 años), semilunar (4 años), escafoides (5 años), trapecio y trapezoide (6 y 7 años) (figs. 88, 89).

Cuando en la radiografía del recién nacido se descubren los puntos de osificación de los huesos grande y ganchoso, éstos pueden servir, junto con otros síntomas, para testimoniar que el feto nació a término. Los puntos de osificación de las epífisis verdaderas de los huesos tubulares cortos aparecen *al 2° y 3er año de vida. En las extremidades opuestas de estos huesos, a veces* se puede ir observando la osificación independiente de las epífisis falsas (seudoepífisis). En las epífisis distales de los huesos tubulares largos, los puntos de osificación aparecen en el radio durante el 1° y 2° año de vida; y en el cúbito, a los 7-8 años. En los huesos sesamoideos los puntos de osificación se presentan durante el período prepúbero: en el pisiforme, entre los 7-12 años en las niñas, y los 10-15 años en los niños; en los sesamoideos metacarpofalángicos del pulgar, en las niñas a los 10-15 años y en los niños a los 13-17 años. A veces, los sesamoideos se desarrollan de dos puntos de osificación *que se mantienen aislados. Son los así llamados* **sesamoideos bipartitos** (*ossa sesamoidea bipartita*).

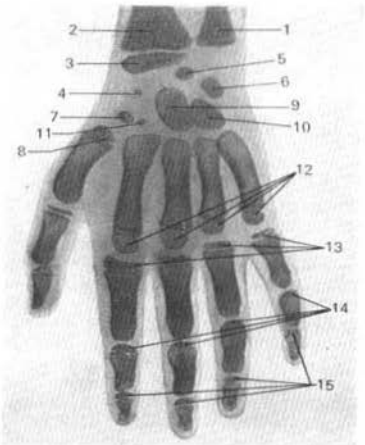


Fig. 88. Radiografía de la mano de un niño de 6 años.

1 — diáfisis de la ulna;
2 — diáfisis del radio;
3 — epífisis del radio;
4 — puntos de osificación de escafoides;
5 — semilunar;
6 — triquetro;
7 — trapecio;
8 — epífisis del I metacarpiano;
9 — hueso grande;
10 — hueso ganchoso;
11 — trapezoide;
12 — epífisis de los II—V metacarpianos;
13 — epífisis de las falanges proximales;
14 — epífisis de las falanges medias;
15 — epífisis de las falanges distales.

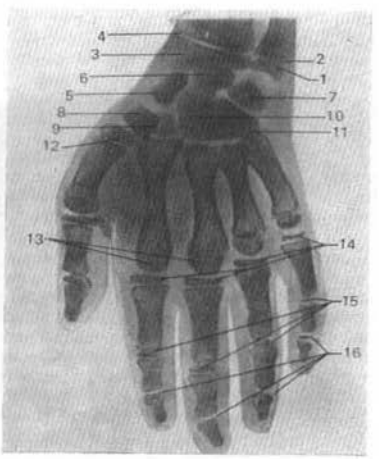


Fig. 89. Radiografía de la mano de un niño de 9 años.

1 — epífisis de ulna;
2 — cartílago metaepifisario;
3 — epífisis del radio;
4 — cartílago metaepifisario;
5 — hueso escafoideo;
6 — semilunar;
7 — triquetro;
8 — trapecio;
9 — trapezoide;
10 — hueso grande;
11 — hueso ganchoso;
12 — epífisis del I metacarpiano;
13 — epífisis de los metacarpianos;
14 — epífisis de las falanges proximales;
15 — epífisis de las falanges medias;
16 — epífisis de las falanges distales.

II. Aparición de sinostosis en los huesos tubulares, que se observa a los *19-23 años en los hombres y a los 17-21 años en las mujeres. El conocimiento* de los períodos y orden de osificación permite definir diversas afecciones de las glándulas de secreción interna y de otros sistemas del organismo, cuando se observan desviaciones en la osificación.

III. Envejecimiento del esqueleto de las manos que se caracteriza por *los signos comunes de envejecimiento del sistema óseo.*

De lo expuesto se desprende que el esqueleto de la mano, compuesto de un gran número de huesos, sufre variaciones considerables consecutivas a la edad. Por eso, en las exploraciones radiológicas se observan multitud de detalles morfológicos que sirven de puntos de apoyo para poder determinar la edad «ósea».

ARTICULACIONES DE LOS HUESOS DE LA MANO

1. Articulaciones de la mano (*articulationes manus*). Unen el antebrazo con la mano, constituyendo una articulación combinada y compleja que consta de dos partes, una proximal y otra distal, separadas por la primera fila de los huesos del carpo, que viene a desempeñar el papel de un menisco óseo (fig. 90).

a) Parte proximal, **articulación radiocarpiana** (*art. radiocarpea*).

En la mayoría de los mamíferos tiene forma de polea, en la que participan por igual la ulna (cúbito) y el radio. A medida que se va adquiriendo la capacidad de pronación y supinación, entre el radio y la ulna se desarrolla una articulación aparte, **la articulación radioulnar distal** (*art. radioulnaris distalis*), que junto con la radioulnar proximal forman una articulación combinada única, con un eje de rotación vertical (véase pág. 236).

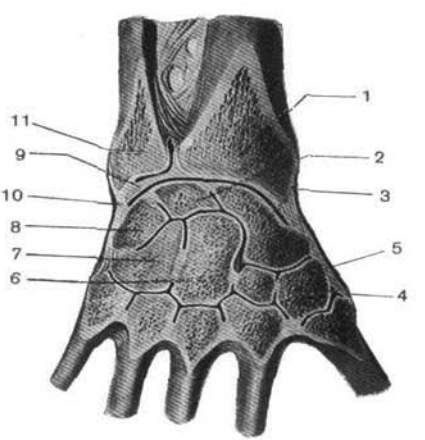


Fig. 90. Corte frontal de las articulaciones de la mano.

1 — *radio;*
2 — hueso semilunar;
3 — hueso escafoideo;
4 — trapecio;
5 — trapezoide;
6 — hueso grande;
7 — hueso ganchoso;
8 — triquetro;
9 — disco articular;
10 — ligamento colateral carpoulnar;
11 — ulna.

En esta articulación combinada el radio se mueve alrededor del cúbito y debido a ello aumentan considerablemente las dimensiones de la epífisis distal del radio. Con la epífisis distal del cúbito sucede lo contrario, se retrasa en su desarrollo y queda más corta que la del radio, pero en ella se origina un disco cartilaginoso especial, **el disco articular.** En el hombre, en relación con la mayor amplitud de la pronación y la supinación, el disco alcanza su máximo desarrollo y adquiere la forma de una lámina triangular fibrocartilaginosa, el fibrocartílago triangular. Este último se inserta por su vértice en el proceso estiloideo del cúbito y por su base en el borde medial del radio, constituyendo junto con la carilla articular carpiana del radio la cara articular de la parte proximal de la articulación radiocarpiana. Por consiguiente, en la articulación radiocarpiana, el cúbito (ulna) participa exclusivamente a través del disco fibrocarilaginoso citado, sin tener una relación directa con la misma.

Por eso la parte proximal de las articulaciones de la mano se denomina radiocarpiana y no radioulnarcarpiana.

De acuerdo con lo que acabamos de exponer, la cavidad articular radiocarpiana *está constituida por la cara articular carpiana del radio y el disco* articular, y la cabeza articular por las caras proximales de los huesos de la primera fila del carpo —escafoides, semilunar y piramidal—, unidos entre sí por ligamentos interóseos, **los ligamentos intercarpianos** (*ligg. intercarpea*). Por el número de huesos participantes la articulación es compleja y por *la forma de las caras articulares es elipsoidea, con dos ejes de rotación* (sagital y frontal).

b) Parte distal, **articulación mediocarpiana** (*art. mediocarpea*). Se encuentra entre la primera y segunda fila de los huesos del carpo, con exclusión del pisiforme que es un hueso sesamoideo. La cavidad articular está constituida por la cara distal de la primera fila de huesos del carpo. La cara proximal de la segunda fila del carpo forma la cabeza articular, compuesta por los huesos trapecio, trapezoide, grande y ganchoso.

Ambas articulaciones de la mano (la radiocarpiana y mediocarpiana) poseen cápsulas articulares independientes que se insertan en los bordes de sus caras articulares respectivas. Para reforzar la cápsula radiocarpiana, se extienden por su lado radial y ulnar ligamentos accesorios: **el ligamento colateral radiocarpiano** (*lig. collaterale carpi radiale*), que va desde el proceso estiloideo del radio al hueso escafoideo, y **el ligamento colateral ulnocarpiano** (*lig. collaterale carpi ulnare*), que se extiende desde el proceso estiloideo del cúbito a los huesos piramidal y pisiforme. En la cara palmar, la articulación está reforzada por **el ligamento radiocarpiano palmar** (*lig. radiocarpeum palmare*), que iniciándose ampliamente en el proceso estiloideo y en el borde de la cara articular del radio, se inserta por varios fascículos en los huesos escafoides, semilunar, piramidal y grande. Por su cara dorsal, la cápsula radiocarpiana está reforzada por **el ligamento radiocarpiano dorsal** (*lig. radiocarpeum dorsale*) (fig. 91), que va desde el radio a los huesos de la primera fila del carpo. En los lugares de inserción de los ligamentos de la articulación radiocarpiana penetran en los huesos los vasos sanguíneos y nervios, cuya lesión en las intervenciones quirúrgicas provoca modificaciones patológicas de los mismos. La cápsula de la articulación mediocarpiana abarca también las cuatro últimas articulaciones carpometacarpianas, que se comunican entre sí. Aparte de la articulación mediocarpiana, los huesos del carpo están unidos uno con otro por **ligamentos interóseos** (*ligg. intercarpea interossea*) y en algunos lugares se articulan entre sí por caras articulares. Estas articulaciones se denominan **intercarpianas** (*articulationes intercarpeae*).

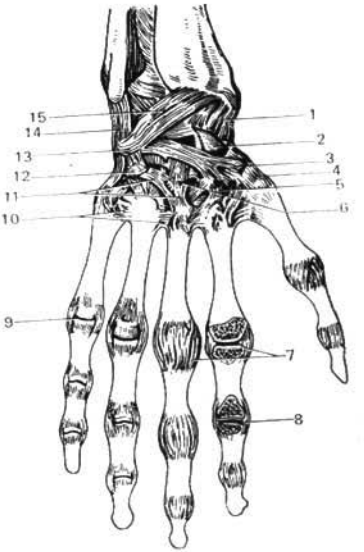


Fig. 91. Articulaciones de la mano; vista por el dorso (las cavidades de las articulaciones metacarpofalángica e interfalángica del II dedo han sido abiertas con un corte practicado paralelamente a la carga dorsal de la mano (según R. Sinélnikov).

1 — ligamento colateral carpiorradial
2 — hueso escafoideo;
3 — trapecio;
4 — articulación carpometacarpiana del dedo pulgar;
5 — trapezoide;
6 — hueso grande;
7 — ligamentos laterales;
8 — articulación interfalángica (abierta);
9 — articulación metacarpofalángica;
10 — ligamentos metacarpianos dorsales;
11 — ligamentos carpometacarpianos dorsales;
12 — hueso ganchoso;
13 — hueso triquetro;
14 — ligamento colateral ulnocarpiano;
15 — ligamento dorsal radiocarpiano.

Las articulaciones intercarpianas están reforzadas por una serie de ligamentos cortos (véase fig. 91), en su mayoría dispuestos en dirección transversal, desde un hueso al otro, tanto por la cara dorsal —**ligamentos intercarpianos dorsales**—, como por la cara palmar —**ligamentos intercarpianos palmares**. En la cara palmar se encuentran también unos fascículos que partiendo del hueso grande se dirigen radialmente a los huesos vecinos, formando **el ligamento radiocrapiano** (*lig. carpi radiatum*). *Los movimientos* en las articulaciones de la mano se efectúan alrededor de dos ejes, perpendiculares entre sí, que se cruzan en la cabeza del hueso grande; alrededor del eje frontal (flexión palmar y extensión o flexión dorsal); y alrededor del eje sagital (abducción y aducción). Esos movimientos están limitados por los ligamentos situados perpendicularmente a los ejes de rotación y en los extremos de los mismos, a saber: los ligamentos colaterales, en los extremos del eje frontal, y los ligamentos dorsales y palmares, en los extremos del sagital. Por eso, los primeros frenan la abducción y la aducción, por el eje sagital, y los segundos, la flexión y la extensión, por el eje frontal. El grado común de movilidad, en la flexión y extensión de la mano, se expresa en 170°. La aducción de la mano es posible hasta los 40° y la abducción hasta los 20°. Como en todas las articulaciones biaxiales, aquí es posible también **la circunducción** (*circumductio*) en la que los extremos de los dedos describen una circunferencia.

La articulación radiocarpiana *se nutre* por la red vascular articular (*rete articulare*), constituida por ramos de la arteria radial, la arteria ulnar (cubital) y las arterias interóseas anterior y posterior. *El flujo venoso* tiene lugar en las ramas venosas homónimas que llevan la sangre a las venas profundas del antebrazo, las venas ulnares, radiales e interóseas. *La linfa* se vierte a través de los vasos linfáticos profundos en los linfonodos cubitales (del codo) (*nodi limphatici cubitales*). *La inervación* proviene de los nervios radial, ulnar y mediano.

2. Articulación del hueso pisiforme (*art. ossis pisiformis*). Es una articulación aparte, en la que el pisiforme se articula con el piramidal. Del pisiforme parten dos ligamentos: **el ligamento pisiganchoso** (*lig. pisohamatum*), que se inserta en el gancho del hueso ganchoso, y **el ligamento pisimetacarpiano** (*lig. pisometacarpeum*), insertado en la base de los III-V metacarpianos. Esos ligamentos son continuación del tendón del **músculo flexor ulnar del carpo** (*m. flexor carpi ulnaris*), en cuyo espesor se encuentra el hueso sesamoideo citado.

3. Retináculo de los músculos flexores (*retinaculum flexorum*), antiguamente **ligamento transverso del carpo** (*lig. carpi transversum*) (BNA). No tiene relación directa con las articulaciones de la mano; se inserta en forma de puentecillo entre las eminencias carporradial y carpoulnar, a través del **surco del carpo** (*sulcus carpis*) transformando a este último en canal, **el canal del carpo** (*canalis carpi*), por el que pasa el nervio mediano y los tendones de los músculos flexores de los dedos, por lo que el ligamento recibió la denominación de retináculo flexor (que retiene tendones flexores).

4. Articulaciones carpometacarpianas (*art. carpometacarpeae*). Están formadas por los huesos de la segunda fila del carpo y las bases de los metacarpianos. Exceptuando la articulación carpometacarpiana del pulgar, todas esas articulaciones son planas y están reforzadas tanto por el dorso, como por la palma por ligamentos muy tirantes, **los ligamentos carpometacarpianos, dorsales y palmares** (*ligg. carpometacarpea dorsalia et palmaria*); por eso, la movilidad en dichas articulaciones es en extremo insignificante. En ellas es posible el deslizamiento de 5-10° a uno u otro lado. Por consiguiente, las articulaciones carpometacarpianas, fuertemente aplanadas, multifacéticas y con cápsulas articulares y ligamentos muy consistentes pertenecen a la categoría de las articulaciones tensas (V. Kasyánenko, 1950-1956 Manzy, 1952), que refuerzan la porción de la raíz de la mano, aumentando la resistencia del lado palmar a los movimientos de esfuerzo de los músculos poliarticulares, los flexores de los dedos (E. Danílova, 1960). La unión consistente de las articulaciones poco movibles de los cuatro huesos de la fila distal del carpo con cuatro metacarpianos (II-V) constituye, desde el punto de vista mecánico, un todo, *la base firme de la mano* (V. Tonkov).

Una movilidad algo mayor posee la articulación carpometacarpiana del meñique. Gracias a que la cara articular de la base del V metacarpiano adopta casi la forma en silla de montar, el meñique puede anteponerse al pulgar, aunque en grado muy limitado. La cavidad común de las articulaciones carpometacarpianas, envuelta por una cápsula tiene la forma de una hendidura transversal que comunica con la articulación mediocarpiana y con **las articulaciones intermetacarpianas**. Estas últimas están constituidas por las bases de los cuatro últimos metacarpianos, articuladas una a la otra; en la profundidad de sus caras articulares se encuentran sólidos ligamentos interóseos,

los ligamentos metacarpianos interóseos (*ligg. metacarpea interossea*), que los unen entre sí. Las cápsulas de las articulaciones intermetacarpianas se conectan con los ligamentos transversos, que se extienden por ambos lados, dorsal y palmar, **los ligamentos metacarpianos dorsal y palmar** (*ligg. metacarpea dorsalia et palmaria*).

La articulación carpometacarpiana del dedo pulgar (*art. carpometacarpea pollicis*) está totalmente aislada de las otras, diferenciándose en mucho de las mismas, tanto por su estructura como por su movilidad. Está formada por dos caras articulares en silla de montar, la del trapecio y la de la base del primer metacarpiano, articuladas entre sí y envueltas por una amplia cápsula articular. Siendo una articulación típica en silla de montar, en ella son posibles *movimientos* alrededor de dos ejes que se cruzan perpendicularmente: un eje transversal, que pasa a través del trapecio, y otro anteroposterior, que va a través de la base del I metacarpiano. Alrededor del primero se realiza la flexión y la extensión del pulgar junto con su metacarpiano; sin embargo, debido a que el eje no es exactamente transversal, el dedo al flexionarse se desplaza hacia la palma de la mano, anteponiéndose al meñique y a los demás dedos. A ese movimiento se le denomina **oposición** (*oppositio*); el movimiento inverso se denomina **reposición** (*repositio*). El movimiento alrededor del eje anteroposterior constituye la abducción y aducción del pulgar respecto al índice. Su grado de movilidad es de 45-60° en la abducción y aduccion, y de 35-40° en la oposición y reposición. Aparte de los movimientos descritos, existe todavía el movimiento de circunducción. Esa articulación en silla de montar, del primer dedo de la mano, fue progresando durante el proceso evolutivo del hombre, en relación con su actividad de trabajo. Así, por ejemplo, en el Neanderthal, dicha articulación era por lo visto aplanada (G. Bonch Osmolovski), y por eso tenía menos movilidad que en el hombre contemporáneo.

5. Articulaciones metacarpofalángicas (*artt. metacarpophalangeae*). Se crean entre las cabezas convexas de los metacarpianos y las fosillas articulares de las bases de las falanges proximales; por su carácter se acercan a las articulaciones elipsoides. El aparato ligamentoso está constituido por una amplia cápsula articular y dos ligamentos accessorios, **los ligamentos colaterales** (*ligg. collateralia*), extendidos desde las fosillas existentes en las caras ulnar y radial de las cabezas de los metacarpianos, en dirección oblicua, hasta los lados correspondientes de las bases de las falanges proximales. Por el lado palmar existe un engrosamiento de la cápsula que contiene un cartílago fibroso, el ligamento palmar (*lig. palmare*). Relacionado con dicho engrosamiento, entre las cabezas de los II-V metacarpianos, por su cara palmar y transversalmente, se extienden unos ligamentos fibrosos y resistentes, **los ligamentos metacarpianos transversos profundos** (*ligg. metacarpea transversa profunda*). *Los movimientos* en las articulaciones metacarpofalángicas se realizan alrededor de dos ejes: uno transversal, para la flexión y extensión de todo el dedo, con un grado de movimiento de 90-100° y otro anteroposterior, para la abducción y aducción de los dedos en 45-50°. Este último género de movimientos es posible exclusivamente con los dedos en extensión, cuando los ligamentos colaterales están relajados; al flexionar los dedos, ellos se ponen tirantes y dificultan los movimientos laterales. Aparte de los movimientos indicados, el dedo puede realizar un movimiento circular, de circunducción, de dimensiones bastante amplias.

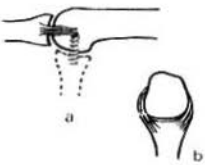


Fig. 92. Porcion de los ligamentos colaterales de la articulación interfalángica.
a — vista lateral (en la extensión y flexión);
b — vista interior (en la flexión).

6. Articulaciones interfalángicas (*artt. interphalangeae manus*). Se encuentran entre la cabeza y la base de las falanges contiguas, constituyendo articulaciones típicas de polea que permiten realizar la flexión y extensión alrededor de un eje transversal (frontal). En las articulaciones interfalángicas proximales la amplitud de movimiento es de 110-112°, siendo de 80-90° en las distales. Los ligamentos accesorios, **ligamentos colaterales** (*ligg. collateralis*), se extienden por los lados de la articulación (fig. 92).

En *la radiografía* palmar de la mano se aprecian todos los detalles de las formaciones óseas participantes en la formación de la misma (fig. 93). «Las hendiduras articulares radiográficas» tienen el aspecto de franjas de claridad entre las caras articulares de los huesos correspondientes. «La hendidura radiográfica de la articulación radiocarpiana está ensanchada en su parte medial, en correspondencia con la posición del cartílago triangular que no retiene los rayos X.

Aparte de los huesos básicos del esqueleto de la mano, en las radiografías pueden observarse huesos *complementarios* o supernumerarios inconstantes: 1) **hueso central del carpo** (*os centrale carpi*), rudimento de un hueso homónimo de la mano de los animales; está situado entre el trapecio, el grande y el escafoideo; 2) **hueso estiloideo** (*os styloideum*), desarrollo independiente del proceso estiloideo del III metacarpiano; 3) **hueso**

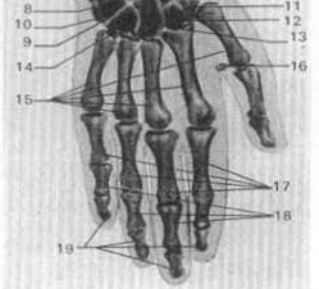


Fig. 93. Radiografía de la mano de un hombre de 38 años; proyección palmar.

1 — ulna;
2 — radio;
3 — proceso estiloideo del radio;
4 — articulación ulnorradial distal;
5 — cartílago triangular;
6 — hendidura de la articulación radiocarpiana;
7 — hueso escafoideo;
8 — semilunar;
9 — triquetro;
10 — pisiforme;
11 — trapecio;
12 — trapezoide;
13 — hueso grande;
14 — hueso ganchoso;
15 — metacarpianos;
16 — hueso sesamoideo del dedo pulgar;
17 — falanges proximales;
18 — falanges medias;
19 — falanges distales.

trapezoide secundario (os *trapezoideum secundarium*), especie de desdoblamiento del trapezoide; 4) **hueso triangular** (*os triangulare*), parte no consolidada del proceso estiloideo. Esos huesos inconstantes pueden ser causa de errores diagnósticos.

Las articulaciones de la mano están *vascularizadas* por el arco arterial palmar profundo y por la red carpiana palmar y dorsal. *El flujo venoso* se realiza en las venas profundas de la mano y luego en las venas ulnar, radial e interósea. *La linfa* se vierte por los vasos linfáticos profundos en **los linfonodos cubitales** (*nodi lymphatici cubitales*). Las cápsulas articulares están inervadas por ramos de los nervios mediano, radial y ulnar (cubital).

El esqueleto de la mano que los homínidos heredaron de sus antepasados animales, se transformó durante el proceso evolutivo del hombre, bajo la acción del trabajo. Como resultado de eso se originaron las siguientes *particularidades características del hombre contemporáneo*:

1. Aumento de las dimensiones absolutas y relativas (en relación con los demás dedos) de los huesos del pulgar.
2. Forma en silla de montar de la primera articulación carpometacarpiana.
3. Desplazamiento del dedo pulgar en dirección palmar desde el plano de los dedos restantes, a consecuencia de lo cual aumentó su capacidad de anteponerse a los otros dedos, movimiento que se efectúa en la articulación en silla de montar.
4. Desplazamiento en la misma dirección palmar de los huesos del carpo, trapecio y escafoideo, relacionados con el pulgar.
5. Profundización, a causa del desplazamiento de dichos huesos, del surco para los tendones, nervios y vasos en la región del carpo, situado bajo el retináculo flexor, denominado «copa de Diógenes».
6. Acortamiento y enderezamiento de las falanges de los II-V dedos, lo que facilita la diversidad de movimientos de la mano y de sus segmentos aislados.

Junto con esta reestructuración se transformó también el aparato neuromuscular de la mano. El desarrollo general del sistema nervioso central, relacionado con el trabajo y el lenguaje articulado, convirtió el miembro y en especial, su parte más importante, la mano, en órgano de trabajo, en órgano del tacto y, en parte, en instrumento de comunicación (gesticulación).

ESQUELETO DEL MIEMBRO INFERIOR

CINTURÓN DEL MIEMBRO INFERIOR

El cinturón del miembro inferior está compuesto por un hueso par, el hueso coxal. **El coxal** (*os coxae*) pertenece a los huesos planos y cumple las funciones de movimiento (participando en las articulaciones con el sacro y con el fémur), de defensa (órganos de la pelvis) y de apoyo o sostén (traslado del peso de todos los segmentos del cuerpo situados por encima de los miembros inferiores). Esta última función es predominante y determina la compleja estructura del coxal y su formación por tres huesos aislados, **el ilion** (*os ilium*), **el pubis** (*os pubis*) y **el isquion** (*os ischii*). Esas tres piezas se reúnen en la región donde la carga es mayor, o sea, en el centro de la cavidad acetabular o acetábulo, que es la fosa articular de la articulación coxal,

en la que tiene lugar la unión entre el cinturón y la porción libre del miembro inferior. El ilion está dispuesto por encima del acetábulo, el pubis por delante y por debajo, y el isquion por abajo y por detrás. En el hombre, hasta los 16 años estos huesos están separados uno del otro por capas cartilaginosas que se osifican en el adulto convirtiéndose la sincondrosis en sinostosis. Gracias a eso, los tres huesos forman un hueso único, que posee la solidez indispensable para el sostenimiento de todo el tronco y la cabeza. **El acetábulo** (*acetabulum*) está situado en la cara externa del coxal y sirve para la articulación con la cabeza del fémur. Teniendo la forma de una fosa esférica bastante profunda, está delimitado en su circunferencia por un reborde elevado, la caja acetabular, que presenta una escotadura muy acentuada en su lado medial, **la incisura acetabular** (*incisura acetabuli*). La cara articular lisa del acetábulo es semilunar (*facies lunata*), mientras que el centro de la cavidad, **la fosa acetabular** (*fossa acetabuli*), y la parte cercana a la incisura son rugosas.

HUESO ILION

El ilion (*os ilium*) por su parte inferior corta y engrosada, denominada **cuerpo** (*corpus ossis ilii*), se suelda con las partes restantes del coxal, en la región de la cavidad acetabular; la parte superior, ancha y más o menos adelgazada, constituye **el ala del ilion** (*ala ossis ilii*). El relieve del hueso está condicionado preferentemente por los músculos bajo cuya acción en los lugares de inserción tendinosa se formaron crestas, líneas y espinas, y en los lugares de inserción muscular, fosas. Así, el borde superior libre del ala es un engrosamiento encorvado como una cresta en S itálica, la cresta ilíaca, en la que se insertan los músculos anchos del abdomen. La cresta termina por delante, en **la espina iliaca anterosuperior** (*spina iliaca anterior superior*). Por debajo de cada una de estas espinas, en los bordes anterior y posterior del ala, se tienen otras dos espinas: **la espina ilíaca anteroinferior** (*spina iliaca anterior inferior*) y **la espina ilíaca posteroinferior** (*spina iliaca posterior inferior*). Las espinas inferiores están separadas de las superiores por incisuras. Por debajo y por delante de la espina anteroinferior, en el lugar de unión del ilion con el pubis se encuentra **la eminencia iliopúbica** (*eminentia iliopubica*), y por debajo de la espina posteroinferior se encuentra una escotadura profunda, **la incisura isquiática mayor** (*incisura ischiadica major*) que termina más abajo en **la espina isquiática** (*spina ischiadica*) situada en el isquion. La cara interna del ala del ilion es lisa y ligeramente cóncava, constituyendo **la fosa ilíaca** (*fossa iliaca*) cuya formación se debe al sostenimiento de las vísceras, relacionado con la posición vertical del cuerpo. Por detrás y por debajo de esta última se encuentra la cara auricular (*facies auricularis*), en forma de pabellón de oreja, lugar de articulación con la cara homónima del sacro; por detrás y más arriba de la cara auricular hay una superficie rugosa, **la tuberosidad ilíaca** (*tuberositas iliaca*), en la que se insertan los ligamentos sacroilíacos interóseos. La fosa ilíaca está separada de la cara interna del cuerpo del ilion por un reborde obtuso, oblicuo hacia abajo y adelante, conocido por **línea arqueada** (*linea arcuata*). En la cara externa del ala del ilion se observan unas líneas rugosas, más o menos evidentes, huellas de la inserción de los músculos glúteos.

HUESO PUBIS

El pubis (*os pubis*) presenta un corto engrosamiento, **el cuerpo** (*corpus ossis pubis*), contiguo al acetábulo, y dos ramas, una **superior** (*ramus superior ossis pubis*), la rama horizontal, y otra **inferior** (*ramus inferior ossis pubis*), la rama descendente, dispuestas en ángulo. En el vértice de ese ángulo, dirigido hacia la línea media, se encuentra una superficie oval, **la cara sinfisial** (*facies symphysialis*), lugar de articulación con el pubis del lado opuesto. A unos 2 cm de esta cara articular, en dirección lateral, hay una pequeña prominencia, **el tubérculo púbico**, a partir del cual se extiende a lo largo del borde posterior de la rama superior del pubis **la cresta pectínea** (*pecten ossis pubis*), que se continúa más atrás en la línea arqueada del ilion, ya citada. En la cara inferior de la rama superior del pubis se encuentra **el surco obturador** (*sulcus obturatorius*) para el nervio y los vasos obturadores.

HUESO ISQUION

El isquion (*os ischii*), al igual que el pubis, tiene **un cuerpo** (*corpus ossis ischii*), que entra en la composición de la cavidad acetabular, y **una rama** (rama del isquion), que forman un ángulo con un vértice muy engrosado, **el tubérculo isquiático** (*tuber ischiadicum*). Por el borde superior del cuerpo, más arriba del tubérculo isquiático, hay una pequeña escotadura, **la incisura isquiática menor** (*incisura ischiadica minor*), separada de **la incisura isquiática mayor** (*incisura ischiadica major*) por **la espina isquiática** (*spina ischiadica*). La rama del isquion, que parte del tubérculo isquiática, se fusiona luego con la rama inferior del pubis. A consecuencia de esto, los huesos pubis e isquion crean con sus ramas **el agujero obturador** (*foramen obturatum*), situado por debajo y medialmente al acetábulo, y que presenta una forma triangular con ángulos redondeados.

Osificación. En *la radiografía* de la pelvis del recién nacido se distinguen las tres partes del coxal, separadas por amplios espacios correspondientes al tejido cartilaginoso invisible a los rayos X. Sólo en la región del acetábulo, entre los cuerpos de los huesos pubis e isquion no se descubre ninguna claridad, ya que en dicho lugar los huesos citados se proyectan uno sobre el otro, apareciendo como una formación ósea única que recuerda por su forma las pinzas de un cangrejo; el agujero obturador aparece todavía no cerrado. Hacia los 8 años de edad, las ramas del pubis y el isquion se sueldan entre sí constituyendo **el hueso isquiopúbico** (*os ischiopubicum*); a los 14-16 años, el isquiopúbico se fusiona con el ilion, en la región del acetábulo, formando un solo hueso, el coxal. Casi en todos los lugares de inserción de músculos y ligamentos se presentan puntos complementarios de osificación (entre los 12 y 19 años), los cuales se fusionan con la masa principal del hueso hacia los 20-25 años. Debe señalarse que hacia el inicio de la segunda década de la vida comienzan a revelarse las diferencias sexuales de la pelvis. Hasta este período, la pelvis conserva la forma de un embudo elevado, característico de la edad infantil. La sinostosis en la región del acetábulo termina con la participación de formaciones óseas complementarias que recuerdan a los huesos complementarios del cráneo. Si estos huesos se mantienen durante mucho tiempo reciben la denominación de huesos del acetábulo (*ossa acetabuli*). En las radiografías pueden ser interpretados erróneamente, como fragmentos de fractura.

Las articulaciones de los huesos pelvianos (fig. 94) reflejan en el hombre el desarrollo de dichos huesos, en relación con los cambios de las condiciones funcionales durante la filogénesis. Como se indicó anteriormente, la pelvis de los vertebrados cuadrúpedos no sufre una carga sensible, debido a la posición horizontal del cuerpo. Con el paso a la estación bípeda, la pelvis se convirtió en un apoyo para las vísceras y lugar de transmisión del peso del tronco a los miembros inferiores, a causa de lo cual está sometida a una gran carga. Por eso, los huesos aislados unidos por cartílago se sueldan en una formación ósea única, la pelvis, al convertirse las sincondrosis en sinostosis. Sin embargo, la sincondrosis del lugar de unión de ambos pubis no se transforma en sinostosis sino en anfiartrosis (fig. 95).

La articulación de los dos coxales con el sacro, que exige una combinación de movilidad y solidez, adquiere la forma de una articulación verdadera, diartrosis, firmemente reforzada por ligamentos (sindesmosis).

Como resultado de todo esto, en la pelvis del hombre se observan todas las clases de articulación, que reflejan los estadios consecutivos del desarrollo del esqueleto: sinartrosis en forma de sindesmosis (ligamentos), sincondrosis (entre partes aisladas de los huesos pelvianos) y sinostosis (después de su consolidación en hueso coxal), anfiartrosis (sínfisis del pubis) y diartrosis (las articulaciones sacroilíacas). La movilidad general entre los huesos pelvianos es muy reducida (4-10°)

1. Articulación sacroilíaca (*art. sacroiliaca*). Está constituida por la conjunción entre las carillas auriculares del sacro y las carillas articulares homónimas del ilion. Esas superficies son congruentes y están cubiertas por una delgada capa de cartílago fibroso. El sacro penetra en forma de cuña entre los dos huesos ilíacos, gracias a lo cual el peso del tronco no puede desplazar el sacro hacia delante y hacia atrás, mientras no se separen los soportes de la bóveda pelviana; así pues, el sacro viene a constituir **la llave de la pelvis** (P. Lesgaft). Esta llave está reforzada por **los ligamentos sacroilíacos interóseos** (*ligg. sacroiliaca interossea*), dispuestos en forma de fascículos cortos entre la tuberosidad ilíaca y el sacro, constituyendo unos de los ligamentos más firmes del cuerpo humano. Ellos sirven de eje alrededor del cual se efectúan los movimientos de la articulación sacroilíaca. Esta última está reforzada también por otros ligamentos que unen el sacro con el hueso ilíaco: por delante, **los ligamentos sacroilíacos ventrales** (*ligg. sacroiliaca ventralia*) (firmemente consolidados con la cápsula); por detrás, **los ligamentos sacroilíacos dorsales** (*ligg. sacroiliaca dorsalia*), los cuales van desde la espina ilíaca posterosuperior y posteroinferior hasta las vértebras del sacro; y **el ligamento iliolumbar** (*lig. iliolumbale*), que se extiende desde la cresta ilíaca hasta el proceso transverso de la V vértebra lumbar.

La irrigación de esta articulación proviene de las arterias lumbares, iliolumbares y sacras laterales. *El flujo venoso* tiene lugar en las venas homónimas. *La linfa* pasa por los vasos linfáticos profundos, que confluyen en los linfonodos sacros y lumbares (*nodi lymphatici sacrales et lumbales*). *La inervación* de la articulación está proporcionada por los ramos de los plexos sacro y lumbar.

2. Sínfisis púbica (*symphysis pubica*). Situada en la línea media, une a los dos pubis entre sí. Entre las dos carillas articulares de esos huesos, las caras

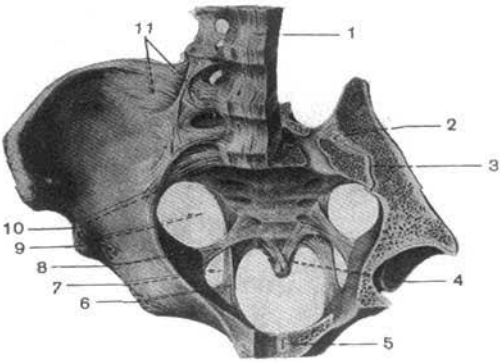


Fig. 94. Ligamentos y articulaciones de la pelvis; vista por arriba (ligamentos y articulaciones del cinturón del miembro inferior, según R. Sinélnikov).

Con cortes horizontales y sagitales se han resecado en parte el hueso coxal izquierdo, los segmentos izquierdos del sacro y de las III — V vértebras lumbares.

1 — ligamento longitudinal anterior;
2 — ligamento sacroilíaco interóseo;
3 — articulación sacroilíaca (cavidad articular);
4 — ligamento sacrococcígeo ventral;
5 — sínfisis púbica;
6 — ligamento sacrotuberal;
7 — agujero isquiático menor;
8 — ligamento sacroespinal;
9 — agujero isquiático mayor;
10 — ligamentos sacroilíacos ventrales;
11 — ligamento iliolumbar.

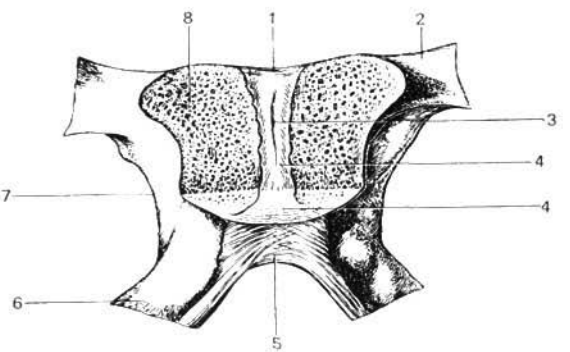


Fig. 95. Sínfisis púbica; corte frontal.

1 — ligamento púbico superior;
2 — rama superior del pubis;
3 — cavidad de la sínfisis;
4 — disco interpúbico;
5 — ligamento púbico arqueado;
6 — rama del isquion;
7 — rama inferior del pubis;
8 — substancia esponjosa.

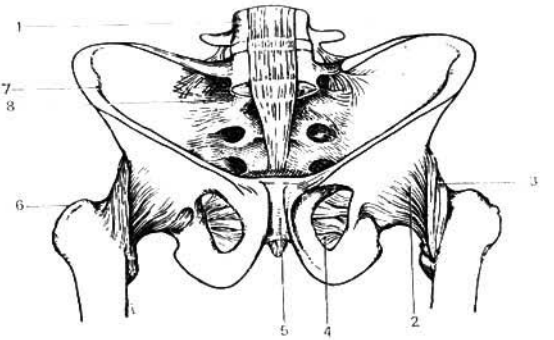


Fig. 96. Pelvis y articulación coxal en el hombre; vista anterior.

1 — IV vértebra lumbar;
2 — cápsula articular;
3 — ligamento iliofemoral;
4 — membrana obturadora;
5 — sínfisis púbica;
6 — trocánter mayor;
7 — espina ilíaca anterosuperior;
8 — ligamentos sacroilíacos ventrales.

sinfisiales, dirigidas una a la otra y revestidas por una capa de cartílago hialino, hay una laminilla fibrocartilaginosa —**el disco interpúbico**—, en el que con frecuencia, a partir de los 7 años de edad, se encuentra una estrecha hendidura, más cerca de la cara posterior (anfiartrosis). La sínfisis púbica está reforzada por un periostio compacto y por ligamentos: en el borde superior, **el ligamento púbico superior**, y en el borde inferior, **el ligamento púbico arqueado**, que borra el ángulo inferior de **la sínfisis, ángulo subpúbico**.

3. Ligamentos sacrotuberal y sacroespinal (*lig. sacrotuberale y lig. sacrospinale*) (véase fig. 94). Son dos láminas fibrosas interóseas muy consistentes que unen en ambos lados el hueso coxal con el sacro. El ligamento sacrotuberal se inicia en la tuberosidad isquiática y termina en los bordes laterales del sacro y del cóccix, pasando en parte hacia los fascículos verticales superficiales del lig. sacroilíaco dorsal, junto con los cuales llega a la espina ilíaca posterosuperior. El ligamento sacroespinal comienza en la espina isquiática, se entrecruza con el ligamento sacrotuberal y va a insertarse en el borde lateral del segmento inferior del sacro y del segmento superior del cóccix. Esos dos ligamentos completan el armazón óseo de la pelvis en su parte posteroinferior y convierten las incisuras isquiáticas, mayor y menor, en los agujeros homónimos: **agujeros isquáticos mayor y menor**.

4. Membrana obturadora (*membrana obturatoria*). Es una membrana fibrosa que cierra el agujero obturador de los coxales, exceptuando su ángulo laterosuperior. Insertándose en los bordes del surco obturador contenido en el pubis, transforma dicho surco en **el canal obturador** (*canalis obturatorius*), condicionado por el paso del nervio y los vasos obturadores (fig. 96).

PELVIS EN CONJUNTO

Los dos huesos coxales (fig. 96), uniéndose entre sí y con el sacro, forman un anillo óseo, **la pelvis**, destinada a la unión del tronco con las partes libres de los miembros inferiores, y que además forma una cavidad o receptáculo para las vísceras. El anillo óseo pelviano se divide en dos porciones: una superior, más amplia, **la pelvis mayor** (*pelvis major*), y otra más estrecha, **la pelvis menor** (*pelvis minor*). La pelvis mayor sólo está limitada por los bordes de los huesos ilíacos, más o menos desplegados. Por delante no tiene paredes óseas y por detrás su limitación insuficiente está compensada por las vértebras lumbares. El límite superior de la pelvis menor, línea de separación con la pelvis mayor, constituye **la línea limítrofe** o **línea terminal** (*línea terminalis*), formada por el ángulo sacrovertebral o **promontorio**, la línea innominada de los huesos ilíacos, las crestas pectíneas y la espina del pubis. Limitado de ese modo, el orificio superior se denomina **apertura superior de la pelvis** (*apertura pelvis superior*). Por debajo de la apertura superior se encuentra **la** cavidad de la pelvis menor (*cavum pelvis*). La pared anterior de la cavidad pelviana, constituida por los huesos púbicos y la sínfisis púbica, es muy baja. Por el contrario, la posterior es muy elevada, estando constituida por el sacro y cóccix. Lateralmente, las paredes de la pelvis menor están formadas por los segmentos de los huesos coxales, correspondientes a los acetábulos, y también por los dos huesos isquion con los ligamentos que se extienden desde ellos hacia el sacro. La circunferencia inferior de la pelvis, **apertura inferior de la pelvis** (*apertura pelvis inferior*), está limitada por las ramas isquiopubianas, los tubérculos isquiáticos y los ligamentos que van desde el sacro a los huesos isquion y el cóccix. Para determinar las dimensiones y forma de la pelvis se utilizan **las mediciones** de la misma en el cadáver y en el ser vivo. Aquí se aportan solamente aquellas mediciones de la pelvis femenina utilizadas por los obstretras para el pronóstico del parto. La medición de los diámetros de la pelvis, en el vivo, se lleva a cabo con el compás obstétrico o pelvímetro (I. Yákovlev, 1953). En la medición de la pelvis mayor se determinan tres diámetros transversales (fig. 97).

1. Distancia entre las dos espinas ilíacas anterosuperiores, **distancia espinal** (*distantia spinarum*), de 25 a 27 cm.

2. Distancia entre las dos crestas ilíacas, **distancia crestal** (*distantia cristarum*), de 28 a 29 cm.

3. Distancia entre los dos trocánteres mayores del fémur, **distancia trocantérica** (*distantia trochanterica*), de 30 a 32 cm.

Después se determina la dimensión exterior directa:

4. Distancia entre la sínfisis y la depresión situada entre las últimas vértebras lumbares y la primera sacra, de 20 a 21 cm. Para determinar la dimensión directa verdadera de la pelvis [**conjugado verdadero** (*conjugata vera*)], se restan 9,5-10 cm de la dimensión externa directa. Con ello se obtiene el conjugado verdadero, ginecológico (*conjugata vera s. gynecologica*), cuya dimensión común es de 11 cm (fig. 98).

Y, finalmente, se determina la dimensión externa oblicua:

5. Distancia entre las espinas ilíacas anterosuperior y posterosuperior **(conjugado lateral)** de 14,5 a 15 cm.

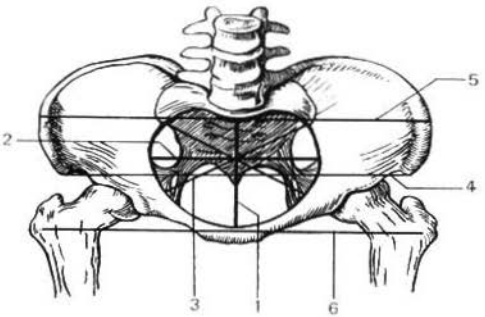


Fig. 97. Líneas de las dimensiones de la pelvis femenina.

1 — diámetro recto (conjugado anatómico);
2 — diámetro transversal;
3 — diámetro oblicuo;
4 — distancia espinal;
5 — distancia crestal;
6 — distancia trocantérica

6. Para determinar el diámetro transversal del estrecho superior de la pelvis (que es de 13,5 a 15 cm) se divide por la mitad la distancia crestal (29 cm) o se restan de la misma 14-15 cm.

7. Para medir el diámetro transversal del estrecho inferior de la pelvis (11 cm) se coloca el compás en los bordes internos de los tubérculos isquiáticos y a la cifra obtenida, 9,5 cm, se le añade 1-1,5 cm, correspondiente al espesor de los tejidos blandos.

8. Al medir la dimensión directa del estrecho inferior de la pelvis (9-11 cm), se coloca el compás en el ápice del cóccix y en el borde inferior de la sínfisis y de la dimensión obtenida (12-12,5 cm) se resta 1,5 cm, correspondiente al espesor del sacro y de los tejidos blandos.

Si se traza una línea por el punto medio de los diámetros directos de la pelvis, incluyendo las aperturas superior e inferior, se obtiene **el eje pelviano**, en forma de una línea curva de concavidad dirigida hacia delante que atraviesa la mitad de la cavidad pelviana. En su posición normal la pelvis está inclinada intensamente hacia delante (inclinación pelviana), con lo que el plano del estrecho superior (conjugado anatómico) forma un ángulo con el plano horizontal, que es mayor en la pelvis femenina que en la masculina. La inclinación de la pelvis depende de la posición vertical del cuerpo del individuo, lo que es también causa de las flexiones de la columna vertebral, con la que la pelvis está unida. La magnitud del ángulo de inclinación pelviana oscila entre los 75 y 55°. En posición sentada, la pelvis se dispone casi horizontalmente, a causa de lo cual su ángulo de inclinación es tan sólo de 7°.

La forma y dimensiones de la pelvis reflejan su función. En los animales cuadrúpedos, en los que la pelvis no soporta el peso del segmento más anterior del cuerpo, ni sirve de apoyo a las vísceras, es relativamente pequeña, estrecha y alargada, con gran predominio de la dimensión anteroposterior de la pelvis menor. En los monos antropoides, en los que se verificó ya la

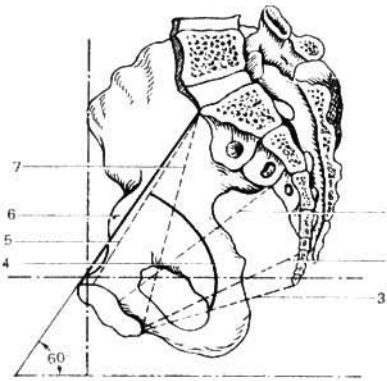


Fig. 98. Diámetros sagitales de la pelvis menor femenina; corte sagital.

1 — diámetro recto de la parte media de la pelvis menor;
2 — diámetro recto de la parte inferior de la pelvis menor;
3 — diámetro recto de la apertura inferior de la pelvis;
4 — eje de la pelvis;
5 — conjugado ginecológico (verdadera);
6 — conjugado anatómico;
7 — conjugado diagonal;
8 — ángulo de inclinación de la pelvis.

diferenciación entre los brazos y las piernas, la pelvis es considerablemente más ancha y corta, pero a pesar de ello la dimensión anteroposterior continúa prevaleciendo sobre la transversal, en cuyo resultado el contorno del estrecho superior de la pelvis menor recuerda el corazón de naipes. Finalmente, en el hombre, con el paso a la estación bípeda, la pelvis se hizo más corta y más ancha, de tal manera que en los hombres las dos dimensiones, anteroposterior y transversal, son casi iguales, y en la mujer, en la que la pelvis posee una función especial relacionada con el soporte del feto y con el acto del parto, el diámetro transversal supera incluso al anterosuperior. En el Neanderthal la pelvis tiene todos los rasgos humanos, testimonio de la posición vertical de su cuerpo y de su marcha bípeda. Con todo, ella es todavía algo más estrecha que en el hombre contemporáneo. Reflejando dicha evolución, también en la ontogénesis del hombre, la pelvis presenta inicialmente (en el feto) la forma estrecha propia de los cuadrúpedos; después, en el recién nacido, se parece a la de los antropoides (pelvis de simio), y finalmente va adquiriendo la forma característica para el hombre, a medida que el niño va asimilando la capacidad de andar.

Con el inicio de la maduración sexual comienza la manifestación brusca de *las distinciones sexuales* que consisten en lo siguiente. Los huesos de la pelvis femenina son, por lo general, más delgados y lisos que los del hombre. Las alas de los huesos ilíacos estan más desplegadas en la mujer, y, como consecuencia de ello, las distancias entre las espinas y crestas son mayores que en el hombre. El estrecho superior de la pelvis femenina es oval transversal, mientras que el de la pelvis del hombre es más bien oval longitudinal. El promontorio de la pelvis masculina es más saliente que el de la pelvis femenina. En el hombre, el sacro es relativamente estrecho y mucho más cóncavo; por el contrario, el sacro en la mujer es relativamente más ancho y más aplanado. El estrecho inferior pelviano en el hombre es considerablemente más angosto que en las mujeres; en éstas las tuberosidades

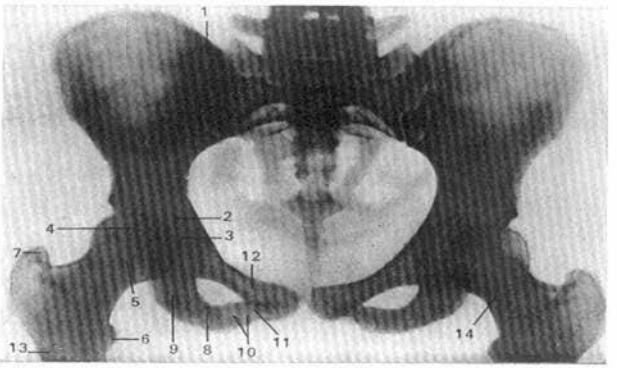


Fig. 99. Radiografía de la pelvis y la articulación coxal en la mujer.

1 — articulación sacroilíaca;
2 — cavidad de la articulación coxal;
3 — contorno anterior del acetábulo;
4 — contorno posterior del acetábulo;
5 — cabeza del fémur;
6 y 7 — trocánter menor y trocánter mayor;
8 — tubérculo isquiático;
9 — cuerpo del isquion;
10 — rama del isquion;
11 — rama inferior del pubis;
12 — rama superior del pubis;
13 — fémur;
14 — cuello del fémur.

isquiáticas se encuentran más apartadas una de la otra y el cóccix es menos saliente hacia delante. El lugar de conjunción de las ramas inferiores de los pubis, en una pelvis femenina bien desarrollada, adquiere la forma de arco, **el arco del pubis**; mientras que en la pelvis masculina ésta forma un ángulo agudo, **el ángulo subpúbico**. La cavidad de la pelvis menor tiene en el hombre una forma expresa de embudo; en la mujer, por el contrario, es menos definida y la cavidad pelviana por sus contornos se asemeja más a un cilindro. Resumiendo todo lo expuesto con respecto a las distinciones sexuales de la pelvis, puede decirse que en general la pelvis masculina es más alta y más estrecha, y que la pelvis de la mujer, siendo más baja, tiene al mismo tiempo más anchura y capacidad.

En *las radiografías* posteriores de la pelvis (fig. 99) el coxal se distingue en todos sus detalles básicos. La porción posterior de la cresta del ilion y la espina ilíaca posterosuperior se superponen a la sombra del sacro. En la parte inferior del ala de ilion no es raro que se distingan unas claridades que corresponden a los conductos vasculares y no deben ser interpretadas como focos destructivos del hueso. Entre los huesos púbicos se ve la «hendidura radiográfica» de la sínfisis pubiana, que tiene el aspecto de una franja estrecha de transparencia, correspondiente al **disco interpúbico**. Los contornos de dicha hendidura no son del todo regulares. Las caras auriculares de la articulación sacroilíaca se superponen y por eso la hendidura articular en

la radiografía posterior tiene una forma compleja; ésta sconta corrientemente de dos franjas encorvadas de claridad, unidas por arriba y por abajo (constituyendo como una figura de rombo).

ESQUELETO DE LA PARTE LIBRE DEL MIEMBRO INFERIOR Y SU ADAPTACIÓN A LA MARCHA BÍPEDA

El esqueleto del miembro inferior se compone del fémur, los dos huesos de la pierna y los huesos del pie. Además, contiguo al fémur existe un pequeño hueso (sesamoideo), la patela (rótula).

FÉMUR

El hueso del muslo, **el fémur**, es el más grande y más grueso de todos los huesos tubulares largos. Como todos los de ese tipo, constituye un brazo largo de palanca en los movimientos y de acuerdo con su desarrollo consta de una diáfisis y dos metáfisis, epífisis y apófisis. La extremidad superior (proximal) del fémur posee una cabeza articular esférica (*caput femoris*) (epífisis); algo por debajo de su centro se encuentra una depresión rugosa, **la fosita femoral** (*fovea capitis femoris*), lugar de inserción del ligamento de la cabeza del fémur. La cabeza se une al resto del hueso a través de **un cuello** (*collum femoris*) (metáfisis), situado en ángulo obtuso con respecto al eje femoral (130°); en las mujeres, debido a la mayor anchura de su pelvis, este ángulo se aproxima al ángulo recto. En el lugar de paso del cuello a la diáfisis se encuentran dos tuberosidades óseas, denominadas trocánteres (apófisis). **El trocánter mayor** (*trochanter major*) representa la extremidad superior del cuerpo del fémur. En su cara medial, dirigida al cuello, se ve una depresión profunda llamada **fosa trocantérica** (*fossa trochanterica*). **El trocánter menor** (*trochanter minor*) se encuentra en el borde inferior del cuello, por su lado medial y algo por detrás. Ambos trocánteres se unen entre sí por el lado posterior del fémur mediante una cresta dirigida oblicuamente, **la cresta intertrocantérica** (*crista intertrochanterica*); y por el lado anterior, por **la línea intertrocantérica** (*linea intertrochanterica*). Todas esas formaciones: trocánteres, cresta, línea y fosa están condicionadas por la inserción de músculos.

El cuerpo del fémur está algo encorvado hacia delante y tiene la forma de un prisma triangular con aristas redondeadas; su superficie es lisa por delante y por los lados; en su cara posterior se encuentra la huella de inserción de músculos del muslo, que constituye el borde posterior del fémur y se denomina **línea áspera** y comprende dos **labios,** uno **lateral** y otro **medial.** Ambos labios, en su parte proximal, presentan huellas de inserciones musculares; en el labio externo o lateral, **la tuberosidad glútea** (*tubervsitas glutea*), se inserta el glúteo mayor; en el labio medial, **la línea pectínea,** se inserta el músculo homónimo. Por abajo, la línea áspera se divide en dos ramas divergentes, limitando en la cara posterior del fémur un espacio triangular liso, llamado **cara poplítea** (*facies poplitea*).

La extremidad inferior (distal) del fémur, engrosada, forma dos cóndilos redondeados, vueltos hacia atrás, **el cóndilo medial** (*condylus medialis*) y el **cóndilo lateral** (*condylus lateralis*) (epífisis), de los cuales el medial sobresale

más hacia abajo que el lateral. Sin embargo, a pesar de la desigualdad de dimensiones, ambos cóndilos están situados a un mismo nivel, ya que el fémur en su posición natural está dispuesto oblicuamente, con su extremidad inferior más cerca de la línea media que la superior. Por su cara anterior las caras articulares de los cóndilos se continúan una con la otra formando una pequeña concavidad en dirección sagital. A esa parte común de la cara articular se le denomina **cara patelar** (*facies patellaris*), puesto que en la misma se aplica la cara posterior de **la patela (rótula)**, en los movimientos de extensión en la articulación de la rodilla. Por sus lados posterior e inferior, ambos cóndilos están separados por una fosa profunda, **la fosa intercondilar** (*fossa intercondylaris*). En la cara lateral de ambos cóndilos, por encima de su cara articular, se encuentra una tuberosidad rugosa, **el epicóndilo medial** y **epicóndilo lateral**, respectivamente (apófisis).

Osificación. En *las radiografías* de la extremidad proximal del fémur del recién nacido se distingue solamente la diáfisis femoral, ya que la epífisis, la metáfisis y las apófisis (trocánteres mayor y menor) están todavía en su fase cartilaginosa. El cuadro radiológico de las variaciones ulteriores se determina por la aparición del núcleo de osificación en la cabeza del fémur durante el 1er año de vida; en el trocánter mayor a los 3-4 años, y en el menor entre los 9 y 14 años. La consolidación se efectúa en dirección inversa, entre los 17 y 19 años.

PATELA

La patela (*patella*) es un hueso sesamoideo grande, incluido en el espesor del tendón del cuadríceps crural y situado por delante de la articulación de la rodilla. En la patela (rótula) se distingue un extremo superior amplio, denominado **base** (*basis patellae*), y una extremidad inferior aguda, **el ápice** (*apex patellae*). La cara anterior es rugosa; la posterior está provista de una cara articular lisa (*facies articularis*), por la que la patela se aplica a la cara patelar del fémur, ya citada.

ARTICULACIÓN COXAL

La articulación coxal (*art. coxae*) (fig. 100) está formada por el acetábulo del hueso coxal, o más exactamente por la cara semilunar del mismo, donde entra la cabeza del fémur. Por todo el borde del acetábulo se extiende un anillo fibrocartilaginoso, **el labio** (*rodete*) **acetabular** (*labrum acetabulare*), que aumenta aún más la cavidad articular, de tal modo que supera en profundidad a la semiesfera de la cabeza femoral. El labio acetabular se extiende en forma de puente sobre la incisura del acetábulo, constituyendo **el ligamento transverso del acetábulo** (*lig. transversum acetabuli*). La cavidad está cubierta por el cartílago hialino articular, tan sólo en la cara semilunar, mientras que la fosa acetabular está ocupada por tejido adiposo laxo y la base del ligamento redondo intraarticular. La cara articular de la cabeza del fémur, que se articula con el acetábulo, constituye en total unos dos tercios de esfera. Está cubierta por cartílago hialino, a excepción de **la fosita** de la cabeza (*fovea capitis*), donde se inserta el ligamento redondo. **La cápsula articular** se inserta por todo el perímetro de la cavidad acetabular. En la región de la incisura se fusiona con el ligamento transverso del acetábulo,

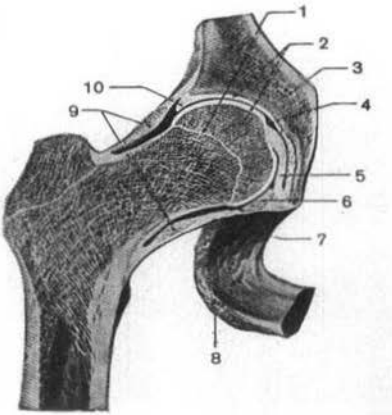


Fig. 100. Articulación coxal derecha; corte frontal (según R. Sinélnikov).

1 — cartílago metaepifisario;
2 — cartílagos articulares;
3 — hueso coxal;
4 — cavidad articular;
5 — ligamento de la cabeza femoral;
6 — ligamento transverso del acetábulo;
7 — cápsula articular;
8 — tuberosidad isquiática;
9 — zona orbicular;
10 — labro del acetábulo.

dejando libre el orificio formado por dicho ligamento y los bordes de la incisura. La hermeticidad de la cavidad articular en este punto se consigue a expensas de la membrana sinovial que cubre en ese sitio al ligamento redondo. La inserción de la cápsula articular en el fémur sigue por delante, en toda su extensión, **la línea intertrocantérica**; por detras pasa por el cuello del fémur, paralelamente a **la cresta intertrocantérica**, alejándose de la misma en el lado medial. Debido a esta línea de inserción capsular, la mayor parte del cuello del fémur queda incluida en la cavidad articular. Además, la articulación tiene dos ligamentos intraarticulares: el ligamento transverso del acetábulo, ya descrito, y **el ligamento de la cabeza del fémur** (*lig. capitis femoris*), que se inicia en los bordes de la incisura acetabular y en el ligamento transverso del acetábulo, insertándose por su vértice en la fosita de la cabeza del fémur. Este ligamento está cubierto por una prolongación sinovial que parte del fondo del acetábulo y actúa como una envoltura elástica, que suaviza los golpes sufridos por la articulación, sirviendo también para conducir los vasos hacia la cabeza del fémur. Por eso, si ésta se conserva en las fracturas del cuello del fémur, la cabeza del fémur no se destruye, y viceversa.

La articulación coxal pertenece a las articulaciones esferoidales de tipo limitado (articulación cotiloidea) y por eso permite los mismos *movimientos*, pero no tan amplios como en la articulación esferoidal libre, alrededor de tres ejes: frontal, sagital y vertical. Es posible también el movimiento de circunducción.

Alrededor del eje frontal se efectúa la flexión del miembro inferior (hacia delante) y su extensión (hacia atrás). De estos movimientos el más amplio es el de flexión, gracias a la ausencia de tensión de la cápsula fibrosa que por detrás carece de inserción en el cuello del fémur. Su mayor amplitud se

consigue estando la rodilla flexionada (118-121°), por lo cual el miembro inferior, en su flexión máxima, puede estar apretado al abdomen; cuando el miembro está extendido en la articulación de la rodilla, el movimiento de flexión es menos amplio (84-87°), ya que se encuentra frenado por la tensión de los músculos de la cara posterior del muslo, que se relajan al flexionarse la pierna en la rodilla. La extensión del miembro, previamente flexionado, se realiza hasta la posición vertical. El movimiento ulterior hacia atrás (flexión hacia atrás) es poco amplio (de unos 19°), ya que está frenado por la tirantez del ligamento iliofemoral: cuando, a pesar de ello, continúa el movimiento de extensión, éste se realiza ya a expensas del movimiento en la articulación coxal del lado opuesto. Alrededor del eje sagital se practica la abducción del muslo (o de ambos miembros, cuando se separan simultáneamente en dirección lateral), y el movimiento contrario (de aducción), en el cual los miembros se acercan a la línea media. La amplitud de la abducción alcanza los 70-75°. Alrededor del eje vertical tiene lugar la rotación del miembro inferior, medial y lateral, que por su amplitud es de 90°. En correspondencia con los tres ejes básicos de rotación, están los ligamentos exteriores de la articulación: tres longitudinales (ligamentos iliofemoral, pubiofemoral e isquiofemoral), que se extienden perpendicularmente a los ejes horizontales (frontal y sagital), y un ligamento circular (zona orbicular), perpendicular al eje vertical.

1. Ligamento iliofemoral. Está situado en el lado anterior de la articulación. Por su vértice se inserta en la espina ilíaca anteroinferior y por su base ampliada en la línea intertrocantérica. Este ligamento frena la extensión e impide la caída del cuerpo hacia atrás durante la marcha bípeda. Eso explica el mayor desarrollo del ligamento iliofemoral en el hombre, en el que constituye el ligamento más potente de todo el organismo, resistiendo un peso de hasta 300 kg.

2. Ligamento pubiofemoral. Se encuentra en la parte medial e inferior de la articulación, extendiéndose desde el pubis hasta el trocánter menor, entrelazándose con la cápsula. Este ligamento retiene la abducción y frena la rotación lateral.

3. Ligamento isquiofemoral. Se inicia por detrás de la articulación, en el borde del acetábulo, en la región del isquion; se dirige lateralmente y hacia arriba, sobre el cuello del fémur y entrelazándose con la cápsula termina en el borde anterior del trocánter mayor. Esta limita la rotación medial del muslo y junto con la parte lateral del ligamento iliofemoral frena la aducción.

4. Zona orbicular. Esta tiene el aspecto de fibras circulares, incluidas en las capas profundas de la cápsula articular, por debajo de los ligamentos longitudinales antes descritos (véase fig. 100); abarcan en forma de lazo el cuello del fémur, consolidándose por arriba con el hueso, por debajo de la espina ilíaca anteroinferior. La disposición circular de la zona orbicular está en correspondencia con los movimientos rotatorios del fémur.

Es necesario indicar que en el organismo vivo los ligamentos no llegan nunca a su máxima rigidez, puesto que el freno es conseguido en cierta medida por la tensión de los músculos que rodean la articulación. Todos los movimientos citados del miembro inferior pueden ser realizados cuando aquél está libre del peso del cuerpo, como ocurre, por ejemplo, apoyándose de pie sobre el otro miembro. La flexión del muslo hacia delante y hacia atrás se

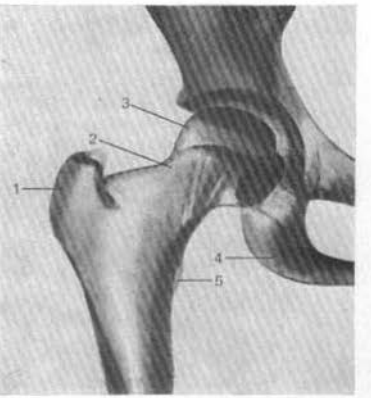


Fig. 101. Radiografía de la articulación coxal derecha.

1 — trocánter mayor;
2 — cuello del fémur;
3 — cabeza del fémur;
4 — tuberosidad isquiática;
5 — trocánter menor.

realiza también durante la marcha y las carreras, cuando el cuerpo se apoya alternativamente sobre uno y otro muslo, y el miembro que en estos momentos se encuentra liberado realiza el movimiento de avance. Cuando los muslos están fijos, o sea, que se asientan firmemente, en la articulación coxal pueden ejecutarse movimientos de la pelvis junto con toda la parte superior del cuerpo, como ocurre, por ejemplo, en las inclinaciones de la cintura en que el tronco realiza flexión y extensión estando los miembros inmóviles. Lo mismo ocurre al enderezarse estando en decúbito, cuando las piernas se encuentran en un plano horizontal, mientras que la pelvis con el tronco, enderezándose, se mueve en las articulaciones coxales.

La abundancia de ligamentos, la gran curvatura y la congruencia de las superficies articulares en la articulación coxal, en comparación con la articulación del hombro, hacen más limitados los movimientos en la articulación coxal que en la humeral, lo que está relacionado con la función de los miembros inferiores, que exige una gran estabilidad de aquella. Esa limitación y la solidez de la articulación explican el hecho de que sus luxaciones sean más raras que en la articulación del hombro.

En *las radiografías* de la articulación coxal (fig. 101) en diferentes proyecciones se obtiene simultáneamente la imagen de los huesos de la pelvis y el fémur con todos los detalles anatómicos. El acetábulo se divide, radiológicamente, en fondo y techo. El fondo está limitado en el lado medial por una claridad cónica («figura de lágrima»), que corresponde a la parte anterior del cuerpo del isquion. El techo (borde superior del acetábulo) es redondeado; en los casos patológicos se presenta agudizado. **La cabeza femoral** (*caput femoris*) se presenta redondeada, de contorno liso, excepto en la fosita de la cabeza, donde se observa una depresión de bordes rugosos; estos últimos no deben ser interpretados erróneamente como focos destructivos del hueso. En las radiografías se observa que entre la cabeza del fémur, introducida

en la cavidad articular, y el techo del acetábulo existe una «hendidura articular radiográfica»*.

Para juzgar sobre las particularidades sexuales, de la edad y constitucionales es importante tener en cuenta el ángulo entre el cuello del fémur y la diáfisis. En el organismo humano vivo este ángulo puede determinarse exclusivamente con ayuda de la exploración radiológica. En el hombre adulto oscila entre los límites de 130 y 135°, en los niños es mayor, y en los viejos es menor; en la mujer es menor que en el hombre.

La articulación coxal está *irrigada* por ramos de la femoral profunda, que forman una red arterial constituida por las arterias circunflejas anterior y posterior, y por la obturatoria. De esta última se deriva el ramo del acetábulo, que se dirige a través del ligamento de la cabeza hacia la cabeza del fémur. *La corriente venosa fluye en las venas* profundas del muslo y de la pelvis: las venas femoral profunda, femoral e ilíaca interna. *La linfa* se vierte desde los vasos linfáticos profundos en los linfonodos inguinales profundos. La cápsula articular está *inervada* por los nervios obturador, femoral e isquiático (ciático).

HUESOS DE LA PIERNA

El esqueleto de la pierna (fig. 102) se compone de dos huesos tubulares largos de desigual espesor, **la tibia** y **la fíbula (peroné).** El primero de estos huesos está situado medialmente y el segundo lateralmente. De los dos huesos, sólo la tibia se articula con el fémur mediante la articulación de la rodilla. El eje vertical o *mecánico* de todo el miembro inferior, por el que se transmite el peso del cuerpo a la planta de apoyo, pasa por el centro de la cabeza del fémur, a través del punto medio de la articulación de la rodilla, hacia el punto medio de la articulación tibiotarsiana; en su parte inferior este eje coincide con el eje longitudinal de la tibia que por eso recibe todo el peso del cuerpo, lo que explica su mayor espesor en comparación con la fíbula. A veces la tibia está algo desviada del eje mecánico en dirección medial o lateral, a causa de lo cual el ángulo lateral entre el muslo y la pierna es más agudo o más obtuso. Cuando esas desviaciones son muy acentuadas se obtiene, en el primer caso, una forma de los miembros inferiores parecida a una X, conocida con el nombre de **genu valgum**; en el segundo caso, los miembros inferiores tienen la forma de O, denominándose **genu varum**.

TIBIA

La tibia tiene en su extremidad proximal (epífisis) dos **cóndilos,** uno **medial** (*condylus medialis*) y otro **lateral** (*condylus lateralis*). En la cara superior de los cóndilos, dirigida al fémur, hay dos caras articulares ligeramente cóncavas, **cara articular superior** (*facies articularis superior*), las cavidades glenoideas para la articulación con los cóndilos del fémur. Las dos caras articulares están separadas por **la eminencia intercondilar** (*eminentia intercondylaris*), dividida por una escotadura en dos **tubérculos intercondilares medial y lateral** (*tuberculum intercondylare mediale et laterale*). Por delante y por detrás de la eminencia se encuentran dos depresiones pequeñas, **las áreas intercondi-**

* Las correlaciones normales entre la cabeza femoral y la cavidad articular, aparte de la penetración de la cabeza del fémur dentro del acetábulo, se caracterizan también por la línea de Nélaton, que se traza desde el contorno medial del cuello del fémur hasta el borde superior del agujero obturado. En estado normal esta línea es arqueada, mientras que en las subluxaciones es quebrada.

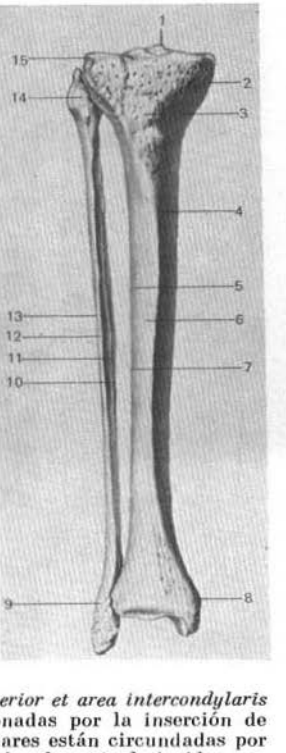


Fig. 102. Huesos de la pierna derecha; vista anterior: la tibia a la derecha y la fíbula (peroné) a la izquierda.

1 — eminencia intercondílea;
2 — cóndilo medial;
3 — tuberosidad de la tibia;
4 — cara medial;
5 — cara lateral;
6 — borde anterior;
7 — borde interóseo;
8 — maléolo medial;
9 — maléolo lateral;
10 — borde interóseo de la fíbula;
11 — cara medial de la fíbula;
12 — borde anterior de la fíbula;
13 — cara lateral de la fíbula;
14 — cabeza de la fíbula;
15 — cóndilo lateral de la tibia.

lares anterior y posterior (*area intercondylaris anterior et area intercondylaris posterior*) (todas esas formaciones están condicionadas por la inserción de los ligamentos intraarticulares). Las caras articulares están circundadas por un borde engrosado (huella de la inserción de la cápsula articular). Algo por debajo de ese borde, ya en la cara anterior de la tibia, se encuentra una prominencia rugosa bastante masiva, **la tuberosidad de la tibia** (*tuberositas tibiae*), lugar de inserción del ligamento patelar. En la región posterolateral del cóndilo lateral hay una pequeña cara articular plana, **la cara articular fibular** (*facies articularis fibularis*), para la articulación con la cabeza de la fíbula. **El cuerpo** de la tibia es prismático triangular. Por eso, en él se distinguen 3 **bordes: anterior, medial y lateral** o **interóseo** (*margo anterior, margo medialis et margo lateralis interossea*), llamado así por hallarse dirigido hacia el peroné y por dar inserción a la membrana interósea. Entre los tres bordes hay tres **caras: posterior** (*facies posterior*), **medial** (*facies mediales*) y **lateral** (*facies lateralis*). La cara medial y el borde anterior (el más agudo) se palpan fácilmente debajo de la piel. La extremidad inferior o distal de la tibia se

continúa en su lado medial en un proceso (apífisis) voluminoso, **el maléolo medial** (*malleolus medialis*). En la cara posterior del maléolo se ve una depresión aplanada, **el surco maleolar** (*sulcus malleolaris*), huella de paso de tendones. La extremidad inferior de la tibia posee una cara articular adecuada para articularse con la polea del astrágalo, **cara articular inferior** (*facies articularis inferior*), y en la cara lateral del maléolo medial hay otra cara articular, **la cara articular maleolar** (*facies articularis malleoli*), para la articulación con la carilla medial del astrágalo. En el borde lateral de la extremidad distal de la tibia se ve una pequeña escotadura articular, **la incisura fibular** (*incisura fibularis*), para la articulación con el maléolo de la fíbula.

FÍBULA

La fíbula (*peroné*) es un hueso largo y delgado con sus extremos engrosados. La epífisis superior (proximal) o **cabeza de la fíbula** (*caput fibulae*) presenta por dentro una cara articular plana, redondeada u oval, **la cara articular de la cabeza fibular** para la articulación con el cóndilo lateral de la tibia. Por detrás y lateralmente a esta cara se levanta una eminencia piramidal, **el ápice de la cabeza de la fíbula** (*apex capitis fibulae*). **El cuerpo** de la fíbula es prismático triangular y se encuentra algo retorcido por su eje longitudinal. Consta de tres **bordes**: **anterior** (*margo anterior*), **interóseo** o **medial** (*margo interossea*) y **posterior** (*margo posterior*). Las tres caras del hueso, limitadas por los bordes, son algo cóncavas. La epífisis inferior (distal) del peroné, engrosándose, forma **el maléolo lateral** (*malleolus lateralis*), que presenta una cara articular lisa, **la cara articular maleolar** (*facies articularis malleoli*). En la parte posterior de este maléolo se distingue una fosita plana, **la fosa maleolar lateral** (*fossa malleoli lateralis*), huella de paso de los músculos peroneos.

Osificación. *El cuadro radiográfico* de la osificación en la región de la rodilla se determina por la aparición de los puntos de osificación en la epífisis distal del fémur y en la epífisis proximal de la tibia, poco antes o poco después del nacimiento, y en la epífisis proximal de la fíbula, entre los 3 y 5 años de vida. La existencia de los puntos de osificación en la epífisis distal del fémur y la proximal de la tibia en el recién nacido, puede servir, junto con otros signos, para certificar el nacimiento a término.

Debe indicarse que la rótula se desarrolla por varios puntos de osificación, los cuales confluyen más tarde en una formación única (entre los 3 y 5 años). En los casos de consolidación incompleta, la patela queda dividida en dos **partes** (*patella bipartita*) o en tres (*patella tripartita*).

Se observa el carácter particular de la osificación de la tuberosidad de la tibia, la cual se desarrolla por múltiples puntos de osificación, que se observan en las niñas entre los 11 y 13 años de edad, y en los niños entre los 12 y 15 años. El punto más proximal, es decir, el que aparece cerca de la epífisis, pronto se fusiona con la misma constituyendo la pequeña «trompa» de la epífisis (fig. 103). Posteriormente se van presentando los restantes puntos (apofisarios), que se consolidan con la epífisis, creando una formación única. A los 6-9 años se produce la sinostosis de esta formación (o sea, de la epífisis y la apófisis), con la metáfisis y la diáfisis tibiales. Las sinostosis de las epífisis con las metáfisis se observan en el fémur, a los 20-24 años de edad; en la tibia a los 19-24 años y en la fíbula a los 22-24 años. La osificación de

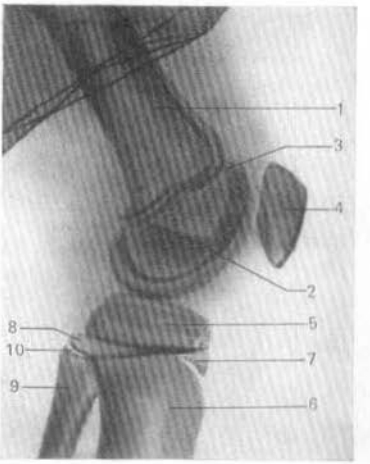


Fig. 103. Radiografía de la articulación de la rodilla de un niño de 13 años; proyección lateral.

1 — diáfisis del fémur;
2 — epífisis del fémur;
3 — cartílago metaepifisario;
4 — patela;
5 — epífisis de la tibia;
6 — diáfisis de la tibia;
7 — «trompa» de la epífisis;
8 — epífisis de la fíbula;
9 — diáfisis de la fíbula;
10 — cartílago metaepifisario.

los miembros distales de los huesos de la pierna se describe más adelante (pág. 270).

En las radiografías se descubre, a veces, un hueso sesamoideo inconstante, **la fabela** (*fabella*), que tiene su origen en el tendón de la cabeza lateral del músculo gastrocnemio (gemelo), distinguiéndose fácilmente en la exploración radiológica.

ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

La articulación de la rodilla (*art. genus*) es la más voluminosa y complicada de todas las articulaciones. Esto está condicionado por el hecho de que en este lugar se articulan las dos palancas más largas del miembro inferior (el fémur y los dos huesos de la pierna), que realizan los movimientos de mayor amplitud durante la marcha. En su formación participan tres huesos: la extremidad inferior del fémur, la superior de la tibia y la patela. Las caras articulares de los cóndilos del fémur, que se articulan con la tibia, son convexos en dirección sagital y transversal, constituyendo segmentos de elipsoide (N. Dovgiallo) (fig. 104). **La cara articular superior de la tibia** (*facies articularis superior*), que se articula con los cóndilos del fémur, está formada por dos áreas articulares ligeramente cóncavas y cubiertas de cartílago hialino, que se completan por dos cartílagos intraarticulares o **meniscos lateral** y **medial** (*meniscus lateralis et medialis*), situados entre los cóndilos del fémur y las caras articulares de la tibia (fig. 105).

Cada menisco es una lámina trilateral, encorvada en sus extremos, cuyo borde periférico, engrosado, se encuentra insertado en la cápsula articular, y cuyo borde interno, dirigido a la cavidad articular, es agudo y libre. El menisco lateral es más curvo que el medial; este último, por su forma, es más

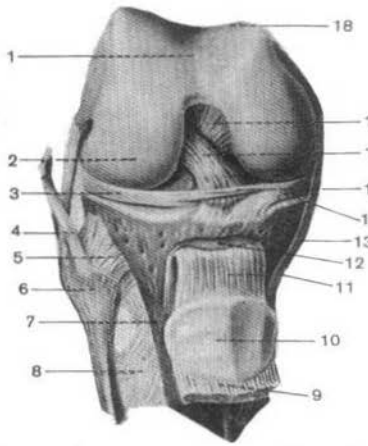


Fig. 104. Articulación de la rodilla derecha, con la cápsula articular extirpada; la patela con el tendón del cuadríceps femoral están invertidos hacia abajo; vista anterior.

1 — cara patelar;
2 — cóndilo lateral;
3 — menisco lateral;
4 — ligamento colateral de la fíbula;
5 — ligamento anterior de la cabeza de la fíbula;
6 — fíbula;
7 — tibia;
8 — membrana interósea;
9 — tendón del cuadríceps crural;
10 — cara articular de la pátela;
11 — ligamento patelar;
12 — bolsa infrapatelar profunda;
13 — ligamento colateral tibial;
14 — ligamento transverso de la rodilla;
15 — menisco medial;
16 — ligamento cruzado anterior;
17 — ligamento cruzado posterior;
18 — fémur.

bien semilunar, mientras que el lateral es más circular. Los extremos de ambos meniscos están insertados por delante y por detrás de la eminencia intercondílea. Por delante, entre ambos meniscos, se extiende un fascículo fibroso denominado **ligamento transverso de la rodilla** (*lig. transversum genus*).

La cápsula articular, se inserta algo alejada de los bordes de las caras articulares del fémur, de la tibia y de la patela. Por eso, la cápsula asciende por delante del fémur rebasando el nivel de la tróclea y por los lados se fija entre los cóndilos y epicóndilos del hueso, dejando a estos últimos fuera de

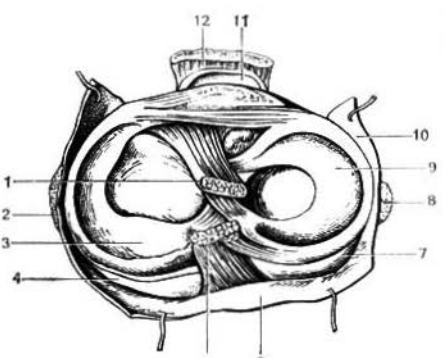


Fig. 105. Cara inferior de la articulación de la rodilla derecha.

1 — ligamento cruzado anterior;
2 — ligamento colateral tibial;
3 — menisco medial;
4 — cóndilo medial de la tibia;
5 — ligamento cruzado posterior
6, 10 — cápsula articular;
7 — cóndilo lateral de la tibia;
8 — ligamento colateral fibular;
9 — menisco lateral;
11 — bolsa infrapatelar profunda;
12 — ligamento patelar.

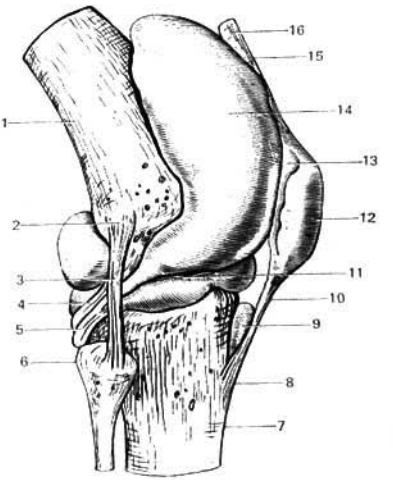


Fig. 106. Bolsas sinoviales de la articulación de la rodilla derecha; vista lateral.

1 — fémur;
2 — epicóndilo lateral;
3 — ligamento colateral fibular;
4 — tendón del músculo poplíteo;
5 — bolsa sinovial poplítea;
6 — cabeza de la fíbula;
7 — tibia;
8 — tuberosidad de la tibia;
9 — bolsa infrapatelar profunda;
10 — ligamento patelar;
11 — menisco lateral;
12 — bolsa prepatelar subcutánea;
13 — patela;
14 — bolsa suprapatelar;
15, 16 — tendón del cuadríceps femoral.

la cápsula para la inserción de músculos y ligamentos; por detrás desciende hasta los bordes de las caras articulares de los cóndilos. Aparte de eso, la membrana sinovial forma por delante un gran pliegue, **la bolsa suprapatelar** (*bursa suprapatellaris*), que se extiende bastante hacia arriba, entre el fémur y el cuadríceps crural. A veces, esta bolsa puede formar una cavidad cerrada, aislada de la cavidad articular de la rodilla (fig. 106). En la tibia, la cápsula se inserta en los bordes de las caras articulares de sus cóndilos. En la patela, está adherida a los bordes de su superficie cartilaginosa, debido a lo cual la patela parece hallarse engarzada en la parte anterior de la cápsula, como enmarcada en un cuadro. (El conocimiento exacto de la línea de inserción de la cápsula articular en los huesos facilita la determinación del carácter de la fractura, si es extra o intraarticular.) Por los lados de la articulación se encuentran los ligamentos colaterales, que se extienden perpendicularmente al eje frontal: por la parte medial, **el ligamento colateral tibial** (se extiende desde el epicóndilo medial hasta el borde de la tibia, adheriéndose a la cápsula y el menisco medial), y por la parte lateral, **el ligamento colateral fibular** (*lig. collaterale fibulare*) (que va desde el epicóndilo lateral hasta la cabeza de la fíbula). Este último ligamento tiene forma de un cordón redondeado, no adherido a la cápsula articular, hallándose aislado de la misma por un panículo adiposo. En el lado posterior de la cápsula articular de la rodilla se encuentran dos ligamentos entrelazados con la pared posterior de la cápsula, **el ligamento poplíteo arqueado** (*lig. popliteum arcuatum*) y **el ligamento poplíteo oblicuo** (*lig. popliteum obliquum*) (uno de los tres fascículos terminales del tendón del músculo semimembranoso).

En la parte anterior de la articulación de la rodilla se sitúa el tendón del músculo cuadríceps femoral, que engarzando la patela como a un hueso sesamoideo, se continúa luego en un ligamento ancho y sólido, **el ligamento patelar** (*lig. patellae*), que se extiende desde el vértice o ápice de la patela, en dirección descendente, hasta la tuberosidad de la tibia. Este ligamento está separado de la cápsula articular por cierta cantidad de tejido adiposo, que sirve también de base a los pliegues alares de la sinovial que describiremos más adelante. A ambos lados de la patela las expansiones laterales del tendón del cuadríceps forman **los retináculos patelares** (*retinacula patellae*), **lateral** y **medial**, compuestos de fascículos verticales y horizontales; los verticales, insertados en los cóndilos de la tibia, y los horizontales, en los dos epicóndilos del fémur. Esos fascículos mantienen la patela en su posición durante los movimientos.

Además de los ligamentos extraarticulares descritos, la articulación de la rodilla tiene dos ligamentos intraarticulares, llamados **ligamentos cruzados de la rodilla** (*ligg. cruciata genus*). Uno de estos ligamentos, **el ligamento cruzado anterior** (*lig. cruciatum anterius*), une la cara medial del cóndilo lateral del fémur con el área intercondilar anterior de la tibia. El otro ligamento, **el cruzado posterior** (*lig. cruciatum posterius*), va desde la cara lateral del cóndilo medial del fémur hasta el área intercondilar posterior de la tibia. La membrana sinovial, que tapiza por dentro la cápsula, envuelve los ligamentos cruzados que penetran en la articulación y constituye en la pared anterior de la misma, por debajo de la patela, dos divertículos, **los pliegues alares** (*plicae alares*) repletos de tejido adiposo, los cuales se adaptan a las caras articulares en cada posición de la rodilla, rellenando los espacios intermedios entre las mismas. Esos divertículos, confluyendo por abajo, se continúan en un pliegue impar, **el pliegue sinovial infrapatelar** (*plica synovialis infrapatellaris*), que se inserta en el borde anterior de la fosa intercondilar del fémur. En algunos casos el pliegue infrapatelar, junto con los ligamentos cruzados, divide la cavidad de la articulación en dos cavidades, derecha e izquierda, aunque de modo incompleto. Aparte de eso, los ligamentos citados dividen la cavidad articular en una parte anterior y otra posterior, impidiendo en los procesos inflamatorios, por un período determinado, la difusión del estado supurativo de una parte a la otra. Los meniscos situados entre el fémur y la tibia dividen la cavidad articular en porción superior e inferior: **articulaciones meniscofemoral** y **meniscotibial** (*artt. meniscofemoralis et meniscotibialis*).

En la vecindad de la articulación se extiende una serie de **bolsas sinoviales**, algunas de las cuales comunican con la articulación. En la cara anterior de la patela el número de bolsas puede llegar a tres: una debajo de la piel, **la bolsa subcutánea prepatelar** (*bursa subcutanea prepatellaris*); más profundamente, por debajo de la fascia, **la bolsa prepatelar subfascial** (*bursa prepatellaris subfascialis*), y finalmente, por debajo de la expansión tendinosa del cuadríceps femoral, **la bolsa subtendinosa prepatelar** (*bursa subtendinea prepatellaris*).

En el lugar de inserción inferior del ligamento patelar, entre dicho ligamento y la tibia, se tiene una bolsa sinovial constante, que no comunica con la cavidad articular, **la bolsa infrapatelar profunda** (*bursa infrapatellaris profunda*). En la región posterior de la articulación las bolsas sinoviales se encuentran por debajo de los lugares de inserción de casi todos los músculos.

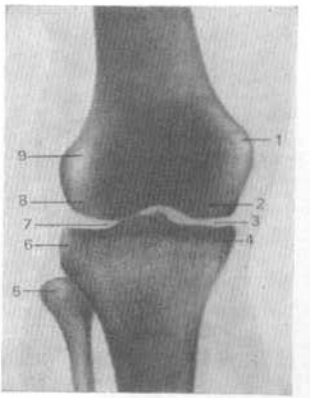


Fig. 107. Radiografía de la articulación de la rodilla.

1 — epicóndilo medial del fémur;
2 — cóndilo medial del fémur;
3 — hendidura articular radiográfica de la articulación de la rodilla;
4 — cóndilo medial de la tibia;
5 — cabeza de la fíbula;
6 — cóndilo lateral de la tibia;
6 — cóndilo lateral de la tibia;
7 — eminencia intercondilar;
8 — cóndilo lateral del fémur;
9 — epicóndilo lateral del fémur.

En la articulación de la rodilla se efectúan dos clases de **movimientos:** de flexión y de extensión, y también de rotación. Por su carácter, la rodilla es una articulación condílea típica. La flexión y la extensión se realizan alrededor del eje frontal que pasa entre los cóndilos del fémur. La flexión es muy amplia, pudiendo alcanzar los 40°. La extensión se realiza hasta que el muslo y la pierna se encuentren en una misma línea (180°); ulteriormente la extensión se detiene ya que en dicha posición los cóndilos del fémur se apoyan firmemente en la tibia. Gracias a eso, los meniscos se comprimen y los ligamentos laterales y cruzados adquieren su máxima tirantez, con lo que la pierna y el muslo constituyen como una sola pieza inmóvil. En la flexión los meniscos se distienden y los ligamentos laterales se relajan, al acercarse sus puntos de inserción; gracias a eso, estando la rodilla flexionada, se hace posible la rotación alrededor del eje longitudinal. En la rotación medial de la rodilla los ligamentos cruzados dificultan el movimiento. Por el contrario, en la rotación lateral estos ligamentos se relajan. La limitación del movimiento, en este caso, se ejecuta a expensas de los ligamentos colaterales. Donde hay una mayor movilidad durante la rotación de la rodilla es en la región del cóndilo lateral, debido a que el ligamento colateral fibular no está insertado en la cápsula articular, y por eso puede relajarse más intensamente que el ligamento colateral tibial. Durante la rotación los meniscos se deslizan por la cara articular de la tibia. Aparte de su papel en los movimientos rotatorios, los ligamentos cruzados también influyen en la flexión y la extensión, manteniendo los huesos en una posición determinada, y junto con eso, frenando el movimiento. La estructura y situación de los ligamentos en la articulación de la rodilla del hombre facilitan el mantenimiento de su posición vertical durante un tiempo prolongado. (En los monos, por el contrario, los ligamentos de la articulación de la rodilla dificultan la posición vertical, facilitando la posición sentada «en cuclillas».)

En *las radiografías* de la rodilla (fig. 107) se obtiene simultáneamente la imagen del segmento distal del fémur, del segmento proximal de los huesos

de la pierna, la patela y la articulación tibiofibular. La «hendidura radiográfica articular» de la rodilla es la más amplia de todo el aparato osteoarticular del hombre, ya que corresponde no sólo a la hendidura articular anatómica verdadera y a los cartílagos articulares, sino también a los meniscos cartilaginosos. En la radiografía se distinguen todos los detalles anatómicos del segmento distal del fémur y del segmento proximal de los huesos de la pierna. En las proyecciones laterales el cuadro de la articulación se presenta de perfil, a causa de lo cual tiene lugar la superposición de los epicóndilos y de los cóndilos del fémur de la tibia.

La articulación de la rodilla *se nutre* de la red articular constituida por las arterias superiores, medial y lateral de la rodilla (*aa. genus superiores medialis et lateralis*); las arterias inferiores, medial y lateral de la rodilla (*aa. genus inferiores medialis et lateralis*); la arteria media de la rodilla (*a. genus media*), ramos de la poplítea; la arteria descendente de la rodilla (*a. genus descendens*), ramos de la femoral, y las arterias recurrentes tibiales, anterior y posterior (*aa. recurrens tibialis anterior et posterior*), ramos de la tibial anterior. *El flujo venoso* va por las venas homónimas, hacia las venas profundas del miembro inferior: la tibial anterior, poplítea y femoral. *La linfa* fluye por los vasos linfáticos profundos hacia el linfonodo poplíteo. La cápsula articular está *inervada* por los nervios tibial y peroneo (fibular) común.

ARTICULACIÓN DE LOS HUESOS DE LA PIERNA

Ambos huesos de la pierna están unidos entre sí en su segmento proximal por una articulación, y en su segmento distal, por medio de una articulación o de una inserción de tejido conjuntivo (sindesmosis). En el resto de su extensión ambos huesos se hallan unidos por sindesmosis (membrana interósea).

La unión proximal de la tibia y la fíbula, **articulación tibiofibular** (*art. tibiofibularis*), es una articulación entre las caras articulares planas de la cabeza de la fíbula y del cóndido lateral de la tibia (*art. plana*). La articulación tiene una cápsula articular tensa, insertada en los bordes de ambas caras articulares y reforzada por **los ligamentos** compactos **anterior y posterior de la cabeza de la fíbula** (*ligg. capitis fibulae ant. et post.*). La cavidad articular, en el 20% de los casos, comunica con la articulación de la rodilla.

La membrana interósea crural (*membrana interossea cruris*) está extendida entre los bordes interóseos de ambos huesos. Cerrando casi totalmente el espacio interóseo, la membrana presenta en su parte superior un orificio para el paso de vasos y nervio. Otros orificios de menores dimensiones se encuentran en su parte inferior.

La unión distal de las extremidades inferiores de la tibia y la fíbula se realiza mediante una sindesmosis o articulación, la sindesmosis (articulación) tibiofibular. Esta articulación está reforzada por **los ligamentos tibiofibulares anterior y posterior** (*ligg. tibiofibulares anterius et posterius*), que se extienden desde el maléolo lateral hasta la extremidad inferior de la tibia.

Al comparar la articulación de los huesos del antebrazo y la pierna resalta la poca movilidad de los huesos de la pierna en sus junturas mutuas, lo que está condicionado por la función de apoyo del miembro inferior, que forma el soporte para toda la parte del cuerpo situada por encima, mientras que en el antebrazo, como elemento integrante del órgano de trabajo, es indispensable la diversidad de movimientos.

HUESOS DEL PIE

En el pie se distinguen el tarso, el metatarso y los huesos de los dedos del pie.

TARSO

El tarso (*tarsus*) (fig. 108) está constituido por siete huesos cortos esponjosos, **huesos del tarso** (*ossa tarsi*), que de un modo semejante a los huesos del carpo están situados en dos filas. La posterior o **proximal** y la anterior o **distal.** La primera consta de dos huesos relativamente voluminosos: el talo (astrágalo) y por debajo de éste el calcáneo. La segunda consta de las partes medial y lateral. La medial está formada por el hueso navicular y los tres cuneiformes. La lateral consta de un solo hueso, el cuboides. Debido a la posición vertical del cuerpo humano, sobre el pie recae todo el peso del organismo, lo que condiciona la estructura especial de los huesos del tarso en el hombre, en comparación con la de los animales.

Así, el calcáneo, situado en uno de los puntos de apoyo principales del pie, adquirió en el hombre su mayor dimensión y solidez y la forma alargada, extendida en dirección anteroposterior, con su extremidad posterior engrosada formando **el tuber calcáneo** (*tuber calcanei*).

El talus sufrió las transformaciones pertinentes para su articulación con los huesos de la pierna (por arriba) y con el navicular (por delante), lo que

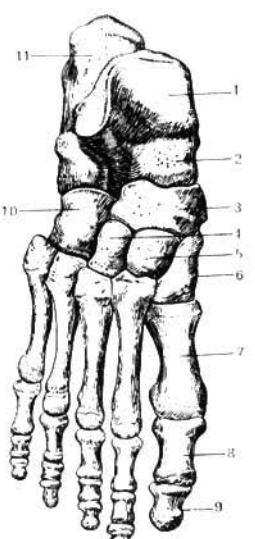


Fig. 108. Huesos del pie derecho; vista superior.

1 — talo;
2 — cuello del talo;
3 — hueso navicular;
4, 5, 6 — huesos cuneiformes lateral, intermedio y medial;
7 — metatarsiano;
8 — falange proximal;
9 — falange distal;
10 — hueso cuboideo,
11 — hueso calcáneo.

condiciona sus grandes dimensiones y su forma, así como la presencia de las caras articulares. Los restantes huesos del tarso, sobre los que recae también un gran peso, se hicieron relativamente masivos, adaptándose a la forma abovedada del pie.

1. **El talus (astrágalo)** se compone del **cuerpo, el cuerpo del talus**, que se continúa por delante en un cuello estrecho, **el cuello del talus**, terminando en una cabeza oval, convexa, **la cabeza del talus**, provista de una cara articular para el navicular, **la cara articular del navicular** (*facies articularis navicularis*). En la cara superior del cuerpo del talus se encuentra **la tróclea talar** (*trochlea tali*), para la articulación con los huesos de la pierna. La cara articular superior de la tróclea (*facies superior*), destinada a la articulación con la tibia, es convexa en dirección anteroposterior y ligeramente cóncava en dirección frontal. Por ambos lados de la misma se encuentran **las caras malcolares medial y lateral de la troclea** (*facies malleolares medialis et lateralis*) para la articulación con los maléolos respectivos. La cara articular destinada al maléolo lateral (*facies malleolaris lateralis*) se encorva por abajo hacia **el proceso lateral del talus** (*processus lateralis tali*), que sobresale del cuerpo. Por detrás de la tróclea talar, el cuerpo del talus presenta otro saliente (apófisis), **el proceso posterior del talus** (*processus posterior tali*), dividido por una ranura que da paso al tendón del **músculo flexor largo del dedo grueso** (*m. flexor hallucis longus*). La cara inferior del talus tiene dos caras articulares (anterior y posterior) para la articulación con el calcáneo. Entre las dos caras hay un surco profundo y rugoso, **el surco del talus** (*sulcus tali*).

2. **El calcáneo** (*calcaneus*) en su cara superior presenta dos caras articulares, que corresponden a las caras articulares del talus. Hacia el lado medial sobresale una tuberosidad, llamada **sustentáculo talar** (*sustentaculum tali*). Se le dio esa denominación porque sostiene la cabeza del talus galo. La cara articular situada en la parte anterior del calcáneo está separada de la cara articular posterior por un surco, **el surco calcáneo** (*sulcus calcanei*), que aplicándose al surco análogo del talus forma un conducto óseo, **el seno del tarso** (*sinus tarsi*), que se abre por el lado lateral en el dorso del pie. Por la cara lateral del calcáneo se extiende un surco para el tendón peroneo largo. En la cara distal del calcáneo, dirigida hacia la segunda fila de los huesos del tarso, se encuentra una cara articular en forma de silla de montar, **la cara articular cuboidea** (*facies articularis cuboidea*), para la articulación con el cuboides. Por detrás, el cuerpo del calcáneo termina en forma de engrosamiento rugoso, el tuber calcáneo (*tuber calcanei*), que constituye dos tuberosidades, el proceso lateral y proceso medial del tuber calcáneo.

3. **El navicular** (*os naviculare*) está situado entre la cabeza del talus y los tres huesos cuneiformes. Por su lado proximal presenta una cara oval, cóncava, para la articulación con la cabeza del talus; su cara distal es convexa y está dividida por dos crestas en tres carillas lisas que se articulan con los tres huesos cineiformes. Por la parte medial del hueso y en su parte inferior sobresale una tuberosidad rugosa, **la tuberosidad del hueso navicular** (*tuberositas ossis navicularis*), que se palpa con facilidad debajo de la piel. En la parte lateral se observa con frecuencia una carilla articular para el cuboides.

4, 5, 6. **Los tres cuneiformes** (*ossa cuneiformia*) se denominan así porque tienen forma de cuña, designándose con los nombres de **huesos cuneiformes medial, intermedio y lateral** (*os cuneiforme mediale, intermedium et laterale*) o I, II, III cuneiformes (BNA), contados en dirección lateral. De los tres cu-

neiformes, el medial es el mayor, el intermedio el más pequeño, y el lateral tiene dimensiones medias. En las caras correspondientes de estos huesos se encuentran las carillas articulares para los huesos vecinos.

7. **El cuboides** (*os cuboideum*) está situado en el borde lateral del pie, entre el calcáneo y las bases de los IV y V metatarsianos. De acuerdo con esto, en los lugares correspondientes se encuentran caras articulares. En el lado plantar del hueso sobresale una eminencia oblicua denominada **tuberosidad del cuboides** (*tuberositas ossis cuboidei*), por delante de la cual se extiende un surco, **el surco del tendón del músculo peroneo largo** (*sulcus tendinis m. peronei longi*).

METATARSO

El metatarso (*metatarsus*) (fig. 108) consta de cinco **huesos metatarsianos** (*ossa metatarsalia*) tubulares cortos (monoepifisarios), parecidos a los metacarpianos de la mano. De modo similar a esos últimos, en los metatarsianos se distingue una extremidad proximal o **base** (*basis*); una porción media o **cuerpo** (*corpus*) y una extremidad distal o **cabeza** (*caput*). Los metatarsianos están situados en fila, separados uno de otro por **los espacios interóseos** (*spatia interossea metatarsi*). Se cuentan a partir del borde medial del pie. Por sus bases se articulan con los huesos de la fila distal del tarso, de tal modo que los I, II y III metatarsianos se articulan cada uno con el hueso cuneiforme correspondiente; por su parte, los IV y V metatarsianos se articulan con el cuboides. La base del II metatarsiano sobresale considerablemente hacia atrás, debido a la cortedad del segundo cuneiforme, con el que se articula. Aparte de las caras articulares de sus extremidades proximales (lugar de articulación con los huesos del tarso), las bases de los metatarsianos poseen carillas laterales estrechas para articularse entre sí. La base del II metatarsiano presenta caras articulares para los cuneiformes medial y lateral, colindantes con el mismo. Las bases de los III y IV metatarsianos tienen carillas articulares en ambos lados, mientras que la base del V tiene una sola carilla articular en su lado medial, para la articulación con el IV metatarsiano. Esta base, por su lado lateral, presenta una prominencia, la **tuberosidad del V metatarsiano** (*tuberositas ossis metatarsalis V*). La base del I metatarsiano presenta también una tuberosidad, dirigida hacia la planta del pie, **la tuberosidad del I metatarsiano** (*tuberositas ossis metatarsalis I*). Las cabezas están aplanadas lateralmente y tienen, al igual que las cabezas de los metacarpianos, fosillas o depresiones para la inserción de ligamentos. El I metatarsiano es el más corto y grueso de todos, mientras que el II es el más largo.

HUESOS DE LOS DEDOS DEL PIE

Los huesos de los dedos del pie (fig. 108), **las falanges** (*phalanges digitorum pedis*) (huesos tubulares cortos monoepifisarios), se distinguen de las de la mano por sus pequeñas dimensiones. Los dedos del pie, al igual que los de la mano, constan de tres falanges, exceptuando el dedo grueso que sólo tiene dos, que se diferencian de las de los demás dedos por sus dimensiones relativamente mayores. En las falanges ungueales se observa un engrosamiento

en su extremidad distal, **la tuberosidad distal de la falange,** que constituye su principal rasgo distintivo.

Los huesos sesamoideos, estudiados detalladamente por S. Kasatkin, están situados en las articulaciones metatarsofalángicas (en la del I dedo, de modo constante) y en la interfalángica del I dedo.

Osificación. *El cuadro radiológico* de las variaciones esqueléticas de los pies y la región de la articulación talocrural relacionadas con la edad corresponde a la aparición sucesiva de los puntos de osificación durante los períodos siguientes: en el calcáneo al 6º mes de vida intrauterina; en el talus, al 7-8º mes; en el cuboides, al 9º mes; en el cuneiforme lateral, durante el 1er año de vida; en la epífisis distal de la tibia, durante el 2º año (la sinostosis, entre los 16 y 19 años); en la epífisis distal de la fíbula, durante el 2º año (la sinostosis, a los 20-22 años); en las epífisis de los huesos tubulares cortos, durante el 2º-3er año (la sinostosis, a los 20-25 años); en el cuneiforme medial a los 2-4 años; en el intermedio, a los 3-4 años; en el navicular, a los 4-5 años. Es preciso señalar algunas particularidades de la osificación del esqueleto del pie (fig. 109); **el tuber calcáneo** (*tuber calcanei*) se desarrolla por varios puntos de osificación que aparecen entre los 7 y 9 años, soldándose con el cuerpo del calcáneo a los 12-15 años; se observan puntos aislados en el proceso posterior del talus, en **la tuberosidad navicular** (*tuberositas ossis navicularis*) y en **la tuberosidad del V metatersiano** (*tuberositas ossis metatarsi V*). Durante los períodos de existencia de estos puntos óseos pueden ser interpretados erróneamente como fragmentos de hueso. En este sentido deben tenerse en cuenta los sesamoideos del dedo grueso, que se ven en las niñas entre

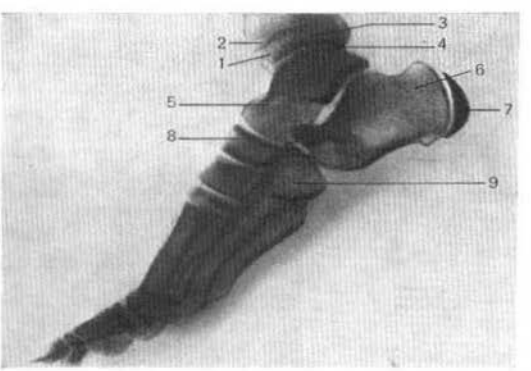


Fig. 109. Radiografía del pie de una niña de 10 años; proyección lateral.

1 — epífisis de la tibia;
2 — cartílago metaepifisario de la tibia;
3 — epífisis de la fíbula;
4 — cartílago metaepifisario de la fíbula;
5 — talo;
6 — calcáneo;
7 — apófisis no consolidada con el calcáneo;
8 — navicular;
9 — cuboides.

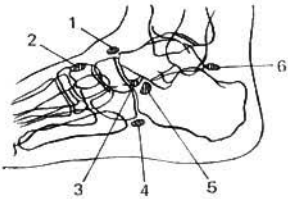


Fig. 110. Esquema de los huesos supernumerarios verdaderos del pie (huesos inconstantes) (según D. Rojlin, V. Maikova-Stróganova y M. Finkelstein).

1 — hueso supranavicular;
2 — hueso intercuneiforme;
3 — hueso calcáneo secundario;
4 — hueso sesamoideo fibular;
5 — hueso tibial externo;
6 — hueso trígono.

los 8 y 12 años y en los niños entre los 11 y 13 años. En el V dedo, como resultado de su reducción, es frecuente que existan tan sólo dos falanges, la denominada bifalange.

Es indispensable tener presente la posibilidad de aparición de huesos *complementarios* del pie, supernumerarios o mejor dicho, inconstantes. Como supernumerarios verdaderos deben ser considerados solamente aquellos que reflejan las particularidades del desarrollo filo y ontogenético. En el pie estos huesos pueden contarse hasta 9 (V. Dyachenko, 1954). Se localizan entre los huesos cuneiformes medial e intermedio (*os intercuneiforme*); entre los I y II metatarsianos, hueso intermetatarsiano (*os intermetatarseum*); sobre el hueso navicular, hueso supranavicular (*os supranaviculare*); sobre el talus, hueso supratalar (*os supratalus*), y en la incurvación del tendón del músculo peroneo alrededor del cuboides, hueso sesamoideo peroneo (*os sesamoideum peroneum*). Los tres supernumerarios restantes representan núcleos de osificación no fusionados de la tuberosidad del navicular, **huesos tibiales externos** (*os tibiale externum*), del proceso posterior de talus, **hueso trígono** (*os trigonum*) y del maléolo medial, **hueso subtibial** (*os subtibiale*).

El conocimiento de estos hueso facilita la delimitación acertada entre lo normal y lo patológico (fig. 110).

ARTICULACIONES DE LOS HUESOS DEL PIE

De acuerdo con la unión del pie con la pierna y la de los distintos segmentos del pie entre sí, todas las articulaciones de éste (fig. 111) pueden ser clasificadas en 4 grupos: 1) articulación del pie con la pierna, **articulación talocrural** (*art. talocruralis*); 2) articulaciones entre los huesos del tarso, **articulaciones intertarsianas** (*artt. intertarseae*); 3) articulaciones entre el tarso y el metatarso, y entre los huesos del metatarso, **articulaciones tarsometatarsianas e intermetatarsianas** (*artt. tarsometatarseae et intermetatarseae*), y 4) articulaciones de los huesos de los dedos, **articulaciones metatarsofalángicas interfalángicas.**

1. Articulación talocrural (*art. talocruralis*). Está constituida por las caras articulares de las extremidades inferiores de la tibia y la fíbula, que abarcan en forma de horquilla a la tróclea del talus, articulándose la cara articular superior de la tróclea con la inferior de la tibia y las caras laterales de la tróclea con las carillas articulares correspondientes de los maléolos. La cápsula articular se inserta a lo largo del borde cartilaginoso de las caras articulares, abarcando por delante una parte del cuello del talus. Los ligamentos accesorios están dispuestos a ambos lados de la articulación, extendiéndose desde los maléolos a los huesos vecinos del tarso (fig. 112). **El ligamento medial** (*lig. mediale*) (deltoideo) tiene el aspecto de una laminilla que recuerda la forma de la letra griega delta; el ligamento lateral consta de tres fascículos,

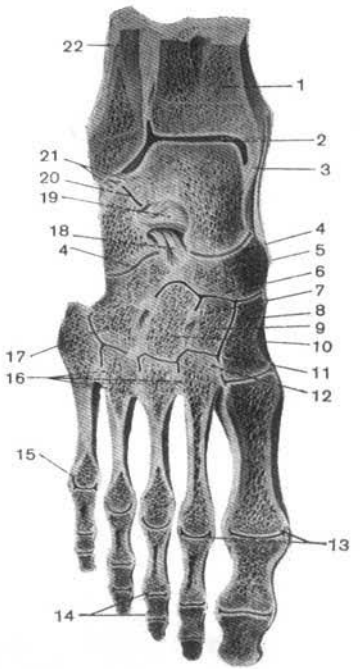


Fig. 111. Articulaciones y ligamentos del pie derecho (corte a través de la articulación talocrural y de las articulaciones del pie; según R. Sinélnikov).

1 — tibia;
2 — art. talocrural;
3 — lig. medial (deltoideo);
4 — art. transversa del tarso;
5 — hueso navicular;
6 — art. cuneonavicular;
7 — lig. intercuneiforme interóseo.
8 — hueso cuneiforme media;l
9 — hueso cuneiforme intermedio;
10 — hueso cuneiforme lateral;
11 — artt. tarsometatarsianas;
12 — lig. cuneometatarsiano interóseo,
13 — ligg. colaterales;
14 — artt. interfalángicas de los pies;
15 — art. metatarsofalángica;
16 — ligg. metatarsianos interóseos;
17 — hueso cuboideo;
18 — lig. bifurcado;
19 — lig. talocalcáneo interóseo;
20 — art. subtalar;
21 — lig. talofibular;
22 — fíbula.

que se extienden desde el maléolo peroneo en tres direcciones distintas: hacia delante, **el ligamento talofibular anterior** (*lig. talofibulare anterius*); hacia abajo, **el ligamento calcaneofibular** (*lig. calcaneofibulare*), y hacia atrás, **el ligamento talofibular posterior** (*lig. talofibulare posterius*). Por su estructura la articulación talocrural es una trocleartrosis. **El movimento** se efectúa alrededor del eje frontal que pasa a través de la tróclea talar, con lo que el pie se eleva dirigiendo su punta hacia arriba (flexión dorsal) o desciende dirigiendo la punta hacia abajo (flexión plantar). La amplitud de dichos movimientos es de 63-66°. Durante la flexión plantar son también posibles pequeños movimientos laterales, ya que en dicha posición la zona posterior de la tróclea más estrecha no es abarcada tan firmemente por la horquilla de los huesos de la pierna. Por el contrario, durante la flexión dorsal, estos movimentos son en absoluto imposibles, debido a que la tróclea está encajada firmemente con la horquilla que forman los maléolos. En la limitación de la flexión dorsal juega también su papel la tensión del tendón calcáneo



Fig. 112. Esquema de los ligamentos de la articulación talocrural.
A la izquierda, por el lado fibular; a la derecha, por el tibial.

por el lado posterior de la articulación y el frecuente choque de la tibia contra el cuello del talus. También en la flexión plantar forzada el borde posterior de la tibia puede chocar con el proceso posterior del talus, deteniendo el movimiento.

La articulación tibiotarsiana está *irrigada* por la red maleolar medial y lateral, formada por las ramas maleolares de las arterias tibial anterior, tibial posterior y peronea. *El flujo venoso* va a las venas profundas de la pierna, las tibiales posteriores, tibiales anteriores y peronea. *La linfa* fluye por los vasos linfáticos profundos en el nódulo linfático poplíteo (*nodi lymphatici poplitei*). La cápsula articular está *inervada* por el nervio tibial y el peroneo profundo.

2. Articulaciones intertarsales (*art. intertarseae*). En estas uniones se distinguen 4 articulaciones: a) **articulación subtalar** (*art. subtalaris*); b) **articulación talocalcaneonavicular** (*art. talocalcaneonavicularis*); c) **articulación calcaneocuboidea** (*art calcaneocuboidea*), y d) **articulación cuneonavicular** (*cuneonavicularis*).

A. Articulación subtalar (*art. subtalaris*). Está formada por las caras articulares posteriores de los huesos talus y calcáneo, que pueden definirse en términos generales como segmentos de superficie cilíndrica. La articulación está envuelta por una cápsula articular completamente cerrada, reforzada a los lados por ligamentos accesorios.

B. Articulación talocalcaneonavicular (*art. talocalcaneonavicularis*). Está situada por delante de la subtalar, compuesta por la cara casi esférica del talus y una fosa articular correspondiente, formada por el navicular; la cara articular del sustentáculo talar del calcáneo y el ligamento calcaneonavicular plantr que rellena el espacio entre el sustentáculo y el borde posterior del navicular, y que contiene en su espesor una capa de cartílago fibroso, **el fibrocartílago navicular.** La cápsula de la articulación se inserta estrechamente en el borde de las caras articulares y por su parte dorsal está reforzada por **el ligamento talonavicular** (*lig. talonaviculare*). Como ligamento accesorio por el lado plantar sirve el ligamento calcaneonavicular plantar antes citado.

Entre las dos articulaciones descritas se extiende un surco óseo, el seno tarsal, que aloja un ligamento muy consistente, **el ligamento talocalcáneo interóseo** (*lig. talocalcaneum interosseum*), extendido entre el talus y el calcáneo. En el seno tarsal, admeás del ligamento interóseo, hay también cierta cantidad de tejido adiposo en el que se asienta una bolsa sinovial inconstante, **la bolsa del seno tarsal.**

C. Articulación calcaneocuboidea. Está formada por las caras articulares de los huesos calcáneo y cuboides que se anteponen mutuamente. Está provista de una cápsula articular cerrada, muy tensa, reforzada por ligamentos que

se extienden entre los dos huesos por los lados dorsal y plantar. La articulación participa en los movimientos de las articulaciones subtalar y talocalcaneonaviescafoidea, aumentando su volumen. La articulación calcaneocuboidea con la articulación vecina, la talonavicular, se describe también con el nombre común de **articulación transversa del tarso** (*art. tarsi transversa*). Si se examina la línea general de esta articulación en un corte, puede observarse su parecido a una S situada transversalmente, en la que la curva medial de esa letra, correspondiente a la convexidad de la cabeza del talus,es más arqueada que la lateral, correspondiente a la concavidad menos marcada del calcáneo. Además de los ligamentos que refuerzan la articulación calcaneocuboidea y talonavicular por separado, la articulación transversa del tarso (de Chopart) tiene un ligamento común para ambas, de gran importancia práctica. Este ligamento, **ligamento bifurcado** (*lig. bifurcatum*), se inicia por su extremidad posterior en el borde superior del calcáneo, bifurcándose luego en dos fascículos de los que uno, el ligamento calcaneonavicular, se inserta en el borde posterior lateral del navicular, y el otro, el ligamento calcaneocuboideo, se arraiga en la cara dorsal del cuboides. Este ligamento corto, pero de gran firmeza, constituye la «llave» de la articulación transversa del tarso, ya que sólo después de su incisión puede conseguirse la separación amplia de las caras articulares en las intervenciones quirúrgicas con amputación del pie por dicha línea.

D. Articulación cuneonavicular (*art. cuneonavicularis*). Está constituida por la articulación de las caras articulares posteriores de los huesos cuneiformes con las tres carillas de la cara articular distal del navicular. Todas esas caras están incluidas en una cápsula común cuya hendidura articular se continúa entre los lados antepuestos de los huesos cuneiformes. Entre los cuneiformes medial e intermedio, la cavidad articular comunica frecuentemente con las articulaciones tarsometatarsianas de los segundo y tercer metatarsianos.

La articulación cuneonavicular está reforzada por los lados dorsal y plantar por ligamentos que, extendiéndose entre los huesos que participan en dicha articulación, tienen las denominacnes correspondientes.

Respecto a *los movimientos*, en las articulaciones intertarsianas hay que destacar, en primer lugar, la rotación del calcáneo con el navicular y la extremidad anterior del pie, alrededor de un eje sagital, con una amplitud de movimientos de 55° (este eje está dispuesto oblicuamente, apoyándose por el dorso en la cabeza del talus y dirigiéndose por el lado plantar hacia la cara lateral del calcáneo). En la rotación medial del pie hacia dentro (pronación) se eleva el borde lateral del pie, mientras que el dorso se dirige hacia el plano medial; por el contrario, en la rotación lateral (supinación) se eleva el borde medial del pie, mientras que el dorso se dirige hacia el lado lateral. Además de eso, aquí es posible también la aducción y la abducción por el eje vertical cuando la punta del pie se desvía de la línea media hacia el plano medio o hacia el lateral. Finalmente, puede realizarse la flexión dorsal y plantar por un eje frontal. Los movimientos alrededor de los tres ejes se ejecutan en la articulación talocalcaneonavicular, que es una articulación esferoidal compleja. Todos esos movimientos son de poca amplitud y corrientemente se combinan uno con el otro, de tal modo que junto con la supinación tiene lugar la aducción de la parte anterior del pie y una ligera flexión plantar, o viceversa; la pronación se acompaña de abducción y de flexión dorsal.

En conjunto, la articulación talocrural en combinación con las intertarsianas permite una gran libertad de movimientos al pie, por el tipo de las articulaciones poliaxiales.

3. Articulaciones tarsometatarsianas (*artt. tarsometatarseae*). También llamadas en conjunto articulación de Lisfranc, unen los huesos de la segunda fila del tarso con los del metatarso. Se forman con las carillas articulares de la cara distal de los tres cuneiformes y del cuboides, con las que se articulan las carillas articulares correspondientes de las bases de los cinco metatarsianos. Las articulaciones tarsometatarsianas son articulaciones tensas típicas, cuya escasa movilidad contribuye a dar elasticidad a la bóveda del pie. La articulación del I metatarsiano con el cuneiforme medial, de los II y III metatarsianos con los cuneiformes respectivos y de los IV y V metatarsianos con el cuboides tienen cápsulas independientes. En su conjunto, la línea de las articulaciones que entran en la composición de las articulaciones tarsometatarsianas forman un arco con un saliente cuadrilátero dirigido hacia atrás, correspondiente a la base del II metatarsiano. Las articulaciones tarsometatarsianas están reforzadas por **los ligamentos tarsometatarsianos dorsales, plantares e interóseos** (*ligg. tarsometatarsea dorsalia, plantaria et cuneometatarsea interossea*).

Las articulaciones intermetatarsianas (*artt. intermetatarseae*) se forman con las caras articulares de los metatarsianos antepuestas una a la otra; sus hendiduras articulares comunican frecuentemente con la cavidad de las articulaciones tarsometatarsianas. Las articulaciones están reforzadas por ligamentos transversos, **los ligamentos metatarsianos dorsal, plantar e interóseo** (*ligg. metatarsea dorsalia, plantaria et interossea*).

4. Articulaciones de los dedos del pie:

A. Artículaciones metatarsofalángicas (*artt. metatarsophalangeae*). Se encuentran entre las cabezas de los metatarsianos y las bases de las primeras falanges; por el carácter de su estructura y su sistema ligamentoso se asemejan a las articulaciones análogas de la mano. Los movimientos en esas articulaciones son también parecidos a los de las articulaciones correspondientes de la mano, pero son más limitados. Aparte de una ligera abducción de los dedos hacia fuera y en dirección inversa, existe exclusivamente la flexión conjunta, dorsal y plantar, de todos los dedos, con la particularidad de que la flexión dorsal se realiza con mayor amplitud que la plantar, contrariamente a lo que ocurre en la mano.

B. Articulaciones interfalángicas (*artt. interphalangeae pedis*). Por su estructura no se diferencian de las articulaciones homólogas de la mano. Debe indicarse que con frecuencia las falanges distal y media del V dedo están consolidadas mutuamente por tejido óseo.

Las articulaciones del pie están *vascularizadas* por ramos del arco plantar y por el ramo plantar profundo de la arteria dorsal del pie. *El flujo venoso* se efectúa por las venas profundas del miembro inferior, las venas tibiales anterior y posterior y la vena peronea. *La corriente linfática* fluye por los vasos linfáticos profundos hacia el linfonodo poplíteo (*nodi lymphatici poplitei*). *La inervación* de las cápsulas articulares se realiza por los ramos de los nervios plantares medial y lateral, y de los nervios peroneos superficial y profundo.

En *las radiografías* de las regiones tibiotarsiana y del pie se obtiene la imagen conjunta del segmento distal de los huesos de la pierna y de los del



Fig. 113. Huellas del pie (la extrema derecha corresponde al pie plano).

pie. En la radiografía posterior, la región de la incisura peronea de la tibia tiene el aspecto de un saliente, por lo que se denomina **tercer maléolo** (*malleolus tertius*). En esa región se superpone la imagen del segmento distal del peroné, dando la impresión de un segmento de fractura.

El pie en su conjunto. El pie está constituido y funciona como una bóveda elástica y movible. Esta estructura abovedada falta en todos los animales, incluso en los antropoides, siendo un rasgo característico del hombre, condicionado por su marcha bípeda (fig. 113). Esta formación surgió como resultado de las nuevas exigencias funcionales planteadas ante el pie humano: aumento de la carga debido a la posición vertical del cuerpo y disminución del área de apoyo en combinación con la economía de material constructivo y la firmeza de toda la estructura. El complejo de los huesos del pie, enlazados casi inmóvilmente por articulaciones tensas, constituye la base firme del pie, en cuya composición entran 10 huesos: el navicular, los cuneiformes medial, intermedio y lateral, el cuboides y los metatarsianos I, II, III, IV y V (V. Tonkov).

Entre los ligamentos que refuerzan la bóveda del pie juega un papel decisivo **el ligamento plantar largo** (*lig. plantare longum*). Este se inicia en la cara inferior del calcáneo, se extiende hacia delante y va a insertarse: por sus fibras profundas en la tuberosidad del cuboides, y por sus fibras suprficiales en la base de los metatarsianos. El ligamento plantar largo, al pasar por encima del **surco óseo del cuboides** (*sulcus ossis cuboidei*), lo transforma en un conducto osteofibroso, por el que pasa el tendón del músculo peroneo largo.

En la estructura abovedada del pie se distinguen, en total, 5 *arcos longitudinales* (Fick) y 1 *transversal*. Los arcos longitudinales se inician en un punto del calcáneo, extendiéndose radialmente hacia delante, con la convexidad dirigida hacia arriba, en correspondencia con los 5 radios del pie. Por eso, en la composición de cada arco longitudinal entra un solo metatarsiano (en el primer arco, el I; en el segundo arco, el II, y así sucesivamente) y las partes de los huesos del tarso situados entre cada metatarsiano y el tuber calcáneo. En la formación del primer arco (medial) juega un papel importante **el sustentáculo talar** (Rigaud, 1962). El más largo y alto de estos arcos es el segundo. Los arcos longitudinales, uniéndose en sus segmentos anteriores en forma

de parábola, componen el arco transversal del pie. Los arcos óseos se mantienen con la forma de los huesos, músculos y fascias que los constituyen, con la peculiaridad de que los músculos son «tirantes» activos que sostienen la bóveda. En particular, el transversal está sostendio por los ligamentos transversos de la planta y los tendones de los músculos peroneo largo y tibial posterior, dispuestos oblicuamente, y la cabeza transversa del músculo aductor del dedo grueso. Los músculos dispuestos longitudinalmente acortan el pie y los oblicuos y transversos lo estrechan. Esta acción bilateral de los músculos tirantes mantiene la forma abovedada del pie, que funciona como un muelle y condiciona la elasticidad de la marcha. Al debilitarse el aparato descrito, la bóveda desciende, el pie se aplana y puede adquirir una forma viciosa, patológica, denominada pie plano. Con todo, según los datos más recientes (Basmajian, Stecko, 1963), los factores pasivos (huesos y ligamentos) desempeñan un papel tan importante o mayor que los factores activos (músculos) en el mantenimiento de la bóveda del pie.

PARTE ACTIVA DEL APARATO LOCOMOTOR (MIOLOGÍA GENERAL)

GENERALIDADES

Los músculos del cuerpo deben ser estudiados desde el punto de vista de su desarrollo y funciones, así como topográficamente, por los sistemas y grupos en que están incluidos.

DESARROLLO DE LOS MÚSCULOS

Los músculos del tronco se originan de la parte dorsal del mesodermo, situado a ambos lados de la notocorda y del tubo neural, dividido en segmentos primarios o *somitas*. Después de formar *el esclerotomo*, destinado a la formación de la columna vertebral, la parte laterodorsal restante del somita constituye *el miotoma*, cuyas células (los mioblastos) se alargan longitudinalmente, convirtiéndose después en fibras musculares estriadas. Los miotomas proliferan en dirección ventral y se subdividen en dos partes, *dorsal* y *ventral*. De la parte dorsal de los miotomas se deriva la musculatura dorsal del tronco, y de la parte ventral, los músculos situados en las caras anterior y lateral del tronco, denominados en su conjunto musculatura ventral (figs. 114, 115, 116).

En cada miotoma (miómera) arraigan las ramificaciones del nervio espinal homónimo (neurómera). En correspondencia con la división del miotoma en dos porciones, el nervio se bifurca en dos ramos, de los cuales el dorsal (posterior) entra en la parte dorsal del miotoma, y el ventral (anterior), en la parte ventral. Los músculos que proceden de un mismo miotoma están inervados por el mismo nervio espinal. Los miotomas vecinos pueden unirse

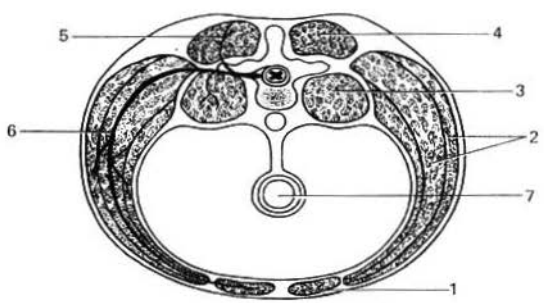


Fig. 114. División de la musculatura del tronco.

1 — músculos rectos;
2 — músculos anchos (laterales);
3 — músculos prevertebrales;
4 — musculatura dorsal;
5 — ramo posterior del nervio espinal;
6 — ramo anterior del nervio espinal;
7 — intestino.

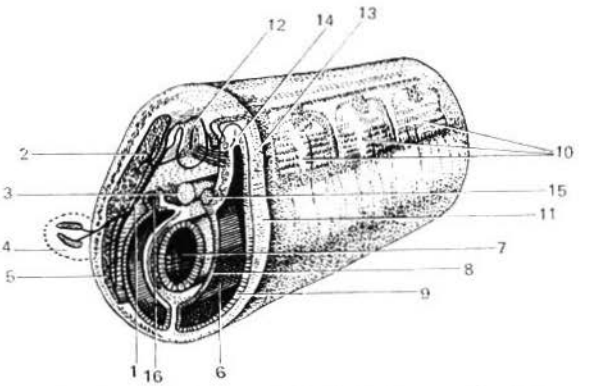


Fig. 115. Corte transversal del tronco del embrión de un vertebrado (esquema).

1 — rámo ventral del n. espinal;
2 — ramo dorsal del n. espinal;
3 — cuerda dorsal;
4 — rudimento de los miembros;
5 — expansión ventral del mesodermo;
6 — cavidad del cuerpo;
7 — intestino;
8 — hoja visceral de la laminilla lateral;
9 — hoja parietal de la laminilla lateral;
10 — segmentos primarios (somitas);
11 — ectodermo;
12 — tubo espinal;
13 — dermatoma;
14 — miotoma;
15 — esclerotoma;
16 — nefrotoma.

entre sí, pero cada uno de ellos conserva el nervio que le corresponde. Por eso los músculos derivados de varios miotomas (por ejemplo, el músculo recto del abdomen) están inervados por varios nervios. Al principio los miotomas están separados uno de otro, en cada lado, por tabiques transversales de tejido conjuntivo, **los mioseptos** (*myosepta*) (fig. 117). Esta disposición segmentaria de la musculatura del tronco en los animales inferiores se mantiene toda la vida. En cambio, en los vertebrados superiores y en el hombre, debido a una diferenciación mayor de las masas musculares, la segmentación se borra sensiblemente, a pesar de que persisten sus huellas tanto en la musculatura dorsal (músculos cortos, intervertebrales), como en la ventral (músculos intercostales y músculo recto del abdomen) (fig. 118). Parte de los músculos desarrollados en el tronco se mantienen en su lugar de origen, constituyendo la musculatura local, *autóctona* (de *autos*, el mismo; y *chthon*, tierra). Otra parte se desplaza durante ese proceso desde el tronco a los miembros, denominándosele *músculos centrífugos*. Finalmente, una tercera parte, originada en los miembros, se desplaza hacia el tronco: son *los músculos centrípetos*. En base a la inervación siempre podemos distinguir la musculatura propia, autóctona (es decir, la desarrollada en el lugar de origen), de los músculos adventicios situados en dicha región *.

* La correlación entre los músculos y los segmentos nerviosos (neurómeras) tiene una significación importantísima en neuropatología y en cirugía, por eso en la descripción ulterior de los músculos indicaremos su inervación de acuerdo con los segmentos y nervios cervicales (*C*), torácicos (*Th*), lumbares (*L*) y sacros (*S*).

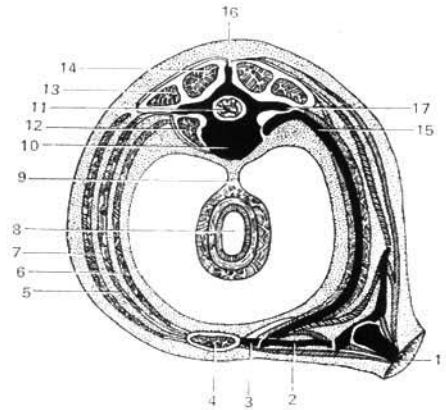


Fig. 116. Corte transversal esquemático del cuerpo de un adulto (a la izquierda, el abdomen; a la derecha, el tórax)

1 — húmero;
2 — clavícula;
3 — esternón;;
4 — músculo recto del abdomen;
5 — músculo oblicuo interno del abdomen;
6 — músculo transverso del abodomen;
7 — músculo oblícuo externo del abdomen;
8 — intestino;
9 — mesenterio;
10 — cuerda dorsal en el cuerpo de la vértebra;
11 — tubo neural;
12— músculo psoas;
13, 14 — vías lateral y medial de músculos espinales;
15 — costilla;
16 — proceso espinoso de la vértebra;
17 — proceso transverso de la vértebra.

La musculatura de los miembros representa un derivado de la musculatura ventral del tronco y recibe sus nervios de los ramos ventrales de los nervios espinales, a través de los plexos braquial y lumbosacro. En los peces inferiores (selacios), de los miotomas del tronco proliferan mamelones musculares que se dividen en dos estratos, situados en las partes dorsal y ventral del esqueleto de las aletas. De modo semejante, en los vertebrados terrestres los músculos se sitúan inicialmente en las partes dorsal y ventral, del rudimento del esqueleto de los miembros (extensores y flexores). En su ulterior diferenciación, los rudimentos de los músculos del miembro anterior proliferan también en dirección proximal (músculos centrípetos) y recubren la musculatura propia del tronco por los lados ventral y dorsal (músculos pectorales mayor y menor; dorsal ancho). Además de esa musculatura primaria del miembro anterior se asocian al cinturón del miembro superior múscus centrípetos, es decir, derivados de la musculatura ventral destinados al movimiento y fijación del cinturón, procedentes de la cabeza (músculos trapecio y esternocleidomastoideo), y del tronco (músculos romboideo, elevador de la escápula, serrato anterior, subclavio y omohioideo). En el cinturón del miembro posterior no se desarrollan esos músculos secundarios, ya que está enlazado inmóvilmente

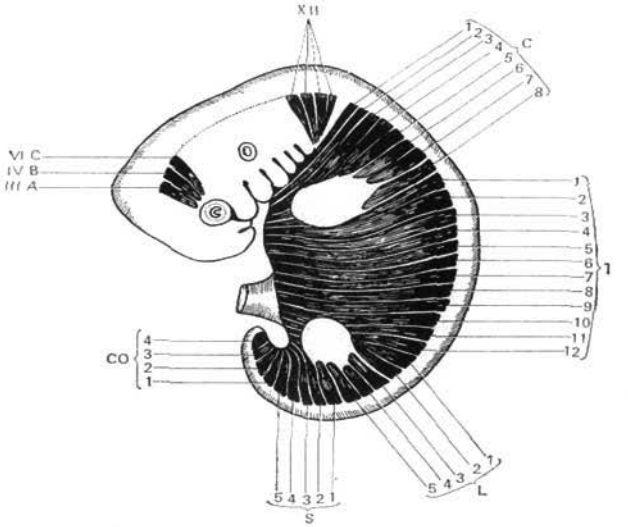


Fig. 117. Disposición de los miotomas de la cabeza y del tronco en el embrión.

IIIA, IVB, VIC — miotomas preauriculares, de los que se desarrollan los músculos del ojo, inervados por los III, IV y VI pares de nervios craneales, XII — miotomas occipitales, inervados por el XII par de nervios craneales; C_{1-8}, Th_{1-12}, L_{1-5}, S_{1-5}, CO_{1-4}, miotomas de las diferentes porciones del tronco.

con la columna. Esa compleja diferenciación muscular de los miembros de los vertebrados terrestres, y en particular, en las formas superiores, se explica por la función de los mismos convertidos en complejas palancas destinadas a realizar distintos tipos de movimientos.

Los músculos de la cabeza se originan, en parte, de los somitas cefálicos, pero proceden en su mayoría del mesodermo del aparato visceral. El aparato visceral en los peces inferiores está compuesto por una capa muscular compacta (prensor común) que se divide, según su inervación, en segmentos aislados, *coincidentes con la disposición metamérica de los arcos viscerales: el I arco* visceral (mandibular) se corresponde con el V par de nervios craneales (nervio trigémino); el II arco visceral (hioideo) está en correspondencia con el VII par (nervio facial); el III arco visceral (I branquial) coincide con el IX par (nervio glosofaríngeo). La parte restante del prensor común está inervada por los ramos del X par (nervio vago). Detrás del prensor común se aísla un fascículo que se inserta en el cinturón del miembro superior (el músculo trapecio). Cuando, con el paso del medio acuático a la tierra, en los vertebrados inferiores se suspendió la respiración branquial adaptada a la vida en el agua,

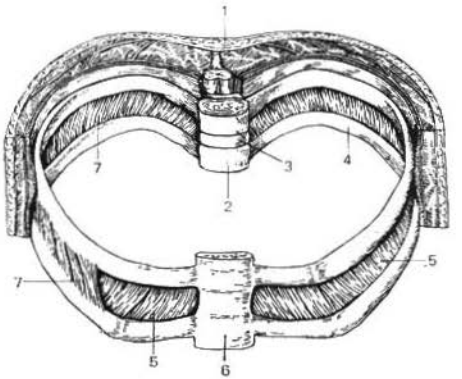


Fig. 118. Estructuración segmentaria de los músculos del tronco (esquema)

1 — piel;
2 — vértebra;
3 — disco intervertebral;
4 — costilla;
5 — músculos intercostales internos (los músculos intercostales externos han sido extirpados);
6 — esternón;
7 — músculos intercostales externos.

los músculos del aparato visceral (músculos viscerales) se propagaron al cráneo, donde se transformaron en los músculos de la masticación y de la mímica, conservando, sin embargo, su relación con las partes del esqueleto procedentes de los arcos viscerales. Por eso los músculos masticadores, derivados del arco mandibular, conjuntamente con los músculos del suelo bucal, se localizan e insertan en la mandíbula y están inervados por el nervio trigémino (V par). De la musculatura correspondiente al II arco visceral (hioideo) se derivan principalmente los músculos del cuello y de la cabeza, inervados por el nervio facial (VII par).

Los músculos derivados de la masa de ambos arcos viscerales tienen una inserción e inervación dobles, por ejemplo, el músculo digástrico, cuyo vientre anterior se inserta en la mandíbula (está inervado por el nervio trigémino) y el vientre posterior en el hueso hioideo (está inervado por el facial). La musculatura visceral, inervada por los pares IX y X de los nervios craneales se reduce en parte en los vertebrados terrestres, en tanto que la otra porción pasa a formar los músculos de la faringe y la laringe. El trapecio pierde toda relación con los arcos viscerales, convirtiéndose exclusivamente en un músculo del cinturón del miembro superior. En los mamíferos, de este músculo se desprende, en forma de segmento independiente, el esternocleidomastoideo. El ramo posterior del nervio vago, que inerva el trapecio, se convierte en los vertebrados superiores en un nervio craneal independiente, el nervio accesorio (XI par). Puesto que el cráneo cerebral constituye en todas sus partes una formación inmóvil, no debe esperarse un desarrollo muscular en el mismo. Por eso, en la cabeza se encuentran exclusivamente algunos restos de muscula-

tura, derivados de los somitas cefálicos. Entre ellos deben incluirse los músculos del ojo, derivados de los miotomas denominados preauriculares (con inervación de los III, IV y V pares de nervios craneales) (véase fig. 117).

Los miotomas occipitales junto con los miotomas anteriores del tronco constituyen corrientemente, a base de proliferaciones ventrales, una musculatura especial, subbranquial o infrahioidea, situada por debajo del esqueleto visceral. A expensas de esta musculatura, que penetra por delante hasta la mandíbula, en los vertebrados terrestres se originan los músculos linguales, que a causa de su procedencia de los somitas occipitales, están inervados por un complejo nervioso constituido por el nervio hipogloso, el que sólo en los vertebrados superiores se convirtió en un nervio craneal independiente. El resto de la musculatura infrahioidea (por debajo del hueso hioides) representa una prolongación de la musculatura ventral del tronco, inervada por los ramos anteriores de los nervios espinales. Así, pues, para comprender la posición e inserción de los músculos es preciso tener presente no sólo su función, sino también su desarrollo (véanse figs. 114, 115, 116).

EL MÚSCULO COMO ÓRGANO

El músculo está compuesto de fascículos de fibras estriadas. Esas fibras, dispuestas paralelamente una a la otra, están unidas por tejido conjuntivo laxo (*endomisio*), constituyendo haces primarios. La agrupación de varios de estos haces forma haces de segundo orden, y así sucesivamente. En su conjunto, los haces de todos los órdenes están asociados por una vaina de tejido conjuntivo, *el perimisio*, y crea el vientre muscular. Las capas de tejido conjuntivo, intercaladas entre los fascículos musculares, confluyen en los extremos del vientre muscular, transformándose en la porción tendinosa del músculo.

Puesto que la contracción muscular es provocada por un impulso procedente del sistema nervioso central, todo músculo está relacionado con aquél por medio de nervios: los aferentes (centrípetos), que son los transmisores del «sentido muscular» (analizadores motores, según I. Pávlov), y los nervios eferentes (centrífugos), que trasmiten al músculo la excitación nerviosa. Además, al músculo llegan nervios simpáticos, gracias a los cuales el músculo vivo se encuentra siempre en cierto grado de contracción, denominado tono. En los músculos tiene lugar un metabolismo muy enérgico, por lo cual están ricamente vascularizados. Las arterias procedentes de los vasos vecinos parten hacia los músculos, según la ley del camino más corto, constituyendo los ramos musculares de dichos vasos. Las venas que les acompañan afluyen en los troncos venosos análogos. Los ramos venosos intramusculares se anastomosan ampliamente entre sí y acompañan a las arterias correspondientes en doble número. Los vasos junto con los nervios penetran en el músculo por uno o varios puntos denominados *hilios musculares*, ramificándose en el espesor del mismo en correspondencia con los fascículos musculares (a lo largo y transversalmente).

En cada músculo se distingue una parte que se contrae activamente, **el cuerpo (vientre)** o parte «carnosa» del músculo, y una parte pasiva, **el tendón,** con cuya ayuda el músculo se inserta en los huesos. El tendón está compuesto de tejido conjuntivo compacto y tiene un color dorado claro, brillante, que lo distingue bruscamente del color rojo pardo del cuerpo muscular.

En la mayoría de los casos el tendón se encuentra en ambos extremos del músculo. Si el tendón es muy corto da la impresión que el músculo se inicia en el hueso o está insertado al mismo, directamente por el cuerpo. El tendón, cuyos cambios metabólicos son menores, está más pobremente vascularizado que el cuerpo muscular. De esta suerte, el músculo esquelético está constituido no sólo de tejido muscular de fibras estriadas, sino también de diferentes clases de tejido conjuntivo (perimisio, tendón), de tejido nervioso (nervios del músculo), de endotelio y de fibras musculares lisas (vasos). Con todo, lo predominante es el tejido muscular estriado, cuya propiedad (la contractibilidad) determina la función del músculo como órgano de la contracción. Cada músculo constituye un órgano aislado, es decir, una formación entera, al que le son inherentes una forma, estructura, función, desarrollo y localización determinados en el organismo.

TRABAJO MUSCULAR (ELEMENTOS DE BIOMECÁNICA)

La propiedad principal del tejido muscular, en la que se basa el trabajo del músculo, es *la contractibilidad*.

En la contracción del músculo tiene lugar su acortamiento y la aproximación de los dos puntos en que está insertado. De esos dos puntos, el punto móvil de inserción (*punctum mobile*) es atraído hacia el fijo (*punctum fixum*) en cuyo resultado se realiza el movimiento de la parte correspondiente del cuerpo. Al actuar de este modo, el músculo hace una tracción con una fuerza determinada y al trasladar un peso (por ejemplo, el peso del hueso) hace un trabajo mecánico determinado. La fuerza del músculo depende de la cantidad de fibras musculares que entran en su composición y se determina por el área del denominado diámetro fisiológico, es decir, la superficie del corte que coincide con el lugar por el que pasan todas las fibras del músculo. La amplitud de la contracción depende de la longitud del músculo. Desde el punto de vista mecánico los huesos que se mueven en las articulaciones por la acción de los músculos son palancas, especie de mecanismos muy simples para el traslado de pesos (fig. 119).

En la palanca se distingue el punto de apoyo, el punto de resistencia (peso) y el punto de aplicación de la fuerza necesaria para vencer esa resistencia (traslado de la carga). La distancia entre los puntos de apoyo y de resistencia se llama «brazo de resistencia», y la existente entre el punto de apoyo y el punto de aplicación de la fuerza, «brazo de aplicación de la fuerza». Cuando el punto de apoyo se encuentra entre los dos puntos de aplicación de fuerzas y de resistencia, la palanca queda dividida en dos brazos (como en una báscula) y sirve para el mantenimiento del equilibrio, por lo que se denomina *palanca de equilibrio* o palanca de primer género (con dos brazos) (fig. 120). Un ejemplo lo tenemos en la articulación atlantooccipital (*articulatio atlantooccipitalis*), en la que el punto de apoyo está en el eje frontal de dicha articulación, el de resistencia (peso de la parte anterior de la cabeza), por delante del mismo, y el de aplicación de fuerza (lugar de inserción muscular en el occipital que equilibra el peso de la cabeza), por detrás. Lo mismo puede decirse de la articulación coxal, en cuyo eje transversal se balancea el tronco. Si los puntos de resistencia y de aplicación de fuerza se encuentran al mismo lado

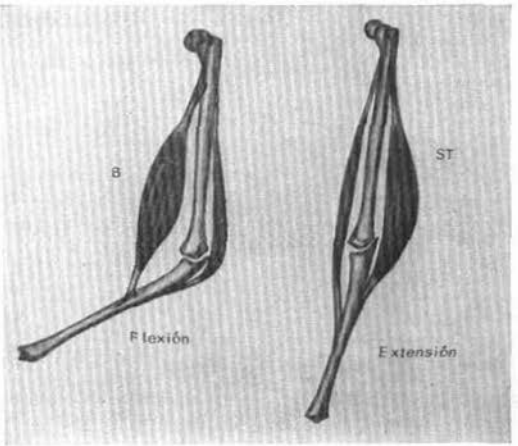


Fig. 119. Mecanismo del movimiento muscular.

B — músculo situado en la parte anterior de la articulación (al contraerse provoca la flexión);

St — músculo situado en la parte posterior de la articulación (al contraerse provoca la extensión).

del punto de apoyo se obtiene una palanca de segundo género, que presenta dos variedades.

Primera variedad: el punto de resistencia se encuentra entre los puntos de apoyo y de aplicación de la fuerza. Por ejemplo, el pie. El punto de apoyo se encuentra en el eje transversal de las articulaciones metatarsofalángicas; el punto de resistencia, en el talus, sobre el que recae el peso del cuerpo, y el *de aplicación de la fuerza en el tuber* calcáneo (*tuber calcanei*), donde se inserta el tendón del tríceps sural, que eleva al mismo y con él a todo el cuerpo durante la marcha. Puesto que en esa variante el brazo de aplicación de la fuerza es más largo que el de resistencia, la palanca de ese género se denomina *palanca de fuerza* (fig. 121).

Segunda variedad: el punto de aplicación de la fuerza está entre el punto de apoyo y el de resistencia. Por ejemplo, la articulación del codo durante la flexión. El punto de apoyo se encuentra en la articulación, donde los huesos del antebrazo se apoyan en el extremo del húmero; el punto de resistencia está en el extremo distal del antebrazo y el punto de fuerza por delante de la articulación del codo, en las tuberosidades de la ulna y del radio, donde se insertan los músculos flexores. En esa *palanca el brazo de aplicación de la* fuerza es más corto que el de resistencia y por eso, para vencer esta resistencia hay que aplicar una gran fuerza, pero por otra parte, esa variante de palanca aventaja en velocidad, por lo que se denomina *palanca de velocidad* (fig. 122).

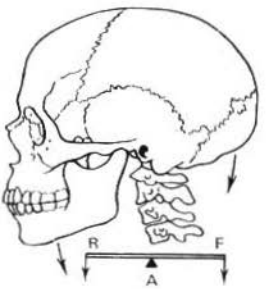


Fig. 120. Palanca de equilibrio.

A — punto de apoyo;
F — punto de aplicación de la fuerza;
R — punto de resistencia.

Cuanto más lejos del punto de apoyo se inserten los músculos, tanto más ventajoso será, ya que gracias al aumento del brazo de palanca podrá ser mejor utilizada su fuerza. Desde ese punto de vista, P. Lesgaft clasifica los músculos en *potentes*, insertados lejos del punto de apoyo, y *hábiles*, insertados cerca del mismo. Todo músculo tiene un comienzo u origen (*origo*) y una terminación o inserción (*insertio*). Por cuanto la columna vertebral sirve de apoyo a todo el cuerpo y está situada en el plano medio del mismo, el origen de los músculos, coincidente corrientemente con un punto inmóvil, se encuentra cercano al plano medio, y en los miembros tiene una localización proximal, cercana al tronco; la inserción de los músculos que coincide con el punto móvil se encuentra lejos del plano medio, y en los miembros tiene una posición distal, alejada del tronco. El punto fijo y el punto móvil pueden intercambiarse de lugar, en los casos de fijación del punto móvil y de liberación del punto fijo. Por ejemplo, en la estación de pie, el punto móvil del músculo recto del abdomen será su extremo superior (flexión de la parte superior del tronco); pero si el cuerpo está «colgado» de los brazos en un trapecio, el punto móvil será el extremo inferior del músculo (flexión de la parte inferior del tronco).

Puesto que el movimiento se realiza en dos direcciones opuestas (flexión y extensión; abducción y aducción, etc.), para cualquier movimiento alrededor de un eje determinado son indispensables no menos de dos músculos, situados en lados opuestos. Estos músculos que actúan en direcciones recíprocamente contrarias se denominan *antagonistas*. En cada flexión actúa no sólo el flexor, sino también, obligatoriamente, el músculo extensor, que va cediendo gradualmente al flexor, frenando la contracción excesiva del mismo. Por eso, el antagonismo de los músculos asegura que los movimientos sean mensurados y leves. Así, pues, todo movimiento es la resultante de la acción de dos antagonistas, el resultado de la unidad y la lucha de fuerzas contrarias.

A diferencia de los antagonistas, los músculos cuya resultante * pasa en una misma dirección se denominan *sinergistas*. Por el carácter del movimiento y la combinación funcional de los músculos que en él participan, unos músculos pueden actuar como sinergistas o como antagonistas.

* Se denomina resultante de los músculos la línea recta que une el centro del lugar de origen del músculo con el centro de su lugar de inserción.

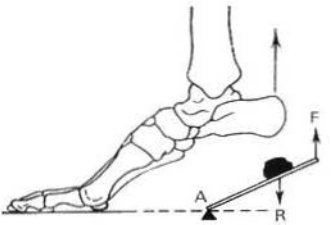


Fig. 121. Palanca de fuerza.

A — punto de apoyo;
R — punto de resistencia;
F — punto de aplicación de la fuerza.

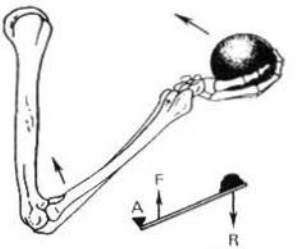


Fig. 122. Palanca de velocidad

A — punto de apoyo;
F — punto de aplicación de la fuerza;
R — punto de resistencia.

Sin embargo, el trabajo de tal o cual músculo o grupo de músculos en el organismo, en conjunto, durante el acto locomotor corriente, puede resultar mucho más complicado de lo que podemos imaginarnos basándonos en un criterio puramente anatómico.

Las relaciones antagónicas y sinérgicas de los músculos no están determinadas, ni mucho menos, por su sola posición anatómica respecto a tal o cual articulación. Los músculos que son antagonistas en el sentido anatómico, es decir, localizados en lados opuestos de una misma articulación, en determinados movimientos pueden no mostrar antagonismo funcional y pueden trabajar como sinergistas en algunos actos locomotores habituales. Así, durante la marcha, los flexores y extensores de las articulaciones coxal y de la rodilla sólo actúan como antagonistas al comienzo y al final del período de apoyo, pero en la mitad de dicho período actúan como sinergistas (Ya. Slavutski, 1953). Por eso, la clasificación de los músculos en sinergistas y antagonistas se determina no tanto por sus relaciones morfológicas, como por sus relaciones funcionales (M. Farfell, 1964).

Además de la función elemental de los músculos, determinada por sus relaciones anatómicas con respecto a los ejes de rotación de una articulación determinada, es indispensable tener en cuenta los cambios del estado funcional de los mismos, observados en el vivo, relacionados con el mantenimiento de la posición del cuerpo y de sus distintas partes, dependientes de las variaciones constantes de las cargas estática y dinámica que recaen sobre el aparato de la locomoción y que varían constantemente. Por eso, un mismo músculo con frecuencia cambia su función según la postura del cuerpo o de la parte en que actúa, así como la fase del acto motor correspondiente. Por ejemplo, el músculo trapecio participa de modo distinto en sus segmentos superior e inferior, durante la elevación del brazo por encima de su posición horizontal. Así, en la abducción del brazo, los dos segmentos participan con la misma actividad en dicho movimiento; ulteriormente (después de la elevación por encima de 120°), la actividad del segmento inferior se suspende, mientras que continúa la actividad del segmento superior, hasta alcanzar la posición vertical del brazo. En la flexión del brazo, es decir, en su elevación hacia delante, el segmento inferior del trapecio es poco activo, pero cuando el brazo se ha elevado por encima de 120° muestra, por el contrario, una actividad considerable (Ya. Slavutski, 1958).

Estos datos más profundos y precisos sobre el estado funcional de músculos aislados en el organismo vivo, se obtienen gracias al método de *la electromiografía* (véase pág. 388).

LEYES QUE RIGEN EN LA DISTRIBUCIÓN DE LOS MÚSCULOS

1. De acuerdo con el principio de la simetría bilateral en la formación del cuerpo, los músculos son *pares* o están compuestos de dos mitades simétricas (por ejemplo, el trapecio).

2. En el tronco, que tiene una estructura segmentaria, muchos músculos son *segmentarios* (músculos intercostales y cortos de las vértebras) o conservan huellas de metámera (músculo recto del abdomen). Los músculos anchos del abdomen se fusionaron en capas compactas a partir de los músculos intercostales segmentarios debido a la reducción de las costillas.

3. Puesto que el movimiento producido por los músculos se efectúa en línea recta, que es la distancia mínima entre dos puntos (fijo y móvil), también los músculos están localizados en *la distancia mínima* entre dichos puntos. Por eso, conociendo los puntos de inserción de los músculos y sabiendo que en la contracción el punto móvil es atraído hacia el fijo, puede predecirse en todo momento hacia qué lado se ejecutará el movimiento realizado por un músculo y establecer su función.

4. Los músculos, transponiéndose a través de las articulaciones, tienen una determinada relación con los ejes de rotación, lo que condiciona su formación.

Por lo común, los músculos con sus fibras o con su resultante cruzan siempre aproximadamente en ángulo recto aquel eje de la articulación alrededor del cual efectúan el movimiento. Si en una articulación monoaxial con eje frontal (articulación en forma de tróclea) el músculo está situado verticalmente, es decir, perpendicular al eje, en el lado flexor de la articulación este músculo realizará la flexión (la disminución del ángulo entre los miembros en movimiento). Si el músculo se localiza verticalmente, pero en el lado extensor, realizará la extensión (aumento del ángulo hasta 180°, en la extensión completa).

En caso de que la articulación tenga además otro eje horizontal (sagital), las resultantes de los dos músculos antagonistas deben localizarse de modo análogo, cruzando el eje sagital por los lados de la articulación (por ejemplo, en la articulación radiocarpiana). En ese caso, si los músculos o sus resultantes están situadas perpendicularmente al eje sagital y por el lado medial del mismo, realizarán el acercamiento hacia la línea media, la aducción, y si están situados en la parte lateral, realizarán la abducción. Finalmente, si en la articulación existe también un eje vertical, los músculos lo cruzan perpendicular u oblicuamente y hacen la rotación medial (en los miembros, pronación) y lateral (en los miembros, supinación). De este modo, conociendo los ejes de rotación existentes en una articulación determinada, puede saberse qué músculos habrán por su función y cómo se sitúan alrededor de la articulación. El conocimiento de la posición de los músculos, en correspondencia con los ejes de rotación, tiene importancia práctica. Por ejemplo, si un músculo flexor situado por delante del eje frontal es trasladado por detrás de dicho eje, comenzará a actuar como extensor, lo cual es utilizado en los trasplantes quirúrgicos de tendones, para suplir las funciones de músculos paralizados.

CLASIFICACIÓN DE LOS MÚSCULOS

Los numerosos músculos existentes (se cuentan hasta 400) se diferencian por su forma, estructura, funciones y desarrollo.

Atendiendo a *la forma*, los músculos se clasifican en *largos*, *cortos* y *anchos*. Los músculos largos corresponden a las palancas largas de movimiento, y por eso se encuentran, sobre todo, en los miembros. Son fusiformes, llamándosele **vientre** (*venter*) a la parte media; uno de los extremos, el correspondiente al origen del músculo, se denomina **cabeza** (*caput*), y el otro, **cola** (*cauda*). **Los tendones** (*tendo*) de los músculos largos presentan la forma de cintas estrechas.

Algunos músculos largos se originan por varias cabezas (policéfalos) en distintos huesos, lo que intensifica su punto de apoyo. Se encuentran músculos con dos cabezas, **bíceps**; con tres, **tríceps**, y con cuatro, **cuadríceps**. En la fusión de músculos de distintos orígenes o derivados de varios miotomas, entre ellos persisten **tendones intermedios** (*intersectiones tendineae*). Tales músculos (poligástricos) pueden presentar dos vientres (por ejemplo, el músculo digástrico) o más (por ejemplo, el músculo recto del abdomen). Varía también el número de sus tendones (músculos policaudados). Así, los flexores y extensores comunes de los dedos, en las manos y en los pies, tienen varios tendones (hasta 4), gracias a lo cual la contracción de un solo vientre muscular provoca el efecto motor conjuntamente en varios dedos, con lo que se logra economía en el trabajo de los músculos.

Los músculos anchos están situados preferentemente en el tronco y disponen de un tendón amplio denominado **aponeurosis.**

Se encuentran, además, otras formas de músculos: cuadrada **(m. cuadrado)**, triangular **(m. triangular)**, piramidal **(m. piramidal)**, circular **(m. redondo)**, en delta **(m. deltoideo)**, dentada **(m. serrato)**, pisciforme **(m. soleo)** y otras.

Por la dirección de las fibras, condicionada funcionalmente, se distinguen los músculos con fibras rectas, paralelas **(m. recto)**, con fibras oblicuas **(m. oblicuo)**, transversales **(m. transverso)** o circulares **(m. orbicular)**. Estos últimos forman esfínteres que circundan un orificio. Si las fibras oblicuas se unen al tendón por un lado del mismo se obtiene el llamado músculo penniforme y si se unen por los dos lados, el bipenniforme. Una relación especial entre las fibras musculares y el tendón se observa en los músculos semitendinoso y semimembranoso (véase pág. 373).

Por su función los músculos se clasifican en **flexores, extensores, aductores, abductores y rotatorios, pronadores**, si la rotación es hacia el plano medio, y **supinadores**, si es hacia el plano lateral.

En relación con las articulaciones a través de las cuales se extienden (una, dos o varias), los músculos se denominan monoarticulares, biarticulares o poliarticulares. Los poliarticulares, como son más largos, se sitúan más superficialmente que los monoarticulares. *Por su localización* los músculos se clasifican en superficiales y profundos, externos e internos, laterales y mediales.

APARATOS AUXILIARES DE LOS MÚSCULOS

Además de las partes básicas del músculo, cuerpo y tendones, existe también una serie de dispositivos auxiliares que en uno u otro sentido facilitan el trabajo muscular. Un grupo de músculos (o toda la musculatura de una

parte determinada del cuerpo) está envuelto por membranas de tejido conjuntivo fibroso, compacto, denominadas **fascias** (fascia—vendaje, venda *). Las fascias aumentan la resistencia lateral durante la contracción muscular e impiden al músculo desplazarse hacia un lado. Al lesionarse una fascia, el músculo sobresale por la zona lesionada constituyendo una especie de hernia muscular. Rodeando los músculos y aislándolos unos de otros, las fascias facilitan su contracción individual. Por eso cubren ya a un músculo aislado (**fascia propia** de dicho músculo), o a un grupo de músculos sinérgicos, es decir, que cumplen una función homogénea (fascia propia regional o fascia profunda). Las fascias que aíslan un grupo muscular de otro emiten expansiones hacia la profundidad en forma de **septos intermusculares** (*septa intermuscularia*) que penetran entre los grupos musculares vecinos y se insertan en los huesos. Por encima de las fascias profundas se encuentran todavía las fascias superficiales, que envuelven a toda la musculatura de una región determinada, y las fascias situadas por debajo de la piel, **fascia subcutánea o superficial** (*fascia subcutanea s. superficialis*) (tejido subcutáneo compacto). De este modo, las fascias no sólo aíslan unos músculos de otros, sino que los unen entre sí.

Estructura de las fascias en forma de vaina.** La fascia superficial crea una especie de funda para todo el cuerpo humano en conjunto. En cambio, las fascias propias forman vainas destinadas a músculos y órganos aislados. El principio de la estructuración en vainas de los espacios fasciales es característico en todas las partes del cuerpo (tronco, cabeza y miembros), así como en las de los órganos de las cavidades abdominal, torácica y pelviana; en lo que respecta a los miembros, estas formaciones fueron estudiadas ya detalladamente por N. I. Pirogov.

Cada segmento de los miembros tiene varias vainas o celdas fasciales, situadas alrededor de un hueso (en el brazo y en el muslo) o de dos (en el antebrazo y la pierna). Puesto que en cualquier segmento de un miembro varía el número y la dimensión de los músculos originados a distintos niveles y continuados por su extremo distal por tendones, está claro que a diferentes niveles del miembro se observará también un número y dimensiones distintos de vainas o celdas fasciales. Así, por ejemplo, en la parte proximal del antebrazo pueden observarse 7-8 vainas fasciales, y en la distal, 14.

Se distinguen la vaina fundamental, constituida por la fascia extendida alrededor de todo el miembro, y las vainas de segundo orden, que tienen diferentes músculos, vasos y nervios (A. Vishnievski). La teoría de N. Pirogov sobre la estructura en vaina de las fascias de los miembros continúa teniendo importancia para comprender la difusión de las colecciones purulentas y de la sangre en las hemorragias, así como para la anestesia local (por infiltración).

Ya que las vainas fasciales se forman alrededor de los vasos y nervios, rodeados directamente por una capa de tejido celular laxo, la existencia de esta última explica los fracasos en la anestesia regional de los nervios (V. Kovanov, 1960).

Gracias a esa relación entre vasos y fascias, estas últimas facilitan la circulación sanguínea y linfática. Así, por ejemplo, las fascias de los miembros tienen una importancia no inferior a la de las válvulas venosas, para la circulación de la sangre por las venas (N. Kovalenko, 1934).

* Los romanos llamaban fascia a los pañales del recién nacido.
** Expuesto según G. Ostrovérjov, D. Lubotski y Yu. Bomash, 1964.

ARMAZÓN BLANDA DEL CUERPO HUMANO

El estudio más profundo de las fascias condujo a la creación de la teoría sobre la armazón blanda del cuerpo humano (V. V. Kóvanov y sus discípulos, T. I. Aníkina, A. P. Sorokin y otros).

Los componentes más importantes de esta armazón son las fascias, los septos intermusculares, los tegumentos de los órganos y las vainas de los vasos y los nervios. Como ya se dijo, las fascias se dividen en superficiales y profundas. Entre los tegumentos de los órganos se encuentran las fascias propias de los músculos (*fasciae propriae*) y las vainas de los músculos, los vasos, los nervios y los linfonodos.

Los componentes de la armazón blanda son también las aponeurosis, las cuales ocupan la posición intermedia entre las fascias y los tendones; las propias fascias resultan ser el eslabón intermedio entre las aponeurosis y el tejido celular.

La piel, el tejido celular subcutáneo y la fascia superficial subcutánea están unidos entre sí funcional y morfológicamente, asegurando el sostén elástico del cuerpo.

De tal modo, por armazón blanda se sobreentiende el esqueleto conjuntivo del cuerpo que consta de las estructuras conjuntivas de sostén mencionadas más arriba.

En la región de algunas articulaciones de los miembros, las fascias presentan condensaciones en forma de ligamentos, compuestos de fibras compactas extendidas a través de los tendones que pasan por dicha región. Por debajo de esos ligamentos fasciales se crean **vainas fibrosas tendinosas** (*vaginae fibrosae tendinum*), por las que se deslizan los tendones. Tanto los ligamentos, como las vainas situadas debajo de los mismos, mantienen a los tendones en su posición, no permitiéndoles apartarse de los huesos e impidiendo su desplazamiento lateral, con lo cual favorecen una dirección más precisa de la tracción muscular. El deslizamiento tendinoso por esas vainas fibrosas está aligerado por estar tapizadas por una delgada membrana sinovial, que rodea el tendón, constituyendo alrededor del mismo una vaina sinovial cerrada, **la vaina sinovial tendinosa** (*vagina synovialis tendinis*). Parte de la membrana sinovial rodea directamente el tendón y se fusiona con el mismo formando su *hoja visceral*, mientras que la otra parte tapiza por dentro la vaina fibrosa y se fusiona con su pared, formando la *hoja parietal*. En el lugar en que la hoja visceral se continúa con la parietal, cerca del tendón se forma un pliegue de la membrana sinovial, denominado **mesotendón** (*mesotendineum*) (fig. 123). Por su espesor pasan los nervios y vasos del tendón, por lo cual la lesión del mesotendón y de los vasos y nervios que contiene acarrea la mortificación del tendón. El mesotendón está reforzado por finos ligamentos, los **vínculos tendinosos** (véase fig. 149). En la cavidad de la vaina, entre las hojas visceral y parietal de la sinovial, se encuentran algunas gotas de un líquido, parecido a la sinovia, que sirve de lubricante facilitando el deslizamiento del tendón en sus movimientos.

Significación idéntica tienen **las bolsas sinoviales** (*bursae synoviales*), situadas en diferentes lugares, por debajo de los músculos y tendones, especialmente cerca de sus inserciones. Algunas de ellas, como fue ya indicado en sindesmología, se unen con la cavidad articular. En aquellos lugares en que los tendones cambian de dirección se forma corrientemente la denominada

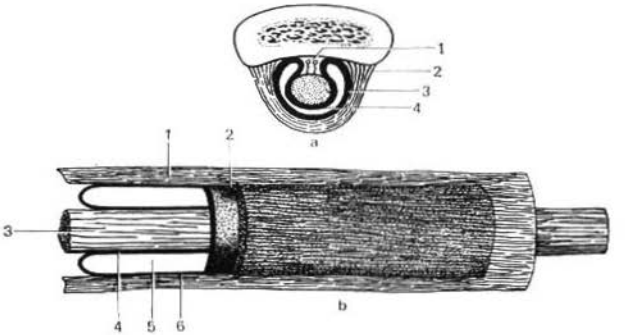


Fig. 123. Esquema de la vaina sinovial de un tendón.

a — corte transversal:
1 — mesotendíneo;
2 — vaina fibrosa;
3 — hoja parietal de la vaina sinovial;
4 — hoja visceral de la vaina sinovial;

b — corte longitudinal:
1 — vaina fibrosa del tendón;
2 — vaina sinovial del tendón;
3 — tendón;
4 — hoja visceral de la vaina sinovial;
5 — cavidad de la vaina sinovial;
6 — hoja parietal de la vaina sinovial.

tróclea, a través de la cual el tendón se desliza al igual que una correa por una polea fija. Se distinguen las trócleas óseas, en las que el tendón pasa por encima del hueso cuya superficie está tapizada de cartílago y entre el hueso y el tendón se encuentra una bolsa sinovial, y las trócleas fibrosas, formadas por los ligamentos de las fascias. En el aparato auxiliar de los músculos se incluyen también **los huesos sesamoideos** (*ossa sesamoidea*). Estos se originan en el espesor de los tendones, en los lugares en que éstos se insertan en el hueso, donde es necesario aumentar el ángulo de inserción del músculo en el hueso, intensificando con ello su fuerza.

INFLUJO DE LOS FACTORES DEL MEDIO EXTERIOR EN LA MUSCULATURA

El músculo tiene un metabolismo muy enérgico, que se intensifica aún más al aumentar su trabajo. Durante éste, se incrementa el aflujo sanguíneo a través de los vasos. La función intensificada de la musculatura provoca el mejoramiento de su nutrición y el aumento de la masa del músculo (hipertrofia muscular de trabajo). Los ejercicios físicos, relacionados con diferentes clases de trabajo y deporte, provocan la hipertrofia de trabajo en aquellos músculos que están más cargados.

El trabajo de un obrero profesional condiciona la permanencia prolongada del cuerpo, en cualquier posición (por ejemplo, inclinada hacia delante, al trabajar en el banco), o el cambio constante de posición del cuerpo en una dirección determinada (por ejemplo, la flexión y la extensión del tronco en el trabajo de carpintero). Por eso, la especialización provoca una actividad intensificada no de toda la musculatura, sino de segmentos determinados de la misma, por lo cual el trabajo profesional es causa del desarrollo inten-

so de una parte del cuerpo, acompañado de cierto retraso del resto. De modo idéntico, algunos tipos especiales de deporte desarrollan exclusivamente un grupo determinado de músculos. De eso se deduce que la higiene del trabajo y del deporte exige una gimnasia universal que coopere al desarrollo armónico del cuerpo humano.

En las personas que se ocupan de atletismo, por ejemplo, los levantadores de pesas, la musculatura de casi todo el cuerpo se hipertrofia tan fuertemente que estos deportistas adquieren una constitución física tan poderosa que aparentan una especie particular de la gente. Pero esta constitución no es hereditaria, sino que es el resultado de la acción dirigida de la especialización deportiva dada.

Los ejercicios físicos racionales producen un desarrollo proporcional de la musculatura del cuerpo. Por cuanto un trabajo muscular intensificado influye sobre el metabolismo del organismo, la cultura física constituye uno de los factores más poderosos que influyen beneficiosamente en el desarrollo del mismo.

MIOLOGÍA ESPECIAL

MÚSCULOS DEL DORSO

Estos músculos son muy numerosos: la mayor parte de ellos constituye una musculatura propia, autóctona, derivada de los segmentos dorsales de los miotomas del tronco, sobre la cual se superponen los músculos que se trasladaron de la cabeza (viscerales) y el miembro superior (aferentes) al dorso; debido a eso, los músculos del dorso se disponen en dos capas: superficial y profunda.

A. Músculos superficiales. 1. *Músculos que se insertan en el cinturón del miembro superior y en el húmero*: a) el trapecio, de origen branquial, se desplazó desde la cabeza al tronco, y por eso está inervado por el XI nervio craneal; b) el dorsal ancho, se desplazó desde el miembro superior al tronco, y por eso está inervado por el plexo braquial; c) el elevador de la escápula y el romboides (*m. levator scapulae et m. rhomboideus*), ambos eferentes, se desplazaron desde el tronco al cinturón del miembro superior y están inervados por los ramos cortos del plexo braquial.

2. *Músculos que se insertan en las costillas*: los músculos serrato posterior superior y serrato posterior inferior; estos dos músculos derivados de la musculatura ventral del tronco se desplazaron hacia atrás. Su inervación procede de los ramos anteriores de los nervios espinales, nervios intercostales (*nn. intercostales*).

B. Músculos profundos. En la filogenia los músculos que sirven al esqueleto axial son los primeros en originarse, al igual que el propio esqueleto, y por eso también en la ontogénesis del hombre son los primeros en aparecer y se localizan profundamente, conservando su estructura metamérica primitiva. Por su origen se clasifican del siguiente modo:

1. *Músculos autóctonos*, originados de los segmentos dorsales de los miotomas, estando por eso inervados por los ramos posteriores de los nervios espinales.

2. *Músculos profundos de origen ventral*; a lo que se debe que estén inervados por los ramos anteriores de los nervios espinales. Entre ellos se incluyen los músculos intertransversos anteriores cervicales y laterales lumbares (*mm. intertransversarii anteriores cervicis, m. intertransversarii laterales lumborum*) y los músculos elevadores de las costillas (*mm. levatores costarum*).

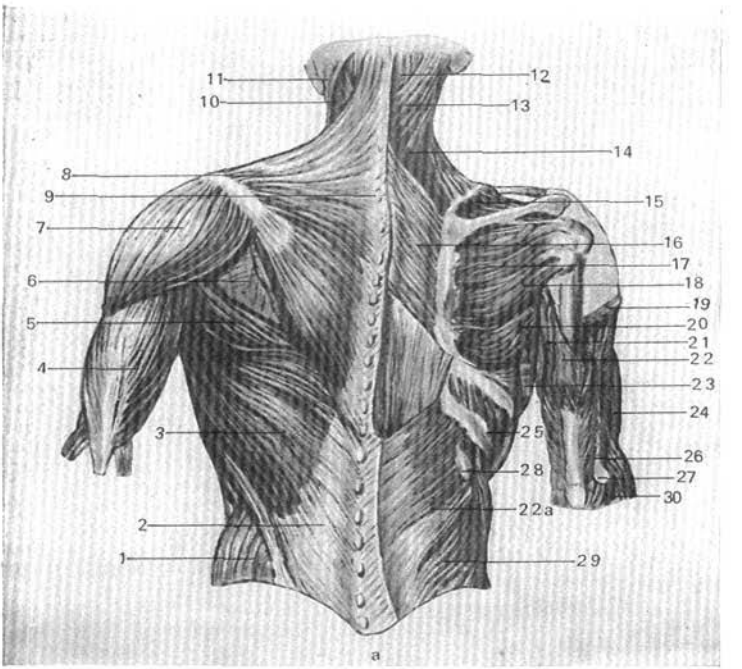


Fig. 124. Músculos del tronco.

a — cara dorsal; a la izquierda, los músculos superficiales (primera capa); a la derecha, los músculos superficiales (segunda capa):
t — *m. oblicuo externo del abdomen;*
2 — fascia toracolumbar;
3 — m. dorsal ancho;
4 — m. tríceps braquial;
5 — m. redondo mayor;
6 — fascia infraespinosa;
7 — m. deltoideo;
8 — m. trapecio;
9 — vértebra prominente;
10, 13 — m. esplenio de la cabeza;
11 — m. esternocleidomastoideo;
12 — m. semiespinoso;
14 — m. elevador de la escápula;
15 — m. supraespinoso;
16 — m. romboides mayor;
17 — m. infraespinoso;
18 — m. redondo menor;
19 — m. deltoides (en parte, resecado);
20 — *m. redondo mayor;*
21 — cabeza larga del tríceps braquial;
22 — cabeza lateral del tríceps;
22a — m. serrato posteroinferior;
23 — m. dorsal ancho (resecado);
24 — m. braquial;
25 — m. intercostal externo;
26 — septo intermuscular lateral;
27 — epicóndilo lateral del húmero;
28 — XII costilla;
29 — m. oblicuo interno del abdomen;
30 — m. braquiorradial.

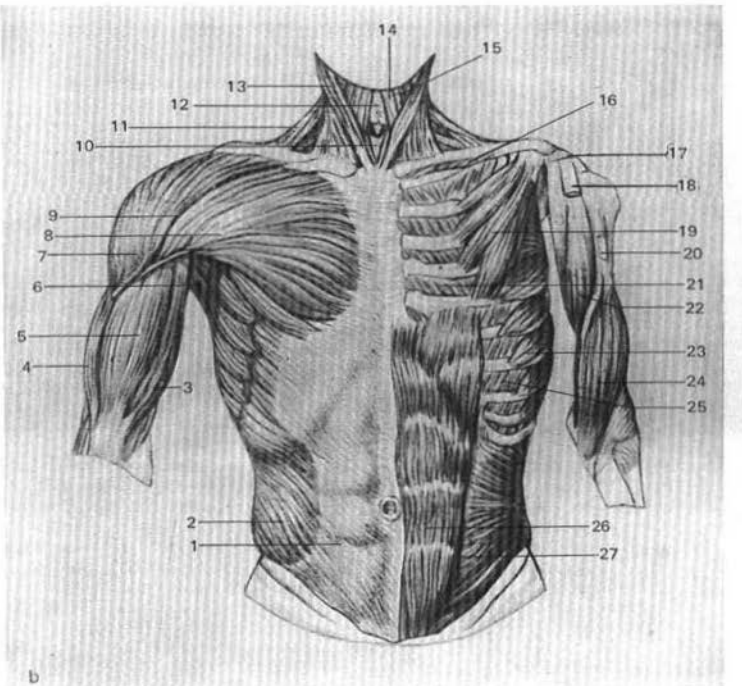


Fig. 124. Continuación.

b — cara anterior; a la izquierda, los músculos superficiales; a la derecha, los profundos;
1 — vaina del recto del abdomen;
2 — m. oblicuo del abdomen;
3 — cabeza breve del m. biceps braquial;
4 — m. braquial;
5 — cabeza larga de m. biceps braquial;
6 — m. redondo mayor;
7 — m. deltoideo;
8 — m. pectoral mayor;
9 — surco deltopectoral;
10 — m. esternotiroideo;
11 — m. trapecio;
12 — cartílago tiroideo;
13 — m. esternocleidomastoideo;
14 — m. esternohioideo;
15 — m. omohioideo;
16 — m. subclavio;
17 — proceso coracoideo;
18 — tendón de la cabeza breve del m. biceps braquial;
19 — m. pectoral menor;
20 — tendón de la cabeza larga del m. biceps braquial;
21 — m. intercostal interno;
22 — m. coracobraquial;
23 — m. serrato mayor;
24 — m. braquial;
25 — m. intercostal externo;
26 — m. recto del abdomen;
27 — m. oblicuo interno del abdomen.

MUSCULOS SUPERFICIALES DEL DORSO

I. Los músculos que se insertan en el cinturón del miembro superior y en el húmero se encuentran dispuestos en dos capas, de las cuales la más superficial está compuesta por dos músculos anchos, el trapecio y el dorsal ancho (fig. 124).

1. Músculo trapecio (*m. trapezius*). Ocupa la parte superior del dorso, llegando hasta el occipucio y es triangular. Los dos músculos juntos tienen la forma de un trapecio, de donde proviene su denominación. El músculo *se inicia* en los procesos espinosos de todas las vértebras torácicas, en el ligamento nucal y en la línea nucal superior del occipital. Las fibras superiores del músculo tienen una dirección descendente y *se insertan* en la extremidad acromial de la clavícula; las fibras medias son horizontales y se dirigen al acromion y las inferiores tienen una dirección ascendente y lateral, hacia la espina de la escápula. En la región del proceso espinoso de la VII cervical y las dos primeras torácicas, la inserción de ambos músculos crea una expansión tendinosa amplia, en forma de rombo (espejo tendinoso).

Funciones. Al contraerse las fibras superiores del músculo elevan el cinturón (escápula y clavícula) y la escápula gira por su ángulo inferior en dirección lateral; como ocurre, por ejemplo, al levantar el brazo por encima de la línea horizontal. Las fibras inferiores hacen descender la escápula. Al contraer todas sus fibras, el músculo provoca la tracción del hombro hacia atrás y hacia la línea media, con lo que las dos escápulas se aproximan entre sí, cuando la contracción es bilateral. (Inerv. nn. XI y C_{III-IV}).

2. Músculo dorsal ancho (*m. latissimus dorsi*). Ocupa toda la parte inferior del dorso, rebasando en su porción superior el límite inferior del trapecio por debajo del cual se extiende. *Se inicia* en los procesos espinosos de las cuatro últimas vértebras torácicas (a veces, cinco o seis) y de todas las vértebras lumbares y sacras, así como en la parte posterior de la cresta ilíaca y por cuatro digitaciones (o dientes) en las últimas cuatro costillas. Esas digitaciones se entrecruzan con las digitaciones posteriores del oblicuo externo del abdomen. Desde su origen, las fibras del dorsal ancho (latísimo) se dirigen hacia arriba y lateralmente, en líneas convergentes, y después de abarcar por su borde superior el ángulo inferior de la escápula, van hacia el húmero donde *se insertan en* **la cresta del tubérculo menor** (*crista tuberculi minoris*). En su origen en la región lumbar, los músculos dorsales anchos forman entre sí una amplia fascia, que está unida **a la fascia toracolumbar** (*fascia thoracolumbalis*).

Funciones. Tracción del brazo hacia atrás y hacia abajo, junto con su rotación medial, como ocurre, por ejemplo, cuando un director de orquesta saca el pañuelo del bolsillo posterior del frac. Actuando por medio del húmero, hace mover en la misma dirección el cinturón del miembro superior. Gracias a su inserción en las costillas, si los brazos se encuentran fijos, el músculo puede ampliar el tórax cooperando a la inspiración, y también atraer el tronco hacia los brazos, como ocurre,o por ejemplo, en los ejercicios gimnásticos en la barra o en el trapecio. Gracias a esa atracción del tronco, los monos lanzan el cuerpo de una rama a la otra (braquiación), lo que explica el poderoso desarrollo del músculo dorsal ancho en estos animales y su conservación considerable en el hombre (como un eco de la filogénesis). (Inerv. C_{V-VIII}. N. toracodorsal.)

3. Músculos romboides mayor y menor (*mm. rhomboideus major et mi-*

nor). Se extienden en íntimo contacto uno con el otro, por debajo del trapecio, y tienen la forma de una laminilla romboidea. *Se originan* en los procesos espinosos de las dos últimas vértebras cervicales (el romboides menor) y de las cuatro primeras torácicas (el romboides mayor) y *se insertan* en el borde medial de la escápula, por debajo de la espina escapular.

Funciones. Al contraerse los músculos romboides atraen la escápula hacia la columna vertebral y hacia arriba. Siendo antagonistas del músculo serrato anterior (*m.serratus anterior*), junto con éste fijan el borde medial de la escápula al tórax. (Inerv. C_{IV-V}. N. dorsal de la escápula.)

4. Músculo elevador de la escápula (*m. levator scapulae*). Se inicia en los procesos transversos de las cuatro vértebras cervicales superiores, se dirige hacia abajo y lateralmente y va a *insertarse* en el ángulo superior de la escápula.

Su **función** está definida en su denominación. (Inerv. C_{IV-V}. N. dorsal de la escápula.)

II. Los músculos insertados en las costillas están situados en la tercera capa de los músculos superficiales del dorso, en forma de dos delgadas láminas denominadas **músculos serratos posteriores** (*mm. serrati posteriores*).

1. Músculo serrato posterosuperior (*m. serratus posterior superior*). Está situado en la parte superior del dorso, debajo del romboides. *Se inicia* en los procesos espinosos de las dos últimas vértebras cervicales y las dos primeras torácicas, se dirige oblicuamente hacia abajo y lateralmente y *se inserta* mediante cuatro digitaciones en la cara posterior de las II-V costillas, lateralmente a sus ángulos.

Función. Elevador de las costillas. (Inerv. Th_{I-IV}. Nn. intercostales.)

2. Músculo serrato posteroinferior (*m. serratus posterior inferior*). Se localiza en el mismo plano que el serrato superior, pero con sus fibras en dirección inversa. *Se inicia* en la fascia toracolumbar, en la región de los procesos espinosos de las dos últimas vértebras torácicas y las dos primeras lumbares y *se inserta* mediante cuatro digitaciones en la cara posterior de las IX-XII costillas.

Función. Depresor de las costillas. (Inerv. Th_{IX-XII}. Nn. intercostales.)

MUSCULOS PROFUNDOS DEL DORSO

MÚSCULOS AUTÓCTONOS DEL DORSO

Los músculos autóctonos del dorso (figs. 124, 125) constituyen en cada lado dos tractos musculares longitudinales, lateral y medial, situados en los surcos formados entre los procesos espinosos y transversos y los ángulos de las costillas. En sus capas más profundas, más próximas al esqueleto, están compuestos por músculos cortos, dispuestos segmentariamente entre vértebras aisladas (tracto medial); más superficialmente se encuentran los músculos largos (tracto lateral). Además de eso, en la región cervical superior, por encima de ambos tractos se extiende el músculo esplenio. Estos músculos tienen un origen idéntico de la musculatura dorsal, que en los anfibios consta de una serie de miómeras, pero que a partir de los reptiles sólo una parte de la misma conserva la estructura metamérica, uniendo vértebras aisladas (músculos cortos del tracto medial); la otra parte se fusiona para constituir músculos largos (tracto lateral).

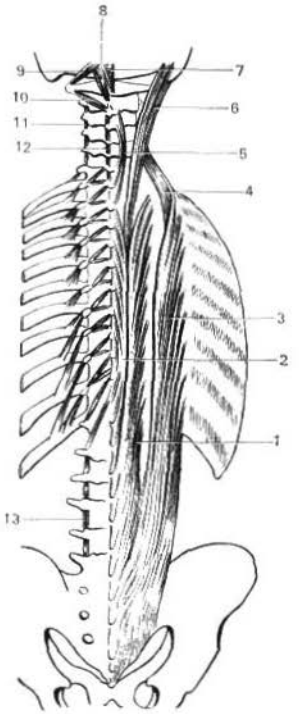


Fig. 125. Músculos profundos del dorso (semiesquemático).

1 — m. longísimo;
2 — m. espinal torácico;
3 — m. iliocostal torácico;
4 — m. iliocostal cervical;
5 — m. espinal cervical;
6 — m. longísimo de la cabeza;
7 — m. recto posterior menor de la cabeza;
8 — m. recto posterior mayor de la cabeza;
9 — m. oblicuo superior de la cabeza;
10 — oblicuo inferior de la cabeza;
11 — mm. intertransversarios;
12 — mm. interespinales;
13 — mm. intertransversarios mediales lumbares.

Músculo esplenio de la cabeza y del cuello (*m. splenius capitis et cervicis*). *Se inicia* en los procesos espinosos de las cinco últimas vértebras cervicales y de las seis primeras torácicas, se dirige hacia arriba y lateralmente, y después la porción cefálica del músculo, el esplenio de la cabeza (*m. splenius capitis*), *se inserta en la mitad lateral de la línea nucal occipital superior y en* la cara externa del proceso mastoideo, mientras que la porción cervical, el **esplenio del cuello** (*m. splenius cervicis*), *se inserta* en los procesos transversos de las segunda y tercera vértebras cervicales.

Funciones. En la contracción aislada de un solo esplenio, la cabeza gira hacia el lado del músculo en contracción, y al contraerse los dos esplenios, la cabeza y el cuello se flexionan hacia atrás.

Tracto lateral. Es característica del mismo la inserción de los músculos en los procesos transversos de las vértebras y en las costillas o sus rudimentos.

1. Músculo erector espinal (*m. erector spinae*) (del lat. *spina*, columna vertebral). Constituye la masa principal de la musculatura autóctona del dorso y *se inicia* en el sacro, en los procesos espinosos de las vértebras lumbares, en la cresta ilíaca y en la fascia toracolumbar. De aquí el músculo se extiende hasta el occipucio, dividiéndose en tres partes, de acuerdo con sus *inserciones*:

a) inserción en las costillas—**músculo iliocostal** (*m. iliocostalis*) (parte lateral del erector espinal). Consta de tres porciones: la lumbar, que termina en los procesos transversos de las vértebras lumbares superiores y en los ángulos de las costillas inferiores; la torácica, insertada en los ángulos de las costillas superiores (VI-V) y cervical, que se inserta en los procesos transversos de las vértebras cervicales inferiores;

b) inserción en los procesos transversos—**músculo longísimo** (*m. longissimus*) (porción media del m. erector espinal). Consta de 4 porciones (lumbar, torácica, cervical y cefálica) y termina en los procesos transversos de todas las vértebras torácicas y de las cervicales superiores, en las costillas (II-XII) y en el proceso mastoideo (porción cefálica);

c) inserción en los procesos espinosos—**músculo espinoso** (*m. espinalis*) (parte medial del erector espinal). Termina en los procesos espinosos de las vértebras torácicas (II-VIII) y cervicales (II-IV).

2. Al tracto lateral pertenecen los fascículos aislados dispuestos entre los procesos transversos de dos vértebras vecinas; están más desarrollados en las porciones más móviles de la columna vertebral, la cervical (mm. intertransversos posteriores cervicales) y la lumbar (mm. intertransversos mediales lumbares).

Tracto medial. Los músculos de este tracto se encuentran debajo del lateral y están compuestos de fascículos aislados que se extienden oblicuamente desde los procesos transversos de las vértebras, situadas por debajo, hacia los procesos espinosos de las vértebras, situadas por encima, por lo cual recibieron la denominación de transversos espinales o **músculos transversos.** Se extienden desde el sacro hasta el occipital y están situados en tres capas, diferenciándose por la profundidad de su localización y por el número de vértebras que abarcan. Cuanto más superficial es el músculo, tanto más rectilíneo y largo es el trayecto de sus fibras, y tanto mayor es el número de vértebras a través de las cuales se extienden. En correspondencia con eso se distinguen: la capa superficial, **el músculo semiespinoso** (*m. semispinalis*), cuyos fascículos se extienden entre cada 5-6 vértebras; la capa media, **los músculos multífidos** (*mm. multifidi*), cuyos fascículos abarcan 3-4 vértebras; y la capa profunda, **los músculos rotatorios del dorso** (*mm. rotatores*), que se extienden entre vértebras alternas o contiguas. Al tracto medial pertenecen también los fascículos musculares situados entre los procesos espinosos de las vértebras vecinas, **los mm. interespinales,** los cuales se evidencian exclusivamente en las porciones de mayor movilidad de la columna vertebral, es decir, en las porciones cervical y lumbar. En la porción torácica estos músculos no existen. Entre el sacro y el cóccix hay un vestigio de los mismos, representado por **el músculo sacrococcígeo posterior.**

En el lugar de mayor movilidad de la columna, en la articulación con el occipital, el músculo transversoespinal alcanza un desarrollo especial; aquí está compuesto de 4 músculos pares—dos oblicuos y dos rectos—situados por detrás de la articulación atlantooccipital, debajo de los músculos semiespinal y longísimo.

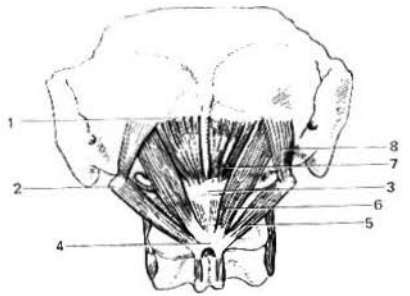


Fig. 126. Músculos profundos de la región de la nuca.

1 — línea nucal inferior;
2 — proceso transverso del atlas;
3 — tubérculo posterior del atlas;
4 — proceso espinoso del axis;
5 — m. oblicuo inferior de la cabeza;
6 — m. recto posterior mayor de la cabeza;
7 — m. recto posterior menor de la cabeza;
8 — m. oblicuo superior de la cabeza.

Los músculos oblicuos se distinguen uno del otro por la altura y localización y se dividen en superior e inferior. **El oblicuo superior de la cabeza** (*m. obliquus capitis superior*) se inserta en el proceso transverso del atlas y en el occipital, por debajo de la línea nucal inferior. **El oblicuo inferior de la cabeza** (*m. obliquus capitis inferior*) se extiende desde el proceso espinoso del axis hasta el proceso transverso del atlas (fig. 126). **Los músculos rectos** se diferencian entre sí por su longitud y se dividen en mayor y menor. **El músculo recto posterior mayor de la cabeza** (*m. rectus capitis posterior mayor*) va desde el proceso espinoso del axis hacia una prominencia occipital situada por debajo de la línea nucal inferior. **El recto posterior menor de la cabeza** (*m. rectus capitis posterior minor*) se inserta en esa misma línea y en el tubérculo posterior del atlas. Estos músculos actúan sobre las articulaciones atlantooccipital y atlantoaxiales. Con su contracción unilateral participan en los movimientos rotatorios de la cabeza, y con su contracción conjunta, en la flexión de la cabeza hacia atrás.

La función conjunta de los músculos propios (autóctonos) del dorso consiste en mantener erguido el tronco. Gracias a sus particularidades de inserción, a base de múltiples fascículos o digitaciones fijados en distintos puntos óseos, se consigue la distribución de la fuerza muscular sobre un área muy extensa. Al contraerse en todas sus partes y en ambos lados provocan la extensión general de la columna, y al actuar por segmentos aislados provocan la extensión entre vértebras aisladas. Al contraerse en un solo lado, esos mismos músculos inclinan la columna vertebral y conjuntamente con ella, todo el tronco hacia el lado de la contracción. Los fascículos oblicuos de los músculos propios del dorso, rotatorios y multífidos, provocan la rotación de la columna vertebral. Los segmentos musculares superiores, cercanos al cráneo, participan según sus lugares de inserciones en los diversos movimientos de la cabeza, según describimos anteriormente. Los músculos profundos del dorso participan, además, en los movimientos respiratorios. La parte inferior del músculo iliocostal hace descender las costillas, mientras que su parte superior provoca su elevación. Debe indicarse que el músculo erector espinal se contrae no sólo durante la extensión de la columna, sino también

durante la flexión del tronco, con el fin de contrarrestar la fuerza de gravedad que provocaría su caída.

La inervación depende de los ramos posteriores de los nervios espinales, cervicales, torácicos y lumbares.

MÚSCULOS PROFUNDOS DEL DORSO DE ORIGEN VENTRAL

1. **Músculos elevadores de las costillas** (*mm. levatores costarum*). Son fascículos musculares de los músculos intercostales externos, desplazados hacia la columna vertebral. Ellos existen solamente en la región dorsal y se encuentran por debajo del músculo erector espinal. Cada fascículo parte de un proceso transverso (a partir de la VII vértebra cervical, terminando en la XI torácica) y se inserta en la costilla inmediata inferior. Aparte de los fascículos cortos, los **músculos elevadores breves de las costillas** (*mm. levatores costarum breves*), en la parte inferior de la región torácica se encuentran también fascículos largos, **los músculos elevadores largos de las costillas** (*mm. levatores costarum longi*), que se insertan en la costilla subsiguiente. A pesar de su denominación, la acción elevadora de estos músculos es de poca consideración; su actividad principal es participar en la inclinación de la columna hacia los lados. Su inervación procede de los nn. intercostales.

2. En el grupo de músculos de origen ventral se incluyen también restos de músculos intercostales, en forma de fascículos musculares situados entre los rudimentos de costillas (tubérculos anteriores) de las vértebras cervicales, **músculos intertransversarios cervicales anteriores** (*mm. intertransversarii anteriores cervicis*) y entre los procesos transversos de las vértebras lumbares, **músculos intertransversarios lumbares laterales** (*mm. intertransversarii lateralis lumborum*).

FASCIAS DEL DORSO

La cara externa de los músculos trapecio y dorsal ancho está cubierta por una delgada fascia superficial, más engrosada en la región posterior del cuello, **fascia nucal** (*fascia nuchae*). Además de esta fascia existe otra situada más profundamente, que aísla la musculatura propia del dorso de los músculos extendidos superficialmente (fascia profunda o fascia propia del dorso). Esta se denomina **fascia toracolumbar** (*fascia thoracolumbalis*). En ella se distinguen dos hojas: una superficial o posterior y otra profunda o anterior. *La hoja superficial* se extiende desde la pelvis hasta la cabeza. Por arriba, en la región del músculo serrato posterior superior, la hoja superficial es muy delgada; en cambio, por abajo está intensamente desarrollada, fusionándose íntimamente con la fascia del músculo dorsal ancho; medialmente se inserta en los procesos espinosos y lateralmente en las costillas. *La hoja profunda* de la fascia toracolumbar se inicia en los procesos transversos de las vértebras lumbares y se extiende exclusivamente por el espacio comprendido entre la XII costilla y la cresta ilíaca, a los que está insertada por arriba y por abajo.

Dirigiéndose lateralmente, la hoja profunda cubra la cara anterior del músculo erector espinal, y por el borde lateral de este último se fusiona con la hoja superficial. De este modo los músculos profundos se encuentran incluidos dentro de una vaina osteofibrosa cerrada, y la porción inicial del músculo erector espinal, en una vaina fibrosa.

MÚSCULOS DE LA PARTE VENTRAL DEL TRONCO

La musculatura ventral de los vertebrados inferiores se extiende sin interrupción por el lado abdominal del cuerpo. En los vertebrados superiores está diferenciada en 4 regiones: cervical, torácica, abdominal y caudal.

En el hombre, debido a la marcha bípeda, la más desarrollada de estas cuatro regiones es la musculatura abdominal (véanse figs. 124, *b* y 128). En el cuello, la musculatura ventral está representada por los músculos que se insertan en el hueso hioideo y también por los escalenos y los prevertebrales; en la región torácica por los músculos intercostales, el transverso torácico y el diafragma; en la región abdominal por los músculos oblicuos, transversos y rectos abdominales, así como por el músculo cuadrado lumbar; en la región caudal la musculatura está reducida, debido a la reducción de la cola.

La musculatura propia del tronco, procedente de las expansiones ventrales de los miotomas, a pesar de su diversa diferenciación regional conserva, en general, un mismo tipo estructural. En el desarrollo completo de la musculatura ventral puede distinguirse, ante todo, la parte lateral (músculos anchos) compuesta corrientemente de tres capas; y después, una zona anterior (músculos rectos) extendida longitudinalmente desde la pelvis hasta la cabeza, por los lados de un tabique medio de tejido conjuntivo (línea blanca). En el hombre, este tipo estructural presenta su mayor relieve en la región del abdomen, donde existe una musculatura lateral bien desarrollada (los músculos oblicuo y transverso del abdomen) y una musculatura recta anterior (m. recto abdominal); en el tórax faltan los músculos anteriores (rectos), debido al desarrollo del esternón, mientras que en el cuello vuelven a encontrarse (músculos insertados en el hueso hioideo).

La musculatura lateral del abdomen no presenta segmentación, pero en el tórax se conservó la segmentación metamérica primitiva en forma muy manifiesta, gracias a la existencia de costillas situadas a lo largo de los mioseptos de los miotomas (mm. intercostales). En el cuello, la musculatura lateral se transformó en los tres músculos escalenos. Como ya se indicó, también en la musculatura recta se conservan huellas de segmentación metamérica (septos intersticiales tendinosos). Además, en algunos lugares ciertas zonas de musculatura ventral se desplazan hacia atrás, sobre la cara anterior de la columna vertebral (músculos prevertebrales) o por los lados (m. cuadrado lumbar), llegando incluso hasta la cara posterior de la columna, donde entra en la constitución de la musculatura espinal ya descrita (pág. 301).

Los músculos prevertebrales están desarrollados en la extremidad cefálica del tronco (en el cuello); los músculos análogos de la extremidad caudal están destinados en el hombre a la formación del suelo muscular de la pelvis (músculos elevador del ano y coccígeo, que se describen en el capítulo de esplacnología). En la composición de la musculatura ventral entra, además, un músculo especial, que sólo existe en los mamíferos. Es el diafragma, derivado de los músculos cervicales desplazados hacia abajo, hacia el extremo inferior del tórax, en los límites con la cavidad abdominal. Finalmente, por encima de la musculatura ventral, en algunos lugares se disponen músculos adventicios, derivados de los arcos viscerales y partes de los músculos de los miembros.

MÚSCULOS DEL TÓRAX

La musculatura del tórax se divide en músculos que tuvieron su origen en la superficie del tórax, dirigiéndose hacia el cinturón y el miembro superior, y en músculos propios del tórax, que entran en la constitución de las paredes de la cavidad torácica.

1. *Músculos del tórax relacionados con el miembro superior:* **m. pectoral mayor, m. pectoral menor, m. subclavio y m. serrato anterior.** Los dos primeros son aferentes, los dos últimos son eferentes. Su inervación es a expensas de los ramos del plexo braquial.

2. Músculos propios del tórax: **mm. intercostales, externos e internos; mm. subcostales y m. transverso del tórax.**

Están inervados por los nn. intercostales.

Además, aquí describiremos el diafragma (septo toracoabdominal), que limita la cavidad torácica por abajo, aislándola de la cavidad abdominal. Por su origen, el diafragma corresponde al cuello y por eso su inervación procede, en lo primordial, del plexo cervical (n. frénico, C_{III-V}).

MÚSCULOS DEL TÓRAX RELACIONADOS CON EL MIEMBRO SUPERIOR

1. Músculo pectoral mayor (*m. pectoralis major*) (fig. 124, *b*). *Se inicia* en la mitad medial de la clavícula **(porción clavicular)**, en la cara anterior del esternón y en los cartílagos de las II-VII costillas **(porción esternocostal)** y, finalmente, en la hoja anterior de la vaina del músculo recto abdominal **(porción abdominal)**. Las fibras del músculo van en dirección lateral, se juntan y *se insertan* mediante un tendón corto en la parte anterior de **la cresta del tubérculo mayor** del húmero (*crista tuberculi majoris*). El borde lateral del músculo está aplicado al borde del deltoides, hallándose separado del mismo por el surco deltoideopectoral (*sulcus deltoideopectoralis*), el cual se ensancha hacia arriba por debajo de la clavícula, condicionando la formación de una pequeña fosa, la fosa subclavicular.

Funciones. Provoca la aducción del brazo hacia el tronco y su rotación medial; su porción clavicular eleva el brazo hacia delante. Con los miembros superiores fijos puede elevar las costillas con el esternón, cooperando de tal *modo al acto de la inspiración.* (*Inervación* C_{V-VIII}. Nn. pectorales, medial y lateral.)

2. Músculo pectoral menor (*m. pectoralis minor*). Está situado por debajo del pectoral mayor, *se inicia* por cuatro digitaciones en las II-V costillas y *se inserta* en el proceso coracoideo de la escápula.

Funciones. Al contraerse, atrae la escápula hacia adelante y hacia abajo. Con los brazos fijos actúa como músculo inspirador. (Inervación $C_{VII-VIII}$. Nn. pectorales, medial y lateral.)

3. Músculo subclavicular (*m. subclavius*). Es muy pequeño, se extiende entre la clavícula y la I costilla.

Funciones. Refuerza la articulación esternoclavicular, ejerciendo una acción *depresora de la clavícula en dirección medial.* (*Inerv.* C_{V-VI}. N. subclavio.)

4. Músculo serrato anterior (*m. serratus anterior*). Está situado sobre la cara de la caja torácica, en su pared lateral. El músculo *se inicia* corrientemente con 9 digitaciones en las nueve costillas superiores y *se inserta* en el

borde medial de la escápula. Las digitaciones inferiores se alternan con las digitaciones iniciales del oblicuo externo del abdomen, situadas en la pared lateral del tórax.

Funciones. Con el romboides, insertado también en el borde medial de la escápula, constituye una extensa asa muscular que abarca el tronco, presionando a la escápula hacia el mismo. Por su contracción total y conjunta con los músculos espinales (romboides y trapecio), el serratoanterior inmoviliza la escápula, traccionándola hacia delante. La parte inferior del músculo hace girar el ángulo inferior de la escápula hacia delante y lateralmente, como ocurre al levantar el brazo por encima del nivel horizontal. Las digitaciones superiores mueven la escápula y la clavícula hacia delante, siendo antagonistas de las fibras medias del trapecio. (Inerv. $C_{V\text{-}VII}$. N. torácico largo.)

MÚSCULOS AUTÓCTONOS DEL TÓRAX

1. Músculos intercostales externos (*mm. intercostales externi*). Llenan los espacios intercostales desde la columna vertebral hasta los cartílagos costales. *Se inician* en el borde inferior de cada costilla y se dirigen oblicuamente hacia abajo y lateralmente, *insertándose* en el borde superior de la costilla subyacente. Entre los cartílagos costales, los músculos están sustituidos por laminillas fibrosas, con dirección idéntica de las fibras, las membranas intercostales externas. (Inerv. $Th_{I\text{-}XI}$. Nn. intercostales.)

2. Músculos intercostales internos (*mm. intercostales interni*). Están situados debajo de los externos, la disposición de sus fibras es inversa en comparación con los primeros, cruzándose en ángulo con las mismas. *Iniciándose* en el borde superior de cada costilla, se dirigen hacia arriba y adelante, *insertándose* en la costilla suprayacente. Contrariamente a los externos, los músculos intercostales internos se extienden hasta el esternón, situándose entre los cartílagos intercostales. En dirección posterior, los intercostales internos llegan solamente hasta los ángulos de las costillas. En su sustitución entre los extremos posteriores de las costillas, se encuentra la membrana intercostal interna. (Inerv. $Th_{I\text{-}XI}$. Nn. intercostales.)

3. Músculos subcostales (*mm. subcostales*). Son delgados fascículos musculares situados en la cara interna de la parte inferior del tórax, en la región de los ángulos costales, y con la misma dirección de las fibras de los músculos intercostales internos, pero extendiéndose a través de una o dos costillas. (Inerv. $Th_{VIII\text{-}XI}$ Nn. intercostales).

4. Músculo transverso del tórax (*m. transversus thoracis*). Está situado en la cara interna de la caja torácica, en su región anterior, constituye una prolongación del músculo transverso del abdomen. (Inerv. $Th_{III\text{-}VI}$. Nn. intercostales.)

Funciones. Los músculos intercostales externos, siendo elevadores de las costillas, provocan la ampliación del tórax en ambas direcciones, anteroposterior y transversal, por lo que son músculos inspiradores que actúan durante la respiración normal, habitual. En la inspiración forzada participan también otros músculos capaces de tirar de las costillas hacia arriba **(mm. escalenos, m. esternocleidomastoideo, mm. pectorales mayor y menor** y otros), a condición de que sus otros puntos movibles de inserción se encuentren totalmente inmovilizados, como hacen, por ejemplo, instintivamente los enfermos que padecen de disnea. El descenso del tórax, durante los movimien-

tos de espiración, transcurre principalmente por la fuerza de elasticidad de los pulmones y del propio tórax.

Según algunos autores, en la espiración normal participan **los músculos intercostales internos.** En la espiración forzada participan también **los mm. subcostales, el m. transverso del tórax**, y otros músculos, que hacen descender las costillas **(músculos abdominales)**.

DIAFRAGMA

El diafragma (*diaphragma*) (fig. 127) está representado por un músculo plano y delgado, **el m. frénico**, de forma abovedada, cubierto por arriba y por abajo por fascias y membranas serosas. Sus fibras musculares, iniciándose en todo el perímetro de la apertura inferior del tórax, se dirigen hacia arriba, continuándose en una expansión tendinosa que ocupa el centro del músculo, denominado **centro tendinoso** (*centrum tendineum*). Por el lugar de origen de las fibras, en la porción muscular del diafragma se distinguen tres porciones: lumbar, costal y esternal.

La porción lumbar (*pars lumbalis*), la más sólida, está compuesta de dos **pilares**: derecho e izquierdo (*crus dextrum et sinistrum*). Ambos pilares *se inician* por un tendón largo en la cara anterior del cuerpo de las I-IV vértebras lumbares (el pilar izquierdo algo más arriba que el derecho) y por dos ligamentos tendinosos originados en un engrosamiento de la fascia toracolumbar. Uno de esos ligamentos, **el arqueado medial** (*lig. arcuatum mediale*), pasa por encima del **músculo psoas mayor**, hallándose extendido desde el cuerpo de la I o II vértebra lumbar hacia su proceso transverso; el segundo, **el ligamento arqueado lateral** (*lig. arcuatum laterale*), se extiende sobre **el músculo cuadrado lumbar**, desde el proceso transverso de la I vértebra lumbar hacia la extremidad libre de la XII costilla.

Ambos pilares dejan entre ellos y la columna vertebral un espacio intermedio triangular, **el hiato aórtico** (*hiatus aorticus*), a través del cual pasa la aorta junto con **el conducto torácico** (*ductus thoracicus*), situado detrás de la misma. El borde de ese orificio está rodeado por una cintilla tendinosa, gracias a la cual la contracción del diafragma no repercute en el calibre de la aorta. Dirigiéndose hacia arriba, los pilares coinciden por delante del hiato aórtico y luego, algo a la izquierda y por encima de éste, vuelven a separarse formando otro orificio, **el hiato esofágico** (*hiatus esophageus*), a través del cual pasa el esófago junto con los dos nervios vagos. El hiato esofágico está bordeado por fascículos musculares que desempeñan el papel de esfínter, regulador del paso de los alimentos por el esófago. Entre los fascículos musculares de cada uno de los pilares del diafragma se forman fisuras a través de las cuales pasan los nervios esplácnicos, **la vena ácigos** (a la izquierda, **la vena hemiácigos**) y el tronco simpático.

La porción costal (*pars costalis*) *se inicia* en la cara interna de los cartílagos de las VII-XII costillas por fascículos aislados que alternan con las digitaciones iniciales del transverso del abdomen y luego se dirige hacia arriba, encorvándose hacia el lado del centro tendinoso.

La porción esternal (*pars sternalis*) es la más pequeña de todas las porciones del diafragma y está constituida por algunos fascículos cortos que parten de la cara posterior del proceso xifoideo del esternón hacia el centro tendinoso. Entre los fascículos esternales y los costales del diafragma, cerca del

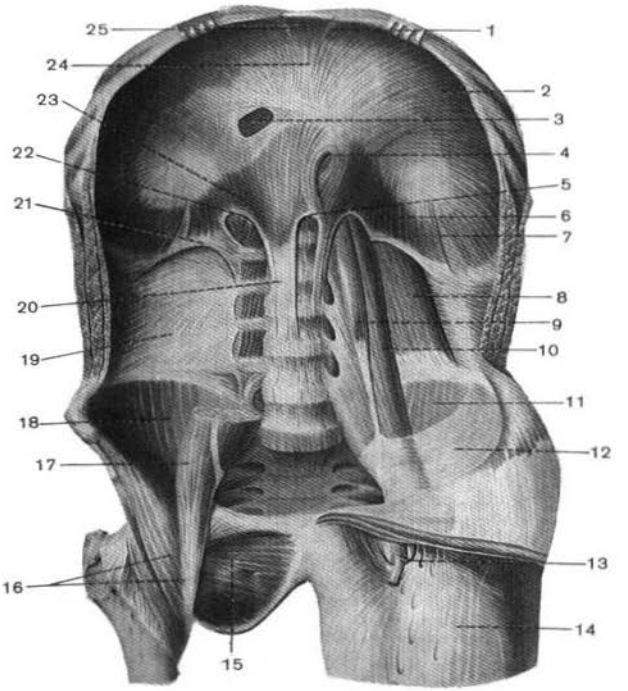


Fig. 127. Diafragma y músculos de la pared posterior del abdomen (a la derecha ha sido extirpado el m. cuadrado lumbar y parcialmente, los mm. psoas mayor y menor. Según R. Sinélnikov).

1 — trigono esternocostal;
2 — porción costal del diafragma;
3 — orificio de la vena cava;
4 — hiato esofágico;
5 — hiato aórtico;
6 — pilar izquierdo del diafragma;
7 — trigono lumbocostal;
8 — m. cuadrado lumbar;
9 — m. psoas menor;
10 — m. psoas mayor;
11, 18 — m. ilíaco;
12 — fascia ilíaca;
13 — hiato safeno;
14 — fascia lata;
15 — m. obturador externo;
16 — m. iliopsoas;
17 — m. psoas mayor;
19 — fascia toracolumbar (hoja profunda);
20 — pilar derecho del diafragma;
21 — lig. arqueado lateral;
22 — lig. arqueado medial;
23 — porción lumbar del diafragma (pilar derecho);
24 — centro tendinoso del diafragma;
25 — porción esternal del diafragma.

esternón, hay una doble fisura triangular, el **trígono esternocostal** (*trigonum sternocostale*), por el que pasa el extremo inferior de la arteria torácica interna (a. epigástrica superior).

Otra fisura par, de mayores dimensiones, **el trígono lumbocostal** (*trigonum lumbocostale*), está situada entre la porción costal y la lumbar. Esta fisura, que corresponde a la comunicación existente durante la vida embrionaria entre las cavidades torácica y abdominal, está cubierta por arriba por la pleura y la fascia endotorácica, y por abajo, por la fascia subperitoneal, tejido retroperitoneal y peritoneo. A través de esas fisuras pueden formarse las llamadas hernias diafragmáticas. A la región del trígono lumbocostal se aplican las caras posteriores de los riñones y de las glándulas suprarrenales, envueltas en una cápsula adiposa. El centro tendinoso del diafragma tiene la forma de una hoja de trébol contres foliolos. Su superficie presenta una brillantez cristalina, debido a lo cual antiguamente se la denominaba **espejo** (*speculum*) **de Helmont**. Algo por detrás y a la derecha de la línea media del centro tendinoso se encuentra un orificio en forma de cuadrilátero, **el orificio de la vena cava** (*foramen venae cavae*), que da paso a la vena cava inferior. Como dijimos, el diafragma tiene una forma abovedada, pero la altura de la cúpula no es idéntica en ambos lados: la parte derecha, presionada por abajo por el voluminoso hígado, tiene un abombamiento más pronunciado que la izquierda.

Funciones. El diafragma se contrae en la inspiración, con lo que su cúpula se aplana y el diafragma desciende. Gracias a este descenso se logra un aumento de la cavidad torácica en dirección vertical, lo que tiene lugar durante la inspiración. (Inerv. C_{III-V}. N. frénico, VII-XII nervios intercostales, plexo solar.)

FASCIAS DEL TÓRAX

La cara anterior del pectoral mayor está cubierta por **la hoja superficial de la fascia pectoral** (*fascia pectoralis*), que por el lado medial se continúa con el periostio del esternón; por arriba, con el periostio de la clavícula, y lateralmente, con **la fascia deltoidea**. En las mujeres, esta hoja fascial separa el músculo de la glándula mamaria. Por detrás del pectoral mayor se encuentra **la hoja profunda** de la fascia pectoral, más manifiesta, alcanzando su mayor densidad en la región del **trígono clavipectoral** (*trigonum clavipectorale*), por lo que se destaca con la denominación de **fascia clavipectoral**. Desdoblándose y volviendo a unirse, la hoja profunda de la fascia pectoral envuelve el músculo subclavio y el pectoral menor. Las hojas superficial y profunda se juntan en dos lugares: 1) en **el surco deltoideopectoral** (*sulcus deltoideopectoralis*) y 2) en el borde inferior del pectoral mayor, donde la fascia superficial se continúa con **la fascia axilar** (*fascia axillaris*). Esta última constituye el fondo de la fosa axilar, por cuyo perímetro se extiende hacia los músculos vecinos, formando en el centro una excavación profunda junto con la piel que la cubre, la fosa axilar, visible exteriormente. Aparte de la fascia pectoral, la cavidad torácica está cubierta por dentro por la fascia endotorácica, que se continúa también en el diafragma en forma de una capa de tejido conjuntivo muy delgada.

MÚSCULOS DEL ABDOMEN

Los músculos abdominales ocupan el espacio comprendido entre el perímetro de la apertura inferior del tórax y el borde superior de la pelvis. Éstos envuelven la cavidad abdominal, formando sus paredes.

1. Músculos laterales: **los músculos oblicuo externo del abdomen** (*m. obliquus externus abdominis*), **oblicuo interno del abdomen** (*m. obliquus externus abdominis*), y **transverso del abdomen** (*m. transversus abdominis*).
2. Músculos anteriores: **los músculos rectos del abdomen** (*m. rectus abdominis*) y **piramidal** (*m. pyramidalis*).
3. Músculos posteriores: **el músculo cuadrado lumbar** (*m. quadratus lumborum*).

Los músculos abdominales pertenecen exclusivamente a la musculatura propia ventral de esa región y están inervados por los nervios intercostales (V-XII) y por los ramos superiores del plexo lumbar.

MÚSCULOS LATERALES

Se presentan como tres amplias capas musculares situadas una encima de la otra y cuyas expansiones tendinosas, creando una vaina para el músculo recto, se unen en la línea media abdominal, dando lugar a la formación de **la línea alba** fig. 128).

1. Músculo oblicuo externo del abdomen (*m. obliquus externus abdominis.*). Es el más superficial de los tres músculos anchos del abdomen. *Se inicia* en la cara lateral del tórax, desde las ocho costillas inferiores, mediante ocho digitaciones cuyas fibras se dirigen hacia abajo y medialmente. Esta extensa área de origen del músculo, así como su más baja inserción, en comparación con los cuadrúpedos, están condicionadas por el refuerzo de la musculatura del miembro superior, que en los monos antropoides sirve de medio para trasladar el cuerpo de un árbol a otro, y que en el hombre es un órgano de trabajo. La necesidad de un punto de apoyo resistente para los músculos del miembro superior provocó la ampliación y el alargamiento del tórax con el desplazamiento de los músculos oblicuo y el recto originados en su borde inferior. Las fibras del músculo oblicuo externo son como una continuación de los intercostales externos y tienen la misma dirección oblicua, de arriba abajo y de atrás adelante. Eso se explica por el hecho de que durante la filogenia, a medida que fueron desapareciendo las costillas, los intercostales fueron fusionándose entre sí para constituir una sola capa muscular compacta. Los fascículos posteriores del oblicuo se *insertan* en la cresta ilíaca. Las fibras restantes se continúan en una ancha aponeurosis que, pasando por delante del m. recto y por la línea media abdominal, **línea alba**, se une con la fascia idéntica del otro lado.

El borde inferior libre de la aponeurosis del oblicuo externo se extiende entre la espina ilíaca anterosuperior y el tubérculo del pubis, encorvándose hacia dentro en forma de canal. Este borde, desprendido mentalmente del resto de la expansión tendinosa se denomina **ligamento inguinal** (*ligamento de Poupart*). En los primates, el ligamento inguinal refuerza la pared inferior del abdomen y el canal inguinal, teniendo también importancia para la erección (Hobbs, 1962). En el hombre se destaca únicamente como pared inferior del canal inguinal (véase pág. 315).

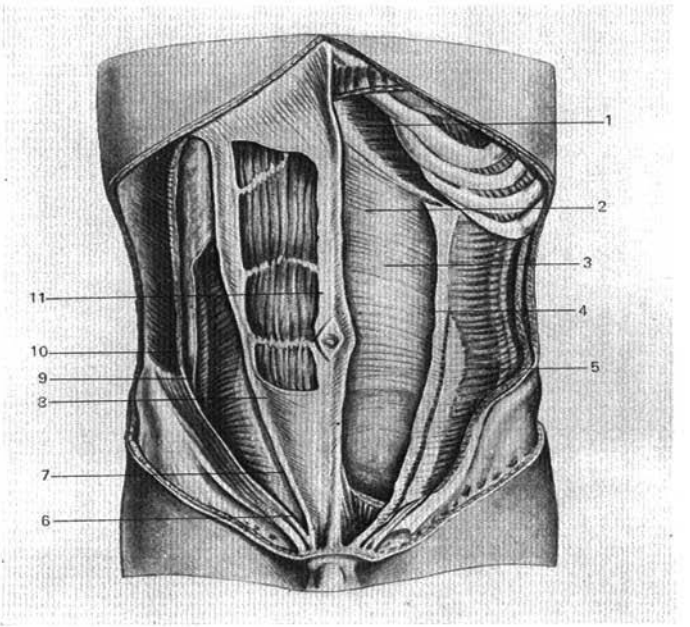


Fig. 128. Músculos del abdomen.

1 — vaina del m. recto del abodmen (pared anterior);
2 — m. recto del abdomen;
3 — intersección tendinosa;
4 — m. oblicuo interno del abdomen;
5 — m. oblicuo externo del abdomen;
6 — m. piramidal;
7 — fascia transversa;
8 — línea arqueada;
9 — aponeurosis del m. transverso del adbomen;
10 — m. transverso del abdomen;
11 — línea alba abdominal.

En el lugar de inserción medial del ligamento sus elementos fibrosos giran hacia abajo, hacia la espina del pubis, constituyendo **el ligamento lacunar** (*ligamento de Gimbernat*). En la parte medial del ligamento inguinal, en la aponeurosis del oblicuo externo, se encuentra una hendidura triangular, el orificio superficial (subcutáneo) del canal inguinal, **anillo inguinal superficial** (*anulus inguinalis superficialis*), en el cual nos detendremos más detalladamente al describir el canal inguinal. Por detrás del borde posterior de la parte carnosa del oblicuo externo, entre éste y el origen del dorsal ancho, se forma un pequeño espacio triangular, **el triángulo lumbar** (*trigonum lumbale*), limitado por abajo por la cresta ilíaca. El fondo de este triángulo está constituido por el oblicuo interno del abdomen. La cara exterior del oblicuo externo

está cubierta por una delgada hoja de fascia que se continúa en la aponeurosis del músculo, fusionándose con la misma íntimamente. Por encima de esta hoja, en la región hipogástrica, se encuentra todavía la fascia superficial perteneciente a la capa profunda del tejido subcutáneo; ésta se inserta por abajo en el ligamento inguinal. (Inerv., $Th_{V\text{-}XII}$ y L_1. Nn. intercostal, iliohipogástrico e ilioinguinal.)

2. Músculo oblicuo interno del abdomen (*m. obliquus internus abdominis*). Está situado por dentro del precedente. *Se inicia* por atrás en la fascia toracolumbar, luego en la cresta ilíaca y en los dos tercios laterales del ligamento inguinal. La dirección de sus fibras es en conjunto ascendente, o mejor dicho, en abanico. Los fascículos posteriores del músculo, dirigiéndose hacia arriba, *se insertan* en el borde inferior de las XII, XI y X costillas. La continuación de los mismos entre las costillas está representada por los músculos intercostales internos. Los fascículos anteriores del oblicuo interno se continúan en una ancha aponeurosis que en el borde lateral del recto se desdobla en dos hojas que participan en la formación de la vaina de dicho músculo (véase más adelante). Por el lado medial del músculo recto, en la línea alba, la aponeurosis se *une con* la aponeurosis homóloga del lado opuesto. El músculo oblicuo interno del abdomen, por sus caras externa e interna, está cubierto por hojas de fascia. (Inerv. $Th_{V\text{-}VII}$ y L_1. Nn. intercostales X-XII, iliohipogástrico e ilioinguinal.)

3. Músculo transverso del abdomen (*m. transversus abdominis*). Es el más profundo y delgado de todos los músculos anchos del abdomen. *Se inicia* en la cara interna de las seis últimas costillas. Por encima del diafragma se continúa en el músculo transverso torácico. Por debajo y atrás el músculo se inicia también en la hoja profunda de la fascia toracolumbar, y finalmente, en su extremo inferior, en la cresta ilíaca y en los dos tercios laterales del ligamento inguinal. Desde esos puntos de origen las fibras del músculo se dirigen transversalmente hacia delante y a la línea media, continuándose en una amplia fascia que se dirige hacia la línea alba, en su porción superior por detrás del recto del abdomen, y en su porción inferior por delante de dicho músculo. En muchos mamíferos este músculo tiene un desarrollo más poderoso y está capacitado para elevar los testículos desde el escroto a la cavidad del cuerpo. En el hombre, desde los músculos oblicuo interno y transverso parte hacia el testículo un pequeño fascículo muscular rudimentario que levanta el testículo, **el musculo cremáster**. Por su cara interna, dirigida a la cavidad abdominal, el transverso del abdomen está cubierto por **la fascia del transverso** (*fascia transversalis*), que no es más que una parte de **la fascia** común **subperitoneal**. Esta última tapiza toda la cara interna de las paredes abdominales, cambiando en determinados lugares de denominación, de acuerdo con la región donde está situada: **fascia transversa**, **fascia ilíaca**, **fascia pelviana**, etc. (Inerv. $Th_{V\text{-}XII}$ y L_1. Nn. intercostales V-XII, iliohipogástrico e ilioinguinal.)

MÚSCULOS ANTERIORES DEL ABDOMEN

1. Músculo recto del abdomen (*m. rectus abdominis*) (véase fig. 128)) Músculo par, situado a ambos lados de la línea alba, está compuesto de fascículos musculares longitudinales en dirección vertical. *Se inicia* en la cara anterior de los V, VI, y VII cartílagos costales y del proceso xifoideo del

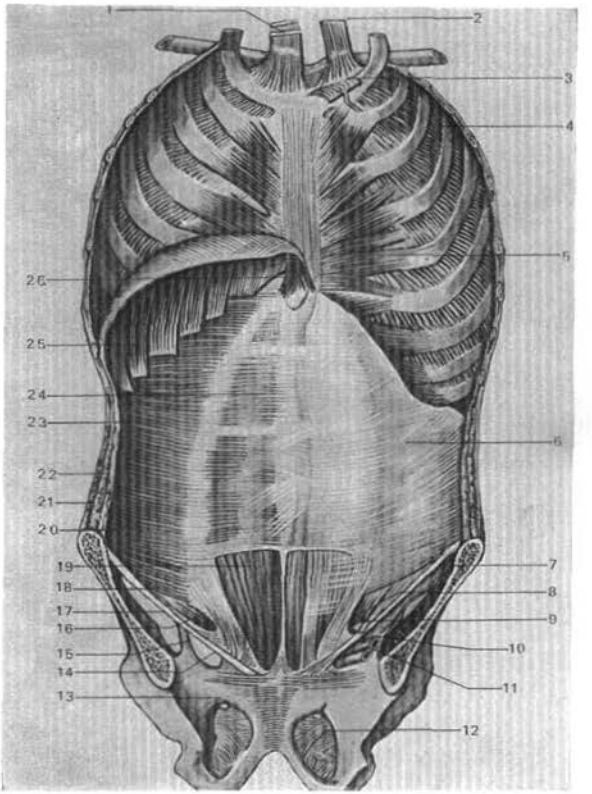


Fig. 129. Músculos y fascias del tronco (pared anterior del tórax y del abdomen, por su lado interno. Según R. Sinélnikov).

1, 2, 3 — músculos del cuello;
4 — mm. intercostales internos;
5 — m. transverso torácico;
6 — fascia transversa;
7 — m. ilíaco;
8 — anillo inguinal profundo;
9 — funículo espermático;
10 — a. ilíaca externa;
11 — v. ilíaca externa;
12 — membrana obturadora;
13 — canal obturador;
14 — laguna de los vasos;
15 — arco iliopectíneo;
16 — m. cremáster;
17 — laguna muscular;
18 — lig. inguinal;
19 — m. recto del abdomen;
20 — m. transverso abdominal;
21 — m. oblicuo externo del abdomen;
22 — m. oblicuo interno del abdomen;
23 — m. transverso abdominal;
24 — vaina del recto del abdomen (pared posterior);
25 — diafragma (porción costal);
26 — diafragma (porción esternal).

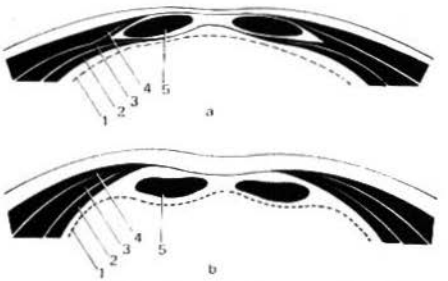


Fig. 130. Esquema de un corte horizontal a través de la vaina del m. recto del abdomen.

a — región supraumbilical;
b — región infraumbilical;
1 — fascia transversa;
2 — músculo transverso abdominal;
3 — m. oblicuo interno del abdomen;
4 — m. oblicuo externo del abdomen;
5 — m. recto del abdomen.

esternón; después, estrechándose paulatinamente va hacia abajo y *se inserta* por un tendón sólido en el pubis, en el espacio comprendido entre la sínfisis y el tubérculo público. El origen más bajo del recto, en comparación con los animales, está condicionado, como ya indicamos en la pág. 308, por la ampliación en los monos antropoides y en el hombre en su tórax, al convertirse éste en punto de apoyo para una musculatura muy desarrollada de los

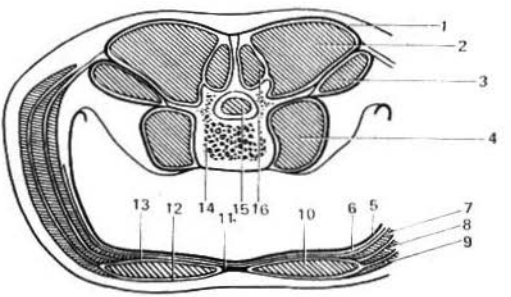


Fig. 131. Esquema de las capas musculares y fascias de las paredes del tronco en un corte transversal del mismo por la región lumbar (según G. Ivanov).

1 — fascia toracolumbar (hoja posterior);
2 — m. erector espinal;
3 — m. cuadrado lumbar;
4 — m. psoas mayor;
5 — peritoneo;
6 — fascia transversa;
7 — m. transverso abdominal;
8 — m. oblicuo interno abdominal;
9 — m. oblicuo externo del abdomen;
10 — m. recto del abdomen;
11 — línea alba;
12 — pared anterior de la vaina del m. recto del abdomen;
13 — pared posterior de dicha vaina;
14 — cuerpo vertebral;
15 — médula espinal;
16 — m. multífido.

miembros superiores, gracias a la braquiación (en los monos) y al trabajo (en el hombre). El músculo está interrumpido en su trayecto por tres o cuatro ***intersecciones tendinosas*** (*intersectiones tendineae*). *Esos tabiques están adheridos* a la pared anterior de la vaina del músculo. Las intersecciones tendinosas son vestigios del antiguo desarrollo segmentario de la musculatura ventral. Además, tienen importancia funcional: al dividir el músculo en segmentos aislados, permiten que cada uno de ellos se contraiga independientemente, lo que reclama con todo un entrenamiento particular como el que tienen, por ejemplo, algunos artistas de circo. (Inerv. $Th_{V\text{-}XII}$ y L_I. Nn. intercostales.)

2. Músculo piramidal del abdomen (*m. pyramidalis*). Músculo de forma triangular, situado por detrás de la pared anterior de la vaina del recto del abdomen; *se inserta* por abajo entre la sínfisis y el tubérculo púbico, y por arriba en la línea alba, sobre la que hace tracción al contraerse. Representa el rudimento de un músculo que en los monotremas y marsupiales rodea la bolsa abdominal de las hembras, donde sus crías terminan su desarrollo. (Inerv. Th_{XII} y L_I. Nn. subcostales, iliohipogástrico e ilioinguinal.)

Vaina del músculo recto del abdomen (figs. 128. 129. 130 y 131). Cada uno de los músculos rectos está envuelto por una vaina, **vaina del músculo recto abdominal**, formada por las expansiones aponeuróticas de los tres músculos anchos del abdomen. Esta vaina en su parte superior, supraumbilical, está constituida de tal modo que la aponeurosis del músculo oblicuo externo del abdomen pasa por delante del músculo recto y la aponeurosis del músculo transverso pasa por detrás, mientras que la del músculo oblicuo interno del abdomen, al llegar al borde lateral del recto, se desdobla en dos hojas que abarcan a dicho músculo por delante y por detrás, adheriéndose respectivamente a las aponeurosis del oblicuo externo y del transverso, constituyendo junto con ellas las paredes anterior y posterior de la vaina. En la parte inferior, a 4-5 cm por debajo del ombligo, la estructura de la vaina es distinta; aquí las aponeurosis de los tres músculos anchos del abdomen pasan por delante del recto, formando la pared anterior de su vaina, mientras que por su cara posterior el recto carece de vaina, la cual está sustituida por la fascia transversal, que tapiza por dentro la cavidad abdominal. La pared aponeurótica posterior de la vaina termina en ese lugar en una especie de arco fibroso de concavidad inferior, denominado línea arqueada (arco de *Douglas*). *La ausencia de pared posterior de la vaina en la región inferior* del recto está, por lo visto, relacionada con la repleción de la vejiga urinaria, la cual, elevándose por encima del borde del pubis, se desplaza hacia este lugar. El engrosamiento de la pared anterior del abdomen en su parte inferior está relacionado con la posición vertical del cuerpo humano, con la cual la parte inferior de la pared está sometida a una mayor presión.

Línea alba del abdomen. La aponeurosis de los músculos anchos del abdomen, coincidiendo y uniéndose una con otra en la línea media del abdomen, constituyen una cintilla tendinosa entre los dos músculos rectos denominada **línea alba** (blanca) que se extiende desde el proceso xifoideo hasta la parte superior de la sínfisis púbica. En su porción superior la línea alba es bastante ancha (2-2,5 cm, a nivel del ombligo). En la región subumbilical, a cierta distancia del ombligo, se estrecha rápidamente, engrosándose, sin embargo, en dirección anteroposterior. Casi en el punto medio de la línea alba se encuentra **el anillo umbilical** (*anulus umbilicalis*), lleno de tejido cicatricial adherido a la piel del ombligo. El color lúcido de la línea está condicionado por el

entrecruzamiento de las fibras tendinosas en un plano frontal (al pasar de un lado al otro), y en un plano sagital (al dirigirse de la superficie a la profundidad), y también por su pobreza en vasos sanguíneos. Esa última circunstancia es aprovechada por los cirujanos cuando la intervención quirúrgica (por ejemplo, una cesárea) exige una incisión amplia de la cavidad abdominal.

Funciones de los músculos abdominales. Los músculos del abdomen estrechan la cavidad abdominal y hacen presión sobre las vísceras contenidas en la misma, constituyendo en su conjunto la denominada **prensa abdominal** (*prelum abdominale*), cuya actuación se manifiesta al expulsar al exterior el contenido de dichos órganos, en la defecación, micción, acto del parto, la tos y el vómito. En esa acción participa también el diafragma, que contrayéndose en la inspiración forzada, al aplanarse presiona de arriba abajo las vísceras abdominales, mientras que el diafragma pelviano sirve a éstas de base de apoyo. Aparte de eso, gracias al tono muscular de la prensa abdominal, las vísceras son sostenidas, en su posición; en este caso, la pared musculoaponeurótica abdominal desempeña el papel de una especie de faja abdominal de sostén. Además, los músculos del abdomen flexionan la columna vertebral y el tronco hacia delante, siendo antagonistas de los músculos extensores espinales. Esa función corre a cargo de los músculos rectos, que aproximan el tórax a la pelvis, y también de los músculos oblicuos, en su contracción bilateral. En la contracción unilateral de los músculos del abdomen, junto con la contracción del m. erector espinal, se inclina al tronco lateralmente. Los músculos oblicuos participan en la rotación conjunta de la columna vertebral y el tórax, con la particularidad de que en el lado donde se dirige el movimiento giratorio se contrae el músculo oblicuo interno, y en el lado opuesto el oblicuo externo. Finalmente, los músculos abdominales participan también en los movimientos respiratorios: insertándose en las costillas hacen tracción sobre las mismas hacia abajo, cooperando a la espiración. Su participación en el acto respiratorio se manifiesta además en el hecho de que, al presionar sobre las vísceras abdominales elevan el diafragma distendido, poniéndolo en la situación que tiene durante la espiración.

MÚSCULOS POSTERIORES DEL ABDOMEN

Músculo cuadrado lumbar (*m. quadratus lumborum*). Es un músculo aplanado y cuadrilátero, situado por delante del músculo erector espinal, del que está separado por la hoja profunda de la fascia toracolumbar. *Iniciándose* en la cresta ilíaca y en el ligamento iliolumbar, se dirige hacia la XII costilla y el vértice del proceso transverso de las I y IV vértebras lumbares (véanse figs. 127 y 131).

Funciones. El músculo cuadrado lumbar, en su contracción unilateral junto con los demás músculos abdominales y el músculo erector espinal, inclina hacia un lado la columna vertebral y el tórax. En la contracción tónica bilateral, conjuntamente con los otros músculos citados, mantiene la columna en posición vertical. Al traccionar hacia abajo la XII costilla puede actuar también como músculo espirador. (Inerv. Th_{XII} y L_{I-III}. Plexo lumbar.)

CANAL INGUINAL

El canal inguinal (*canalisis inguinalis*) (figs. 132, 133) está representado por una hendidura o trayecto oblicuo por donde pasa **el funículo espermático** (*funiculus spermaticus*) en el hombre y **el ligamento redondo del útero** en la mujer (esos órganos se describen detalladamente en el capítulo de «Esplacnología»). *El canal inguinal está situado en la parte inferior de la pared* abdominal anterior, a uno y otro lado del plano medio, inmediatamente por encima del ligamento inguinal y se dirige hacia abajo y medialmente, de atrás adelante, en una longitud de 4,5 cm. Su formación es la siguiente: en los dos tercios laterales del canal formado por el ligamento inguinal, se fijan los músculos oblicuo interno y transverso, mientras que en el tercio medial estos músculos no se insertan, pasando libremente por encima del funículo espermático o del ligamento redondo del útero. De esta suerte, entre el borde

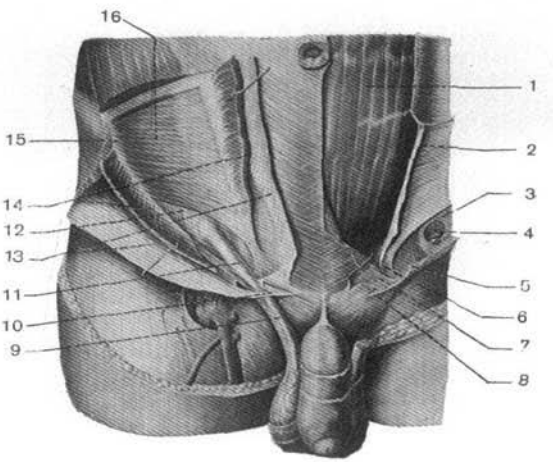


Fig. 132. Canal inguinal; vista anterior.

A la derecha, los músculos oblicuos abdominales, externo e interno, han sido incididos e invertidos viéndose las paredes del anillo profundo del canal inguinal. A la izquierda ha sido extirpado el funículo espermático; se ve el anillo profundo del canal inguinal.

1 — m. recto del abdomen;
2 — vaina del m. recto abdominal (la lámina anterior ha sido incidida y separada);
3 — anillo inguinal profundo;
4 — funículo espermático (seccionado);
5 — pilar lateral (separado);
6 — hoz aponeurótica;
7 — aponeurosis del m. oblicuo externo del abdomen (incidida y separada);
8 — pilar medial (separado);
9 — funículo espermático;
10 — pilar medial;
11 — m. cremáster;
12 — fascia transversa;
13 — aponeurosis del m. oblicuo externo del abdomen;
14 — m. oblicuo interno del abdomen (seccionado y separado);
15 — m. oblicuo externo del abdomen (seccionado y separado);
16 — m. transverso.

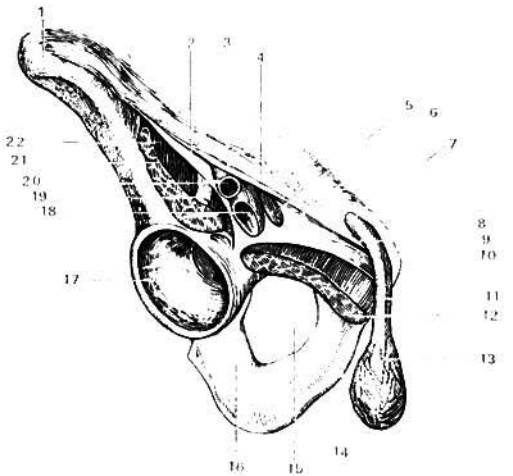


Fig. 133. Laguna vascular y laguna muscular en la región inguinal derecha; vista anterior

1 — espina ilíaca anterosuperior;
2 — arco iliopectíneo;
3 — fascia lata (recortada);
4 — lig. inguinal;
5 — anillo femoral;
6 — lig. lagunar;
7 — anillo inguinal superficial;
8 — pilar medial;
9 — pilar lateral;
10 — tubérculo púbiano;
11 — funículo espermático;
12 — m. pectíneo (seccionado);
13 — m. cremáster;
14 — rama inferior del pubis;
15 — agujero obturador;
16 — cuerpo del isquion;
17 — acetábulo;
18 — v. femoral;
19 — n. femoral;
20 — a. femoral;
21 — m. iliopsoas;
22 — laguna muscular.

inferior de los músculos oblicuo interno y transverso, por arriba, y la parte medial del ligamento inguinal, por abajo, se forma una hendidura triangular u oval en la que se halla una de las formaciones citadas. *Esa hendidura es el canal inguinal.* Del borde inferior de los músculos oblicuo interno y transverso, situados sobre el funículo espermático, se desprende hacia este último un fascículo de fibras musculares, el músculo cremáster, que acompaña el funículo hasta el escroto (músculo elevador del testículo).

La hendidura del canal inguinal está cerrada por delante por la aponeurosis del músculo oblicuo externo, que por abajo se continúa con el ligamento inguinal, y por detrás, por la fascia transversal.

Así pues, en el canal inguinal se distinguen cuatro paredes. **La pared anterior** está constituida por la aponeurosis del músculo oblicuo externo del abdomen; **la pared posterior**, por la fascia transversal; **la pared superior** del canal está representada por el borde inferior de los músculos oblicuo y transverso, y **la pared inferior**, por el ligamento inguinal. En cada una de las pare-

des anterior y posterior del canal se encuentra un orificio denominado anillo inguinal superficial y profundo (externo e interno). A través del canal pasa el funículo espermático, desde el escroto a la cavidad abdominal. Puesto que el anillo profundo está situado lateralmente, por detrás y algo más arriba que el anillo superficial, el canal tiene la posición inclinada ya señalada: hacia delante abajo, y medialmente.

El anillo superficial del canal inguinal (*anulus inguinalis superficialis*) está formado por fibras de la aponeurosis del oblicuo externo, que haciéndose divergentes constituyen dos pilares (*crura*), de los cuales **el pilar lateral** (*crus laterale*) se inserta en el tubérculo púbico y **el pilar medio** (*crus mediale*), en la sínfisis del pubis. Aparte de esos dos pilares, se describe también un tercer pilar, el posterior, llamado ligamento reflejo [de Colles] (*ligu reflexum*) situado dentro del canal inguinal por detrás del funículo espermático. Este pilar posterior está formado por las fibras inferiores de la aponeurosis del oblicuo externo del lado opuesto, que atravesando la línea media, pasan por detrás del pilar medial y se fusionan con las fibras del ligamento inguinal. Limitado por estos pilares, el anillo inguinal superficial aparece como una hendidura oblicua triangular. El ángulo lateral agudo de esta hendidura queda redondeado por fibras tendinosas arqueadas, **fibras intercrurales** (*fibrae intercrurales*), de la fascia que cubre al músculo oblicuo externo. Esta misma fascia, en forma de una delgada película, desciende por los bordes del anillo superficial hacia el funículo espermático, acompañándolo en el escroto con la denominación de *fascia cremastérica*.

El anillo profundo del canal inguinal (*anulus inguinalis profundus*) se encuentra en la pared posterior del canal, estando formado por la fascia transversal, la cual desde los bordes del anillo se continúa con el funículo espermático constituyendo una membrana que envuelve a éste junto con el testículo, **la fascia espermática interna**. El borde medial del anillo inguinal profundo está reforzado por un fascículo de fibras arqueadas, **el ligamento interfoveolar** [de Hesselbach] (*lig. interfoveolare*). Además, la pared posterior del canal está reforzada en su parte media por fibras tendinosas que parten de la expansión aponeurótica del transverso del abdomen y que descienden por el borde del músculo recto hacia el ligamento inguinal, formando **la hoz inguinal** [Henle] (*falx inguinalis*). El espacio comprendido entre estos dos ligamentos constituye el punto débil de la pared posterior del canal inguinal. El peritoneo que tapiza esa pared por su interior forma dos depresiones inguinales, **las fosas inguinales**, separadas una de otra por pliegues peritoneales llamados pliegues umbilicales. Esos pliegues son los siguientes: el más lateral, **pliegue umbilical lateral** (*plica umbilicalis lateralis*), está formado por el levantamiento del peritoneo por la arteria epigástrica inferior, que se extiende por debajo del mismo; el pliegue medial, **pliegue umbilical medial** (*plica umbilicalis medialis*), contiene el ligamento umbilical medial, es decir, el cordón fibroso de la arteria umbilical embrionaria, y el pliegue mediano o central, **pliegue umbilical mediano** (*plica umbilicalis mediana*), que cubre el uraco, resto embrionario de la vesícula alantoidea que en forma de cordón se extiende desde la vejiga hasta el ombligo.

La fosa inguinal lateral (*fossa inguinalis lateralis*), situada lateralmente al pliegue umbilical lateral, corresponde al anillo inguinal profundo; **la fosa medial** (*fossa inguinalis medialis*) situada entre el pliegue lateral y el pliegue medial, corresponde al punto más débil de la pared posterior del canal ingui-

nal y se localiza a la misma altura que el anillo inguinal superficial. A través de estas dos fosas pueden insinuarse hacia el canal inguinal y salir al exterior *las hernias inguinales; si la hernia se produce a través de la fosa* lateral, tendremos una hernia oblicua externa, y si es a través de la fosa medial, una hernia directa o recta. El origen del canal inguinal está relacionado con **el descenso del testículo** (*descensus testis*) y con la formación durante la vida embrionaria de la prolongación vaginal del peritoneo (*procesus vaginalis*) (sobre este particular véase «Esplacnología»). La más medial de las fosas, la fosa supravesical, situada entre el pliegue medial y el mediano, no guarda ya una relación directa con la pared posterior del canal inguinal, hallándose en su mayor parte por detrás del músculo recto.

MÚSCULOS DEL CUELLO

En la composición de la musculatura del cuello entran músculos de diverso origen.

1. *Derivados de los arcos viscerales:*

a) derivados del primer arco visceral: músculo milohioideo (*m. mylohyoideus*) y **vientre anterior del músculo digástrico** (*venter anterior m. digastrici*) (inerv. n. *trigémino*);

b) derivados del segundo arco visceral: **músculo estilohioideo** (*m. stylohyoideus*), **vientre posterior del músculo digástrico** (*venter posterior m. digastrici*) y **el platisma** (*platysma myoides*) (nerv. n. facial);

c) derivados de los arcos branquiales: **músculo esternocleidomastoideo** (*m. sternocleidomastoideus*) (inerv. n. espinal y plexo cervical).

2. Músculos propios del cuello:

a) anteriores: **músculo esternohioideo** (*m. sternohyoideus*), **músculo esternotiroideo** (*m. sternothyreoideus*), músculo tirohioideo (*m. thyreohyoideus* y músculos omohioideo (*m. omohyoideus*), así como **el músculo genihioideo** (*m. geniohyoideus*);

b) laterales: **músculos escalenos anterior, medio y posterior** (*m. scaleni anterior, medius et posterior*);

c) prevertebrales: músculos largo del cuello (*m. longus colli*), **largo de la cabeza** (*m. longus capitis*) y **recto anterior de la cabeza** (*m. rectus capitis anterior*).

Los músculos propios del cuello representan vestigios de la musculatura ventral, en cuya distribución influyeron dos circunstancias importantes: la reducción de las costillas y la reducción de la cavidad del cuerpo. A causa de eso, en el hombre desapareció una parte de los músculos propios del cuello, conservándose solamente los escalenos, los prevertebrales y los genihioideos. En correspondencia con su desarrollo, están inervados por los ramos anteriores de los nervios espinales cervicales.

Por lo que respecta a los músculos situados por debajo del hueso hioideo, éstos guardan relación con el aparato hioideo y están inervados por **el asa cervical** (*ansa cervicalis*).

Topográficamente, los músculos del cuello se dividen en los siguientes grupos:

1. Músculos superficiales (**platisma** y **esternocleidomastoideo**).
2. Músculos de la región anterior o músculos del hueso hioideo:

a) suprahioideos (**milohioideo, digástrico, estilohioideo y genihioideo**),

b) infrahioideos (**esternohioideo, esernotiroideo, tirohioideo** y **omohioideo**).

3. Músculos profundos:

a) laterales, insertados en las costillas (**escalenos anterior, medio y posterior**);

b) prevertebrales (**largo del cuello, largo de la cabeza, recto anterior de la cabeza y recto lateral de la cabeza**).

MUSCULOS SUPERFICIALES, DERIVADOS DE LOS ARCOS VISCERALES

1. Músculo platisma (*platysma myoides*) (fig. 134). Está situado debajo de la piel, sobre la lámina superficial de la fascia cervical, en forma de una capa delgada. *Se inicia* a nivel de la II costilla, en las fascias pectoral y deltoidea, se dirige hacia arriba por encima de la clavícula y va a *insertarse* en el borde de la mandíbula y en las fascias parotídea y masetérica, continuándose en parte en los músculos de los labios. En la línea media del cuello queda un espacio triangular que no está cubierto por el músculo. (*Inerv.* n. facial.)

Funciones. Traccionando la piel del cuello, el músculo preserva el aplastamiento de las venas subcutáneas; además, puede traccionar hacia abajo el ángulo de la boca, lo que tiene importancia en la mímica facial.

2. Músculo esternocleidomastoideo. Se encuentra situado inmediatamente por debajo del anterior, aunque separado del mismo por la fascia cervical. *Se inicia* en el manubrio esternal y en la extremidad esternal de la clavícula. Más arriba ambas cabezas se reúnen y luego el músculo *se inserta* en el proceso mastoideo y en la línea nucal superior. Por su origen este músculo representa una parte desprendida del trapecio y por eso ambos tienen una inervación idéntica (n. espinal y C_{II}).

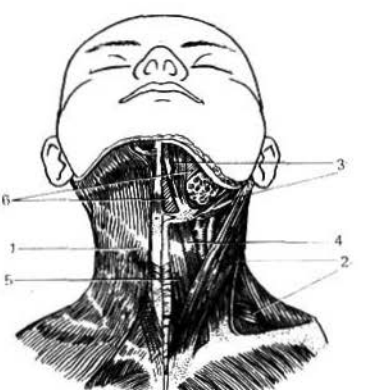


Fig. 134. Músculos del cuello; vista anterior (músculos superficiales; grupo anterolateral)

1 — platisma;
2 — m. esternocleidomastoideo;
3 — m. digástrico (vientre anterior y posterior);
4 — m. omohioideo (vientre superior e inferior;
5 — m. esternohioideo;
6 — m. milohioideo.

Funciones. En su contracción unilateral, el músculo hace inclinar hacia su lado la porción cervical de la columna vertebral; al mismo tiempo tiene lugar el levantamiento de la cabeza, con rotación de la cara hacia el lado opuesto.

Por su contracción bilateral estos músculos mantienen la cabeza en posición vertical (sostenedores de la cabeza); por eso, tanto el músculo como su lugar de inserción (proceso mastoideo) presentan su mayor desarrollo en el hombre, debido al andar erecto. En la contracción bilateral puede tener lugar también la flexión de la porción cervical de la columna hacia delante, con el levantamiento conjunto de la cara. Estando la cabeza fija, por la contracción de esos músculos puede elevarse el tórax en la respiración (músculo inspiratorio auxiliar).

MÚSCULOS DE LA REGIÓN ANTERIOR DEL CUELLO

MÚSCULOS SUPRAHIOIDEOS, DERIVADOS DE LOS ARCOS VISCERALES

Estos músculos (fig. 135) están situados entre la mandíbula y el hioides.

1. Músculo milohioideo. Es un músculo plano, de fibras paralelas, que *iniciándose* en la línea milohioidea de la mandíbula se dirigen medialmente para ir a terminar en un **rafe** tendinoso mediano que se extiende desde la cara interna del mentón hasta el cuerpo del hioides. La parte posterior del músculo *se inserta* en el cuerpo del hioides. Ambos milohioideos así unidos constituyen un suelo muscular, **el diafragma de la boca** (*diaphragma oris*), que cierra por abajo la cavidad bucal.

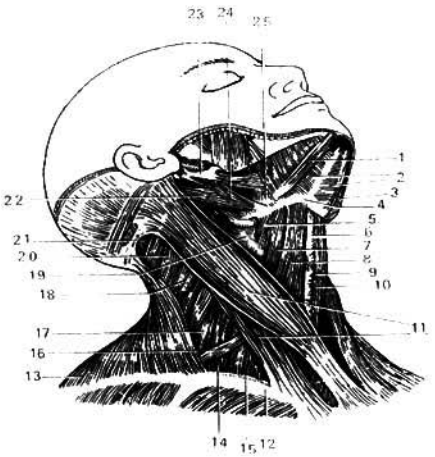


Fig. 135. Músculos del cuello; vista lateral.

1, 3 — m. digástrico (vientre anterior)
2 — m. milohioideo;
4 — hueso hioideo;
5 — m. tirohioideo;
6 — cartílago tiroideo;
7 — m. omohioideo (vientre superior);
8 — m. esternohioideo;
9 — m. cricotiroideo;
10 — glándula tiroidea;
11 — m. esternocleidomastoideo;
12 — clavícula;
13 — m. trapecio;
14 — m. escaleno anterior;
15 — m. escaleno medio;
16 — m. omohioideo (vientre inferior);
17 — m. escaleno posterior;
18 — m. elevador de la escápula;
19 — músculos de la faringe;
20 — m. esplenio de la cabeza;
21 — m. semiespinal;
22 — m. digástrico (vientre posterior);
23 — proceso estiloideo;
24 — m. estilohioideo;
25 — m. hiogloso.

2. Músculo digástrico. Está compuesto por dos porciones o vientres unidos por un tendón intermedio redondeado. El músculo en su conjunto tiene el aspecto de un arco de concavidad dirigida hacia arriba. **El vientre anterior,** situado en la cara inferior del diafragma de la boca, *se inicia* en la fosa digástrica de la mandíbula y se dirige hacia atrás y lateralmente, al hueso hioideo. **El vientre posterior** *se inicia* en la ranura digástrica del proceso mastoideo, y se dirige oblicuamente hacia abajo, adelante y en dirección medial, estrechándose paulatinamente hasta continuarse con el tendón que le une al vientre anterior. Este tendón intermedio *se inserta* en el cuerpo y el cuerno mayor del hioides por medio de un asa fascial.

3. Músculo estilohioideo. Desciende oblicuamente desde el proceso estiloideo del temporal hacial el cuerpo del hioides, formando dos fascículos (ojal del digástrico) para dar paso al tendón intermedio del músculo digástrico.

Derivado del músculo longitudinal anterior del tronco:

4. Músculo genihioideo. Se extiende sobre el músculo milohioideo, a lo largo del rafe, desde la espina mental de la mandíbula hasta el cuerpo del hioides.

Funciones. Los cuatro músculos descritos son elevadores del hueso hioideo. Cuando éste se encuentra fijo, tres de dichos músculos (milohioideo, genihioideo y digástrico) hacen descender la mandíbula, siendo por tanto antagonistas de los músculos masticadores. La fijación del hioides se realiza por los músculos situados por debajo del mismo (esternohioideo, omohioideo y otros). Sin esa fijación sería imposible el descenso de la mandíbula, ya que en vez de ello tendría lugar la elevación del hueso hioideo, mucho más ligero y movible que aquélla. Los tres músculos que hacen descender la mandíbula, y en particular el milohioideo, al contraerse durante la deglución elevan la lengua, presionándola hacia el paladar, gracias a lo cual el bolo alimenticio es empujado hacia la faringe.

Los músculos situados por encima del hioides entran en la composición de un complejo aparato que incluye la mandíbula, el hueso hioideo, la laringe y la tráquea, y que desempeña un gran papel en el lenguaje articulado. Por cuanto este último, como medio de comunicación entre las personas, se desarrolló bajo el influjo del trabajo, en tanto se fueron modificando morfológicamente dichos músculos durante el proceso evolutivo del hombre; esas modificaciones están relacionadas de una parte con la disminución de la función prensora de las mandíbulas, y de otra con la aparición de los movimientos de articulación del lenguaje. Por eso, al comparar el cráneo del hombre de Neanderthal con el del hombre contemporáneo, pueden observarse las siguientes modificaciones en los lugares de inserción de los músculos correspondientes:

a) el lugar de inserción del vientre posterior del digástrico, **la ranura digástrica del proceso mastoideo**, es aplanada en el neanderthalense, siendo más profunda en el hombre contemporáneo;

b) el lugar de inserción del vientre anterior de ese mismo músculo, **la fosa digástrica**, está desplazado medialmente en el hombre contemporáneo;

c) el lugar de inserción del m. milohioideo, **la línea milohioidea**, en el hombre contemporáneo es más manifiesto y desciende más abajo, a causa de lo cual el diafragma de la boca queda situado más inferiormente;

d) el lugar de inserción del genihioideo, **la espina mental**, en el neanderthalense casi falta y sólo se presenta en el hombre contemporáneo junto con el

desarrollo del propio mentón. Todas estas modificaciones óseas están condicionadas por el mayor desarrollo de los músculos citados, participantes en el acto del habla articulada, propio exclusivamente del ser humano.

MÚSCULOS INFRAHIOIDEOS, DERIVADOS
DE LA MUSCULATURA ANTERIOR DEL TRONCO

Estos músculos pertenecen al sistema de los músculos rectos ventrales del cuello y se disponen a ambos lados de la línea media, directamente debajo de la piel, por delante de la laringe, la tráquea y la glándula tiroidea, extendiéndose entre el hueso hioides y el esternón, excepto el m. omohioideo, que se dirige a la escápula y que por su origen representa un músulo desplazado desde el tronco al cinturón del miembro superior (eferente) (véase fig. 135).

1. Músculo esternohioideo. *Se inicia* en la cara posterior del manubrio del esternón, de la articulación esternoclavicular y de la extremidad esternal de la clavícula, y desde esos puntos se dirige hacia arriba en forma de una cinta aplanada, en unión del músculo homólogo del lado opuesto, *insertándose* luego en el borde inferior del hueso hioideo. Entre los bordes mediales de ambos músculos se forma un estrecho espacio vertical cubierto por la fascia, denominado **línea alba cervical.**

Función. Tracciona el hueso hioideo hacia abajo. (Inerv. $C_{I\text{-}III}$.)

2. Músculo esternotiroideo. Está situado por detrás del anterior, siendo *más ancho. Se inicia en la cara posterior del manubrio esternal y en el cartí*lago de la 1 costilla, aplicándose por su borde medial al músculo homólogo del lado opuesto. Después se dirige hacia arriba y *se inserta* en la cara lateral del cartílago tiroideo (en la línea oblicua del mismo).

Función. Hace descender la laringe. (Inerv. $C_{I\text{-}III}$.)

3. Músculo tirohioideo. Viene a ser una prolongación del precedente, separado de este último por una especie de intersección tendinosa. El músculo se extiende desde la línea oblicua del cartílago tiroideo hacia el cuerpo y cuerno mayor del hioides.

Función. Estando fijo el hueso hioideo, tracciona hacia arriba la laringe. (Inerv. $C_{I\text{-}III}$.)

4. Músculo omohioideo. Es un músculo largo y delgado; está compuesto de dos vientres, unidos entre sí casi en ángulo recto por un tendón intermedio. El vientre inferior, iniciándose medialmente a la incisura escapular, pasa a través del espacio preescaleno por detrás del esternocleidomastoideo, *donde a través de su tendón intermedio se continúa con el vientre superior* dirigido casi verticalmente hacia arriba, hacia el cuerpo del hioides.

Funciones. El m. omohioideo, extendido en el espesor de la fascia cervical, al contraerse tracciona a la misma, cooperando a la dilatación de los troncos venosos importantes situados debajo de la misma. Aparte de eso, el músculo tracciona hacia abajo el hueso hioideo. (Inerv. $C_{I\text{-}III}$.)

MÚSCULOS LATERALES PROFUNDOS INSERTADOS EN LAS COSTILLAS

MÚSCULOS ESCALENOS

Los tres músculos escalenos representan una variedad de los músculos intercostales, lo que explica su inserción en las costillas (fig. 136).

1. Músculo escaleno anterior. *Se inicia* en los tubérculos anteriores de los procesos transversos de las III—VI vértebras cervicales y se inserta en el

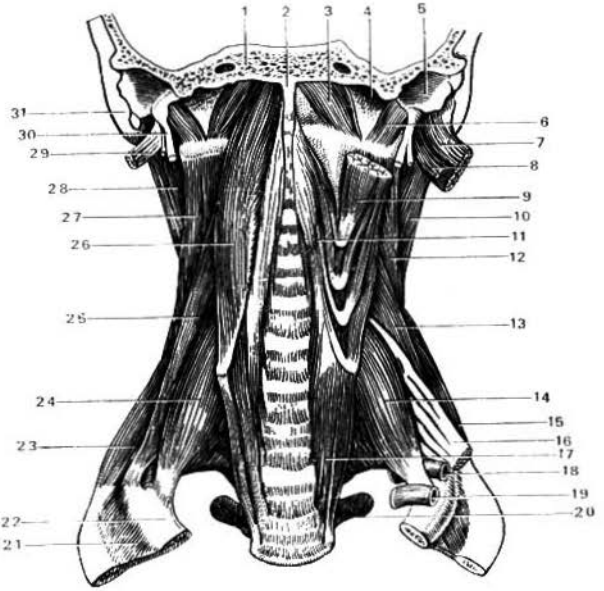


Fig. 136. Músculos profundos (prevertebrales) del cuello.

1 — porción basilar del occipital;
2 — tubérculo faríngeo;
3 — m. recto menor de la cabeza;
4 — fosa yugular;
5 — porción timpánica del hueso temporal;
6 — m. recto lateral de la cabeza;
7 — m. esternocleidomastoideo (seccionado);
8 — m. digástrico, vientre posterior (seccionado);
9 — m. largo de la cabeza (seccionado);
10 — m. esplenio de la cabeza;
12 — m. elevador de la escápula;
13 — m. escaleno medio (inicio);
14 — m. escaleno anterior;
15 — m. escaleno posterior;
11 y 17 — m. largo del cuello;
16 — plexo nervioso braquial;
18 — arteria subclavia;
19 — vena subclavia;
20 — proceso transverso;
21 — mm. intercostales externos;
22 — primera costilla;
23 — m. escaleno posterior;
24 — m. escaleno anterior;
25 — m. escaleno medio;
26 — m. largo de la cabeza;
27 — m. elevador de la escápula;
28 — m. esplenio de la cabeza;
29 — m. digástrico, vientre posterior (seccionado);
30 — proceso estiloideo;
31 — proceso mastoideo.

tubérculo del m. escaleno anterior de la I costilla, por delante del surco de la a. subclavia. (Inerv. $C_{V\text{-}VII}$.)

2. Músculo escaleno medio. Es el mayor de los tres escalenos; *se inicia* en los tubérculos anteriores de los procesos transversos de todas las vértebras cervicales y *se inserta* en la I costilla, por detrás del surco de la a. subclavia. (Inerv. $C_{II\text{-}VIII}$.)

3. Músculo escaleno posterior. *Se inicia* en los tubérculos posteriores de las tres vértebras cervicales inferiores y *se inserta* en la cara externa de la II costilla. (Inerv. $C_{V\text{-}VII}$.)

Funciones. Los mm. escalenos elevan las costillas superiores, actuando como músculos inspiratorios. Si las costillas están fijas, la contracción bilateral de esos músculos flexiona hacia delante la porción cervical de la columna, y por su contracción unilateral, flexiona y hace girar hacia su lado la columna vertebral.

MÚSCULOS PREVERTEBRALES

1. Músculo largo del cuello (*m. longus colli*) (fig. 136). Tiene el aspecto de un triángulo aplicado a la cara anterior de la columna vertebral por ambos lados. En él pueden distinguirse tres fascículos de fibras: 1) un fascículo vertical, correspondiente a la base del triángulo, que se extiende desde la cara anterior del cuerpo de las tres vértebras torácicas superiores y las tres cervicales inferiores, hacia la cara anterior de la II a la IV vértebras cervicales; 2) un fascículo oblicuo superior, que va de los tubérculos anteriores de los procesos transversos, de la III a la V vértebras cervicales, al tubérculo anterior del atlas y el cuerpo del axis, y 3) un fascículo oblicuo inferior, que iniciándose en el cuerpo de las tres vértebras torácicas superiores, se inserta en los tubérculos anteriores de los procesos transversos de las V-VI vértebras cervicales. (Inerv. $C_{III\text{-}VIII}$.)

2. Músculo largo de la cabeza (*m. longus capitis*). Cubre la parte superior del precedente. Se inicia en los tubérculos anteriores de los procesos transversos de la III a la VI vértebras cervicales y se inserta en el proceso basilar del occipital. (Inerv. $C_{I\text{-}III}$.)

3 y 4. Músculos rectos, anterior y lateral de la cabeza (*mm. recti capitis anterior et lateralis*). Se extienden desde las porciones laterales del atlas (el anterior) y desde el proceso transverso del mismo (el lateral) hacia el hueso occipital. (Inerv. C_1.)

Funciones. Los músculos recto anterior y largo de la cabeza flexionan la cabeza hacia delante. El largo del cuello, contrayéndose con todas sus fibras a ambos lados, flexiona la porción cervical de la columna y al contraerse en un solo lado provoca su inclinación lateral; los fascículos oblicuos participan en los movimientos de rotación y en la inclinación de la cabeza hacia un lado; su acción está reforzada por el músculo recto lateral de la cabeza.

TOPOGRAFÍA DEL CUELLO

El cuello (*collum*) comprende cuatro regiones: posterior, lateral, esternocleidomastoidea y anterior (fig. 137).

La región posterior (*regio colli posterior*) está situada por detrás del borde lateral del m. trapecio, constituyendo la región de la nuca.

La región lateral (*regio colli lateralis*) se encuentra por detrás del m. esternocleidomastoideo, limitada por delante por este músculo, por abajo por la clavícula y por detrás por el trapecio.

La región esternocleidomastoidea corresponde a la proyección de dicho músculo.

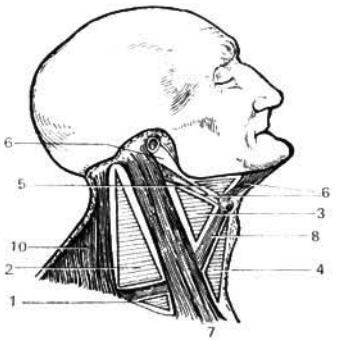


Fig. 137. Esquema de las regiones y triángulos del cuello.

1, 2 — región lateral del cuello;
1 — trígono omoclavicular;
3, 4, 5, 6 — región anterior del cuello;
5 — trígono carotídeo;
6 — trígono submandibular;
7 — fosa retromandibular;
8 — m. esternocleidomastoidea;
9 — m. omohioideo;
— m. digástrico;
10 — m. trapecio.

La región anterior (*regio colli anterior*) se halla por delante del m. esternocleidomastoideo, limitada por detrás por este músculo, por delante por la línea media del cuello y por arriba por el borde inferior de la mandíbula. Una pequeña región, situada por detrás del ángulo mandibular y por delante del proceso mastoideo, se denomina **fosa retromandibular**. En ella se encuentra la parte posterior de la glándula parotídea, nervios y vasos.

Las regiones anterior y lateral se subdividen en una serie de zonas triangulares por el m. omohioideo, que atraviesa esas zonas oblicuamente hacia abajo y atrás, entrecruzándose con el músculo esternocleidomastoideo.

En la región lateral se destaca **el trígono omoclavicular** (*trigonum omoclaviculare*), limitado por el m. esternocleidomastoideo (por delante), el vientre inferior del m. omohioideo (por arriba) y la clavícula (por abajo).

En la región anterior se destacan dos triángulos: 1) **el trígono carotídeo** (*trigonum caroticum*) (por el que pasa la a. carótida), formado por el m. esternocleidomastoideo (por detrás), el vientre posterior del m. digástrico (por delante y por arriba) y el vientre superior del m. omohioideo (por delante y por abajo), y 2) **el trígono submandibular** (*trigonum submandibulare*) (en el que se encuentra la glándula submandibular), formado por el borde inferior de la mandíbula (por arriba) y los dos vientres del m. digástrico.

Entre los músculos escalenos se ven hendiduras o espacios triangulares, a través de los cuales pasan los nervios y vasos del miembro superior.

1. Entre los músculos escalenos anterior y medio, el **espacio interescaleno** (*spatium interscalenum*), limitado por abajo por la I costilla (por él pasa la arteria subclavia y el plexo braquial).

2. Por delante del m. escaleno anterior, el **espacio preescaleno** (*spatium antescalenum*), cubierto por delante por los mm. esternotiroideo y esternohioideo (por él pasan la vena subclavia, la arteria supraescapular y el m. omohioideo).

FASCIAS DEL CUELLO

Las fascias del cuello (figs. 138, 139) reflejan la topografía de los órganos de la región cervical. Por eso, en los compendios de anatomía topográfica se hace la descripción de las fascias de acuerdo con V. Shevkunenko, que distingue 5 hojas distintas, lo que es más conveniente para fines quirúrgicos.

La primera fascia, **fascia superficial del cuello** (*fascia colli superficialis*), constituye una parte de la fascia general superficial (subcutánea) del cuerpo y se continúa sin interrupción en las regiones vecinas. Se distingue de la fascia similar de otras partes del cuerpo por contener en su espesor al músculo platisma (*m. platysma*), para el que forma el perimisio.

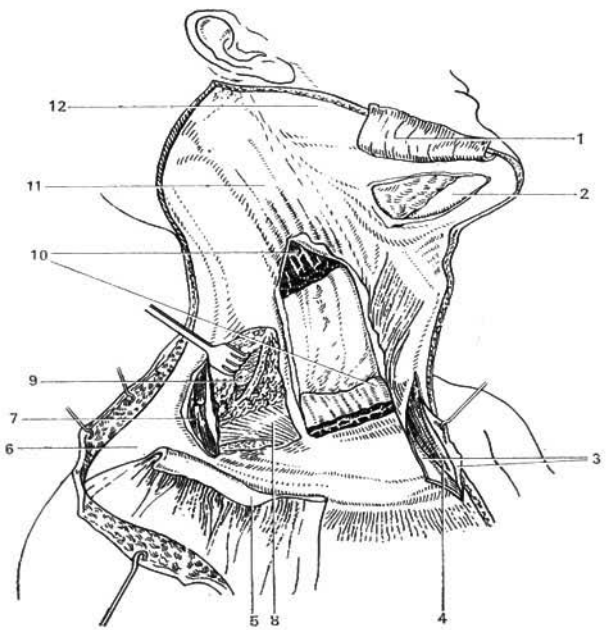


Fig. 138. Fascias del cuello; lado derecho.

1,5 — m. platisma (seccionado y doblado hacia fuera);
2 — glándula submandibular;
3 — fascia cervical, lámina superficial;
4 — espacio (interaponeurótico) supraesternal;
6 — fascia cervical, lámina superficial;
7 — m. trapecio;
8 — lámina pretraqueal de la fascia cervical;
9 — lámina prevertebral de la fascia cervical;
10 — m. esternocleidomastoideo (seccionado y doblado hacia fuera);
11 — lámina superficial de la fascia cervical;
12 — fascia parotidea.

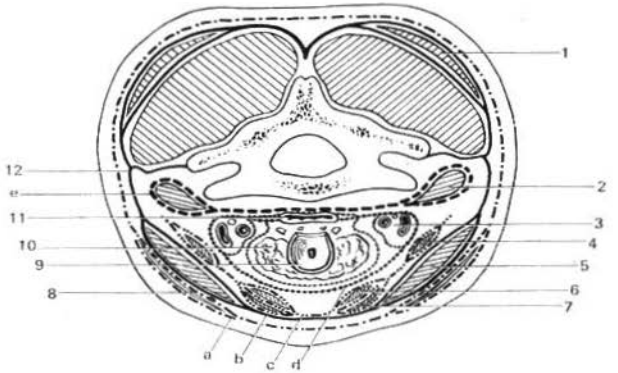


Fig. 139. Fascias del cuello en un corte horizontal (esquema) (según V. Shevkunenko).

1 — m. trapecio;
2 — m. escaleno anterior;
3 — fasciculo neurovascular;
4 — m. omohioideo;
5 — m. esternocleidomastoideo;
6 — m. tirohioideo;
7 — m. esternotiroideo;
8 — m. platisma;
9 — laringe;
10 — glándula tiroidea;
11 — esófago;
12 — lámina fascial que separa la porción anterior del cuello de la posterior;
a — I hoja;
b — II hoja
c — III hoja;
d — IV hoja;
e — V hoja.

La segunda fascia, **la lámina superficial de la fascia propia del cuello** (*lamina superficialis fasciae colli propriae*) abarca todo el cuello como un manguito fibroso, cubriendo los músculos supra e infrahioideos, las glándulas salivales y los vasos y nervios. Por arriba se inserta en la mandíbula y en el proceso mastoideo, continuándose en la cara con las fascias parotídea y masetérica que cubren la glándula parotídea y el m. masetero. Por abajo, esta lámina se inserta en el borde anterior del manubrio esternal y en la clavícula. En la parte anterior, por la línea media, se adhiere a la hoja profunda de la fascia cervical propia, constituyendo la llamada **línea alba del cuello** (anchura 2-3 mm). La lámina superficial, en cada mitad del cuello, se dirige desde la línea alba hacia atrás, hacia los procesos espinosos de las vértebras cervicales. Encontrándose en su trayecto con los músculos esternocleidomastoideo y trapecio, los tapiza por ambas caras formando una vaina fascial a cada uno de estos músculos. Allí donde la lámina superficial de la fascia propia del cuello pasa sobre los procesos transversos, ella se fija a las mismas gracias a una expansión en forma de laminilla situada frontalmente, que divide el espacio comprendio por la fascia en dos porciones: anterior y posterior (N. Pirogov). Gracias a esta división, algunos procesos supurativos se desarrollan en ambas partes del espacio fascial, independientemente uno del otro.

La tercera fascia, **lámina profunda de la fascia propia del cuello** (*lamina profunda fasciae colli propriae*), sólo está desarrollada en la parte media del

cuello, por detrás de los músculos esternocleidomastoideos, donde se halla extendida en forma de trapezoide en un espacio triangular limitado por arriba por el hueso hioideo, por los lados, por los músculos omohioideos, y por abajo, por las clavículas y el esternón. Puesto que la lámina profunda de la fascia propia se inserta por abajo en el borde posterior del manubrio del esternón y de las clavículas, y la lámina superficial en su borde anterior, entre estas dos láminas superficial y profunda, está limitado por un espacio en forma de hendidura, **el espacio interfascial supraesternal**, lleno de tejido adiposo y las venas superficiales del cuello, **el arco venoso yugular** (*arcus venosus juguli*), cuya lesión es peligrosa. A ambos lados ese espacio comunica con los espacios laterales supraclaviculares, **recesos laterales** (*recessus lateralis*), que son fondos de saco por detrás del extremo inferior del m. esternocleidomastoideo, donde pueden penetrar las colecciones purulentas. La lámina profunda, desdoblándose y volviendo a unirse, constituye las vainas fasciales de los músculos infrahioideos (mm. esternohioideo, esternotiroideo y tirohioideo). Ella agrupa a los músculos citados en una lámina compacta fibromuscular, formando una especie de aponeurosis de inserción para todos ellos, **la aponeurosis omoclavicular**, que se tensa al contraerse los mm. omohioideos, facilitando el flujo de las venas cervicales que la atraviesan adheridas a la misma. Esa tensión y la forma triangular sirvieron de motivo para la designación figurada de esa fascia como vela cervical.

La cuarta fascia, **fascia endocervical del cuello** (*fascia endocervicalis*), rodea los órganos cervicales (laringe, tráquea, glándula tiroidea, faringe, esófago y vasos importantes). Está compuesta por dos láminas: una visceral, que abarcando a cada uno de los órganos citados forma cápsula para los mismos, y otra parietal, que abarca a todos estos órganos en conjunto y crea una vaina para vasos tan importantes como la arteria carótida común y la vena yugular interna.

El espacio existente entre las láminas visceral y parietal de la fascia endocervical está situado delante de los órganos, denominándose por eso **espacio previsceral**, en particular, el situado por delante de la tráquea, **espacio pretraqueal** (*spatium pretracheale*). Este último contiene, además de tejido laxo y linfonodos, el istmo de la glándula tiroidea y sus vasos sanguíneos (a. tiroidea mayor y plexo tiroideo impar), que pueden ser lesionados en la traqueotomía. El espacio pretraqueal se prolonga en el mediastino anterior. Abarcando a los órganos del cuello, la lámina parietal se sitúa por delante y a los lados de los mismos y, al mismo tiempo, por detrás de los músculos infrahioideos (mm. esternohioideo, esternotiroideo, tirohioideo y monohioideo).

La quinta fascia, **la prevertebral** (*fascia prevertebralis*), cubre por delante los músculos prevertebrales y los escalenos, e insertándose en los procesos transversos de las vértebras, crea una vaina para los músculos citados.

Por arriba, la fascia se inicia en la base de cráneo, detrás de la faringe, se dirige hacia abajo a través de todo el cuello y pasa al mediastino posterior continuándose con la fascia endotorácica.

Entre las cuarta y quinta fascias por detrás de la faringe y del esófago, se encuentra una estrecha hendidura llena de tejido adiposo, **el espacio retrovisceral** (*spatium retroviscerale*), que se continúa por abajo en el mediastino posterior.

Por su origen, las cinco fascias cervicales descritas son distintas: unas cons-

tituyen vestigios de músculos reducidos (como la primera fascia, perimisio del m. platisma, y la tercera, vestigio del m. cleidohioideo, del que quedó solamente la aponeurosis); otras son el producto de la condensación del tejido que rodea los órganos (como las láminas parietal y visceral de la cuarta fascia), y las demás tienen el origen común de todas las fascias (las segunda y quinta fascias).

De acuerdo con la PNA todas las fascias del cuello se agrupan con la denominación de **fascia cervical** (*fascia cervicalis*), que se divide en tres láminas:

1. Lámina superficial (*lamina superficialis*), que corresponde a la primera fascia , fascia superficial del cuello (*fascia colli superficialis*) (según la clasificación de V. Shevkunenko).

2. Lámina pretraqueal (*lamina pretrachealis*), que cubre las glándulas salivales, los músculos y otras formaciones por delante de la tráquea, de donde recibe su denominación. Ella corresponde a las segunda y tercera fascias (según V. Shevkunenko), es decir, a las láminas superficial y profunda de la fascia propia del cuello.

3. Lámina prevertebral (*lamina prevertebralis*), correspondiente a la quinta fascia, fascia prevertebral (según V. Shevkunenko).

La cuarta fascia, **fascia endocervical** (*fascia endocervicalis*), en la PNA no se describe.

Las fascias cervicales están unidas sólidamente con las paredes de las venas por medio de tractos fibrosos que impiden su aplanamiento en los traumatismos. Por eso, las heridas de cuello que interesan vasos venosos, incluso de poco calibre, son peligrosas por el hecho de que, a causa de la proximidad de la aurícula derecha y la acción aspiratoria del tórax, es muy fácil la penetración de aire en el torrente circulatorio, es decir, puede crearse una embolia gaseosa (G. Ostrovérjov, D. Lubotski, Yu. Bomash, 1964).

MÚSCULOS DE LA CABEZA

Sin cortar los músculos estriados pertenecientes a los órganos de los sentidos (vista y oído) y a la parte superior del sistema digestivo, que serán descritos en los capítulos correspondientes, los demás músculos de la cabeza pueden ser clasificados en los siguientes grupos:

1. Músculos de la masticación: derivados del primer arco visceral (mandibular), inervados por el n. trigémino.
2. Músculos mímicos: derivados del segundo arco visceral (hioideo), inervados por el n. facial.

MUSCULOS DE LA MASTICACIÓN

Los cuatro músculos de la masticación, en cada lado, están relacionados entre sí genéticamente (procedencia de un mismo arco visceral, el mandibular), morfológicamente (todos se insertan en la mandíbula, a la que mueven), y funcionalmente (ellos efectúan los movimientos masticadores de la mandíbula, lo que determina su localización).

1. Músculo masetero (*m. masseter*). Es grueso, de forma cuadrilátera. *Se inicia* en el borde inferior del hueso cigomático y en el arco del mismo nom-

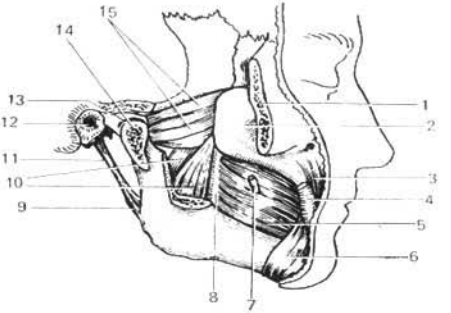


Fig. 140. Músculos pterigoideos.

1 — hueso cigomático (serrado);
2 — maxilar;
3 — m. elevador del ángulo de la boca;
4 — m. cigomático mayor;
5 — m. buccinador;
6 — m. depresor del ángulo de la boca;
7 — conducto parotídeo;
8 — rafe pterigomandibular;
9 — lig. estilomandibular;
10 — m. pterigoideo medial;
11 — proceso estiloideo;
12 — meato acústico externo;
13 — disco articular;
14 — proceso condilar (serrado);
15 — m. pterigoideo lateral.

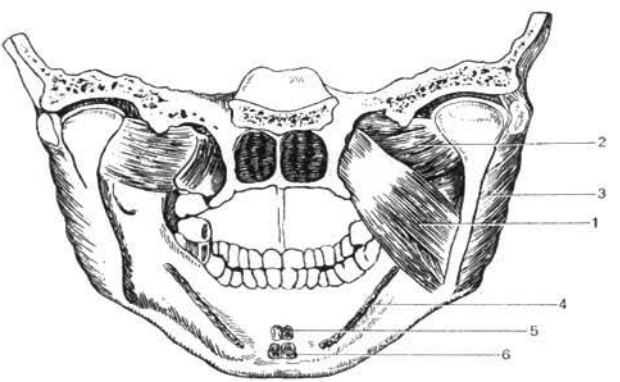


Fig. 141. Parte anterior del cráneo con la mandíbula y los músculos masticadores; vista interna.

1 — m. pterigoideo medial;
2 — m. pterigoideo lateral;
3 — m. masetero;
4 — m. milohioideo (inicio);
5 — inicio del m. genigloso;
6 — inicio del m. genihioideo.

bre, y *se inserta* en la tuberosidad masetérica y en la cara externa de la rama mandibular.

2. Músculo temporal (*m. temporalis*). Por su amplia *iniciación ocupa* todo el espacio de la fosa temporal del cráneo, llegando por arriba hasta la línea temporal. Los fascículos musculares, dispuestos en forma de abanico, convergen en un tendón consistente que pasa por detrás del arco cigomático y *va a insertarse* en el proceso coronoideo de la mandíbula.

3. Músculo pterigoideo lateral (*m. pterygoideus lateralis*). Se inicia en la cara inferior del ala mayor del esfenoides y en el proceso pterigoideo. El músculo se dirige casi horizontalmente hacia atrás y lateralmente y *se inserta* en el cuello del cóndilo de la mandíbula, así como en la cápsula y el disco articular de la articulación temporomandibular (figs. 140 y 141).

4. Músculo pterigoideo medial (*m. pterygoideus medialis*). Se inicia en la fosa pterigoidea del proceso pterigoideo, se dirige abajo y lateralmente, y va a *insertarse* en la cara interna del ángulo de la mandíbula, simétricamente con el m. masetero, en la tuberosidad homónima.

Funciones. Los músculos masetero, temporal y pterigoideo medial, estando la boca abierta, atraen la mandíbula hacia el maxilar o dicho de otro modo, cierran la boca. En la contracción conjunta de los dos mm. pterigoideos laterales tiene lugar el avance de la mandíbula hacia delante. El movimiento contrario es efectuado por las fibras más posteriores del m. temporal, que se dirigen casi horizontalmente de atrás adelante. Cuando el m. pterigoideo lateral se contrae exclusivamente en un lado, la mandíbula se desplaza del lado contrario al del músculo en contracción. El m. temporal está también relacionado con el lenguaje articulado, dando durante el proceso del mismo una posición determinada a la mandíbula.

MÚSCULOS MÍMICOS

La musculatura visceral de la cabeza, relacionada primitivamente con las vísceras de la cabeza y del cuello, en parte se fue transformando paulatinamente en musculatura cutánea del cuello, de la cual, por la vía de diferenciación en delgados fascículos independientes, se fue formando la musculatura mímica de la cara. Así se explica la íntima conexión existente entre los músculos mímicos y la piel a la que ponen en movimiento. Ello explica también las demás particularidades de la estructura y función de dichos músculos.

Así, a diferencia de los músculos esqueléticos, los músculos mímicos no tienen inserción bilateral en los huesos, y se encuentran, obligatoriamente, adheridos a la piel o a la mucosa por uno o por sus dos extremos. Debido a esto carecen de fascias y al contraerse ponen en movimiento la piel. Al relajarse, la piel recobra su posición anterior en virtud de su elasticidad, por lo cual el papel de los músculos antagonistas es, en este caso, considerablemente inferior al de los músculos esqueléticos.

Los músculos mímicos se presentan como fascículos musculares delgados y pequeños, agrupados alrededor de los orificios naturales: boca, nariz, órbitas y orejas, participando de una u otra forma en el cierre o, por el contrario, en la apertura de dichos orificios.

Los músculos que cierran (**esfínteres**) se localizan corrientemente alrededor del orificio en disposición anular y **los dilatadores** en dirección radial. Al variar la forma de los orflicios y mover la piel con la formación de diferentes

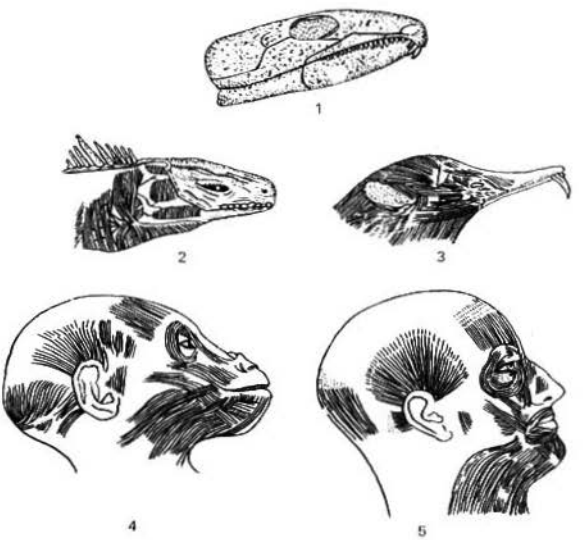


Fig. 142. Evolución de la musculatura facial.

1 — reptil primitivo;
2 — reptil conteporáneo (*gatteria Sphenodon punctatus*);
3 — mamífero primitivio (equidna);
4 — gorila;
5 — hombre.

pliegues, los músculos mímicos confieren a la cara una expresión determinada, correspondiente a tal o cual estado de ánimo. Esas variaciones en la expresión de la cara se llama mímica, de donde se deriva la denominación de los músculos. Aparte de su función principal, la expresión de las sensaciones, los músculos mímicos participan además en el lenguaje, la masticación, etc.

El acortamiento del aparato mandibular y la participación de los labios en el lenguaje articulado acarrean el desarrollo particular de los músculos mímicos alrededor de la boca, y por el contrario, la musculatura de las orejas, tan bien desarrollada en los animales, en el hombre se fue reduciendo, conservándose únicamente en forma de músculos rudimentarios (fig. 142).

MÚSCULOS DE LA CALVARIA

1. Casi toda la calvaria (**bóveda del cráneo**) (fig. 143) está cubierta por el delgado **músculo epicráneo** o **occipitofrontal** (*m. epicranius*), que posee una extensa parte tendinosa, **la aponeurosis epicraneal** o **galea aponeurótica** y una parte muscular subdividida en tres porciones o vientres independien-

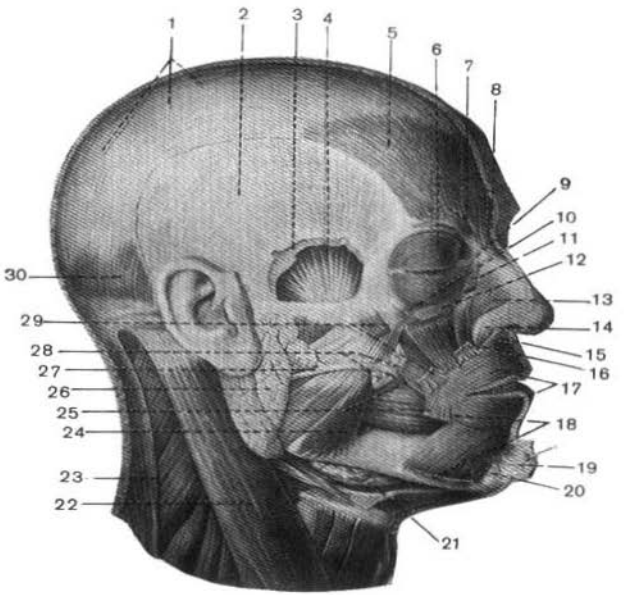


Fig. 143. Músculos de la cabeza.

1 — galea aponeurótica;
2 — fascia temporal (lámina superficial);
3 — fascia temporal (lámina profunda);
4 — músculo temporal;
5 — vientre frontal;
6 — músculo orbicular del ojo;
7 — músculo corrugador supercilliar;
8 — músculo prócer;
9 — ligamento palpebral medial;
10 — músculo cigomático menor;
11 — músculo elevador del labio superior y del ala de la nariz;
12 — músculo elevador del labio superior;
13 — músculo nasal (porción transversa);
14 — músculo nasal (porción alar);
15 — músculo depresor del septo nasal;
16 — músculo elevador del ángulo de la boca
A17 — músculo orbicular de la boca;
18 — músculo depresor del ángulo de la boca; (seccionado);
19 — músculo mental;
20 — músculo depresor del labio inferior;
21 — glándula submandibular;
22 — músculo esternocleidomastoideo;
23 — músculo trapecio;
24 — músculo masetero;
25 — músculo buccinador;
26 — glándula parotídea;
27 — conducto parotídeo;
28 — cuerpo adiposo de la boca;
29 — músculo cigomático mayor;
30 — vientre occipital.

tes: 1) el anterior, músculo frontal o **vientre frontal,** se inicia en la piel de las cejas y se continúa con la parte anterior de la aponeurosis; 2) el vientre posterior, músculo occipital o **vientre occipital**, se inicia en la línea nucal superior y se continúa en la parte posterior de la aponeurosis; el vientre lateral se subdivide en tres pequeños músculos que se dirigen al pabellón de la oreja; por delante, **el músculo auricular anterior**; por arriba, **el auricu-**

lar superior, y por detrás, **el auricular posterior.** Los tres músculos auriculares se continúan con la parte lateral de la aponeurosis epicraneal. La galea aponeurótica cubre la parte media de la calvaria, constituyendo la parte central del músculo epicráneo.

Funciones. Teniendo un enlace laxo con el periostio de los huesos del cráneo, la aponeurosis epicraneal está, por el contrario, muy bien adherida al cuero cabelludo, por lo cual puede deslizarse junto con el mismo, como resultado de la contracción del músculo frontal o del occipital. Cuando la aponeurosis epicraneal se encuentra fijada por el vientre occipital, el vientre frontal eleva las cejas en arco y forma pliegues transversales en la frente.

Los músculos auriculares (vientre lateral del m. epicráneo) en la mayoría de las personas están desarrollados tan débilmente que su acción es casi nula Los vestigios de la misma en el hombre son un ejemplo clásico de órganos rudimentarios. Como se sabe, las personas capaces de mover las orejas (dicho en sentido figurado «aguzar las orejas») se observan con mucha rareza*.

MÚSCULOS EXTRAORBITARIOS

2. Músculo prócer (*m. procerus*). Es el músculo de los orgullosos. *Se inicia* en el dorso óseo de la nariz y en la aponeurosis del músculo nasal y va a *terminar* en la piel de la región de la glabela, continuándose en el músculo frontal. Es depresor de la piel de la región citada y provoca la formación de pliegues transversales en el entrecejo.

3. Músculo orbicular del ojo (*m. orbicularis oculi*). Contornea el adito de la órbita, disponiéndose por su amplia parte periférica en el borde óseo de la órbita, **porción orbital**, y por su parte central, **porción palpebral**, en los párpados. Se distingue todavía una tercera parte, pequeña, **la porción lagrimal.** Esta última forma parte de la porción palpebral, originándose en las paredes del saco lagrimal, que al dilatarlo, influye en la aspiración de las lágrimas por los canalículos lagrimales. La porción palpebral realiza la oclusión de los párpados. La porción orbital por su contracción intensa hace entornar los ojos. Las fibras superiores de esta porción, por su contracción aislalada, provocan el descenso de la piel de la frente conjuntamente con las cejas, dando a estas últimas una disposición rectilínea, borrando los pliegues transversales de la frente. En este sentido es antagonista del vientre frontal de músculo epicráneo.

En el músculo orbicular de los ojos se distingue todavía una pequeña porción, situada por debajo de la porción orbital, **el músculo corrugador de las cejas** (superciliar) (*m. corrugator supercilii*). Esta porción del orbicular del ojo aproxima las cejas y provoca la formación de pliegues o arrugas verticales en el entrecejo, espacio localizado sobre la raíz de la nariz. Con frecuencia, además de esos pliegues verticales, sobre el entrecejo se forman arrugas horizontales cortas, localizadas en el tercio medio de la frente y condicionadas por la acción conjunta con el músculo frontal. Esta posición de las cejas se observa en los estados de sufrimiento, dolor, siendo muy característica en la expresión de los sentimientos emotivos graves.

* Según otra redacción de la PNA, los mm. auriculares constituyen un grupo independiente de músculos situados alrededor de la oreja; los otros dos vientres del m. epicráneo, frontal y occipital, constituyen el músculo occipitofrontal.

4. Elevador del labio superior (*m. levator labii superioris*). *Se inicia* en forma de una laminilla cuadrangular en el borde infraorbital del maxilar, y convergiendo sus fascículos, *se continúa* en su mayor parte en la piel del pliegue nasolabial. De este músculo se desprende un fascículo que va al ala de la nariz, por lo que recibió la denominación independiente de **músculo elevador del labio superior y del ala de la nariz** (*m. levator labii superioris alaeque nasi*). Por la contracción de este músculo se eleva el labio superior, profundizando **el surco nasolabial** (*suclus nasolabialis*) y traccionando el ala de la nariz hacia arriba, ensancha los orificios nasales (nares).

5. Cigomático menor (*m. zygomaticus minor*). *Se inicia* en el hueso cigomático y *se adhiere* al pliegue nasolabial, profundizándolo con su contracción.

6. Cigomático mayor (*m. zygomaticus major*). *Se extiende* desde la cara lateral del hueso cigomático hasta la comisura labial y en parte hasta el labio superior. Tracciona el ángulo de la boca hacia arriba y lateralmente, con lo que el pliegue nasolabial se profundiza intensamente. Con la contracción de esos músculos, la cara se hace sonriente y por eso el m. cigomático mayor es preferentemente un músculo risorio.

7. Risorio (*m. risorius*). Está constituido por un pequeño fascículo transversal. *Se inicia* en la fascia parotídea y masetérica y se dirige hacia el ángulo de la boca; con frecuencia este músculo no existe. Extiende la boca durante la risa; en algunas personas, como resultado de *la inserción* de ese músculo en la piel de las mejillas se forma durante su contracción una pequeña fosita por el lado de la comisura labial.

8. Depresor del ángulo de la boca (*m. depressor anguli oris*). Constituye una lámina muscular triangular que *se inicia* por su base en el borde inferior de la mandíbula, lateral al tubérculo mental. Por su vértice *se inserta* en la



Fig. 144. Músculos de la hendidura bucal vista por su parte interna.

1, 6 — m. nasal;
2, 3 — m. orbicular de la boca;
4 — m. buccinador;
5 — m. depresor del labio inferior.

piel, cerca del ángulo de la boca y el labio superior. Es depresor del ángulo de la boca y convierte el pliegue nasolabial en rectilíneo. El descenso de los ángulos de la boca da a la cara una expresión de tristeza.

9. Elevador del ángulo de la boca (*m. levator anguli oris*). Músculo cuadrilátero, situado debajo del elevador del labio superior y del cigomático mayor, *se inicia* en la fosa canina del maxilar (por eso antes se le llamaba m. canino), por debajo del agujero infraorbital y va a *insertarse* en la comisura labial. Es elevador y aductor de la comisura labial.

10. Depresor del labio inferior (*m. depressor labii inferioris*). Está situado directamente sobre el hueso. *Se inicia* en el borde de la mandíbula, constituyendo una prolongación del platisma, y dirigiéndose oblicuamente *va a insertarse* en toda la piel del labio inferior, llegando hasta el borde libre del mismo. Tracciona el labio inferior hacia abajo y algo lateralmente, como se observa, por ejemplo, en el gesto mímico de repugnancia.

11. Músculo mental (*m. mentalis*). Es uno de los músculos mímicos más poderosos. *Parte* de la eminencia alveolar de los incisivos y caninos inferiores y *va a insertarse* en la piel del mentón. Eleva la piel del mentón formando pequeñas fosillas así como el labio inferior, comprimiéndolo contra el superior.

12. Buccinador (*m. buccinator*). Se presenta como una amplia capa muscular cuadrilátera, que forma la pared lateral de la cavidad bucal, hallándose en contacto directo con la mucosa de la boca. *Se inicia* en el proceso alveolar del maxilar a nivel del primer molar y continúa hacia atrás, hasta el proceso pterigoideo, después desciende a lo largo del **rafe pterigomandibular** (*raphe pterygomandibularis*) (ligamento fibroso extendido entre el gancho pterigoideo y la cresta buccionadora de la mandíbula) y continúa por la cresta buccinadora y la pared lateral de los alvéolos de los molares, dirigiéndose hacia delante, hasta la comisura de los labios. A nivel del segundo molar superior el músculo es atravesado por **el conducto parotídeo** (*ductus parotideus*). La cara externa del m. buccinador está cubierta por la fascia bucofaríngea, a la cual se aplica el cuerpo adiposo de la mejilla (Bichat). La acción del músculo consiste esencialmente en expeler al exterior el contenido del vestíbulo bucal, por ejemplo, el aire al tocar un instrumento de viento, de donde proviene la denominación de esos músculos (m. buccinador, músculo de las trompetas).

13. Orbicular de la boca (*m. orbicularis oris*). Está situado en el espesor de los labios, formando un círculo o corona alrededor de la hendidura bucal. Las fibras del músculo, tanto en el labio superior como en el inferior, se dirigen desde las comisuras labiales hasta la línea media, donde se entrelazan con las fibras homólogas del lado opuesto. Al músculo se asocian multitud de fascículos de los músculos vecinos. Al contraerse la porción periférica del m. orbicular, los labios se engruesan moviéndose hacia delante, como en el beso; si se contrae la porción situada debajo del borde rojo labial, los labios se ponen en íntimo contacto doblándose hacia dentro, a causa de lo cual desaparece su borde rojo. El orbicular de la boca, situado alrededor de la boca, cumple la función de esfínter, es decir, de músculo que cierra la hendidura bucal. En este sentido, es antagonista de los músculos radiales de la boca, esto es, de los músculos que parten desde la región del orbicular como radios divergentes y que actúan abriendo la boca (mm. elevadores del labio superior y del ángulo bucal, depresores del labio inferior y del ángulo bucal, etc.).

14. Músculo nasal (*m. nasalis*). Está débilmente desarrollado, se encuentra cubierto parcialmente por los elevadores del labio superior. Se inicia en el maxilar, en las eminencias alveolares de los incisivos laterales superiores, subdividiéndose de inmediato en tres partes: **porción transversa** (*pars transversa*), **porción alar** (*pars alaris*) y **músculo depresor del septo nasal** [*m. depressor* (*septi nasi*)]. La porción más lateral, la porción transversa, se eleva hacia el dorso de la nariz en su porción cartilaginosa, continuándose en una laminilla tendinosa que se une a la laminilla homónima del lado opuesto; al contraerse deprime la parte cartilaginosa de la nariz. La porción alar, músculo del ala de la nariz, constituye una porción corta que se dirige al ala nasal, haciéndolo descender al contraerse, por eso se le llama **músculo depresor del septo nasal**.

FASCIAS DE LA CABEZA

La aponeurosis epicraneal, como ya se dijo (véase fig. 143), cubre la calvaria, en sus partes laterales se adelgaza considerablemente hasta formar una laminilla fibrosa laxa, por debejo de la cual se extiende **la fascia temporal**, densa y reluciente, que cubre el músculo homónimo, iniciándose por arriba en la línea temporal. Por abajo, esta fascia se inserta en el arco cigomático desdoblándose en dos láminas de las cuales la superficial se adhiere a la cara externa del arco, y la profunda, a su cara interna. Entre ambas láminas se delimita un espaico lleno de tejido adiposo. La fascia temporal convierte la fosa temporal en receptáculo osteofibroso que contiene al músculo temporal y cierta cantidad de tejido adiposo. El m. masetero está cubierto por **la fascia maseterica** (*fascia masseterica*), que envolviendo el músculo se inserta por arriba en el arco cigomático, por abajo en el borde de la mandíbula y por detrás y por delante en la rama. Hacia atrás y, en parte, por su cara anterior, se relaciona con **la fascia parotídea** (*fascia parotidea*), que forma la cápsula de dicha glándula. En la región facial no existen fascias, ya que los músculos mímicos se localizan directamente debajo de la piel. La única excepción la constituye el buccinador; este músculo está cubierto en su parte posterior por la fascia bucofaríngea, de gran densidad, que más adelante se hace laxa, fusionándose con el tejido de la mejilla; por detrás se adhiere al ligamento pterigomandibular, continuándose con el tejido conjuntivo que cubre los músculos de faringe.

MÚSCULOS DEL MIEMBRO SUPERIOR

Los músculos del miembro superior realizan los movimientos del brazo, indispensables para el cumplimiento de sus funciones como órgano de trabajo.

La musculatura del cinturón del miembro superior lo inserta en el esqueleto del tronco, constituyendo un enlace muscular entre los huesos, una **sinsarcosis** (*sarx*—carne), que pone en movimiento los huesos de la cintura escapular, en particular, la escápula y todo el miembro superior. Estos músculos se dirigen a los huesos del mismo como hacia un centro, desde

todos los lados, cabeza, dorso y pecho, y tienen un origen distinto: 1) los derivados de la musculatura ventral del tronco, que hallaron su punto de inserción en aquellos o sea, músculos eferentes: **m. romboides, m. elevador de la escápula, m. serrato anterior, m. subclavio, m. omohioideo;** 2) los derivados de los arcos viscerales: **m. trapecio;** 3) los músculos aferentes: **m. pectoral mayor y m. pectoral menor.**

La localización y las funciones de estos músculos fueron ya estudiadas al describir la musculatura del dorso, el tórax y el cuello. Los músculos restantes, los del miembro superior se derivan de la parte ventral de los miotomas, pudiendo ser clasificados en músculos de la región de la articulación humeral, músculos del brazo, del antebrazo y de las manos. Todos están inervados por ramos del plexo braquial (*plexus brachialis*).

MUSCULOS DE LA REGIÓN DELTOIDEA

En correspondencia con la forma esferoide de la articulación humeral y con los movimientos de la misma en todas direcciones (articulación pluriaxial), los músculos que la sirven se disponen por todos sus lados, insertándose en el húmero. Topográficamente, se subdividen en grupo dorsal y grupo ventral.

A. GRUPO DORSAL

1. Músculo deltoides (*m. deltoideus*) (figs. 145, 146). Cubre la extremidad proximal del húmero. Tiene forma triangular y *se inicia* en el tercio lateral de la clavícula, en el acromion y en la espina de la escápula en toda su extensión. Los fascículos anteriores y posteriores del músculo se dirigen casi en línea recta hacia abajo y lateralmente; los fascículos medios, flexionándose a través de la cabeza del húmero, se dirigen directamente hacia abajo. Todos los fascículos convergen, insertándose en **la tuberosidad deltoidea** (*tuberositas deltoidea*), que tiene el húmero en su parte media. Entre la cara interna del músculo y la cabeza del húmero se encuentra la bolsa sinovial subdeltoidea (*bursa subdeltoidea*).

Funciones. Al contraerse la parte anterior (clavicular) del deltoides, el brazo se levanta hacia delante, realiza la anteflexión; la contracción de la parte posterior (escapular) provoca el movimiento contrario, *la retroflexión.* La contracción de la parte media, acromial, o de todo el músculo en conjunto provoca la abducción del brazo, o sea, su alejamiento del tronco hasta el nivel horizontal. Todos estos movimientos tienen lugar en la articulación humeral. Cuando como resultado del apoyo del húmero en la bóveda articular el movimiento es frenado, la elevación ulterior del brazo por encima del nivel horizontal se efectúa con la cooperación de los músculos del cinturón del miembro superior y del dorso insertados en la escápula. En este acto, los fascículos superiores del m. trapecio, a través de la espina escapular, traccionan hacia arriba y medialmente el ángulo lateral de la escápula, mientras que los fascículos inferiores del m. serrato anterior atraen el ángulo inferior hacia arriba y lateralmente, a causa de lo cual la escápula gira alrededor de un eje sagital que pasa a través de su ángulo superior (fig. 147). Este último se fija por la contracción conjunta del romboides, serrato anterior y elevador de la

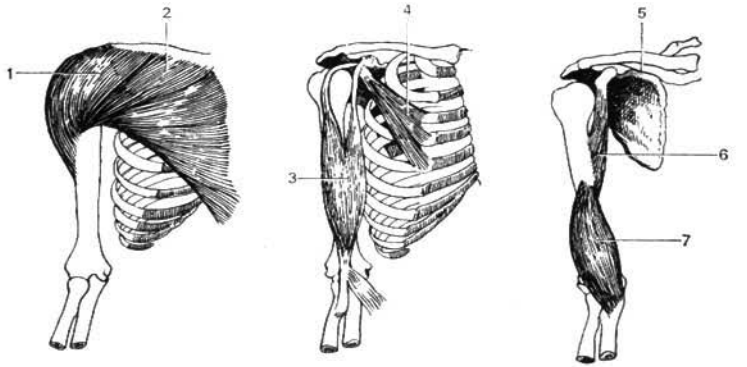


Fig. 145. Músculos del pecho y del brazo.

1 — m. deltoideo;
2 — m. pectoral mayor;
3 — m. bíceps braquial;
4 — m. pectoral menor;
5 — m. subclavio;
6 — m. coracobraquial;
7 — m. braquial.

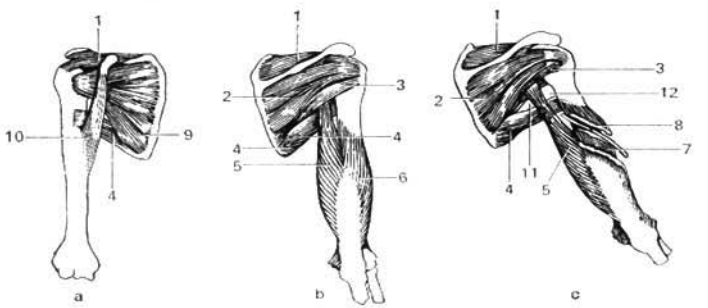


Fig. 146. Músculos del cinturón de miembro superior y del brazo; vista lateral derecha.

a — por delante; *b* y *c* — por detrás;
1 — m. supraespinoso;
2 — m. infraespinoso;
3 — m. redondo menor;
4 — m. redondo mayor;
5 — cabeza larga del m. tríceps braquial;
6 — cabeza lateral del tríceps;
7 — cabeza medial del tríceps;
8 — canal humeromuscular;
9 — m. subescapular;
10 — m. coracobraquial;
11 — agujero triangular;
12 — agujero cuadrilátero.

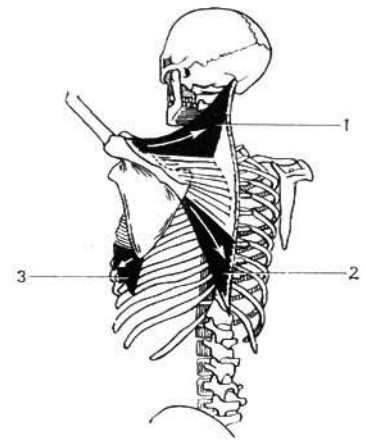


Fig. 147. Dirección de las fuerzas musculares que actúan sobre la escápula al levantar el brazo por encima de su posición horizontal.

1 — fascículos superiores del m. trapecio;
2 — fascículos inferiores de dicho músculo;
3 — m. serrato anterior.

escápula. Con la rotación de la escápula la fosa articular de la misma gira hacia arriba y junto con ella se eleva el húmero, sostenido en su posición anterior con respecto a la bóveda articular por la contracción conjunta del deloides y del supraespinoso. (Inerv. C_V-Th_I. N. axial.)

2. Músculo supraespinoso (*m. supraspinatus*). Ocupa la fosa supraespinosa, donde *se inicia*, pasa por debajo del ligamento coracoacromial y *va a insertarse* en la parte superior de la tuberosidad mayor del húmero (véase fig. 146). Este músculo está cubierto por una fascia sólida, **la fascia supraespinosa,** que adhiriéndose a los bordes de la fosa homónima, constituye un receptáculo osteofibroso para el músculo.

Función. Es abductor del brazo, siendo sinérgico del m. deltoides. (Inerv. $C_{V\text{-}VI}$. N. supraescapular.)

3. Músculo infraespinoso (*m. infraspinatus*). Llena gran parte de la fosa infraespinosa, *se inicia* en dicha fosa y en la fascia infraespinosa y *va a insertarse* en la tuberosidad mayor del húmero.

Función. Efectúa la rotación lateral del brazo. (Inerv. $C_{V\text{-}VI}$. N. supraescapular.)

4. Músculo redondo menor (*m. teres minor*). Se inicia en el borde axilar de la escápula y *se inserta* en la tuberosidad mayor, por debajo del tendón del m. infraespinoso.

Función. Igual que la del músculo precedente. (Inerv. C_I-Th_V. N. axilar.)

El músculo infraespinoso, junto con el redondo menor, está cubierto por la firme fascia infraespinosa, que se adhiere a la espina escapular y a los bordes de la escápula, encerrando a dichos músculos en un receptáculo osteofibroso.

5. Músculo redondo mayor (*m. teres major*). *Se inicia* en la cara posterior del ángulo inferior de la escápula y se dirige a lo largo del borde lateral de

este hueso, hacia el labio externo de **la cresta de la tuberosidad menor del húmero** (*crista tuberculo minoris humeri*), donde *se inserta* junto con el m. dorsal ancho.

En el hombre, el redondo mayor es independiente del músculo subescapular, sin embargo, tiene la misma inervación.

Función. Tracciona el brazo hacia atrás y abajo, acercándolo al tronco y provoca, además, su rotación medial. (Inerv. $C_{V\text{-}VI}$. Nn. subescapulares.)

6. Músculo dorsal ancho (*m. latissimus dorsi*) (véase pág. 296).

B. GRUPO VENTRAL

1. Músculo subescapular (*m. subscapularis*). En su *origen* ocupa toda la cara costal de la escápula. Por un amplio y denso tendón el músculo se dirige lateralmente a la cara anterior de la articulación humeral y *se inserta* en la tuberosidad menor del húmero. Entre el tendón y la cápsula articular se encuentra la bolsa sinovial subescapular, ya descrita (véase «Articulación humeral», pág. 223), que comunica con la articulación. El m. subescapular está cubierto por la fascia del mismo nombre (*fascia subscapularis*) que se inserta en los bordes de la fosa subescapular.

Funciones. Gira el húmero medialmente y también puede poner en tensión la cápsula articular, preservándola de las estrangulaciones. Esta última propiedad la posee gracias a su adherencia a la cápsula y con los músculos antes descritos que *se insertan* en la tuberosidad mayor (Inerv. $C_{V\text{-}VI}$. Nn. subescapulares.)

2. Músculo pectoral mayor (*m. pectoralis major*) (véase pág. 303).

3. Músculo coracobraquial (*m. coracobrachialis*). Se inicia en el proceso coracoideo, junto con la porción corta del bíceps braquial y el pectoral menor, y *se inserta* por un corto tendón en la cara interna del húmero, en la zona distal de la cresta de la tuberosidad menor.

Función. Eleva el húmero hacia delante y es aductor del mismo. (Inerv. $C_{V\text{-}VII}$. N. musculocutáneo.)

MÚSCULOS DEL BRAZO

Los músculos del brazo conservan en su forma más simple la localización inicial de la musculatura de los miembros y se clasifican por un simple esquema clásico en dos músculos flexores (m. bíceps y m. braquial), situados en el plano anterior (grupo anterior), y dos extensores (**m. tríceps y m. ancóneo**), situados en el pano posterior (grupo posterior). Ellos actúan en la articulación del codo, realizando movimientos alrededor de un eje frontal, por lo cual están dispuestos en las caras anterior y posterior del brazo, insertándose en los huesos del antebrazo. Ambos grupos se encuentran aislados uno del otro por dos tabiques de tejido conjuntivo, **los septos intermusculares del brazo** (*septa intermuscularia brachii*), que proceden de la fascia común del miembro que envuelve a todos los músculos del brazo, y se dirigen a los bordes medial y lateral del húmero. Estos septos están expresados más intensamente en la extremidad distal del brazo, en la región de los epicóndilos.

MÚSCULOS ANTERIORES DEL BRAZO

1. Músculo bíceps braquial (*m. biceps brachii*) (véase fig. 145). Es un músculo voluminoso cuya contracción se ve claramente por debajo de la piel, gracias a lo cual es conocido por todas las personas, aun sin haber estudiado anatomía. El músculo está compuesto en su parte proximal por dos cabezas, una de las cuales (la cabeza larga) *se inicia* en el tubérculo supraglenoideo de la escápula por un tendón largo, que después de atravesar la articulación humeral, se asienta en **el surco intertubercular del húmero** (*sulcus intertubercularis humeri*) rodeado de una **vaina sinovial** (*vagina synovialis intertubercularis*); la otra (la cabeza breve) *se inicia* en el proceso coracoides de la escápula. Ambas cabezas se unen y se continúan en un vientre alargado fusiforme que termina en un tendón que se inserta en **la tuberosidad del radio** (*tuberositas radii*). Entre el tendón y la tuberosidad se encuentra constantemente una bolsa sinovial, **la bolsa bicipitorradial** (*bursa bicipitoradialis*). Del tendón del bíceps parte en dirección medial un fascículo tendinoso denso, **la fascia del bíceps braquial**, que se continúa con la fascia del antebrazo.

Funciones. Flexiona el antebrazo en la articulación del codo (cubital); gracias a su inserción en el radio actúa también como supinador, si en el antebrazo se ha ejecutado previamente la pronación. El bíceps atraviesa no sólo la articulación del codo, sino también la del húmero, pudiendo actuar en esta última flexionando el brazo, pero sólo en aquellos casos en que la articulación del codo se halle fija por la contracción del m. tríceps. (Inerv. $C_{V\text{-}VI}$. N. musculocutáneo.)

2. Músculo braquial (*m. brachialis*). Se encuentra en un plano más profundo que el bíceps y *se inicia* en la cara anterior del húmero, desde la impresión deltoidea hasta la cápsula de la articulación del codo, así como en los dos septos intermusculares braquiles. Descendiendo por delante de la articulación del codo el músculo la cubre y *va a insertarse* en la base del proceso coronoideo, en **la tuberosidad de la ulna** (*tuberositas ulnae*).

Funciones. Es un flexor puro del antebrazo. (Inerv. $C_{V\text{-}VI}$.N. musculocutáneo.)

MÚSCULOS POSTERIORES DEL BRAZO

1. Músculo tríceps braquial (*m. triceps brachii*) (véase fig. 146). Ocupa toda la cara posterior del brazo y se compone de tres cabezas que convergen luego en un tendón común. **La cabeza larga** (*caput longum*) *se inicia* en el tubérculo infraglenoideo de la escápula y se dirige hacia abajo, pasando entre los músculos redondos mayor y menor. **La cabeza lateral** (*caput laterale*) *se inicia* en la cara posterior del húmero, por encima y lateralmente al surco del nervio radial, y más bajo en **el septo intermuscular lateral del brazo** (*septum intermusculare brachii laterale*). **La cabeza medial** (*caput mediale*) *se inicia* en la cara posterior del húmero, en la parte distal del surco del nervio radial y también en ambos septos intermusculares. Las tres cabezas, uniéndose en un ampilo tendón común se insertan en el olécranon. Por detrás del tendón, entre el mismo y la piel, en la región olecraniana, se extiende **la bolsa sinovial olecraniana** (*bursa olecrani*).

Función. Extensor del antebrazo en la articulación del codo. (Inerv. $C_{VI\text{-}VIII}$. N. radial.)

2. Músculo ancóneo (*m. anconeus*). Es un pequeño músculo de forma triangular que contacta por su extremidad proximal con el m. tríceps. *Se inicia* en el epicóndilo lateral del húmero y en el ligamento colateral radial de la articulación del codo y *va a insertarse* por una amplia base en la cara posterior de la ulna, en su cuarto proximal.

Función. Idéntica a la del m. tríceps. (Inerv. $C_{VII-VIII}$. N. radial.)

MÚSCULOS DEL ANTEBRAZO

En la descripción de los músculos del antebrazo nos atenemos a la posición de este último en supinación forzada, cuando en el mismo pueden distinguirse las caras anterior y posterior y dos bordes: uno medial (ulnar) y otro lateral (radial). Los músculos del antebrazo son muy numerosos. Por su función se subdividen en flexores y extensores, con la particularidad de que unos provocan la flexión o extensión de toda la mano, y otros solamente la de los dedos; uno de estos últimos es el abductor del dedo pulgar. Existen, además, músculos pronadores y supinadores, que efectúan los movimientos correspondientes del radio. Por su localización, todos los músculos citados se subdividen en dos grupos: anterior, en cuya composición entran los flexores y los pronadores, y posterior, compuesto de los extensores y supinadores.

Cada uno de esos grupos se compone de dos capas — superficial y profunda. La capa superficial del grupo anterior se inicia en la región del epicóndilo medial del húmero y la capa superficial del grupo posterior, en la del epicóndilo lateral. La capa profunda de ambos grupos, en su inmensa mayoría, no encuentra lugar de inserción en los epicóndilos y se inicia en los huesos del antebrazo y en el septo interóseo. Las inserciones terminales de los flexores y extensores de la mano se encuentran en las bases de los metacarpianos*, y los músculos de función análoga para los dedos se insertan en las falanges, exceptuando el abductor largo del pulgar, que va a insertarse en el I metacarpiano.

Los pronadores y supinadores se insertan en el radio. Los músculos del antebrazo, en su porción proximal, se componen de tejido muscular, mientras que en la distal se continúan en largos tendones, debido a lo cual el antebrazo tiene la forma de un cono aplanado en dirección anteroposterior.

GRUPO ANTERIOR

La capa superficial consta de los siguientes músculos (fig. 148):

1. Músculo pronador redondo (*m. pronatos teres*). *Se inicia* en el epicóndilo medial del húmero, en el septo intermuscular medial y en la tuberosidad de la ulna. El músculo se dirige oblicuamente hacia abajo y lateralmente y se inserta en la cara lateral del radio, inmediatamente por encima de su parte media (fig. 150).

Función. Es pronador del antebrazo y participa en la flexión del mismo. (*Inerv.* C_{VI-VII}. N. *mediano.*)

* Una excepción aparente es el músculo flexor ulnar del carpo (*flexor carpi ulnaris*), que se inserta en el hueso pisiforme. Pero ese hueso puede ser considerado como un huesecillo sesamoideo incluido en el tendón del músculo citado, el cual se extiende hasta el V metacarpiano.

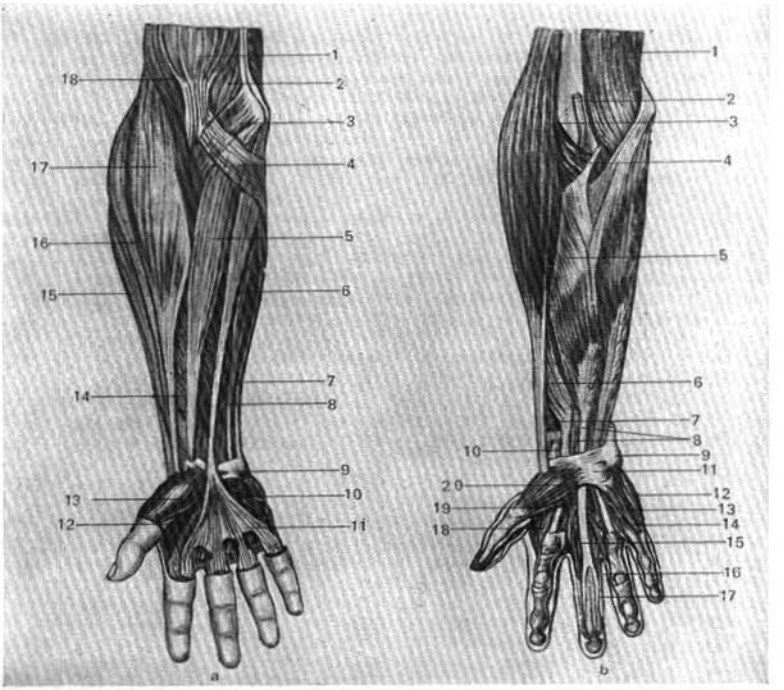


Fig. 148. Músculos del antebrazo y mano derecha

a — capa superficial;
1 — m. biceps braquial;
2 — m. braquial;
3 — m. pronador redondo;
4 — aponeurosis del m. biceps braquial;
5 — m. flexor radial del carpo;
6 — m. palmar largo;
7 — flexor ulnar del carpo;
8 — m. flexor superficial de los dedos;
9 — hueso pisiforme;
10 — m. palmar breve;
11 — aponeurosis palmar;
12 — m. flexor breve del pulgar;
13 — m. abductor breve del pulgar;
14 — m. flexor largo del pulgar;
15 — m. extensor radial breve del carpo;
16 — m. extensor radial largo del carpo;
17 — m. braquiorradial;
18 — m. braquial,
b — capa profunda (y parcialmente la superficial);
1 — m. braquial anterior;
2 — tendón del m. biceps braquial;
3 — m. braquiorradial;
4 — m. supinador;
5 — m. flexor superficial de los dedos;
6 — m. flexor largo del pulgar;
7 — m. pronador cuadrado;
8 — tendón del m. flexor profundo de los dedos;
9 — tendón del m. flexor ulnar del carpo;
10 — tendón del m. flexor radial del carpo;
11 — retináculo de los flexores;
12 — m. abductor breve del meñique;
13 — m. flexor breve del meñique;
14 — m. oponente del meñique;
15 — m. lumbrical;
16 — tendón del m. flexor superficial de los dedos;
17 — tendón del m. flexor profundo de los dedos;
18 — m. aductor breve del pulgar;
19 — m. flexor breve del pulgar;
20 — m. abductor breve del pulgar.

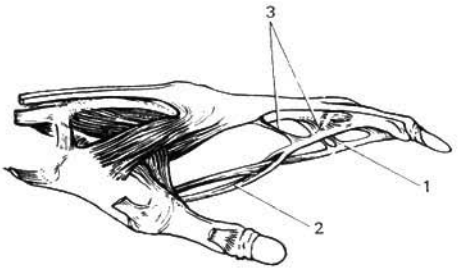


Fig. 149. Quiasma tendinoso.

1 — tendón del m. flexor profundo de los dedos;
2 — tendón del m. flexor superficial de los dedos;
3 — vínculos tendinosos.

2. Músculo flexor radial del carpo (*m. flexor carpi radialis*). Músculo fusiforme, bipenniforme, situado a lo largo del borde medial del pronador redondo. *Se inicia* en el epicóndilo medial del húmero y *se inserta* en la base del II metacarpiano.

Función. Efectúa la flexión palmar de la mano, pudiendo también realizar la abducción de esta última, en combinación con otros músculos. (Inerv. C_{VI-VII}. N. mediano.)

3. Músculo palmar largo ((*m. palmaris longus*). Está situado medialmente con relación al anterior, *se incia* en el epicóndilo medial del húmero. Su vientre fusiforme, corto, desde muy arriba se continúa en un tendón delgado y largo que por encima del retináculo de los flexores se fusiona con la aponeurosis palmar. Este músculo falta con frecuencia.

Función. Efectúa la flexión palmar de la mano y pone tensa la aponeurosis palmar. (Inerv. C_{VIII}-Th_I. N. mediano).

4. Músculo flexor ulnar del carpo (*m. flexor carpi ulnaris*). Está situado en el borde ulnar del antebrazo, *se inicia* en el epicóndilo medial del húmero, en el borde posterior de la ulna y en el olécranon. Su tendón *se inserta* en el hueso pisiforme, hueso sesamoideo de dicho tendón, y más adelante en el hueso ganchoso (en forma de ligamento pisiganchoso) y en el V metacarpiano (por el ligamento pisimetacarpiano).

Función. Junto con el flexor radial de la mano realiza la flexión palmar de la mano, efectuando también la aducción ulnar de esta última (junto con el m. extensor ulnar del carpo (*m. extensor carpi ulnaris*). (Inerv. C_{VIII}-Th_I. N. cubital.)

5. Músculo flexor superficial de los dedos (*m. flexor digitorum superficialis*). Está situado más profundamente que los cuatro músculos antes descritos. *Se inicia* en el epicóndilo medial, en el proceso coronoideo del cúbito (ulna) y en la parte superior del radio. El músculo se subdivide en cuatro tendones largos que descienden del antebrazo hacia la palma de la mano, pasan el canal del carpo y van a la cara palmar del II al V dedo.

A nivel del cuerpo de la falange proximal, cada uno de los tendones se divide en dos ramas que divergen formando una hendidura, **el hiato tendinoso**

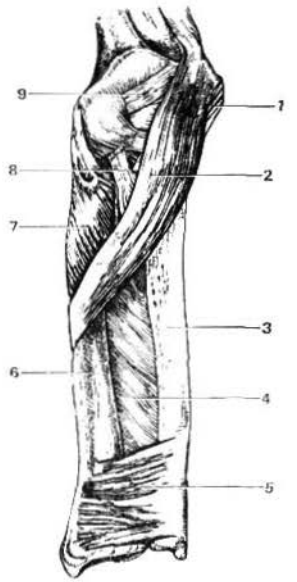


Fig. 150. Músculos del antebrazo derecho; pronadores y supinadores; cara anterior.

1 — epicóndilo medial;
2 — *m.* pronador redondo;
3 — ulna;
4 — membrana interósea del antebrazo;
5 — m. pronador cuadrado;
6 — radio;
7 — m. supinador;
8 — tendón del m. bíceps braquial;
9 — cápsula articular.

(*hiatus tendineus*), para el paso de los tendones del flexor profundo, con los que se entrecruzan (**quiasmo tendinoso**), *insertándose* en la capa palmar de la base de la falange media (figs. 148, 149).

Función. Provoca la flexión de las falanges proximal y media de los dedos, así como la flexión de toda la mano. (Inerv. C_{VIII}-Th_I. N. mediano.)

Músculos de la capa profunda (véase fig. 148, *b*):

6. Músculo flexor largo del pulgar (*m. flexor pollicis longus*) *Se inicia* en la cara anterior del radio, distalmente a la tuberosidad y también, con frecuencia en el epicóndilo medial del húmero. Su largo tendón pasa por debajo del retináculo de los flexores hacia la palma de la mano, pasa por el surco que forman las dos cabezas del flexor breve del pulgar y se dirige a la base de la segunda falange del pulgar.

Función. *Flexiona la falange ungueal del pulgar y también toda la mano.* (Inerv. C_{VI-VII}. N. mediano.)

7. Músculo flexor profundo de los dedos (*m. flexor digitorum profundus*). *Se inicia* en el cúbito y en el septo interóseo. Los cuatro tendones que parten del cuerpo del músculo en la mitad del antebrazo pasan a la palma de la mano a través del canal del carpo, por detrás de los tendones del flexor superficial, y luego se dirigen a los dedos II-V, penetran en el hiato tendinoso, se entre-

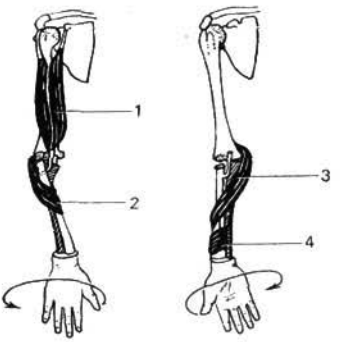


Fig. 151. Pronadores (a la derecha) y supinadores (a la izquierda) del antebrazo.

1 — m. pronador redondo;
2 — m. pronador cuadrado;
3 — m. bíceps braquial;
4 — m. supinador.

cruzan con las ramas tendinosas del flexor superficial de los dedos y van a insertarse en la falange distal.

Función. Flexiona las falanges media y distal del *II* al V dedo, participando en la flexión de toda la mano. (Inerv. C_{VII}-Th_I. N. mediano y n. cubital.)

8. Músculo pronador cuadrado (*m. pronator quadratus*) (véase fig. 150). Es un músculo plano, cuadrilátero, situado por delante de los dos huesos del antebrazo y de la membrana interósea, inmediatamente por encima de las articulaciones del carpo. Las fibras del músculo *se inician* en la cara palmar del cúbito y *se dirigen* lateralmente y algo hacia abajo para ir a *insertarse* en la cara palmar del radio.

Función. Es el principal pronador del antebrazo, teniendo como auxiliar el pronador redondo (O. Machado de Sousa, 1959, y otros) (fig. 151). (Inerv. C_{VI}-Th_I. N. mediano.)

GRUPO POSTERIOR

El plano superficial de los músculos posteriores (fig. 152) puede a su vez ser subdividido en dos grupos secundarios: radial y ulnar. El primero ocupa la cara anterolateral del antebrazo y el segundo se encuentra en su cara posterior.

GRUPO RADIAL DE LA CAPA SUPERFICIAL

1. Músculo braquiorradial (*m. branchioradialis*) (figs. 152, 153). Se extiende por delante a lo largo del borde lateral del antebrazo. Este músculo *se inicia* en el borde lateral del húmero y en el septo intermuscular lateral, situándose entre el m. braquial y el tríceps. Después su vientre se ensancha, descendiendo por delante del radio y en la mitad del antebrazo se continúa en un tendón denso, largo, que *va a insertarse* en el proceso estiloideo del radio. Medialmente limita con el pronador redondo y con el flexor radial del carpo.

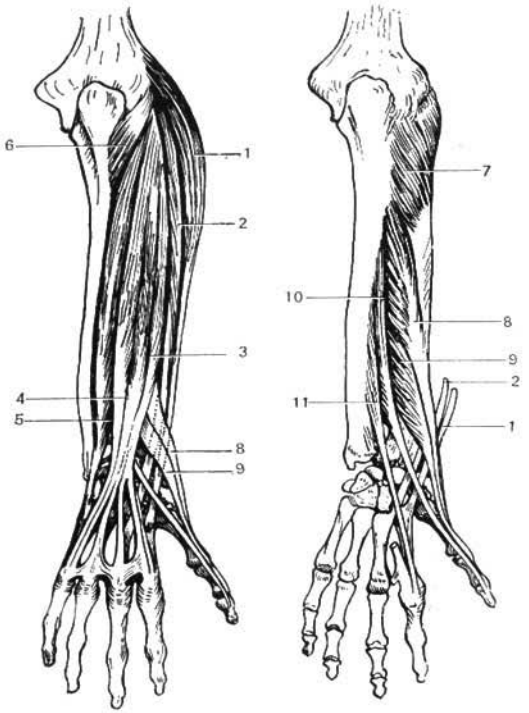


Fig. 152. Músculos posteriores del antebrazo; vista lateral derecha.

a — capa superficial;
b — capa profunda;
1 — m. extensor radial largo del carpo;
2 — m. extensor radial breve del carpo;
3 — m. extensor de los dedos;
4 — m. extensor del meñique;
5 — m. extensor ulnar del carpo;
6 — m. ancóneo;
7 — m. supinador;
8 — abductor largo del pulgar;
9 — m. extensor breve del pulgar;
10 — m. extensor largo del pulgar;
11 — m. extensor del índice.

Funciones. Flexiona el antebrazo en la articulación del codo y coloca el radio en una posición intermedia entre la pronación y la supinación (esta posición es la que adoptan corrientemente el antebrazo y la mano cuando el brazo pende libremente). (Inerv. $C_{V\text{-}VI}$. N. radial.)

2. Músculo extensor radial largo del carpo (*m. extensor carpi radialis longus*). Se encuentra lateralmente y por detrás del músculo precedente y *se inicia* en el borde lateral del húmero, en el epicóndilo y también en el sep-

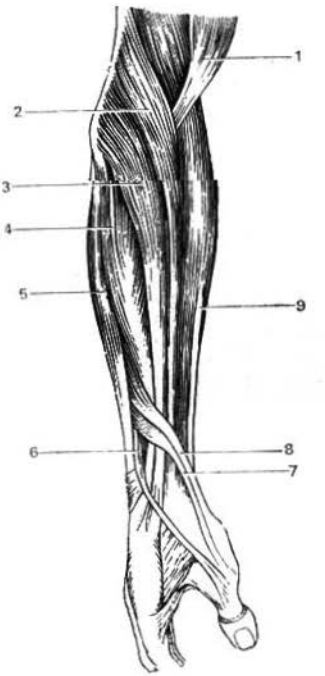


Fig. 153. Músculos del lado radial del antebrazo.

1 — m. bíceps braquial;
2 — m. braquiorradial;
3 — m. extensor radial largo del carpo;
4 — m. extensor radial breve del carpo;
5 — m. m. extensor de los dedos;
6 — m. extensor largo del pulgar;
7 — m. extensor breve del pulgar;
8 — m. abductor largo del pulgar;
9 — m. flexor superficial de los dedos.

to intermuscular lateral. En la mitad del antebrazo se convierte en tendón que se extiende por la cara lateral del radio, después pasa por debajo del retináculo de los extensores y *va a insertarse* en la cara dorsal de la base del II metacarpiano.

Funciones. Flexiona el antebrazo, efectúa la flexión dorsal de la mano y también la abducción de la misma (hacia el lado radial) (esta última función, conjuntamente con el flexor radial del carpo). (Inerv. C_{VI-VII}. N. radial.)

3. Músculo extensor radial breve del carpo (*m. extensor carpi radialis brevis*). Está por detrás del extensor radial largo, *se inicia* en el epicóndilo lateral del húmero y en la cápsula de la articulación del codo. Su tendón se extiende junto con el del extensor largo y los dos, en el tercio distal del antebrazo, se entrecruzan con el abductor largo del pulgar y el extensor corto del pulgar, y en la mano con el tendón del extensor largo de este dedo. Más abajo pasan por un canal fibroso común (el segundo), por debajo del retináculo de los extensores, después de lo cual el tendón del extensor radial breve *se inser-*

ta en la cara dorsal de la base del III metacarpiano. En este lugar, debajo del mismo se encuentra una pequeña bolsa sinovial.

Función. Es igual que la del extensor radial largo del carpo. (Inerv. C_{VI-VII}. N. radial.)

GRUPO ULNAR DE LA CAPA SUPERFICIAL

4. Músculo extensor común de los dedos (*m. extensor digitorum*) (fig. 152). Situado ya por completo en la cara posterior del antebrazo, *se inicia* junto con el extensor radial breve en el epicóndilo lateral. En la mitad del antebrazo el músculo se subdivide en cuatro vientres, cada uno de los cuales se continúa en un largo tendón. Los cuatro tendones descienden hacia el dorso de la mano, pasando por bedajo del retináculo de los extensores por el cuarto de los canales existentes en esa región, y después divergen hacia los cuatro dedos (II-V). En el dorso de la mano, cerca de las articulaciones metacarpofalángicas, los tendones están unidos entre sí por conexiones fibrosas oblicuas, **conexiones intertendinosas** (*connexus intertendineus*), a causa de lo cual la extensión de los dos dedos medios sólo puede realizarse conjuntamente; el dedo índice y en parte el meñique, conservan su independencia gracias a la existencia de sus extensores. Cada uno de los tendones del extensor común en la cara dorsal del dedo correspondiente se continúa en una expansión tendinosa triangular dividida en tres fascículos, de los cuales el mediano se inserta en la base de la falange media y los dos laterales en la base de la falange distal.

Funciones. Extensor del II-V dedos, efectuando también la flexión dorsal de la mano. (Inerv. $C_{VI-VIII}$. N. radial.)

5. Músculo extensor del meñique (*m. extensor digiti minimi*). Se aparta del extensor de los dedos por su lado ulnar. Su largo tendón pasa a través de un quinto canal, por debajo del retináculo de los extensores, hacia el dorso de la mano, dirigiéndose al dedo meñique donde se une con el tendón del extensor de dicho dedo.

Función. Se desprende de su denominación. (Inerv. C_{VI-VII}. N. radial.)

6. Músculo extensor ulnar del carpo (*m. extensor carpi ulnaris*). Aplicado por su borde lateral al extensor de los dedos y al extensor del meñique, *se inicia* con estos músculos en el epicóndilo y, además, en el borde posterior del cúbito. Su tendón pasa a través de un sexto canal fibroso, por debajo del retináculo de los extensores y *se inserta* en la base del V metacarpiano (en la tuberosidad ósea del V metacarpiano).

Función. Realiza la flexión dorsal de la mano y la aducción de la misma hacia el lado ulnar; esta última función la efectúa conjuntamente con el flexor ulnar del carpo (*flexor carpi ulnaris*). (Inerv. $C_{VII-VIII}$. N. radial.)

Capa profunda:

7. Músculo supinador (*m. supinator*). Está situado en la parte superolateral del antebrazo, cubierto por el braquiorradial (*m. brachioradialis*) y por los dos radiales extensores. Se inicia en el epicóndilo lateral, en el ligamento radial de la articulación del codo, y en la extremidad superior del cúbito, abarca la extremidad proximal del radio por encima y por debajo de la tuberosidad del mismo.

Función. Es un supinador puro del antebrazo. (Inerv. C_{V-VI}. N. radial.)

8 y 9. Músculos abductor largo del pulgar y extensor breve del pulgar (*m. abductor pollicis longus, m. extensor pollicis brevis*). *Se inician* juntos en la cara posterior del radio, en la membrana interósea y en parte, en el cúbito; el primero de esos músculos, por encima del segundo. Desde su lugar de origen ambos músculos se extienden en dirección distal y lateral, sobresalen por el borde radial del extensor de los dedos, pasan a través del primer canal, por debajo del retináculo de los extensores y se dirigen al dedo pulgar, donde el tendón del abductor largo *se inserta*, en parte, en la base del I metacarpiano y en el tendón del extensor breve del pulgar; mientras que el tendón de este último *se inserta* en la base de la falange proximal del pulgar.

Funciones. El m. abductor largo del pulgar efectúa la abducción de dicho dedo y la abducción radial de la mano; el extensor breve extiende la falange proximal del pulgar. (Inerv. C_{VI-VII}. N. radial.)

10. Músculo extensor largo del pulgar (*m. extensor pollicis longus*). *Se inicia* en el tercio medio de la cara posterior del cúbito y de la membrana interósea, sobresale con su tendón del m. extensor de los dedos, por debajo de los dos músculos precedentes, cruza oblicuamente los tendones de los dos extensores radiales, pasa a través del tercer canal fibroso por debajo del retináculo de los extensores y llega al dorso del pulgar, *insertándose* en la base de su segunda falange. Por el lado radial de la articulación radiocarpiana, entre los tendones del m. extensor largo del pulgar, por un lado, y de los mm. extensor breve del pulgar y abductor largo del pulgar, del otro, se forma una depresión en el carpo llamada **tabaquera anatómica**.

Función. Extensor del dedo pulgar, atrayendo al mismo hacia el lado dorsal. (Inerv. $C_{VII-VIII}$. N. radial.)

11. Músculo extensor del índice (*m. extensor indicis*). *Se inicia* en el tercio distal de la cara posterior del cúbito. Su tendón pasa junto con los del extensor de los dedos a través del cuarto canal fibroso por debajo del retináculo de los extensores y *se une* al borde lateral del tendón del extensor antes mencionado, que se dirige al índice, continuándose en la expansión tendinosa dorsal de dicho dedo.

Función. Corresponde a su denominación. (Inerv. $C_{VII-VIII}$. N. radial.)

MÚSCULOS DE LA MANO

Además de los tendones de los músculos del antebrazo, insertados en la cara dorsal y palmar de la mano, esta última tiene sus músculos breves propios, que se inician e insertan en la misma. Estos se clasifican en tres grupos. Dos de ellos, situados por los bordes radial y ulnar de la palma de la mano, forman la eminencia del pulgar, **tenar**, y la del meñique, **hipotenar**; el tercer grupo, medio, se localiza en la depresión palmar de la mano (*palma manus*). En el hombre, donde la mano es la parte más importante del miembro superior como órgano de trabajo, es donde sus músculos alcanzan la mayor perfección. En ese perfeccionamiento, durante el proceso evolutivo del ser humano, los músculos que alcanzaron su mejor desarrollo, en comparación con los antropoides, fueron los del dedo pulgar gracias a lo cual el hombre posee la facultad de la máxima anteposición del mismo. Una manifestación de eso es la capacidad de alcanzar la articulación del V dedo con el extremo del pulgar, con la mano cerrada en puño. En el hombre los extensores presentan tam-

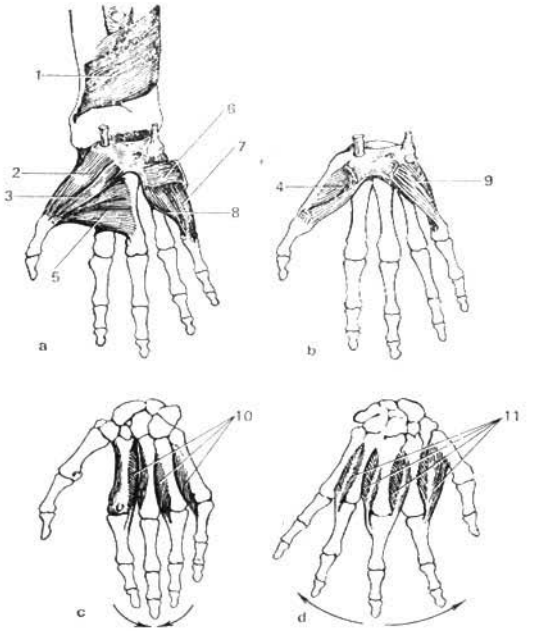


Fig. 154. Músculos de la mano; vista lateral derecha.

a y *b* — músculos del dedo pulgar y del meñique; c y *d* — músculos interóseos (las flechas indican su acción).

1 — m. pronador cuadrado;
2 — m. abductor breve del pulgar;
3 — m. flexor breve del pulgar;
4 — m. oponente del pulgar;
5 — m. aductor del pulgar;
6 — m. palmar breve;
7 — m. abductor del meñique;
8 — m. flexor breve del meñique;
9 — m. oponente del meñique;
10 — mm. interóseos palmares;
11 — mm. interóseos dorsales.

bién su desarrollo más elevado, gracias a lo cual cada dedo tiene la propiedad de enderezarse totalmente. Como resultado de todo eso, la mano en su conjunto y cada dedo en particular adquirieron la facultad de flexión y extensión forzadas, indispensables para el trabajo.

MÚSCULOS DEL TENAR

1. Músculo abductor breve del pulgar (*m. abductor pollicis brevis*) (figs. 154, 155). Es el más superficial de todos. Sus fascículos se inician en el retináculo de los flexores y en el tubérculo del escafoides, convergen y

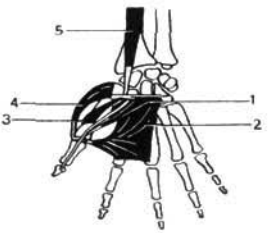


Fig. 155. Esquema de los músculos del dedo pulgar.

1 — m. flexor breve del pulgar;
2 — m. aductor del pulgar;
3 — m. oponente del pulgar;
4 — m. abductor breve del pulgar;
5 — m. flexor largo del pulgar.

van a insertarse en la cara radial de la base de la falange proximal del pulgar.

Función. Abductor del pulgar en la articulación carpometacarpiana. (Inerv. C_{VI-VII}. N. mediano.)

2. Músculo flexor breve del pulgar (*m. flexor pollicis brevis*). Consta de dos cabezas. La cabeza superficial se inicia en el retináculo de los flexores, se extiende a lo largo del borde medial del tenar, se estrecha y *va a insertarse* en el sesamoideo lateral de la articulación metacarpofalángica del pulgar. La cabeza profunda se inicia, en los huesos trapecio, trapezoides y grande y *se inserta* en su masa principal en el huesecillo sesamoideo medial y en la base de la falange proximal del pulgar, y por un delgado fascículo en el sesamoideo lateral. Por el surco que forman ambas cabezas del músculo pasa el tendón del flexor largo del pulgar.

Función. Flexiona la falange proximal del pulgar y, en parte, efectúa la oposición del mismo. (Inerv.: cabeza superficial C_{VI-VII}. N. mediano; cabeza profunda C_{VIII} y Th_1. N. ulnar.)

3. Músculo oponente del pulgar (*m. opponens pollicis*). Está situado a lo largo del borde medial del tenar, por detrás del abductor breve. *Se inicia* en el retináculo de los flexores y en el tubérculo del trapecio y *se inserta* en el borde medial del I metacarpiano.

Función. Efectúa la anteposición del dedo pulgar, atrayendo hacia la palma de la mano a su metacarpiano. (Inerv. C_{VI-VII}. N. mediano.)

4. Músculo aductor del pulgar (*m. adductor pollicis*). Está situado en la profundidad de la palma de la mano. *Se inicia* por una base amplia en la cara palmar del III metacarpiano, pasa por delante del segundo espacio intermetacarpiano y por delante del II metacarpiano, se adelgaza y va a *insertarse en el sesamoideo medial y en la base de la falange proximal del dedo pulgar.*

Función. Realiza la aducción y, en parte, la anteposición del dedo pulgar. (Inerv. C_{VIII}. Th_1. N. ulnar.)

MÚSCULOS DEL HIPOTENAR

1. Músculo palmar breve (*m. palmaris brevis*) (fig. 154). Está situado superficialmente debajo de la piel. *Se inicia* en el borde medial de la aponeurosis palmar y en el retináculo de los flexores y termina en la piel del hipotenar.

Función. Tracciona la aponeurosis palmar. (Inerv. C_{VIII}. N. ulnar.)

2. Músculo abductor del meñique (*m. abductor digiti minimi*). Situado superficialmente a lo largo del borde medial del hipotenar. *Se inicia* en el retináculo de los flexores y en el hueso pisiforme y *se inserta* en el borde medial de la base de la falange proximal del V dedo.

Función. Abductor del dedo meñique. (Inerv. C_{VIII} y Th_I. N. ulnar))

3. Músculo flexor breve del meñique (*m. flexor digiti minimi brevis*). Se extiende a lo largo del borde medial del músculo precedente. *Se inicia* en el retináculo de los flexores y en el proceso del hueso ganchoso y va a *insertarse* en la base de la falange proximal del meñique.

Función. Flexiona la falange proximal del V dedo. (Inerv. $C_{VII-VIII}$. N. ulnar.)

4. Músculo oponente del meñique (*m. opponens digiti minimi*). Está cubierto casi totalmente por los dos músculos precedentes. *Se inicia* en el retináculo de los flexores y en el proceso del hueso ganchoso y *se inserta* en el borde medial del V metacarpiano.

Función. Atrae al meñique hacia el dedo pulgar (anteposición). (Inerv. $C_{VII-VIII}$. N. ulnar.)

MÚSCULOS DEL HUECO DE LA MANO

1. Músculos lumbricales (*mm. lumbricales*). Están representados por cuatro delgados fascículos musculares que se encuentran entre los tendones del flexor profundo de los dedos, donde tienen su *origen*. Dos de estos músculos, los laterales, se inician en el borde lateral de los tendones correspondientes; y los otros dos, mediales, de los bordes de los segundo, tercero y cuarto tendones del flexor profundo. En su trayecto hacia los dedos, los lumbricales se encorvan alrededor de las cabezas de los metacarpianos, por la parte lateral de los mismos, y *se insertan* en el dorso de la falange proximal, en la expansión tendinosa del extensor de los dedos (véase fig. 148).

Función. Esos músculos flexionan la falange proximal y provocan la extensión de las falanges media y distal, en los dedos II-V. (Inerv. C_{VIII}-



Fig. 156. Esquema de la disposición de los músculos interóseos.

A la izquierda: los dorsales; a la derecha: los palmares.

Th_1; los dos lumbricales radiales, por el n. mediano; los dos ulnares, por el n. ulnar.)

2. Músculos interóseos (*mm. interossei*). Ocupan los espacios intermetacarpianos, clasificándose en palmares y dorsales (figs. 154, 156). (Inerv. n. ulnar.)

Al realizar, en lo primordial, la abducción y aducción de los dedos, con respecto a la línea media, se agrupan alrededor del dedo medio. Así, los tres **interóseos palmares** (*mm. interossei palmares*), siendo aductores, están dispuestos en dirección divergente desde la línea media, es decir, el III metacarpiano, insertándose en la expansión tendinosa dorsal del extensor de los dedos II, IV y V. El primer dedo es aducido por el propio **aductor del pulgar** (*m. adductor pollicis*), que viene a ser como el sustituto del cuarto m. interóseo palmar. Los cuatro **músculos interóseos dorsales** (*mm. interossei dorsales*), siendo abductores, están situados en dirección divergente respecto al III metacarpiano y se insertan en los II, III y IV dedos. Los dedos extremos (I y V) poseen sus abductores propios. Todos los músculos interóseos flexionan, además, la falange proximal y provocan la extensión de las falanges media y distal, de modo similar a los lumbricales. De esta suerte, cada falange en todos los dedos posee uno o incluso dos músculos aislados que la ponen en movimiento; por ejemplo, la falange proximal del II al V dedo es flexionada por los mm. lumbricales e interóseos palmares; la falange media, por el flexor superficial de los dedos, y la distal, por el flexor profundo de los dedos.

Esa particularidad de los músculos y tendones en los monos está más débilmente manifiesta que en el hombre, en el cual la independencia de movimientos es muy superior.

FASCIAS DEL MIEMBRO SUPERIOR Y VAINAS TENDINOSAS

El músculo deltoides, situado en la región deltoidea, está envuelto por una delgada fascia (*fascia deltoidea*) que proporciona expansiones que penetran entre los fascículos del músculo. Por delante, esa fascia se continúa con la fascia pectoral, por detrás, con **la fascia superficial del dorso**, y distalmente se fusiona con **la fascia del brazo**. La fascia del brazo (*fascia brachii*) rodea como un manguito los músculos del brazo y es bastante delgada.

A ambos lados de la misma se desprenden hacia el interior dos tabiques fibrosos intermusculares, **los septos intermusculares medial y lateral del brazo** (*septa intermuscularia brachii mediale et laterale*), que aíslan los músculos anteriores de los posteriores (fig. 157). El septo medial (*septum intermusculare brachii mediale*) se extiende entre el m. braquial y el m. tríceps braquial, insertándose en una cresta ósea por encima del epicóndilo medial del húmero. El septo lateral (*septum intermusculare brachii laterale*) se extiende por el otro borde del brazo, entre los mm. bíceps y tríceps braquiales, y en la extremidad distal, entre el tríceps y el braquiorradial, insertándose en una cresta del borde lateral del húmero, por encima del epicóndilo lateral. En el pliegue del codo, la fascia braquial se continúa con la del antebrazo (*fascia antebrachii*), presentando aquí una franja engrosada que constituye la expansión del tendón del bíceps y se denomina aponeurosis del músculo bíceps bra-

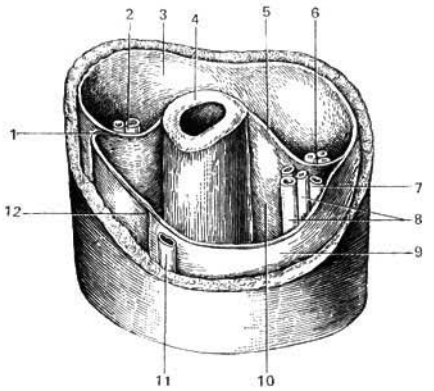


Fig. 157. Fascias y vainas fasciales del brazo.

1 — septo intermuscular lateral;
2 — a. colateral radial y n. radial;
3 — vaina sinovial del m. triceps braquial;
4 — húmero;
5 — septo intermuscular medial;
6 — a. colateral ulnar superior y n. ulnar (cubital);
7 — v. basílica;
8 — a. braquial y n. mediano;
9 — fascia braquial;
10 — vaina sinovial del m. biceps braquial y del m. braquial;
11 — v. cefálica;
12 — surco entre las cabezas del m. biceps.

quial (*aponeurosis m. bicipitis brachii*) (véase pág. 341). La fascia del antebrazo (*fascia antebrachii*) envuelve los músculos del antebrazo, formando tabiques fibrosos entre los mismos. Ella se inserta también en los epicóndilos del húmero y en el borde posterior del cúbito (ulna).

En la región del carpo, la fascia del antebrazo forma en el dorso un engrosamiento transversal denominado retináculo de los extensores, que se inserta en las crestas óseas que limitan los surcos excavados en la cara posterior del radio y de la ulna, creándose seis **canales**, unos **osteofibrosos** y otros **fibrosos** (fig. 158), destinados al paso de los tendones de los músculos extensores de los dedos y de la mano. **Por el primer** canal (partiendo del borde radial) pasan los tendones del m. abductor largo y del m. extensor breve del pulgar; **por el segundo** (a veces doble), los tendones de los extensores radiales largo y breve del carpo; **por el tercero**, que se cruza oblicuamente con el anterior, pasa el tendón del extensor largo del pulgar; **por el cuarto**, los tendones del extensor de los dedos y del dedo índice; **por el quinto**, situado más superficialmente, pasa el tendón del extensor del meñique; y finalmente, **por el sexto** canal el tendón del m. ulnar del carpo (*extensor carpi ulnaris*). Las paredes de estos canales están tapizadas por una membrana sinovial, que por encima y por debajo del retináculo se arrolla a los tendones y los cubre, creando las vainas tendinosas (*vaginae tendinum*) de los músculos dorsales. El número de vainas sinoviales corresponde al número de canales. Por debajo del retináculo, las vainas sinoviales sobresalen en el dorso de la mano.

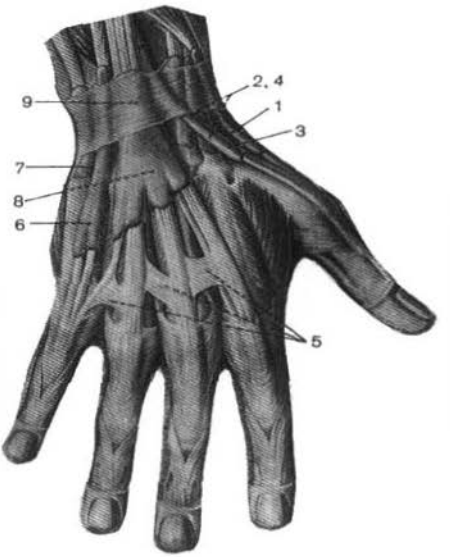


Fig. 158. Vainas sinoviales de la cara dorsal de la mano. Vainas para los tendones de los músculos.

1 — vaina tendinosa de los mm. abductor largo del pulgar y extensor del pulgar;
2, 4 — vaina tendinosa de los mm. extensores radiales del carpo;
3 — vaina tendinosa del m. extensor largo del pulgar;
5 — conexiones intertendinosas;
6 — vaina tendinosa del m. extensor del *meñique*;
7 — vaina tendinosa del m. extensor ulnar del carpo;
8 — vaina tendinosa de los mm. extensor de los dedos y extensor del índice;
9 — retináculo de los extensores.

En la cara palmar de la mano, la aponeurosis palmar está considerablemente engrosada en la zona media, constituyendo **la aponeurosis palmar** media, que representa una prolongación tendinosa del m. palmar largo. La aponeurosis palmar media es triangular, con el *vértice por encima del* **retináculo de los flexores** (*retinaculum flexorum*) y la base dirigida hacia los dedos, donde la aponeurosis se subdivide en cuatro fascículos aplanados, entre los cuales se extienden fascículos transversos (*fasciculi transversi*). Por detrás de la aponeurosis se encuentra un ligamento fibroso denso, que mantiene en posición los tendones de los flexores, denominado *retináculo de los flexores del*

carpo (*retinaculum flexorum*). A ambos lados de la aponeurosis palmar media, allí donde se continúa en delgadas laminillas que cubren el tenar e hipotenar, de esta aponeurosis se desprenden hacia el interior dos láminas fasciales que se adhieren a la fascia palmar profunda que cubre los mm. interóseos. De esta suerte, en el hueco de la mano queda formado un receptáculo ocupado por los tendones de los flexores y por los mm. lumbricales. Además de la fascia palmar profunda existe también la fascia que cubre los músculos interóseos por la cara dorsal de la mano, **fascia dorsal de la mano** (*fascia dorsalis manus*), que se adhiere al periostio de los metacarpianos.

TOPOGRAFIA DEL MIEMBRO SUPERIOR

Topografía de la región axilar (*regio axillaris*) o **fosa axilar** (*fossa axillaris.*). Al situar el brazo en abducción se destaca claramente una depresión, **la fosa de la axila**. Sus límites con el brazo en abducción son los siguientes: por delante, el borde inferior del m. pectoral mayor; por detrás, el borde inferior del m. dorsal ancho y del m. redondo mayor; medialmente, una línea condicional que une los bordes de los músculos citados en la pared del tórax; y lateralmente, una línea que une esos mismos bordes en la cara medial del brazo. Después de extirpada la fascia que constituye junto con la piel el fondo de la fosa, se penetra en **la cavidad axilar** (*cavum axillare*). Las paredes de esta cavidad son: **la anterior**, los mm. pectorales, mayor y menor; **la posterior**, los mm. dorsal ancho, redondo mayor y subescapular; **la medial**, el m. serrato anterior, y **la lateral**, el húmero y los músculos que lo cubren, el coracobraquial y la porción corta del bíceps braquial.

Hacia abajo, la cavidad de la axila está abierta y hacia arriba se estrecha y comunica con la región cervical. La cavidad se encuentra llena de tejido adiposo en el que se encuentran nervios, vasos y linfonodos. Para una descripción más precisa de la topografía de los vasos y nervios, la pared anterior de la cavidad axilar se subdivide en 3 triángulos, situados ordenadamente uno debajo del otro. El triángulo más superior está formado por la clavícula y el borde superior del m. pectoral menor, **trígono clavipectoral** (*trigonum clavipectorale*). El triángulo medio corresponde al m. pectoral menor, **trígono pectoral** (*trigonum pectorale*). El triángulo inferior está limitado por el borde inferior del m. pectoral menor, el borde inferior del m. pectoral mayor, y por el m. deltoides, **trígono subpectoral** (*trigonum subpectorale*).

En la pared posterior de la axila se encuentra un espacio triangular formado por el cuello quirúrgico del húmero (lateralmente), por el m. redondo mayor (por abajo) y por el m. subescapular (por arriba); este triángulo está dividido verticalmente en dos orificios, por la cabeza larga del tríceps braquial (véase fig. 146).

1. El orificio lateral, llamado **agujero cuadrilátero** (*foramen quadrilaterum*) está formado por el hueso y los músculos citados (por el mismo pasan la arteria circunfleja posterior del húmero y el nervio axilar).

2. El orificio medial, **agujero trilátero** (*foramen trilaterum*) (por el que pasa la arteria circunfleja escapular), limitado exclusivamente por los músculos antes citados.

Entre los músculos, fascias y huesos del miembro superior existen espacios, canales y surcos, por los que pasan vasos y nervios. Su conocimiento es muy importante en cirugía. El surco del **nervio radial del húmero** (*sulcus n.*

radialis), estando cubierto por el m. tríceps braquial, se convierte en **el canal humeromuscular** o **canal del nervio radial**, o **canal espiral** (*canalis humeromuscularis*, *s. canalis n. radialis*, *s. canalis spiralis*) (por el que pasa el n. radial y la a. humeral profunda con sus dos venas satélites).

En la cara anterior del brazo, entre el m. braquial y los bordes del m. bíceps braquial, se extienden dos surcos: **el surco bicipital medial** (*sulcus bicipitalis medialis*) y **el surco bicipital lateral** (*sulcus bicipitalis lateralis*). De ellos es más profundo el medial, cauce del paquete vasculonervioso del brazo.

Por delante de la articulación del codo, en la región del pliegue del codo, se encuentra **la fosa cubital** (*fossa cubiti*), limitada lateralmente por el m. braquiorradial (*brachioradialis*) y medialmente por el m. pronador redondo. El fondo de la fosa y su límite superior están constituidos por el m. braquial.

Entre los músculos del antebrazo se forman tres surcos:

1. **El surco ulnar** (*sulcus ulnaris*), situado medialmente, limitado por el m. flexor ulnar del carpo (*flexor carpi ulnaris*) (medialmente) y por el flexor superficial de los dedos (lateralmente). Por él se extienden el nervio ulnar (cubital), arterias y venas.
2. Lateralmente se encuentra **el surco radial** (*sulcus radialis*), limitado por el m. braquiorradial (*brachioradialis*) (lateralmente) y el m. flexor radial del carpo (*flexor carpi radialis*) (medialmente). Por este surco pasan el nervio, la arteria y las venas radiales.
3. **El surco medio** (*sulcus medianus*), situado entre el flexor radial del carpo (lateralmente) y el flexor superficial de los dedos (medialmente). Por él pasa el n. mediano.

En la región de la articulación radiocarpiana se encuentran **tres canales**, formados gracias a la existencia en dicha región del retináculo de los flexores. Extendiéndose en forma de un puentecillo entre las eminencias ulnar y radial del carpo transforma el canal óseo del carpo en un canal fibroso denominado **canal carpiano** (*canalis carpalis*), y por el desdoblamiento del ligamento en los lados radial y ulnar se constituyen los correspondientes **canales radial y ulnar** (*canalis carpi radialis et canalis carpi ulnaris*). Por el canal ulnar pasan el nervio y los vasos ulnares, procedentes del canal ulnar del antebrazo. En el canal radial del carpo se encuentra el tendón del flexor radial del carpo, envuelto por una vaina sinovial. Finalmente, en el canal carpiano hay dos vainas sinoviales aisladas: 1) para los tendones de los mm. flexores superficial y profundo de los dedos y 2) para el tendón del m. flexor largo del pulgar (fig. 159). La primera **vaina sinovial común de los músculos flexores** forma un voluminoso saco situado medialmente, que abarca los 8 tendones correspondientes a los dos músculos flexores profundo y superficial de los dedos. Este saco sinovial rebasa por arriba en 1-2 cm al retináculo de los flexores, llegando por abajo hasta el tercio medio de la palma de la mano. Sólo por el lado del meñique se continúa a lo largo de los flexores largos de este dedo, envolviéndolos y alcanzando con ellos la base de la falange distal del V dedo.

La segunda vaina, **vaina del tendón del flexor largo del pulgar**, dispuesta lateralmente, se presenta como un canal alargado y estrecho en el que está incluido el tendón del flexor largo del pulgar. Por encima, la vaina rebasa también en 1-2 cm al retináculo de los flexores, y por abajo continúa hasta la base da la falange distal del I dedo. Los tres dedos restantes poseen vainas sinoviales aisladas, **vainas sinoviales de los tendones de los dedos** (mano),

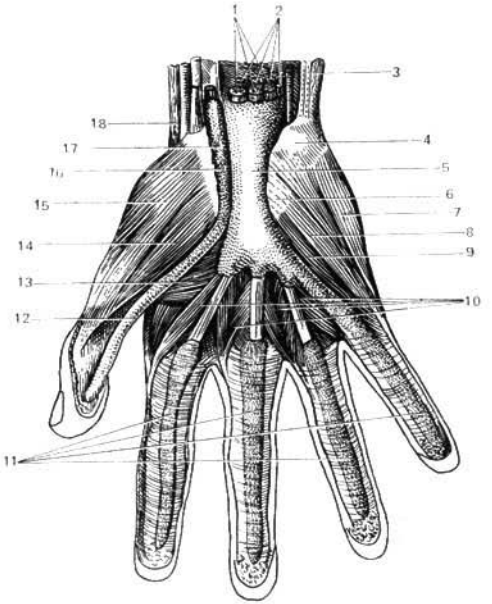


Fig. 159. Vainas sinoviales de la cara palmar de la mano.

1, 2, 3 y 18 — músculos del antebrazo;
4 — hueso pisiforme;
5 — vaina sinovial común de los mm. flexores;
6 — retináculo de los flexores, seccionado;
7 — m. abductor del meñique;
8 — m. flexor breve del meñique;
9 — m. oponente del meñique;
10 — mm. lumbricales;
11 — vaina sinovial tendinosa de los dedos;
12, 16 y 17 — vaina tendinosa del m. flexor largo del pulgar;
13 — m. aductor del pulgar;
14 — m. flexor breve del pulgar;
15 — m. abductor breve del pulgar.

que abarcan los tendones de los flexores en los dedos correspondientes. Estas vainas se extienden desde el nivel de las articulaciones metacarpofalángicas hasta la base de las falanges ungueales. Por consiguiente, los II, III y IV dedos poseen en su cara palmar vainas sinoviales aisladas para los tendones de sus flexores comunes, mientras que en el trayecto correspondiente a la mitad distal de los metacarpianos carecen de las mismas.

En los últimos tiempos se ha expuesto el criterio de que la vaina sinovial común de los mm. flexores, que abarca el tendón del V dedo, no envuelve en toda su extensión a los tendones de los II-IV dedos; se considera que dicha vaina crea tres expansiones, una de las cuales se encuentra por delante de los tendones de los flexores superficiales,

otra entre éstos y los tendones del flexor común profundo, y una tercera por detrás de dichos tendones. De esta suerte, la vaina sinovial ulnar es solamente una vaina sinovial verdadera para el tendón del V dedo (L. Fischman, 1963).

Las vainas tendinosas de la cara palmar de los dedos están cubiertas por una lámina fibrosa densa, que adhiriéndose a las crestas de los bordes de las falanges constituye en cada dedo un canal fibroso que rodea el tendón junto con su vaina sinovial. Las paredes fibrosas del canal son muy densas a nivel de los cuerpos de las falanges, donde forman engrosamientos transversos, la porción anular de las **vainas fibrosas** (*pars anularis vaginae fibrosae*). En la región de las articulaciones son mucho más laxas y se refuerzan por los fascículos que se cruzan oblicuamente, **la porción cruciforme de las vainas fibrosas** (*pas cruciformis vaginae fibrosae*). Los tendones incluidos dentro de las vainas están adheridos a las mismas por bridas muy delgadas, los mesotendones (*mesotendineum*) (véase pág. 291), que contienen vasos y nervios (véase fig. 123).

MÚSCULOS DEL MIEMBRO INFERIOR

Estos se clasifican en músculos de la región glútea, el muslo, la pierna y el pie. El cinturón del miembro inferior carece de músculos especiales, puesto que está fijado de manera inmóvil. Los músculos del miembro inferior están *inervados por ramos de los plexos lumbar y sacro (plexus lumbalis et sacralis).*

MÚSCULOS DE LA REGIÓN GLÚTEA

Los músculos de esta región (figs. 127, 160, 161) se extienden desde el cinturón del miembro inferior hasta el fémur, efectuando los movimientos de la articulación coxal alrededor de sus 3 ejes. Por eso, están situados por todos los lados y cumplen todo género de movimientos. Por su punto de inserción en el fémur, así como por su función primordial, pueden ser clasificados en tres grupos: anterior, posterior y medial.

El grupo anterior (flexores) tiene su inserción en el trocánter menor; a este grupo pertenece el m. *iliopsoas* (m. psoas mayor, m. ilíaco) y el m. psoas menor.

El grupo posterior (extensores, rotatorios y abductores) se inserta en el trocánter mayor o en la proximidad del mismo; en su composición entran: los músculos glúteo mayor, glúteo mediano, tensor de la fascia lata, glúteo menor, piriforme, obturador interno con los géminos, cuadrado femoral y obturador externo.

El grupo medial (músculos aductores) tiene su inserción a lo largo de la línea áspera del fémur, exceptuando el m. grácil, que se inserta en la tibia. Este grupo tiene los siguientes músculos: el pectíneo, los aductores largo, breve y mayor y el grácil.

Por su función, los músculos del grupo medial pertenecen a la articulación coxal, en la que realizan la aducción del fémur, pero se localizan casi por entero en la región femoral. Por eso, de acuerdo con su topografía y para la facilidad de su estudio serán descritos más adelante como grupo medial del muslo.

1. Músculo iliopsoas (*m. iliopsoas*) (véase fig. 127). Está compuesto de dos cabezas que se describen como dos músculos aislados. Uno de ellos, **el m. psoas mayor** (*m. psoas major*) se inicia en la cara lateral de los cuerpos y discos intervertebrales de la XII vértebra torácica y las cuatro primeras lumbares, así como en los procesos transversos de todas las vértebras lumbares. Se dirige hacia abajo y algo lateralmente, confundiéndose con el m. ilíaco. La segunda cabeza, **el m. ilíaco**, *se inicia* en la fosa ilíaca y en las espinas ilíacas anterosuperior e inferior. Por su lado medial está en parte cubierto por el m. psoas mayor, con la particularidad de que forma con el borde del mismo un surco profundo por el que se extiende el m. femoral. Las fibras del m. ilíaco, convergiendo hacia abajo, se continúan en el tendón del psoas mayor, constituyendo, de esta suerte, un solo músculo, el iliopsoas; este último está situado en la cara anterior de la articulación coxal y emergiendo por detrás del ligamento inguinal a través de la laguna muscular (respecto a dicha laguna, véase más adelante, en el capítulo «Topografía del miembro inferior», pág. 382), *se inserta* en el trocán-

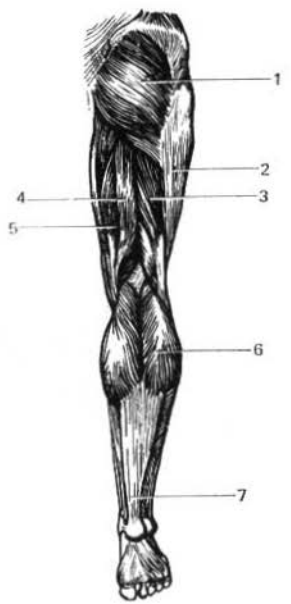


Fig. 160. Músculos de la pelvis y del miembro inferior; vista posterior.

1 — m. glúteo máximo;
2 — tracto iliotibial;
3 — m. bíceps femoral;
4 — m. semitendinoso;
5 — m. semimembranoso;
6 — m. gastrocnemio;
7 — tendón calcáneo [Aquiles].

ter menor. En este lugar, entre el músculo y la cápsula articular se encuentra una voluminosa bolsa sinovial, **la bolsa iliopectínea** (*bursa iliopectinea*), que a veces comunica con la articulación.

Función. Flexiona la articulación coxal, atrae el muslo hacia el abdomen y lo gira ligeramente en dirección lateral. Estando fijo el miembro inferior puede flexionar la pelvis y el tronco hacia delante. (Inerv. L_{II-IV}. Plexo lumbar.)

2. Músculo psoas menor (*m. psoas minor*). Está adosado al psoas mayor, siendo un músculo inconstante. *Se inicia* en la XII vértebra dorsal y en la I lumbar, se continúa en la fascia ilíaca a través de un largo tendón y va a insertarse en la eminencia iliopúbica. El tensor de dicha fascia puede flexionar la porción lumbar de la columna vertebral. (Inerv. L_{I-II}. Plexo lumbar.)

GRUPO POSTERIOR

1. Músculo glúteo máximo (*m. gluteus maximus*) (figs. 160, 161). Se presenta como una capa muscular masiva, situada directamente debajo de la piel y la fascia en la región posterior del cinturón del miembro inferior. *Se inicia* en la cara externa del hueso ilíaco, en la fascia toracolumbar, en la cresta del sacro y el cóccix, y en el ligamento sacrotuberal; se dirige oblicuamente hacia abajo y lateralmente, en forma de fascículos musculares paralelos, aislados entre sí por delgados septos de tejido conjuntivo que parten de la fascia que cubre el músculo. El segmento más anterior de los fascículos musculares, continuándose en un amplio tendón plano, pasa en torno del trocánter mayor y se continúa con la fascia lata del muslo (en su trayecto iliotibial). En cambio, la parte posterior del músculo *se inserta* en la tuberosidad glútea del fémur. Entre el tendón del glúteo mayor y el trocánter mayor hay una bolsa sinovial, **la bolsa trocantérica del *m. glúteo máximo*.**

Función. Siendo antagonista del m. iliopsoas, el glúteo máximo extiende el muslo en la articulación coxal, provocando una ligera rotación lateral de la pierna y encontrándose el miembro inferior fijo realiza la extensión del tronco cuando éste está inclinado hacia delante. Con el cuerpo en posición vertical, en los casos en que el peso recae por delante del eje transversal de las articulaciones coxales (porte militar), la tensión de los glúteos mantiene el equilibrio de la pelvis con el tronco, impidiendo la inclinación del mismo hacia delante. (Inerv. L_V-S_I. N. glúteo inferior.)

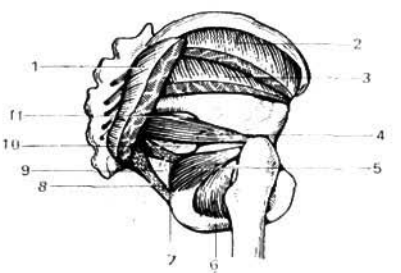


Fig. 161. Músculos posteriores de la pelvis.

1 — m. glúteo máximo;
2 — m. glúteo medio;
3 — m. glúteo mínimo;
4 — *m. piriforme*;
5 — m. obturador interno;
6 — m. obturador externo;
7 — ligamento sacroespinal;
8 — ligamento sacrotuberal;
9 — agujero isquiático menor;
10 — *agujero intrapiriforme*;
11 — agujero suprapiriforme.

2. Músculo glúteo medio (*m. gluteus medius*). Cubierto en su parte posterior por el glúteo máximo, está situado superficialmente en su parte anterior. *Se inicia* con un vientre en forma de abanico en la cara externa del ilion y termina con un tendón aplanado en la cara lateral del trocánter mayor, cerca de su extremidad superior.

Función. Al contraerse provoca la abducción del muslo. Sus fascículos anteriores, contrayéndose aisladamente, provocan la rotación medial del fémur, y los fascículos posteriores, la rotación lateral; estando el cuerpo apoyado en un pie, el glúteo medio inclina la pelvis hacia su lado. (Inerv. L_{IV}—S_I. N. glúteo superior.)

3. Músculo tensor de la fascia lata (*m. tensor fasciae latae*). Embriológicamente representa una expansión del glúteo medio, localizándose inmediatamente por delante de este último, en el lado lateral del muslo, entre las dos hojas de la fascia femoral. *Se inicia* en la espina ilíaca anterosuperior, adhiriéndose a la porción inicial del m. glúteo medio; por su extremidad distal *se continúa* en un engrosamiento de la fascia femoral denominado **tracto iliotibial** (*tractus iliotibialis*). Ese fascículo se extiende a lo largo de la cara lateral del muslo, *insertándose* en el cóndilo lateral de la tibia.

Función. Pone en tensión el tracto iliotibial y a través del mismo actúa sobre la articulación de la rodilla y flexiona el muslo. Gracias a sus relaciones con el m. tensor de la fascia lata, los mm. glúteos, máximo y medio, participan en los movimientos de la articulación de la rodilla, tanto en la flexión como en la rotación lateral (P. Lesgaft). (Inerv. L_{IV-V} y S_I. N. glúteo máximo.)

4. Músculo glúteo mínimo (*m. gluteus minimus*). Está situado por debajo del glúteo medio. *Se inicia* en la cara externa del ilion y *se inserta* en la cara anterior del trocánter mayor, por un tendón aplanado. Por debajo del tendón se localiza una bolsa sinovial, **la bolsa trocantérica del m. glúteo mínimo.**

Función. Idéntica a la del glúteo medio. (Inerv. L_{IV-V} y S_I. N. glúteo máximo.)

5. Músculo piriforme (*m. piriformis*). *Se inicia* en la cara pelviana del sacro, lateralmente a los orificios sacros anteriores (entre el segundo y el cuarto), emerge de la cavidad pelviana por **el agujero isquiático mayor** (*foramen ischiadicum majus*), se extiende transversalmente por detrás de la articulación coxal y va a *insertarse* en el trocánter mayor. El músculo no ocupa en su totalidad el agujero isquiático mayor, dejando hendiduras por los bordes superior e inferior de dicho orificio para el paso de vasos y nervios (véase pág. 382).

Función. Rota el muslo lateralmente, efectuando una ligera abducción del mismo; con la pierna fija puede inclinar la pelvis hacia su lado y hacia delante. (Inerv. S_{I-II}. Ramos musculares del plexo sacro.) (Figs. 161, 162.)

6. Músculo obturador interno (*m. obturatorius internus*). *Se inicia* en la cara interna del coxal alrededor del agujero obturado y en la membrana obturadora, pasa a través del borde óseo de la incisura isquiática menor y va a *insertarse* en **la fosa trocantérica del fémur** (*fossa trochanterica*). En el lugar de paso por la incisura isquiática, por debajo del músculo, se encuentra una bolsa sinovial, **bolsa isquiática del m. obturador interno.** Por los bordes del tendón del obturador interno, que se extiende por fuera de la cavidad pelviana, se adhieren dos fascículos musculares, estrechos y aplanados, denominados

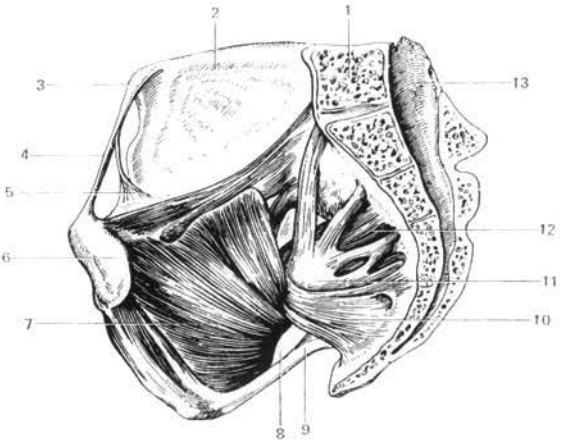


Fig. 162. Músculos internos de la pelvis.

1 — V vértebra lumbr;
2 — hueso ilion;
3 — espina iliaca anteroposterior;
4 — ligamento inguinal;
5 — arco iliopectíneo;
6 — cara sinfisial;
7 — m. obturador interno;
8 — agujero isquiático menor;
9 — ligamento sacrotuberal;
10 — m. coccígeo;
11 — plexo sacro;
12 — m. piriforme;
13 — canal sacro.

mm. gemelos (*mm. gemelli*), de los cuales el superior [**gemelo superior** (*gemellus superior*)] *se inicia* en la espina isquiática, y el inferior [**gemelo inferior** (*gemellus inferior*)], en la tuberosidad isquiática. Esos dos pequeños músculos, junto con el tendón del obturador interno, *se insertan* en la fosa trocantérica, cubiertos por el glúteo máximo (véase fig. 161).

Función. Rota lateralmente el muslo. (Inerv. L_{IV}-S_{II}. Ramos musculares del plexo sacro.)

7. Músculo cuadrado femoral (*m. quadratus femoris*). Está situado a continuación del gemelo inferior, debajo del borde inferior del glúteo máximo. Las fibras del músculo se disponen en dirección lateral, desde la tuberosidad isquiática hasta la cresta intertrocantérica del fémur.

Función. Rota lateralmente el muslo. (Inerv. L_{IV}-S_{I}. Ramos musculares del plexo sacro.)

8. Músculo obturador externo (*m. obturatorius externus*). *Se inicia* en la cara externa del coxal, en la proximidad del borde medial del agujero obturador y también en la membrana obturadora; rodea por abajo y por detrás la cápsula de la articulación coxal y *se inserta* por un delgado tendón en la fosa trocantérica y en la cápsula articular.

Función. Rota lateralmente el muslo. (Inerv. L_{III-IV}. N. obturador.)

MÚSCULOS DEL MUSLO

Los músculos del muslo participan en la marcha bípeda y en el mantenimiento del cuerpo en posición vertical, poniendo en movimiento palancas óseas largas. Debido a eso, son músculos largos que se adhieren entre sí constituyendo potentes masas como músculos policéfalos provistos de un tendón común (por ejemplo, los músculos bíceps y cuadríceps femorales). Los músculos del muslo se clasifican en 3 grupos: anterior (en su mayoría extensores), posterior (flexores) y medial (aductores). Este último grupo actúa en la articulación coxal, mientras que los dos primeros lo hacen en la articulación de la rodilla, efectuando los movimientos preferentemente alrededor de su eje frontal, lo que determina su localización en las caras anterior y posterior del muslo y su inserción en la pierna.

Por la parte lateral del muslo, los grupos anterior y posterior están separados entre sí por **el septo intermuscular lateral** (*septum intermusculare laterale*), procedente de la fascia femoral, que se inserta en el labio lateral de la línea áspera del fémur; por el lado medial ambos grupos se encuentran aislados por el paquete de músculos aductores situado como una cuña entre los mismos.

GRUPO ANTERIOR

1. Músculo cuadríceps femoral (*m. quadriceps femoris*) (fig. 163). Ocupa toda la cara anterior y parte de la cara lateral del muslo, estando compuesto por cuatro músculos o cabezas unidos entre sí:

a) **músculo recto femoral** (*m. rectus femoris*). Está situado superficialmente. *Se inicia* en la espina ilíaca anteroinferior y en el borde del rodete acetabular, hallándose cubierto en su porción inicial por el m. tensor de la fascia lata y por el m. sartorio. El m. recto se extiende a lo largo de la zona media anterior del muslo y por encima de la patela se continúa con el tendón común del cuadríceps;

b) **músculo vasto lateral** (*m. vastus lateralis*). Rodea el fémur por su lado lateral, *iniciándose* en la línea intertrocantérica, en la cara lateral del trocánter mayor y en el labio lateral de la línea áspera del fémur. Las fibras del músculo se dirigen oblicuamente hacia abajo, terminando en el tendón común del cuadríceps algo por encima de la patela (rótula);

c) **músculo vasto medial** (*m. vastus medialis*). Está situado medialmente con relación al fémur y *se inicia* en el labio medial de la línea áspera femoral. Sus fascículos musculares se dirigen oblicuamente hacia abajo y en dirección lateral;

d) **músculo vasto intermedio** (*m. vastus intermedius*). Está situado directamente sobre la cara anterior del fémur, en el cual tiene *su origen*, llegando en dirección proximal casi hasta la línea intertrocantérica. Sus fibras se dirigen paralelamente en dirección vertical hacia el tendón común. Lateralmente y por su borde medial el músculo está cubierto por los dos vastos, lateral y medial, a los cuales se adhiere en dichas zonas. Por delante está cubierto por el m. recto del fémur.

Todas estas porciones del m. cuadríceps se reúnen por encima de la articulación de la rodilla en un tendón común que, fijándose en la base y en los bordes laterales de la patela, se continúa en el ligamento pateral, que va a

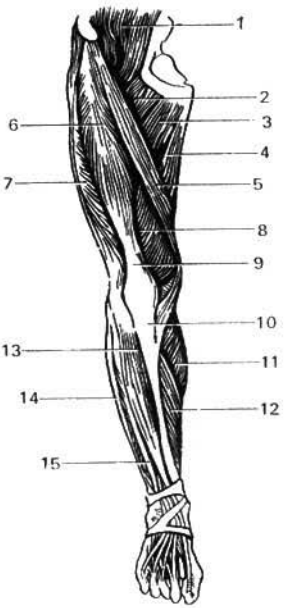


Fig. 163. Músculos del miembro inferior; vista anterior.

1 — m. iliopsoas;
2 — m. pectíneo;
3 — m. aductor largo;
4 — m. grácil;
5 — m. sartorio;
6 — m. recto femoral;
7 — m. vasto lateral;
8 — m. vasto medial;
9 — tendón del m. cuadríceps femoral;
10 — ligamento patelar;
11 — m. gastrocnemio;
12 — m. sóleo;
13 — m. tibial anterior;
14 — m. peroneo largo;
15 — m. extensor largo de los dedos.

insertarse en la tuberosidad de la tibia. Parte de las fibras tendinosas de los mm. vastos, lateral y medial, se dirigen hacia abajo por ambos lados de la patela, constituyendo los retináculos patelares, ya descritos en sindesmología. La patela, hallándose como enmarcada por el tendón del cuadríceps, aumenta el ángulo de inserción del músculo a la palanca, lo que redunda en beneficio de la aplicación su fuerza.

Función. Es extensor de la pierna en la articulación de la rodilla. **El m. recto femoral** (*m. rectus femoris*), que se extiende a través de la articulación coxal, flexiona la misma. (Inerv. L_{III-IV}.N. femoral.)

2. Músculo sartorio (*m. sartorius*). *Se inicia* en la espina anterosuperior, *va* en forma de una larga cinta de fibras paralelas hacia abajo y adentro, *insertándose* en la fascia crural y en la tuberosidad de la tibia.

Función. Flexiona la articulación de la rodilla y estando esa última flexionada efectúa la rotación de la pierna hacia dentro, actuando conjuntamente con otros músculos que presentan idéntica inserción. Puede realizar también la flexión del muslo en la articulación coxal, ayudando en dicha acción a los mm. ilipsoas y recto femoral. (Inerv. L_{II-III}. N. femoral.)

1. Músculo semitendinoso (*m. semitendinosus*) (figs. 160, 164). Así llamado por su extenso tendón que ocupa casi toda su mitad distal, *se inicia* en la tuberosidad isquiática y va a *insertarse* por detrás del m. grácil en la tuberosidad de la tibia y en la fascia crural. El tendón del m. semitendinoso junto con los tendones del m. grácil y del sartorio constituyen una expansión tendinosa triangular que se une con la fascia crural, el llamado **pie anserino superficial**, «pata de ganso» (*pes anserinus superficialis*), por debajo de la cual se encuentra una bolsa sinovial, **la bolsa anserina** (*bursa anserina*). (Inerv. L_V y S_{I-II}.N. isquiático.)

2. Músculo semimembranoso (*m. semimembranosus*). Está situado debajo del anterior, *se inicia* en la tuberosidad isquiática por un tendón laminar que dirigiéndose hacia abajo forma casi toda la mitad proximal del músculo, de lo que se deriva su denominación. El tendón terminal se subdivide en tres fascículos, constituyendo **el pie anserino profundo** (*pes anserinus profundus*), uno de cuyos fascículos *se inserta* en el cóndilo medial de la tibia, otro, en la fascia que cubre al músculo poplíteo, y el tercero se vuelve hacia la cara pos-

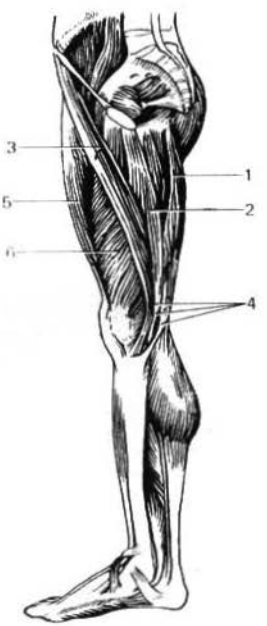


Fig. 164. Músculos del miembro inferior; vista medial.

1 — m. semitendinoso;
2 — m. grácil;
3 — m. sartorio;
4 — pie anserino superficial;
5 — m. recto femoral;
6 — m. vasto medial.

terior de la articulación de la rodilla, continuándose en el ligamento poplíteo oblicuo. (Inerv. L_{IV} S_I.N isquiático.)

3. Músculo bíceps femoral (*m. biceps femoris*). Se encuentra muy cerca del borde lateral del muslo, separado del vasto lateral por el septo intermuscular lateral. El músculo consta de dos cabezas. **La cabeza larga** (*caput longum*) *se inicia* junto con el m. semitendinoso en la tuberosidad isquiática; **la cabeza breve** (*caput breve*) parte del tercio medio del labio lateral de la línea áspera del fémur y del septo intermuscular lateral del muslo. Ambas cabezas se unen y van a *insertarse* en la cabeza de la fíbula. (Inerv. de la cabeza larga: S_{I-II}. N. tibial y n. isquiático; la cabeza breve está inervada por L_{IV-V} y S_I. N. peroneo (tibular) común y n. isquiático.)

4. Músculo poplíteo (*m. popliteus*). Es triangular, está situado en la cara posterior de la articulación de la rodilla. *Se inicia* en el epicóndilo lateral del fémur y en la cápsula de la articulación de la rodilla (en el ligamento poplíteo oblicuo) y *se inserta* en el segmento proximal de la cara posterior de la tibia. (Inerv. L_{IV} —S_I. N. tibial.)

Funciones. Por cuanto los músculos semitendinoso, semimembranoso y bíceps se extienden a través de dos articulaciones, estando la pelvis fija, por su acción conjunta flexionan la pierna en la articulación de la rodilla y provocan la extensión del muslo; estando las piernas fijas, efectúan la extensión del tronco, conjuntamente con el m. glúteo máximo. Si las rodillas están flexionadas, estos mismos músculos realizarán la rotación de la pierna, contrayéndose por separado en uno u otro lado. La rotación lateral corresponde al m. bíceps y la rotación medial a los mm. semitendinoso y semimembranoso. El m. poplíteo actúa exclusivamente sobre la articulación de la rodilla, flexionándola y rotando la pierna hacia el plano medio.

GRUPO MEDIAL

1. Músculo pectíneo (*m. pectineus*) (figs. 163, 164). *Se inicia* en la rama superior del pubis, la cresta pectínea y el ligamento púbico superior (de Cooper) y va a *insertarse* por abajo en la línea pectínea del fémur. Por su borde lateral el m. pectíneo está aplicado al m. iliopsoas. Ambos músculos, convergiendo uno con el otro, forman una depresión triangular, la fosa iliopectínea, que alberga los vasos femorales inmediatamente después de su salida de la pelvis. (Inerv. L_{II-III}. N. obturador y n. femoral.)

2. Músculo aductor largo (*m. adductor longus*). *Se inicia* en la cara anterior de la rama superior del pubis, *se inserta* en el tercio medio del labio medial de la línea áspera del fémur. Las fibras de este músculo, como las de los demás aductores, van de arriba abajo y en dirección lateral. (Inerv. L_{II-III}. N. obturador.)

3. Músculo aductor breve (*m. adductor brevis*). Está situado debajo de los precedentes. *Se inicia* en la cara anterior del pubis y *se inserta* en el labio medial de la línea áspera del fémur, en su parte superior. (Inerv. L_{II-IV}. N. obturador.)

4. Músculo aductor magno (*m. adductor magnus*). Es el más potente de todos los aductores, situado más atrás, cubierto por delante, en su porción proximal, por los mm. aductores breve y largo. *Se inicia* en la rama isquiopúbica y en la tuberosidad isquiática y va, en dirección lateral, a *insertarse*

en el labio medial de la línea áspera en toda su extensión, llegando hasta el cóndilo medial del fémur. Las fibras superiores del músculo van desde el pubis a su lugar de inserción casi transversalmente y se describen por separado con la denominación de **m. aductor mínimo** (*m. adductor minimus*). Las fibras inferiores, que van por el borde medial del músculo, tienen una dirección casi vertical y se continúan en un sólido tendón que se inserta en el epicóndilo medial del fémur. El borde de este tendón se encuentra muy tirante, pudiéndose palpar fácilmente por debajo de los tegumentos en el tercio inferior del muslo. (Inerv. L_{III-V}. N. obturador y, en parte, n. isquiático.)

5. Músculo grácil (*m. gracilis*). Es una cinta muscular larga y estrecha que se extiende superficialmente por el borde medial de la masa común de los músculos aductores. *Se inicia* en la rama inferior del pubis, cerca de la sínfisis pubiana. *Se inserta* en la fascia crural y en la tuberosidad de la tibia. (Inerv. L_{III-IV}. N. obturador.)

Funciones. Todos los músculos aductores, en correspodencia con su denominación, realizan la aducción del muslo, provocando una ligera rotación lateral del mismo. Los más próximos a la cara anterior, y que se entrecruzan con el eje transversal de la articulación coxal (mm. pectíneo, aductores largo y breve), pueden realizar también la flexión en dicha articulación. El m. grácil, extendiéndose a través de dos articulaciones, además de la aducción del muslo, efectúa la flexión de la pierna en la articulación de la rodilla y la rotación medial de la pierna.

MUSCULOS DE LA PIERNA

Los músculos de la pierna se encargan de los movimientos de la porción distal del miembro inferior, el pie, y están adaptados, al igual que los músculos del muslo, para el mantenimiento del cuerpo en posición vertical y la traslación del mismo por la tierra. Por eso aquí no se observa la especialización afinada de músculos aislados, como ocurre con los del antebrazo, destinados a la función del brazo como órgano de trabajo; por el contrario, observamos como grandes masas musculares se unen entre sí presentando un tendón común, asociando de ese modo su potencia para la realización de movimientos amplios e intensos, indispensables para el mantenimiento de la posición vertical durante la marcha bípeda. De acuerdo con los movimientos realizados alrededor de un eje frontal, en la articulación talocrural y en las articulaciones de los dedos, la mayoría de los músculos están situados en las caras anterior y posterior de la pierna, entre los dos huesos de la misma: los músculos anteriores, por delante; los posteriores, por detrás. En correspondencia con los movimientos del pie alrededor de un eje sagital, se encuentran además músculos situados lateralmente, a lo largo de la fíbula (músculos laterales).

Por su origen, el primer y tercer grupos pertenecen a los músculos posteriores del miembro, y los del segundo grupo, a la región anterior. El grupo posterior tiene un desarrollo más potente que los demás, estando compuesto de dos capas: superficial (músculos de la pantorrilla) y profunda. Todos los músculos de la pierna van en dirección longitudinal y se insertan en el pie, con la particularidad de que unos tienen su inserción en los huesos del tarso y en la base de los metatarsianos, y otros en las falanges de los dedos. Debido a que la porción carnosa de los músculos se encuentra en el segmento proximal

de la pierna, mientras que en el distal los músculos se continúan en tendones, la pierna tiene forma cónica. Respecto a su función, los músculos anteriores realizan la flexión dorsal del pie y los que llegan a los dedos, la extensión de estos últimos. La flexión plantar del pie se efectúa a expensas de los músculos posteriores y laterales, cuyos tendones llegan al pie, bien por detrás del mismo o por el lado plantar. Aparte de eso, algunos músculos posteriores flexionan los dedos. La pronación y la supinación del pie se realiza, en lo primordial, por los músculos de la pierna insertados en el borde medial o en el borde lateral del pie.

GRUPO ANTERIOR

1. Músculo tibial anterior (*m. tibialis anterior*) (fig. 163). Es el más medial y potente en el grupo que describimos. *Se inicia* en el cóndilo lateral y en la cara lateral de la tibia en sus dos tercios proximales, así como en la membrana interósea y en la fascia crural. Desciende a lo largo de la tibia, se continúa en un tendón sólido que pasa por el canal fibroso más medial del **retináculo superior e inferior de los extensores** (*retinaculum mm. extensorum superius et inferius*), dirigiéndose al borde medial de la planta del pie donde *se inserta* en el hueso cuneiforme medial y la base del primer metatarsiano. Debajo del tendón, en el lugar de inserción del mismo, por lo común hay una bolsa sinovial.

Función. Efectúa la flexión dorsal del pie y eleva el borde medial del mismo (supinación). Cuando el pie se encuentra fijo, el músculo inclina a la pierna hacia delante, acercándola al dorso del pie. (Inerv. L_1v-S_1. N. peroneo profundo.)

2. Músculo extensor largo de los dedos (*m. extensor digitorum longus*). *Se inicia* en el cóndilo lateral de la tibia, en la cabeza y **borde anterior** (margo anterior) de la fíbula, en la membrana interósea y en la fascia crural. Este músculo va hacia abajo, se continúa en un tendón que se subdivide en cuatro porciones que pasan por el canal fibroso lateral, por debajo de los ligamentos antes mencionados, y en el dorso del pie divergen en forma de abanico y *se insertan* en una expansión tendinosa en el dorso de los dedos II-V. De la porción distal del m. extensor largo de los dedos, por su parte lateral, se desprende un pequeño fascículo muscular que termina en un quinto tendón, el cual pasa por debajo del **retináculo inferior de los extensores** (*retinaculum mm. extensorum inferius*) y va a *insertarse* en la base del V metatarsiano. Este fascículo se denomina **m. peroneo (fibular) tercero** [*m. peroneus* (*fibularis*) *tertius*]. Se le considera como el primer estadio de diferenciación de un nuevo músculo del hombre (en los monos no existe): el pronador del pie, indispensable para la marcha bípeda.

Función. El extensor largo de los dedos, junto con el peroneo tercero, realiza la flexión dorsal del pie, lo eleva por su borde lateral (pronación) y efectúa la abducción del mismo. Estando el pie fijo, su acción es análoga a la del m. tibial anterior. Además, extiende los cuatro dedos (II-V), si bien esa función es insignificante. (Inerv. L_1v-S_1. N. peroneo profundo.)

3. Músculo extensor largo del dedo grueso (*m. extensor hallucis longus*). Está situado más profundamente, en el espacio existente entre los dos músculos antes descritos. *Se inicia* en el lado medial de la fíbula y en el septo interóseo, desciende hacia el dorso del pie a través del canal medio del retiná-

culo, se dirige al dedo grueso, *insertándose* por un fascículo en la falange distal del mismo, y por otro, en su falange proximal.

Función. Realiza la flexión dorsal del pie, eleva el borde medial del mismo y extiende el dedo grueso. Estando el pie fijo, junto con los demás músculos anteriores, inclina la pierna hacia delante. (Inerv. L_{IV-V} y S_I. N. peroneo profundo.)

GRUPO LATERAL

1. Músculo peroneo (fibular) largo [*m. peroneus* (*fibularis*) *longus*] (fig. 165). *Está situado superficialmente, se inicia en la cabeza de la fíbula y en el tercio* proximal de la cara lateral del mismo, así como en los septos intermusculares anterior y posterior y en la fascia crural. Su tendón se extiende lateralmente y después por detrás del m. peroneo breve, con el cual rodea por detrás y por debajo el maléolo externo, introduciéndose en la vaina sinovial por debajo del **retináculo superior de los peroneos** (*retinaculum mm. peroneorum superius*). Más adelante, se extiende por el surco de la cara lateral del calcáneo, estando sostenido junto al hueso por **el retináculo inferior de los peroneos** (*retinaculum mm. peroneorum inferius*). Después, el tendón rodea el borde lateral del pie, se sitúa en la planta, en el surco del cuboides, donde es envuelto *por una vaina sinovial, atraviesa en dirección oblicua la planta del pie y se inserta* en el hueso cuneiforme medial y en el primer metatarsiano. (Inerv.

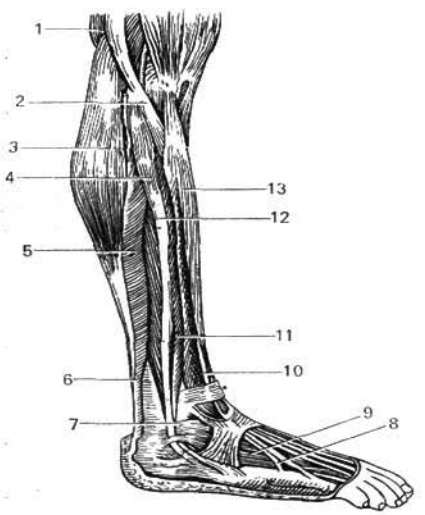


Fig. 165. Músculos de la pierna; vista lateral.

1 — m. bíceps femoral;
2 — cabeza de la fíbula;
3 — m. gastrocnemio, cabeza lateral;
4 — m. peroneo (fibular) largo;
5 — m. sóleo;
6 — tendón calcáneo;
7 — maléolo lateral;
8 — tendón del m. peroneo (fibular) tercero;
9 — m. extensor breve de los dedos;
10 — m. extensor largo de los dedos;
11 — m. peroneo breve;
12 — m. peroneo largo;
13 — m. tibial anterior.

L_V-S_1. N. peroneo superficial). La inserción en el cuneiforme medial es propia exclusivamente del hombre (en el mono no se observa), lo que refleja la tendencia de la musculatura de la pierna y del pie a emigrar hacia la tibia y sostener la bóveda transversal del pie.

2. Músculo peroneo (fibular) breve [*m. peroneus* (*fibularis*) *brevis*]. Está situado debajo del anterior, *se inicia* en el tercio medio de la cara lateral del peroné y en los dos septos intermusculares. Su tendón se extiende por detrás del maléolo lateral, dentro de una vaina sinovial común con el músculo precedente, pasa por debajo del retináculo superior de los peroneos, y luego por debajo del retináculo inferior de los peroneos, y *se inserta* en la tuberosidad del V metatarsiano. A veces emite un delgado fascículo hacia el tendón del extensor del V dedo. (Inerv. L_V-S_1. N. peroneo superficial.)

Función. Ambos peroneos realizan la pronación del pie, haciendo descender su borde medial y elevando el lateral; además, efectúan la abducción del pie y, junto con otros músculos, su flexión plantar.

GRUPO POSTERIOR

Capa superficial (músculos de la pantorrilla) (fig. 160):

1. Músculo tríceps sural (*m. triceps surae*). Constituye la masa principal del relieve de la pantorrilla. Está formado por dos músculos: el m. gastrocnemio, situado superficialmente, y el m. sóleo, que se extiende por debajo del anterior; ambos se continúan por abajo en un tendón común.

Músculo gastrocnemio (*m. gastrocnemius*). Está compuesto por dos cabezas, **la lateral** (*caput laterale*) y **la medial** (*caput mediale*). *Se inicia* en la cara poplítea del fémur cerca de sus dos cóndilos y los tendones iniciales de las dos cabezas se adhieren a la cápsula de la articulación de la rodilla*. Las dos cabezas, fusionándose por su línea media, se continúan casi en la mitad de la pierna por un tendón común, el cual, uniéndose al tendón del sóleo, se continúa en el masivo **tendón calcáneo (de Aquiles)** [*tendo calcaneus* (*Achillis*)]**, que *se inserta* en la cara posterior de la tuberosidad del calcáneo (véase fig. 160). En el lugar de inserción, entre el tendón y el hueso, se encuentra casi constantemente una bolsa sinovial, **la bolsa del tendón calcáneo (de Aquiles** [*bursa tendinis calcanei* (*Achillis*)].

Músculo sóleo (*m. soleus*). Es grueso y carnoso. Está situado por debajo del gastrocnemio, ocupando en su origen un gran espacio en los huesos de la pierna. Su línea de *inicio* pasa por la cabeza de la fíbula y el tercio superior de la cara posterior de la misma y desciende por la tibia hasta cerca del límite entre el tercio medio y el tercio inferior de la pierna. En el lugar donde el músculo se extiende de la fíbula a la tibia se forma **un arco tendinoso** (*arcus tendineus m. solei*), por debajo del cual pasan la arteria poplítea y el n. tibial. Las fibras del sóleo van hacia abajo y terminan en una amplia expansión tendinosa que se va estrechando en su extremo distal, fusionándose con el tendón calcáneo.

* Por debajo del origen de cada cabeza se encuentra una bolsa sinovial (bolsa subtendinosa lateral y medial del m. gastrocnemio).

** Por el nombre del héroe mitológico Aquiles, cuyo único punto vulnerable era la planta del pie. En ese tendón se distinguen 5 capas de tejido conjuntivo que contienen nervios y vasos, lo cual es importante tener en cuenta en la cirugía plástica del tendón (Lang, 1960).

2. Músculo plantar (*m. plantaris*). *Se inicia* en la aponeurosis poplítea, sobre el cóndilo externo del fémur y en la cápsula articular de la rodilla. El vientre corto y delgado de ese músculo se continúa bien pronto en un tendón muy largo y estrecho que se extiende por delante del m. gastrocnemio hacia el borde medial del tendón calcáneo, *insertándose* en la tuberosidad calcánea. El músculo plantar va sufriendo su reducción paulatina y en el hombre crea una formación rudimentaria, a causa de lo cual puede faltar.

Funciones. Toda la musculatura del tríceps sural (incluyendo el m. plantar) realiza la flexión plantar en la articulación talocrural, tanto en la pierna libre como cuando está apoyada en la punta del pie. Puesto que la línea de tracción del músculo pasa medialmente al eje de la articulación subtalar, el músculo también efectúa la aducción del pie y la supinación. Estando el cuerpo en posición vertical, el tríceps sural (particularmente el m. sóleo) impide la caída del cuerpo hacia delante, en la articulación talocrural. Este músculo debe trabajar preferentemente sometido a la carga del peso de *todo el cuerpo, y por eso se distingue por su potencia y por su gran diámetro* fisiológico. El m. gastrocnemio, como músculo que abarca dos articulaciones, puede también flexionar la rodilla estando la pierna fija al pie. (Inerv. del m. tríceps sural y del m. plantar delgado: L_V-S_{II}. N. tibial.)

La capa profunda, separada de la superficial por la fascia profunda de la pierna, está compuesta por tres músculos flexores que se oponen a los tres músculos extensores homónimos, situados en la cara anterior de la pierna.

3. Músculo flexor largo de los dedos (*m. flexor digitorum longus*). Es el más medial de la capa profunda. Está sitado sobre la cara posterior de la tibia, *iniciándose* en la misma y en la fascia profunda de la pierna. El tendón del músculo desciende por detrás del maléolo medial, por debajo del **retináculo de los flexores** (*retinaculum mm. flexorum*), y en la mitad de la planta del pie se subdivide en cuatro tendones secundarios que se dirigen hacia cuatro *dedos (II-V), y de modo semilar a los tendones del flexor profundo de la mano*, perforan los tendones del flexor breve de los dedos y *se insertan* en las falanges distales.

Función. En el aspecto de flexor de los dedos es poco importante; el músculo actúa principalmente sobre el conjunto del pie efectuando, cuando la pierna está libre, la flexión plantar y la supinación del mismo. Además, participa junto con el tríceps sural en poner el pie de puntillas (andar de puntillas). En el estacionamiento vertical, el músculo coopera activamente en el reforzamiento de la bóveda plantar en dirección longitudinal. Durante la marcha presiona los dedos hacia el suelo. (Inerv. L_V-S_I. N. tibial.)

4. Músculo tibial posterior (*m. tibialis posterior*). Ocupa el espacio existente entre los huesos de la pierna, aplicado a la membrana interósea y, en parte, a la tibia y el peroné. De esos lugares el músculo recibe sus *fibras iniciales* y luego se aproxima con su tendón al borde del maléolo medial, extendiéndose por detrás del mismo en un surco óseo, por debajo del retináculo de los mm. flexores. Ya en la planta del pie *se inserta* en **la tuberosidad del navicular** (*tuberositas ossis navicularis*) y después, por algunos fascículos, en los tres huesos cineiformes y en las bases de los II-IV metatarsianos.

Función. Es aductor del pie y realiza también la flexión plantar, al igual que los demás músculos posteriores. Junto con los otros músculos que se insertan en el borde medial del pie (m. tibial anterior y m. peroneo largo), el m. tibial posterior crea una especie de estribo que refuerza la bóveda del

pie y extendiéndose con su tendón a través del ligamento calcaneonavicular, el músculo mantiene junto con dicho ligamento la cabeza del talus. (Inerv. L_V-S_I. N. tibial.)

5. Músculo flexor largo del dedo grueso (*m. flexor hallucis longus*). Es el más lateral de los músculos de la capa profunda. Está situado en la cara posterior de la fíbula, *iniciándose* en dicho hueso, en la membrana interósea y en el septo intermuscular posterior; el tendón se coloca en el surco del proceso posterior del talus, cubierto por una capa del retináculo de los flexores; después pasa por debajo del sustentáculo del talus, se dirige hacia el dedo grueso, *insertándose* en la falange distal del mismo.

Funciones. Es flexor del dedo grueso y, además, gracias a su probable enlace con el tendón del flexor largo de los dedos, puede actuar también como flexor del II dedo, e incluso de los III y IV dedos. De modo semejante a los demás músculos posteriores de la pierna, el flexor del dedo grueso realiza la flexión plantar, la aducción y supinación del pie y refuerza la bóveda del pie en dirección anteroposterior. (Inerv. L_V-S_{II}. N. tibial.)

MÚSCULOS DEL PIE

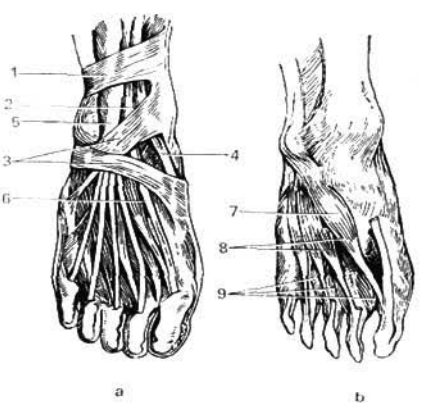
De modo parecido a la mano, el pie posee además de los tendones de los músculos largos procedentes de la pierna, sus propios músculos breves que se clasifican en dorsales y plantares.

MÚSCULOS DORSALES

1. Músculo extensor breve de los dedos (*m. extensor digitorum brevis*) (fig. 166). Está situado en el dorso del pie, debajo de los tendones del extensor largo de los dedos y *se inicia* en la cara anterolateral del calcáneo delante del **seno del tarso** (*sinus tarsi*). Se dirige oblicuamente hacia delante y se divi-

Fig. 166. Músculos del dorso del pie

a — músculos del dorso del pie, lado derecho;
b — idem, pero con los músculos largos *extirpados;*
1 — retináculo superior de los músculos extensores;
2, 6 — tendón del m. extensor largo del dedo grueso;
3 — retináculo inferior de los músculos extensores;
4 — tendón del m. tibial anterior;
5 — m. extensor largo de los dedos;
7 — m. extensor breve del dedo grueso;
8 — m. extensor breve de los dedos;
9 — mm. interóseos dorsales.]



de en cuatro tendones delgados. Estos últimos se dirigen a los cuatro primeros dedos (I-IV) y se unen al borde lateral de los tendones correspondientes de los músculos extensor largo de los dedos y extensor largo del dedo grueso, formando junto con ellos la expansión tendinosa dorsal de los dedos. El vientre medial de ese músculo, que se dirige oblicuamente junto con su tendón hacia el dedo grueso, recibe la denominación independiente de **músculo extensor breve del dedo grueso** (*m. extensor hallucis brevis*).

Función. Es extensor de los I-IV dedos, realizando al propio tiempo una ligera abducción de los mismos en dirección lateral. (Inerv. L_{IV}-S_I. N. peroneo profundo.)

MÚSCULOS PLANTARES

Estos músculos constituyen tres grupos: medial (correspondientes al dedo grueso), lateral (músculos del dedo pequeño) y medio, situado en la zona media de la planta del pie (fig. 167).

a) El grupo medial consta de tres músculos:

1. Músculo abductor del dedo grueso (*m. abductor hallucis*). Es el más superficial, está situado en el borde medial de la planta del pie. Es un músculo potente que *se inicia* en el proceso medial de la tuberosidad calcánea, en el retináculo de los flexores y en la tuberosidad del navicular; y va a *insertarse* en el huesecillo sesamoideo medial y en la base de la falange proximal. (Inerv. L_V-S_I. N. plantar medio.)

2. Músculo flexor breve del dedo grueso (*m. flexor hallucis brevis*). Está aplicado al borde lateral del músculo precedente. *Sei inicia* en el hueso cuneiforme medial y en el ligamento calcaneocuboideo plantar. El músculo, dirigiéndose directamente hacia delante, se subdivide en dos cabezas, entre las cuales se encuentra el tendón del flexor largo del dedo grueso. Ambas cabezas *se insertan* en los sesamoideos de la primera articulación metatarsofalángica y en la base de la falange proximal del dedo grueso. (Inerv. $S_{I\text{-}II}$. Nn. plantares medial y lateral.)

3. Músculo aductor del dedo grueso (*m. adductor hallucis*). Está situado profundamente y se compone de dos cabezas. Una de ellas, **la oblicua** (*caput obliquum*), *se inicia* en el cuboides y el ligamento plantar largo, y también en el cuneiforme lateral y la base de los II-IV metatarsianos, dirigiéndose luego oblicuamente en dirección algo medial. La otra cabeza, **la transversa** (*caput transversum*), *se inicia* en la cara inferior de las cápsulas articulares de las II-V articulaciones metatarsofalángicas y en los ligamentos plantares; va transversalmente al eje longitudinal del pie y junto con la cabeza oblicua *se inserta* en el sesamoideo lateral del dedo grueso. (Inerv. $S_{I\text{-}II}$. N. plantar lateral.)

Funciones. Los músculos del grupo medial plantar, aparte de la acción que indican sus nombres, participan en el reforzamiento de la bóveda del pie por su lado medial.

b) El grupo lateral consta de tres músculos:

1. Músculo abductor del dedo pequeño (*m. abductor digiti minimi*). Se extiende a lo largo del borde lateral de la planta del pie, más superficialmente que los demás músculos. *Se inicia* en la cara inferior del calcáneo y en la aponeurosis plantar, y *se inserta* en la base de la falange proximal del dedo pequeño.

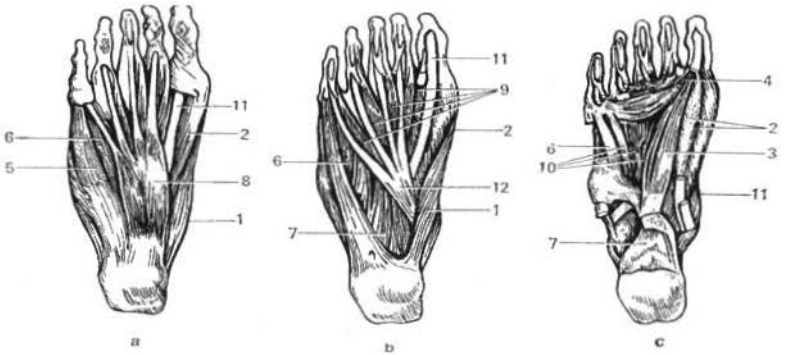


Fig. 167. Músculos de la planta del pie.

a — músculos de la planta del pie, lado derecho;
b — ha sido extirpado el m. flexor breve de los dedos;
c — se han extirpado los mm. flexor breve de los dedos, cuadrado plantar (flexor accesorio) y los abductores del dedo grueso y del dedo pequeño;
1 — m. abductor del dedo grueso;
2 — m. flexor breve del dedo grueso;
3 — m. aductor del dedo grueso (cabeza oblicua);
4 — m. aductor del dedo grueso (cabeza transversal);
5 — m. abductor del dedo pequeño;
6 — m. flexor breve del dedo pequeño;
7 — m. cuadrado plantar;
8 — m. flexor breve de los dedos;
9 — mm. lumbricales de los pies;
10 — mm. interóseos plantares;
11 — tendón del m. flexor largo del dedo grueso;
12 — m. flexor largo de los dedos.

2. Músculo flexor breve del dedo pequeño (*m. flexor digiti minimi brevis*). *Se inicia* en la base del V metatarsiano y en el ligamento plantar largo, y *se inserta* en la base de la falange proximal del dedo pequeño.

3. Músculo oponente del dedo pequeño (*m. opponens digiti minimi*). Está situado lateralmente respecto al músculo precedente. *Se inicia* en el ligamento plantar largo, se une con el m. flexor breve del dedo pequeño y va a *insertarse* en el V metatarsiano.

La función de los músculos del grupo lateral de la planta del pie en cuanto a la actuación de cada uno de ellos sobre el dedo pequeño es muy insignificante. Su papel principal radica en el reforzamiento del borde lateral de la bóveda plantar. (Inerv. de esos tres músculos: S_{I-II}. N. plantar lateral.)

c) Músculos del grupo medio:

1. Músculo flexor breve de los dedos (*m. flexor digitorum brevis*). Está situado superficialmente, por debajo de la aponeurosis plantar. *Se inicia* en la tuberosidad calcánea y en la zona proximal de la aponeurosis plantar, se dirige directamente hacia delante y se divide en cuatro tendones aplanados que van a *insertarse* en las falanges medias de los II-V dedos. Antes de su inserción los tendones se desdoblan en dos fascículos entre los que pasan los tendones del flexor largo de los dedos. El músculo refuerza la bóveda plantar longitudinalmente y flexiona los dedos (II-V) en dirección plantar. (Inerv. L_V-S_I. N. plantar medial.)

2. **Músculo cuadrado plantar** (*m. quadratus plantae*). Situado debajo del anterior, *se inicia* en el hueso calcáneo, *insertándose* luego al borde lateral del tendón del flexor largo de los dedos. Este fascículo muscular regula la acción del flexor largo de los dedos, confiriendo a su tracción una dirección recta con relación a los dedos. (Inerv. $S_{1\text{-}II}$. N. plantar lateral.)

3. **Músculos lumbricales** (*mm. lumbricales*). Existen en número de cuatro. Como en la mano, *parten* de los bordes mediales de los cuatro tendones del flexor largo de los dedos, con la particularidad de que los tres más laterales *se inician* también en los bordes antepuestos de los tendones. Todos *se insertan* en el borde medial de las falanges proximales respectivas (de los II-V dedos) y no siempre llegan hasta la expansión tendinosa dorsal. Pueden flexionar las falanges proximales; en cambio, su acción extensora sobre las demás falanges es muy débil o falta en absoluto. Aparte de eso, pueden atraer los cuatro dedos extremos hacia el lado del dedo grueso. (Inerv. L_V-S_{II}. Nn. plantares, lateral y medial.)

4. **Músculos interóseos** (*mm. interossei*). Están situados profundamente, por el lado plantar, correspondiendo a los espacios intermedios entre los metatarsianos. Se dividen, como los músculos homónimos de la mano, en dos grupos: tres plantares, **mm. interóseos plantares** (*mm. interossei plantares*), y cuatro dorsales, mm. **interóseos dorsales** (*mm. interossei dorsales*), de los que se distinguen por su posición. En la mano, debido a su función prensora, estos músculos están agrupados alrededor del dedo medio; en cambio, en el pie, debido a su papel de apoyo se agrupan alrededor del II dedo, o sea, en relación al II metatarsiano, y si bien cumplen las mismas funciones lo hacen muy limitadamente. (Inerv. $S_{1\text{-}II}$. N. plantar lateral.)

FASCIAS DEL MIEMBRO INFERIOR Y VAINAS DE LOS TENDONES

El músculo iliopsoas, dentro de sus límites abdominales, está cubierto por **la fascia ilíaca**, que siendo en parte componente de **la fascia subperitoneal común**, se inserta en el esqueleto por los bordes de toda la región ocupada por el iliopsoas, constituyendo para dicho músculo un receptáculo cerrado. Por debajo del ligamento inguinal, la fascia ilíaca pasa al muslo, continuándose con la amplia fascia del mismo, **la fascia lata**, que envuelve como un manguito a todos los músculos del muslo (fig. 168). Inmediatamente por debajo del ligamento inguinal, en los límites del triángulo femoral (véase más adelante), la fascia lata se desdobla en dos láminas: profunda y superficial. La profunda se extiende por detrás de los vasos femorales. La superficial pasa por delante de esos vasos y por el borde de la vena femoral y termina en un borde libre, **el borde falciforme** (*margo falciformis*).

Este borde limita una depresión denominada **hiato safeno** o **fosa oval** (*hiatus saphenus s. fossa ovalis*) [BNA] (véanse figs. 132, 168). En el borde se distinguen dos cuernos. A través del **cuerno inferior** (*cornu inferius*) que se fusiona con la lámina profunda de la fascia lata, se extiende formando un cayado la **vena safena magna** (*vena saphena magna*), que desemboca en la vena femoral. **El cuerno superior** (*cornu superius*) se inserta en el ligamento inguinal y, encorvándose por debajo del mismo, se fusiona con el ligamento lacunar (pág. 383). El hiato safeno está cubierto por **la fascia cribiforme** (tejido

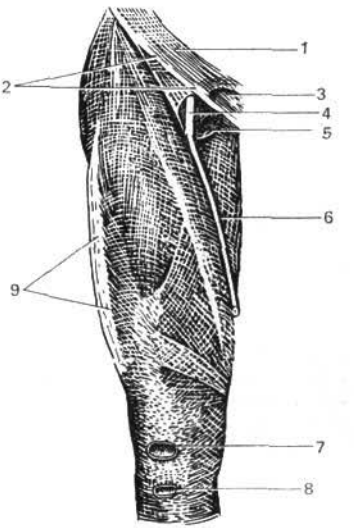


Fig. 168. Fascia lata.

1 — aponeurosis del m. oblicuo externo del abdomen;
2 — ligamento inguinal;
3 — anillo inguinal superficial;
4 — v. femoral;
5 — hiato safeno;
6 — v. safena magna;
7 — bolsa subcutánea prepatelar;
8 — bolsa subcutánea infrapatelar;
9 — tracto iliotibial.

subcutáneo del muslo, acribillado de agujeros por los vasos linfáticos que lo atraviesan), que se adhiere al borde falciforme. La fascia lata, rodeando toda la musculatura del muslo, emite expansiones intermusculares hacia la profundidad que se insertan en el fémur. Una de estas expansiones se encuentra en la parte lateral del muslo, denominándose **septo intermuscular lateral** (*septum intermusculare femoris laterale*). Se inserta a lo largo del labio lateral de la línea áspera del fémur, separando el m. vasto lateral de los músculos posteriores del muslo (en particular, del m. bíceps femoral). El otro tabique intermuscular, **el septo intermuscular medial** (*septum intermusculare femoris mediale*), está situado en la parte medial del muslo, insertándose en el labio medial de la línea áspera, por delante de los músculos aductores.

Aparte de los septos intermusculares, la fascia lata, desdoblándose en dos láminas en el borde de algunos músculos, forma a los mismos vainas cerradas. La fascia tiene una densidad considerable, particularmente en la cara lateral del muslo, donde se adhieren a la misma fibras tendinosas. En esta zona constituye una amplia franja engrosada, **el tracto iliotibial** (*tractus iliotibialis*), que se extiende a todo lo largo del muslo. Este tracto cumple la misión de tendón del músculo tensor de la fascia lata y del músculo glúteo máximo. En contradicción con la fascia tendinosa engrosada del m. glúteo medio (extremo proximal del tracto iliotibial), la que cubre el m. glúteo máximo es muy delgada. Por su extremo distal la fascia lata se difunde a la cara anterior de la articulación de la rodilla, continuándose con **la fascia crural** (de la pierna); por detrás, se continúa con **la fascia poplítea**, que cubre la fosa poplítea,

creando una zona intermedia entre la fascia del muslo y la de la pierna. Así, pues, la amplia fascia del muslo presenta distintas estructuras en diferentes lugares; junto con zonas de gran solidez (por ejemplo, el tracto iliotibial) tiene otras débiles (fascia cribiforme).

La fascia crural (*fascia cruris*) rodea la pierna, insertándose en los huesos en aquellas zonas que no están cubiertas por los músculos. Por la cara posterior de la pierna está formada por dos láminas, la superficial y la profunda. La lámina superficial cubre el m. tríceps sural, y la profunda está situada entre dicho músculo y la capa profunda de los músculos posteriores, insertándose por los lados en la tibia y la fíbula. Por la cara lateral, la fascia crural envía hacia la profundidad dos septos intermusculares que se insertan en la fíbula. De éstos, el anterior (septo intermuscular anterior de la pierna), pasa por delante de los mm. peroneos, y el posterior (septo intermuscular posterior de la pierna), por detrás. En la región anterior de la pierna, por encima de los maléolos, la fascia presenta elementos fibrosos transversales que constituyen una cinta o franja transversa extendida entre la tibia y el peroné, el retináculo superior de los mm. extensores (*retinaculum mm. extensorum superius*). Este ligamento presiona hacia los huesos los tendones de los músculos anteriores de la pierna. Significación idéntica tiene la cinta inferior del retináculo (*retinaculum mm. extensorum inferius*) situada más distalmen-

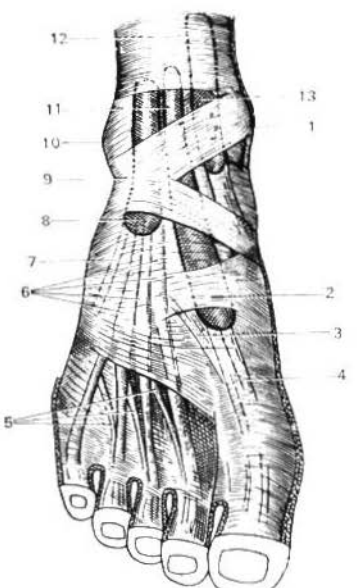


Fig. 169. Fascias y vainas sinoviales del pie; cara dorsal

1 — maléolo medial;
2 — fascia dorsal del pie (fascículo de refuerzo);
3 — tendón del m. extensor breve del dedo grueso;
4 — tendón del m. extensor largo del dedo grueso;
5 — tendones del m. extensor breve de los dedos;
6 — tendones del m. extensor largo de los dedos;
7 — tendón del m. peroneo (fibular) tercero;
8 — vaina tendinosa del m. extensor largo, de los dedos;
9 — retináculo inferior de los músculos extensores;
10 — maléolo lateral;
11 — vaina tendinosa del m. extensor largo del dedo grueso;
12 — retináculo superior de los músculos extensores;
13 — vaina tendinosa del m. tibial anterior.

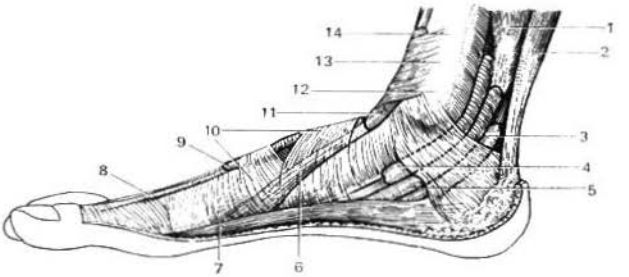


Fig. 170. Vainas sinoviales del pie derecho; cara medial.

1 — m. flexor largo de los dedos;
2 — tendón calcáneo;
3 — vaina tendinosa del m. flexor largo del dedo grueso;
4 — vaina tendinosa del m. tibial posterior;
5 — vaina tendinosa del m. flexor largo de los dedos;
6 — tendón del m. tibial anterior;
7 — m. abductor del dedo grueso;
8 — tendón del m. extensor largo del dedo grueso;
9 — vaina tendinosa del m. extensor largo del dedo grueso;
10 — retináculo inferior de los músculos extensores;
11 — vaina tendinosa del m. tibial anterior;
12 — maléolo medial;
13 — retináculo superior de los músculos extensores;
14 — tibia.

te en la región anterior de la articulación talocrural y que presenta corrientemente la forma de la letra Y (fig. 169). Este ligamento, que se inicia en la cara lateral del calcáneo y por su lámina profunda en el seno del tarso, se desdobla luego en dos fascículos, de los cuales el superior se dirige al maléolo medial, y el inferior se inserta en los huesos navicular y cuneiforme medial. Durante su trayecto este ligamento se desdobla en laminillas — superficial y profunda— que abarcan los tendones de los músculos extensores, a causa de lo cual se forman cuatro **canales fibrosos** para el paso de esos últimos (tres tendinosos y uno vascular). El canal más lateral y amplio, situado en la parte inicial del retináculo inferior de los extensores, da paso al tendón del m. extensor largo de los dedos y del m. peroneo tercero. El canal contiguo da paso al tendón del extensor largo del dedo gueso, y el tercer canal, el más medial, da paso al tendón del m. tibial anterior. Los tendones, en su trayecto por dichos canales, están envueltos por vainas sinoviales. El cuarto canal, situado por detrás del canal medio da paso al paquete neurovascular (arteria y vena dorsales pedias y nervio peroneo profundo).

Por detrás de los dos meléolos existen también engrosamientos de la fascia, que aprietan los tendones a los huesos. El engrosamiento medial constituye el retináculo de los flexores (*retinaculum mm. flexorum*), que se extiende desde el calcáneo hacia el maléolo medial, por encima de los tendones de mm. tibial posterior, flexor largo de los dedos y flexor largo del dedo grueso. Este ligamento, emitiendo tabiques en la profundidad, forma tres canales osteofibrosos para el paso de los tendones citados (fig. 170), y también un canal fibroso situado más superfialmente, para la arteria tibial posterior y el nervio tibial. En su paso por estos canales, los tendones están enfundados en tres

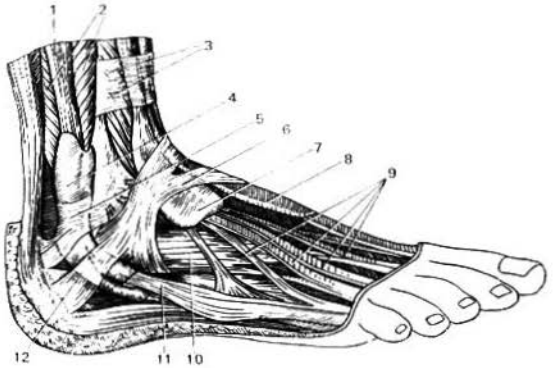


Fig. 171. Vainas sinoviales tendinosas del pie derecho; cara dorsolateral

1 — tendón del m. peroneo largo;
2 — m. peroneo breve;
3 — retináculo superior de los músculos extensores;
4 — vaina sinovial común de los músculos peroneos;
5 — retináculo superior de los mm. peroneos;
6 — retináculo inferior de los músculos extensores;
7 — vaina tendinosa del m. extensor largo de los dedos;
8 — vaina tendinosa del m. extensor largo del dedo grueso;
9 — tendones del m. extensor largo de los dedos;
10 — m. extensor breve de los dedos;
11 — tendón del m. peroneo breve;
12 — retináculo inferior de los mm. peroneos.

vainas sinoviales aisladas. Por detrás del maléolo lateral se encuentra otro engrosamiento de la fascia, el retináculo superior de los peroneos (*retinaculum mm. peroneorum superius*), que se extiende desde el maléolo hacia el calcáneo, por encima de los tendones de los mm. peroneos largo y breve, constituyendo para los mismos un canal fibroso. Distalmente y algo más abajo esos dos tendones pasan por debajo de otro ligamento, el retináculo inferior de los peroneos (*retinaculum mm. peroneorum inferius*), que se inserta en la cara lateral del calcáneo (fig. 171). El espacio situado por debajo de dicho ligamento está dividido por un septo en dos canales para el paso independiente de los dos tendones. Los tendones de los mm. peroneos están incluidos en una vaina sinovial común, que por abajo se divide en dos partes correspondientes a los dos canales situados por debajo del retináculo inferior de los peroneos.

La fascia dorsal del pie (*fascia dorsalis pedis*) por delante del retináculo inferior de los mm. extensores es bastante delgada y sólo a nivel de la base del I metatarsiano se observa en la misma un engrosamiento fibroso arqueado donde las fibras se extienden a través del tendón del m. extensor largo del dedo grueso.

La fascia plantar, al igual que la palmar, se presenta muy engrosada, creando en su parte media una aponeurosis plantar tendinosa densa, de aspecto nacarado, que se extiende desde la tuberosidad calcánea hasta la base de



Fig. 172. Vainas sinoviales tendinosas de la planta del pie; lado derecho.

1 — vaina sinovial común de los mm. peroneos;
2 — ligamento plantar largo;
3 — vaina tendinosa plantar del m. peroneo largo;
4 — vainas tendinosas de los dedos del pie;
5 — vaina tendinosa del m. flexor del dedo grueso;
6 — vaina tendinosa del m. flexor largo de los dedos;
7 — vaina tendinosa del m. tibial posterior.

los dedos, adheriéndose en toda su porción proximal al m. flexor breve de los dedos, al que cubre. En dirección distal la aponeurosis se va ampliando y se subdivide en cinco cintas unidas entre sí por fibras transversas. Esas cintas terminan en las vainas fibrosas de los tendones en los dedos. En los bordes de la aponeurosis plantar, ésta emite hacia la profundidad dos septos intermusculares verticales que se insertan en la fascia profunda que cubre los músculos interóseos. Esos septos dividen la planta del pie en tres compartimientos no del todo cerrados, que corresponden en su conjunto a los tres grupos de músculos plantares. Según datos aportados por Kamel y Sakla (1961), existen tres de dichos septos aponeuróticos: lateral, medial e intermedio, lo que viene confirmarse por las vías de difusión de las colecciones purulentas en la planta del pie. En la región plantar se encuentran varias vainas sinoviales que envuelven a los tendones (fig. 172). Una de ellas, **la vaina tendinosa del m. peroneo largo plantar** (*vagina tendinis m. peronei longi plantaris*), está en la región profunda de la planta del pie, rodeando al tendón del m. peroneo largo, allí donde este último se introduce en el surco del cuboides, por debajo del ligamento plantar largo. Otras cinco vainas, **vainas tendinosas de los dedos del pie** (*vaginae tendinum digitales pedis*), envuelven los tendones flexores en la cara plantar de los dedos, extendiéndose desde la región de las cabezas de los metatarsianos hasta las falanges distales.

CANALES PARA VASOS Y NERVIOS

A través de la incisura isquiática mayor pasa el músculo periforme, que con el borde del agujero isquiático mayor forma dos hendiduras, **los agujeros suprapiriforme e infrapiriforme**, que dan paso a los vasos y nervios glúteos.

El surco obturador, completado por abajo por la membrana obturadora, constituye **el canal obturador** (*canalis obturatorius*), por el que pasan los vasos obturadores y el nervio obturador.

Por encima del coxal, desde la espina ilíaca anterosuperior hasta el tubérculo púbico, se extiende el ligamento inguinal, que limita un espacio comprendido entre el coxal y el ligamento citado. La fascia ilíaca, que atraviesa dicho espacio, en su parte lateral se adhiere al ligamento inguinal, pero medialmente se aleja del mismo, se engruesa y va a insertarse en la eminencia iliopúbica. Esta cinta engrosada de la fascia ilíaca, en la zona comprendida entre el ligamento inguinal y la eminencia iliopúbica, es aislada artificialmente con la denominación de **arco iliopectíneo** (véase fig. 133).

El arco iliopectíneo divide todo el espacio situado por debajo del ligamento inguinal en dos partes: una lateral, llamada **laguna muscular** (*lacuna musculorum*), por la que pasa el m. iliopsoas y el n. femoral; y otra medial, la **laguna vascular** (*lacuna vasorum*), atravesada por la arteria y la vena femorales (esta última, medialmente). De la laguna vascular, los vasos pasan al muslo, pierna y pie. El paquete neurovascular se extiende por surcos que luego se convierten en canales, para transformarse de nuevo en surcos. De acuerdo con el trayecto de los vasos y nervios se distinguen los siguientes surcos y canales.

El surco iliopectíneo (*sulcus iliopectineus*), en el que se continúa la laguna vascular, está situado entre el m. iliopsoas (lateralmente) y el m. pectíneo (medialmente), continuándose luego con **el surco femoral anterior** (*sulcus femoralis anterior*); este último está formado por el m. vasto medial (lateralmente) y los mm. aductores, largo y mayor (medialmente). Ambos surcos se encuentran en **el triángulo femoral** (*trigonum femorale*), limitado por arriba por el ligamento inguinal (que constituye la base del triángulo), por la parte lateral, por el m. sartorio, y por la medial, por el m. aductor largo. El fondo del triángulo, denominado **fosa iliopectínea** (*fossa iliopectinea*), está formado por los mm. iliopsoas y pectíneo. En el vértice de ese triángulo, dirigido hacia abajo, el surco femoral anterior se profundiza entre los músculos, convirtiéndose en **el canal aductorio** [de Hunter] (*canalis adductorius*), cuyo trayecto se extiende por el tercio inferior del muslo hasta la fosa poplítea. Este conducto está formado por el m. vasto medial (por el lado lateral), el m. aductor magno (*m. adductor magnus*) (por el lado medial) y la lámina tendinosa que se extiende por delante entre ambos músculos, **la lámina vastoaductoria** (*lamina vastoadductoria*); el orificio distal de este canal constituye **el hiato tendinoso (aductorio)** [*hiatus tendineus* (*adductorius*)], formado por la divergencia de los fascículos del m. aductor magno.

El canal aductorio se abre por abajo en la fosa poplítea, que tiene forma romboidea. El ángulo superior del rombo está formado por el m. bíceps en su parte lateral, y los mm. semimembranoso y semitendinoso, por la medial.

El ángulo inferior del rombo está limitado por las dos cabezas del m. gastrocnemio. El fondo de la fosa está formado por **la cara poplítea del fémur** (*facies poplitea femoris*) y la pared posterior de la articulación de la rodilla. En la fosa poplítea se encuentra tejido adiposo en abundancia y los nódulos linfáticos poplíteos. Desde el vértice superior hacia el inferior pasan el nervio isquiático (o sus dos ramos de bifurcación) y también la arteria y vena poplíteas, situados en el orden siguiente (mirando de afuera hacia dentro): nervio, vena y arteria.

En la fosa poplítea se inicia **el canal cruropoplíteo**, que se extiende entre las dos capas, superficial y profunda, de los músculos posteriores de la pierna, estando formado principalmente por el m. tibial posterior (por delante) y el m. sóleo (por detrás). Por dicho canal pasan el n. tibial y la arteria y vena tibiales posteriores. Una ramificación de este canal, correspondiente al trayecto de la arteria peronea, crea **el canal musculoperoneo inferior** formado por el tercio medio del peroné y los mm. flexor largo del dedo grueso y el tibial posterior. En el tercio superior de la pierna, entre el peroné (fíbula) y el m. peroneo largo, se extiende **el canal musculoperoneo superior** por el que pasa el n. peroneo superficial. En la planta del pie, en correspondencia con el trayecto de los nervios y vasos plantares, existen dos surcos por los bordes del m. flexor breve de los dedos: 1) **surco plantar medial** (*sulcus plantaris medialis*), entre el músculo citado y el m. abductor del dedo grueso, y 2) **surco plantar lateral** (*sulcus plantaris*), entre el flexor breve de los dedos y el m. abductor del dedo pequeño

CANAL FEMORAL

Normalmente, el canal femoral (fig. 133, 168) no existe, sino que es una hendidura situada en el ángulo medial de la laguna vascular denominada **anillo femoral** (*anulus femoralis*). Este anillo está formado en su parte lateral por la vena femoral; por delante y por arriba por el ligamento inguinal, medialmente por la continuación del ligamento inguinal, el ligamento lacunar, y por detrás por el ligamento pectíneo, que viene a ser una especie de prolongación del ligamento lacunar en el hueso pubis.

La hendidura está llena de tejido conjuntivo, **el septo femoral** (*septum femorale*), prolongación de la fascia subperitoneal, que es muy laxa en ese lugar, estando cubierta por fuera por un nódulo linfático (de Pirogov), y de lado de la cavidad abdominal por el peritoneo que presenta a ese nivel una depresión, la fosa femoral. A través del anillo pueden formarse las hernias femorales, más frecuentes en la mujer que en el hombre, ya que en ellas el anillo es más amplio, debido a la mayor anchura de la pelvis. Al formarse la hernia, la hendidura citada se convierte en un canal real, con un orificio de entrada y otro de salida.

El orificio de entrada u orificio interno es el propio anillo femoral ya descrito. **El orificio de salida u orificio externo** es el hiato safeno, limitado por el borde falciforme y sus dos cuernos, superior e inferior. El espacio que queda entre ambos orificios constituye **el canal femoral** (*canalis femoralis*), que presenta tres paredes: **lateral**, formada por la vena femoral; **posterior**, constituida por la lámina profunda de la fascia lata, y **anterior**, formada por el ligamento inguinal y el cuerno superior del borde falciforme. La fascia lata en su trayecto por el hiato safeno es laxa y se encuentra acribilla-

da por los vasos linfáticos y perforada por la v. safena magna, a causa de lo cual tiene el aspecto de una laminilla cribosa, la fascia cribosa. Esa relajación de la fascia lata del muslo en la fosa oval condiciona la formación de las hernias femorales precisamente en dicho lugar.

PARTICULARIDADES ESPECÍFICAS MÁS IMPORTANTES EN LA ESTRUCTURA DEL APARATO DE LA LOCOMOCIÓN DEL HOMBRE QUE LE DISTINGUEN DE LOS ANIMALES

I. Tronco. Debido a la marcha bípeda se formaron las curvaturas de la columna vertebral (cifosis y lordosis); las cinco vértebras sacras se fusionaron en un solo hueso, el sacro; la caja torácica se presenta más corta, pero más ancha (con el predominio de la dimensión frontal, convirtiéndose en la base de apoyo para los músculos de los brazos; aumentó en mucho la masa del músculo erector espinal (*m. erector spinae*), gracias a lo cual el dorso queda aplanado (sólo el hombre puede dormir sobre el dorso); aumentaron considerablemente los músculos glúteos, que aseguran la extensión del tronco en la articulación coxal, particularmente el m. glúteo máximo convertido al mismo tiempo en una almohada blanda en la posición sentada (sólo el nombre puede sentarse en una silla). Los monos antropoides pueden adoptar la posición vertical y andar con sus patas traseras durante breve tiempo, después de lo cual su tronco se balancea hacia delante y se ven obligados a apoyarse en sus miembros anteriores, ya que en ellos está más débilmente desarrollada la musculatura de las caderas (glútea), que en el hombre asegura el equilibrio en posición vertical. Por eso el niño, cuando aprende a caminar, ante todo aprende a utilizar la musculatura de las caderas, que durante los primeros años de vida se desarrolla más rápidamente que los demás músculos. «Sólo al género humano le son inherentes las caderas» (Buffon).

II. Cabeza. Como resultado de la marcha bípeda, la cabeza con los órganos de los sentidos pasó a ocupar la posición más elevada, más favorable para la observación del medio ambiente. Con ello, el agujero mango (occipital) queda situado casi en un plano horizontal. El músculo que asegura el mantenimiento de la cabeza en posición erguida, m. esternocleidomastoideo, y su lugar de inserción en los huesos, alcanzan en el hombre su máximo desarrollo. En relación con el desarrollo del encéfalo, su receptáculo, el cráneo cefálico, alcanza en el hombre sus dimensiones máximas (capacidad hasta 1500 cm^3). Gracias a eso, la preponderancia del cráneo cefálico sobre el facial se hizo evidente, la frente quedó más elevada y vertical, y las mandíbulas disminuyeron de volumen. Con el desarrollo del habla articulada se diferenciaron los músculos suprahioideos y particularmente los músculos mímicos alrededor de la boca.

III. Miembro superior. En el hombre se convirtió en órgano de trabajo. En relación con eso se acortaron todos sus eslabones, brazo, antebrazo y mano que adquirieron la posibilidad de movimientos más amplios y precisos, a saber: 1) la pronación y supinación máximas, en correspondencia con el desarrollo de la articulación radioulnar combinada y de los músculos pronadores y supinadores; 2) la facultad no sólo de coger, sino de abarcar los objetos, gracias al desarrollo del dedo pulgar; a eso cooperan las grandes dimensiones de los huesos tubulares cortos, la articulación en silla de montar y los músculos de la región tenar, especialmente el m. oponente; 3) la capacidad de flexión máxima de cada dedo, gracias a la presencia en cada hueso tubular corto de una porción de músculo flexor desarrollada independientemente (tendones de los músculos flexores largos de los dedos, superficial y profundo, mm. lumbricales e interóseos palmares); 4) capacidad de extensión forzada de la mano y de cada uno de los dedos, gracias al elevado desarrollo de cada tendón del extensor largo de los dedos, y la presencia de extensores complementarios en los dedos extremos (I y V) y en el II dedo. De esta suerte, la máxima diferenciación se observa en la estructura de la mano, que constituye el segmento principal del órgano de trabajo, el que hace contacto directo con los instrumentos de trabajo.

IV. Miembro inferior. En el hombre está convertido en órgano de sostén y locomoción del cuerpo. Debido a la marcha bípeda, el cinturón de este miembro se fijó sólidamente al sacro, constituyendo la pelvis, base de apoyo para los huesos y músculos

y para el sostenimiento de las vísceras. La pelvis alcanza en el hombre sus mayores dimensiones; las grandes alas del coxal se desviaron considerablemente hacia los lados; el ángulo subpúbico aumentó hasta ángulo recto (en la mujer). En correspondencia con la posición vertical del cuerpo aumentó la inclinación de la pelvis y disminuyó el ángulo entre el cuello y el cuerpo del fémur, que en las mujeres es recto. Ha aumentado la estabilidad del cuerpo en posición vertical gracias a la limitación de movilidad de la articulación coxal, en comparación con la humeral y gracias al intenso desarrollo de los ligamentos iliofemoral [de Bertin] y del m. iliopsoas que impiden la caída del cuerpo hacia atrás; los huesos de la pierna no adquirieron la capacidad de pronación y supinación, permaneciendo articulados por sindesmosis poco movibles; los ligamentos de la articulación de la rodilla (cruciformes y colaterales) se desplazaron de tal forma que se ponen tensos en el movimiento de extensión de la rodilla, facilitando el estacionamiento de pie. Debido a la marcha bípeda, el pie perdió su capacidad prensora, propia de los monos, convirtiéndose en una base de apoyo para todo el cuerpo. La forma inicial, aplanada, del pie prensor de los monos sufrió también profundas transformaciones, en el sentido de que en éste se formaron tres puntos de apoyo, especialmente en el talón y en el primer dedo, adquiriendo una forma abovedada que amortigua los golpes. En relación con eso, algunos huesos del tarso aumentaron de masa, especialmente el calcáneo que se convirtió en uno de los tres puntos de apoyo (el posterior) del pie sobre el suelo. Al contrario, las falanges, al perder su función, disminuyeron de dimensiones llegando en algunos casos incluso a reducirse totalmente (por ejemplo, en el V dedo). La bóveda ósea del pie se reforzó con sólidos ligamentos, especialmente con el ligamento plantar largo y los músculos. Los músculos reforzaron la bóveda del pie tanto longitudinalmente (mm. flexores profundos del pie y de los dedos para el arco longitudinal), como transversalmente (m. peroneo largo y cabeza transversa del aductor del dedo grueso para el arco transverso).

Además, es característico del hombre, en comparación con los monos, el desplazamiento de la inserción inicial de los músculos de la pierna y del pie en dirección lateral, mientras que su inserción terminal se localiza en el borde interno o medial, donde se concentran en su mayoría en el dedo grueso, cooperando a la presión del mismo sobre el suelo y, por consiguiente, a la pronación del pie y el mantenimiento de la bóveda. Al debilitarse ese sistema de refuerzo, el pie se aplana al igual que en los monos, lo que para el hombre constituye un estado patológico (pie plano).

BREVE RESUMEN DE LOS MÚSCULOS QUE ASEGURAN LOS MOVIMIENTOS EN LOS DIFERENTES ESLABONES DEL CUERPO

ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR

Descenso de la mandíbula: se efectúa por los músculos milohioideo (*m. mylohyoideus*), geniohioideo (*m. geniohyoideus*) y vientre anterior digástrico (*m. digastricus*).

Este movimiento sólo es posible durante la fijación del hueso hioideo por los músculos situados más abajo del mismo: músculos esternohioideo (*m. sternohyoideus*), esternotiroideo (*m. sternothyreoideus*), tirohioideo (*m. thyreohyoideus*) y omohioideo (*m. omohyoideus*).

Elevación de la mandíbula; se efectúa por los músculos masetero (*m. masseter*), temporal (*m. temporalis*) y pterigoideo medial (*m. pterygoideus medialis*).

Desplazamiento de la mandíbula hacia delante: se efectúa durante la contracción bilateral del estrato superficial del músculo masetero (*m. masseter*) y los músculos pterigoideos medial y lateral (*mm. pterygoideus medialis et lateralis*).

Desplazamiento de la mandíbula hacia atrás y su regreso al lugar: se efectúa por el estrato superificial del músculo temporal (*m. temporalis*) y el músculo milohioideo (*m. mylohyoideus*).

Desplazamientos laterales: se efectúan por el estrato superficial del músculo masetero (*m. masseter*) y los músculos pterigoideos medial y lateral (*mm. pterygoideus medialis et lateralis*), del lado opuesto al movimiento.

Regreso de la mandíbula de la posición lateral al lugar: se efectúa mediante los fascículos posteriores del músculo temporal (*m. temporalis*) del lado opuesto.

MOVIMIENTOS DE LA COLUMNA VERTEBRAL

Extensión: musculatura autóctona del dorso, en su totalidad en ambos lados, incluyendo al m. esplenio de la cabeza y del cuello y al m. trapecio.

Flexión: m. esternocleidomastoideo, mm. escalenos, m. largo del cuello, m. recto del abdomen, los dos mm. oblicuos abdominales, externo e interno, el m. psoas mayor. Todos los músculos citados se contraen en ambos lados.

Inclinación lateral (derecha e izquierda): se efectúa por los mismos músculos que realizan la flexión y la extensión, cuando dichos músculos se contraen solamente en el lado donde tiene lugar la inclinación. A su acción coopera la contracción, también unilateral, de los mm. elevadores de las costillas, los mm. intertransversos y el m. cuadrado lumbar.

Torsión (rotación hacia la derecha o hacia la izquierda): se realiza por los músculos que actúan unilateralmente. En la región cervical, los fascículos oblicuos superiores e inferiores del m. largo del cuello, los fascículos oblicuos del m. erector espinal (mm. rotatorios y mm. multífidos), el. m. oblicuo interno del abdomen del lado donde tiene lugar la rotación, y el m. oblicuo externo del abdomen del otro lado.

ARTICULACIÓN ATLANTOOCCIPITAL

Extensión (inclinación de la cabeza hacia atrás): el m. trapecio (estando fijo el cinturón del miembro superior), los fascículos superiores de los músculos profundos del dorso que se insertan en el cráneo (m. esplenio, m. dorsal largo, m. semiespinoso, los mm. rectos posteriores, mayor y menor, de la cabeza, el m. oblicuo superior de la cabeza).

La extensión de la cabeza se efectúa por ambos mm. esternocleidomastoideos; sin embargo, ellos flexionan la porción cervical de la columna vertebral.

La flexión (inclinación de la cabeza hacia delante) se realiza por: el m. recto anterior de la cabeza, m. recto lateral de la cabeza, m. recto largo de la cabeza, y los mm. anteriores del cuello. Tanto la flexión como la extensión se efectúa por los músculos citados, cuando ellos se contraen en ambos lados.

La inclinación lateral de la cabeza (derecha o izquierda) se lleva a cabo por los mismos músculos que realizan la extensión y la flexión, al contraerse unilateralmente, y también por los músculos recto lateral de la cabeza y dorsal largo.

La rotación de la cabeza (a la derecha e izquierda) se realiza por los siguientes músculos: oblicuos externo e interno de la cabeza, el fascículo oblicuo superior del m. largo del cuello, el esplenio y el esternocleidomastoideo. La rotación se efectúa mediante la contracción unilateral de los músculos citados.

CINTURÓN DEL MIEMBRO SUPERIOR

Desplazamiento hacia arriba (de la clavícula y la escápula): los fascículos superiores del m. trapecio, m. elevador de la escápula y, en parte, el m. romboideo.

El descenso (de la clavícula y la escápula) transcurre principalmente bajo la acción del peso, con la cooperación de la contracción de los fascículos inferiores del m. serrato anterior y las fibras inferiores del m. trapecio, y también por la contracción de los mm. pectoral menor y subclavio.

Desplazamiento hacia delante: m. serrato anterior, m. pectoral menor y m. pectoral mayor (por intermedio del húmero).

Desplazamiento hacia atrás (de la clavícula y la escápula): m. romboideo, segmento medio del m. trapecio y m. dorsal ancho (por intermedio del húmero).

La rotación de la escápula, que tiene lugar corrientemente al final del movimiento hacia arriba, se efectúa por los fascículos inferiores del m. serrato anterior (que atraen al ángulo inferior de la escápula en dirección lateral), y las fibras superiores del m. trapecio (que atraen a la escápula hacia arriba y medialmente). El movimiento inverso es realizado por el m. romboideo, conjuntamente con el pectoral menor.

ARTICULACIÓN HUMERAL

Flexión (movimiento hacia delante): segmento anterior del m. deltoideo, segmento clavicular del m. pectoral mayor, m. coracobraquial, m. bíceps braquial.

Extensión (movimiento hacia atrás): segmento posterior del m. deltoideo, m. dorsal ancho y m. redondo mayor. Ya que estos dos últimos músculos provocan además la rota-

ción medial del brazo, para contrarrestar esa acción se contraen aún más los mm. infraespinoso y redondo menor.

Abducción: m. deltoideo y m. supraespinoso. *Aducción*: m. pectoral mayor, m. dorsal ancho y m. redondo mayor. Para contrarrestar la rotación medial conjunta, participan los músculos infraespinoso y redondo menor.

Rotación medial: m. subescapular, m. pectoral mayor, m. dorsal ancho y m. redondo mayor.

Rotación lateral: m. infraespinoso y m. redondo menor.

ARTICULACIÓN DEL CODO

Flexión: m. bíceps braquial, m. braquial, m. braquiorradial, m. pronador redondo.

Extensión: m. tríceps braquial y m. ancóneo.

Pronación: m. pronador redondo y m. pronador cuadrado.

Supinación: m. supinador corto y m. bíceps braquial. También participa en ello el m. braquiorradial, que coloca al antebrazo en una posición intermedia entre la pronación y la supinación.

ARTICULACIONES DE LA MANO

Flexión palmar de la mano: m. palmar largo, m. flexor ulnar del carpo, y también el m. flexor radial del carpo, los mm. flexores de los dedos, superficial y profundo, y el m. flexor largo del pulgar.

Flexión dorsal de la mano: mm. extensores radiales, largo y breve, m. extensor ulnar del carpo y también todos los extensores de los dedos.

Aducción de la mano (*flexión ulnar*): m. extensor ulnar del carpo y m. flexor ulnar del carpo, actuando conjuntamente.

Abducción de la mano (*flexión radial*): mm. extensores radiales largo y breve y el m. palmar largo, en su contracción conjunta.

ARTICULACIONES DE LOS DEDOS DE LA MANO

Flexión de cuatro dedos (*excluido el pulgar*): mm. flexor de los dedos superficial y profundo. Además, la falange proximal es flexionada por los mm. lumbricales y los mm. interóseos. En la flexión del dedo meñique participa el m. flexor breve del meñique.

Extensión de cuatro dedos: m. extensor común de los dedos; para los dedos índice y meñique existen además los extensores propios: extensor del índice y extensor del meñique.

Abducción de los dedos (*separación*): mm. interóseos dorsales.

Aducción de los dedos (*acercamiento hacia el dedo medio*): mm. interóseos palmares.

Flexión del dedo pulgar: m. flexor largo del pulgar y m. flexor breve del pulgar.

Extensión del dedo pulgar: m. extensor largo del pulgar y m. extensor breve del pulgar.

Abducción del dedo pulgar: m. abductor largo del pulgar y m. abductor breve del pulgar.

Aducción del dedo pulgar: m. aductor del pulgar.

Oposición del dedo pulgar: m. oponente del pulgar.

ARTICULACIÓN COXAL

Flexión hacia delante (*anteflexión*): m. iliopsoas, m. recto femoral, m. tensor de la fascia lata, m. sartorio y m. pectíneo.

Extensión (*retroflexión*): m. glúteo máximo, m. bíceps crural, m. semitendinoso, m. semimembranoso, m. aductor mayor, así como los demás músculos que llegan a la región del trocánter mayor por detrás (m. piriforme y otros).

Abducción: m. glúteo medio y m. glúteo mínimo.

Aducción: todos los músculos aductores, junto con el m. grácil y el m. pectíneo.

Rotación medial: los fascículos anteriores de los mm. glúteos, medial y mínimo.

Rotación lateral: m. iliopsoas (en parte), m. glúteo máximo, los fascículos posteriores de los mm. glúteos medial y mínimo, m. piriforme, m. obturador interno con los mm. gemelos, m. cuadrado femoral y m. obturador externo.

ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

Extensión: m. cuadríceps femoral.
Flexión: m. semitendinoso, m. semimebranoso, m. bíceps femoral, m. poplíteo, y también el m. sartorio, el m. grácil y el gastrocnemio (estando fija la pierna por abajo).
Rotación medial: m. semitendinoso, m. semimebranoso, m. poplíteo, m. sartorio, m. grácil y la cabeza medial del gastrocnemio.
Rotación lateral: m. bíceps femoral y la cabeza externa del gastrocnemio.

MOVIMIENTOS DEL PIE

Flexión plantar del pie: m. tríceps sural, m. flexor largo de los dedos, m. tibial posterior, m. flexor del dedo grueso, y mm. peroneos largo y breve.
Flexión dorsal del pie: m. tibial anterior, m. extensor común de los dedos, m. extensor largo del dedo grueso, m. peroneo tercero.
Pronación del pie (rotación medial) y abducción: m. peroneo largo, m. peroneo breve y m. peroneo tercero.
Supinación del pie (rotación lateral) y aducción: m. tibial anterior, m. tibial posterior, m. extensor del dedo grueso y, en parte, el m. tríceps sural.

ARTICULACIONES DE LOS DEDOS DEL PIE

Flexión de los dedos: mm. flexor largo de los dedos y flexor breve de los dedos. El dedo grueso posee sus flexores: flexor largo del dedo grueso y flexor breve del dedo grueso.
Extensión de los dedos: m. extensor largo de los dedos y m. extensor breve de los dedos. El dedo grueso tiene además el m. extensor largo del dedo grueso, largo y breve.

DATOS ELECTROMIOGRÁFICOS SOBRE LA FUNCIÓN DE LOS MÚSCULOS

Las funciones descritas de los músculos de la pelvis y del miembro inferior se realizan *en la posición en que la pierna no se apoya en el suelo, hallándose en posición libre*, como suspendida. En dicho caso, el punto fijo de los músculos está situado proximalmente y el punto móvil es distal. Sin embargo, en el estacionamiento, la marcha, las carreras y otras formas de traslación del cuerpo, la pierna se apoya en el suelo, a causa de lo cual tiene lugar el desplazamiento periódico de los puntos fijo y móvil.

Los datos elementales que hemos expuesto sobre la función de los músculos han sido obtenidos basándonos en el estudio del cadáver, en los modelos mecánicos y en el organismo vivo *en su posición vertical clásica aceptada para la descripción. Sin embargo, en el* organismo vivo del hombre se originan diferentes condiciones complejas (acción de fuerzas reactivas, influjo recíproco de los grupos musculares, variaciones estáticas y dinámicas del cuerpo, etc.) que hacen variar la participación de los músculos en tales o cuales movimientos, y que exigen datos más precisos sobre las funciones de músculos aislados. Esta precisión ha sido lograda en los últimos tiempos con ayuda del método de la electromiografía, utilizado por fisiólogos y neuropatólogos con fines diagnósticos sobre el estado fisiológico *de los sistemas muscular y nervioso*.

El método de la electromiografía permite determinar la actividad eléctrica de los músculos condicionada por la contracción de las fibras musculares, es decir, la actividad contráctil de los músculos. El análisis electromiográfico proporciona datos más precisos sobre la actividad funcional de la musculatura. Las precisiones obtenidas con dicho método se reducen en esencia a lo siguiente.

Músculos del tronco (A. Béntelev, 1962), **de la cabeza y del cuello** (Goynar, 1958; *De-Suz y Witt, 1965*).

Al flexionar el tronco hacia delante se origina al mismo tiempo la actividad contráctil en los músculos rectos abdominales y en los músculos largos del dorso, con la particularidad de que la actividad de los músculos rectos se observa únicamente en el momento de la flexión. Manteniendo la posición flexionada, sólo se observa la actividad de los músculos largos del dorso y falta en los músculos rectos del abdomen.

Así, pues, la flexión del tronco hacia delante está relacionada con la contracción de los músculos dorsales de ambos lados. En caso de que los brazos se sostengan en cualquier punto de apoyo, la actividad de los músculos dorsales cesa inmediatamente, para volver a presentarse en cuanto el tronco deja de apoyarse en las manos.

En la extensión del tronco la actividad contráctil se origina también únicamente en los músculos largos del dorso y en los músculos abdominales no se observa. En la inclinación ulterior del tronco desde la posición vertical hacia atrás, la actividad se presenta en los músculos abdominales, siendo deprimida en los dorsales.

Una correlación distinta entre los músculos abdominales y dorsales se observa al realizar ese mismo movimiento del tronco, pero hallándose el cuerpo en posición de decúbito lateral. Al flexionar el tronco, en este caso, la actividad contráctil se origina solamente en los rectos abdominales, y en la extensión del tronco, sólo en los músculos largos del dorso.

Al inclinar el tronco hacia un lado, estando en posición vertical, la actividad contráctil de los músculos dorsal largo e iliocostal del lado de la inclinación se origina únicamente en el momento del movimiento del tronco y después, al mantener el tronco en esa posición, esta actividad desaparece súbitamente, faltando mientras dure esa posición. Junto con ello, se observa la actividad contráctil de los músculos citados, en el lado opuesto a la inclinación, tanto en el momento de la inclinación como durante todo el período que se mantenga.

En las inclinaciones laterales del tronco manifiesta actividad contráctil el músculo dorsal largo del lugar opuesto a la inclinación, mientras que el dorsal largo del lado de la inclinación se relaja.

La ausencia de actividad contráctil (eléctrica) de los músculos dorsales, en algunas posiciones del tronco, relacionadas con determinados trabajos profesionales (por ejemplo, la inclinación del tronco hacia delante o la desviación de la columna vertebral hacia un lado, con apoyo en los brazos), tiene una significación esencial para la formación de la figura y disposición del cuerpo en dicha categoría de personas, pudiendo acarrear la fijación permanente de la columna en una posición viciosa (encorvaduras, escoliosis escolar).

En las rotaciones o inclinaciones de la cabeza crece la actividad contráctil de los músculos dorsales del lado opuesto y se deprime la actividad del lado homónimo. En el mantenimiento de la posición de la cabeza juegan un papel especialmente elevado los músculos trapecio y esternocleidomastoideo. En el mantenimiento de la mandíbula en su lugar (acción contraria a la fuerza de gravedad) tienen importancia decisiva los músculos masetero y temporal, especialmente sus fascículos posteriores (Goynar, 1958).

El m. buccionador, en contra del concepto corriente del mismo como músculo de los trompetas (de donde procede su denominación), tanto en el hinchamiento de las mejillas como en el acto de soplar, juega solamente un papel pasivo. Por su contracción, atrae la comisura labial hacia atrás, aprieta los labios y estando la boca llena de alimentos participa en la masticación, cooperando al descenso de la mandíbula (De-Suz y Witt, 1965).

Músculos del miembro superior. *En la abducción de los brazos* participan los tres segmentos del m. deltoideo, siendo el más activo el segmento medio, y el menos activo el posterior. *En la flexión del brazo*, es decir, en su desplazamiento hacia arriba y adelante, trabajan el segmento anterior y el medio del m. deltoideo, con la particularidad de que la actividad del segmento anterior es la preponderante. El segmento posterior no participa en dicho movimiento, pero toma parte en el mantenimiento del brazo elevado (Ya. Slavutski, 1958).

Los músculos biarticulares (bíceps y tríceps braquiales) y también el m. dorsal ancho y el m. pectoral mayor apenas participan en el mantenimiento del brazo elevado, tanto hacia delante como lateralmente. En la elevación de un solo brazo hacia delante se origina la actividad contráctil en los músculos dorsales de ambos lados, y en la abducción del brazo lateralmente son activos los músculos dorsales del lado opuesto (A. Béntelev, 1962).

El método de electromiografía no sólo complementa nuestras concepciones sobre las funciones de los músculos, sino que aporta rectificaciones a las concepciones tradicionales sobre su actividad. Por ejemplo, con ayuda de este método se logró establecer que en el

acto de la pronación del antebrazo el papel principal corresponde al m. pronador cuadrado, mientras que la función del pronador redondo es auxiliar. Este último es, fundamentalmente, un flexor del antebrazo (O. Machado de Sousa, J. Lacaz de Moraes, J. Bearn y otros, 1956-1960).

Músculos del miembro inferior. El músculo recto femoral es preferentemente extensor de la articulación de la rodilla; su papel como flexor de la articulación coxal, estando la pelvis en posición fija, es insignificante. Por eso el trabajo del cuadríceps femoral se dirige exclusivamente a la extensión de la articulación de la rodilla. En la extensión en la articulación coxal, con la pierna recta en la rodilla, las relaciones recíprocas antagónicas entre los músculos de la región femoral anterior y posterior son sustituidas por relaciones sinérgicas, con una preponderancia de actividad de los músculos posteriores. El músculo iliopsoas desempeña un papel muy importante en el mantenimiento de la posición vertical, impidiendo una extensión excesiva en la articulación coxal (Goynar, 1958).

En el mantenimiento de la bóveda del pie tiene particular importancia el papel del m. peroneo largo.

Los datos electromiográficos permitieron comprobar que en un acto tan complejo como es el andar no sólo participan los músculos de los miembros inferiores, sino también los de dorso. Así, en el acto de la marcha, compuesto del estacionamiento alternante en uno y otro miembro, entre los diferentes grupos musculares del dorso se establecen las siguientes relaciones recíprocas: todos los músculos del miembro levantado se encuentran en estado de actividad, y los de la pierna, que en este momento sirve de apoyo, están inhibidos.

El método de electromiografía, adoptado por los fisiólogos y clínicos, no ha sido incluido aún en la práctica de las investigaciones anatómicas, por lo que se explica la insuficiencia de datos respecto a las funciones de cada músculo por separado.

Como se habló más arriba (véase «Metodología»), con ayuda del método más reciente de la electrorradiografía se puede obtener en la persona viva la imagen radiológica de los tejidos blandos: la piel, el tejido celular subcutáneo, los cartílagos, los ligamentos y especialmente, los músculos.

En los electrorradiogramas de los miembros se ven determinados haces de las fibras musculares, los músculos constituidos por los mismos y las capas conjuntivas que separan un músculo del otro.

De tal manera, gracias a la electrorradiografía, comienza a formarse un nuevo apartado de la anatomía radiológica: la radiomiología.

INDICE ALFABÉTICO

A

Abdomen, línea alba del 313
Acetábulo 244
— lig. transverso del 254
Agujero carótico externo 181
— — interno 181
— cuadrilátero 358
— esfenopalatino 189, 199
— espinoso 203
— estilomastoideo 179, 181
— incisivo 202
— infraorbital 186, 187
— magno 170
— mastoideo 180
— obturador 245
— oval 175, 203
— palatino mayor 188
— parietal 181
— redondo 173, 203
— supraorbital 182
— triátero 358
— yugular 203
Amnios 77
Amniotas 78
Ampolla etmoidal 205
Anatomía comparativa 14
— de relieve 16
— — la persona viva 16
— deportiva 16
— dinámica 16
— normal 16
— patológica 16
— plástica 16
— quirúrgica 16
— radiológica 16
— topográfica 16
Anfiartrosis 133
Angulo esternal 156
— subesternal 161
— subpúbico 252
Anillo inguinal superficial 309
— umbilical 313
Anomalías 87
Antebrazo 82
Antigravitación, aparato de 93
Antropogénesis 14
Antropología 14
Aparato locomotor 93
Apertura piriforme 203
Aponeurosis omoclavicular 328
Aplacentalia, aplacentarios 76
Apófisis 106
Aponeurosis epicraneal 332
Arco iliopectíneo 384
— supercilíares 182
— venoso yugular 328
— viscerales, huesos desarrollados de los 169
Areas intercondilares 259
Arteria occipital, surco de la 180
— subclavia, surco de la 158
Articulación (es) acromioclavicular 221
— atlantoaxilares 152
— — mediana 153
— atlantooccipital 152
— calcaneocuboidea 273
— carpimetacarpianas 240
— cilíndrica 129
— combinada 129
— compleja 129
— condiloidea 132
— costotransversarias 159
— costovertebrales 159
— coxal 254
— cuneonavicular 273, 274
— esternocostales 159
— elipsoidea 131
— en polea 131
— — silla de montar 132
— esferoidales 132
— esternoclavicular 220
— fijas 133
— humeral 223
— humerorradial 229
— humerocubital 229
— interfalángicas 275
— intermetatarsianas 275
— intervertebrales 151
— metacarpofalángicas 241
— metatarsofalángicas 275
— planas 133
— radiocarpiana 237
— radiohumeral 229
— radiocubitales 232
— — proximal 229, 230
— sacroilíaca 246
— subtalar 273
— talocalcaneonavicular 273
— talocrural 271
— tarsometatarsianas 274
— tibiotarsiana 273
— temporomandibular 197
— tibiofibular 266
— tricoidea 129
— vertebrales 149
Asténicos 86
Atlas 141
— lig. cruciforme del 153
Axis 141

B

Base del cráneo 163
— — — cara externa de la 200
— — — — interna de la 203
Biceps braquial, fascia del 342
Biología 16
Boca, diafragma de la 320
Bolsa anserina 368
— bicipitorradial 342
— iliopectínea 363
— prepatelar subfascial 264
— sinoviales 125, 291
— — olecraniana 342
— subcutánea prepatelar 264
— subtendinosa prepatelar 264
— suprapatelar 263
— supraorbital 182
— trocantérica 363
Braquiomorfo 86
Brazo 82
— septos intermusculares del 341
— — — lat. del 342

C

Cabecita humeral 223
Cabeza 81
— costal 157
— — lig. intraarticular de la 159
— — — radiado de la 159
— músculos de la 281
— — largo de la 324
— — oblícuo inf. de la 300
— — — sup. de la 300
— — rectos de la 300
Calcáneo 268
Calvaria 163
Canales alveolares 187
Canal carpiano 359
— cubitopalíteo 385
— facial, rodilla del 181
— femoral 385
— humeromuscular 359
— infraorbital 186
— inguinal 315
— — anillo profundo del 317
— — — superficial 317
— mandibular 193
— musculoperoneo inf. 385
— — sup. 385
— musculotubario 181
— — agujero del 179
— nasolagrimal 186
— obturador 248, 384
— óptico 198, 172, 203
— palatino mayor 202
— pterigoideo 175, 200
— sacro 151
— vertebral 139
Cápsula articular 125
— cartilaginosa primaria 166
— cerebral, huesos formadores de la 168
— renal, huesos relacionados con la 168
Caras articulares 125
— — malcolar 260
— huesos de la 185
Carpo 232
— canal del 240
— surco del 240
— hueso central del 242
Cartílago articular 101
Cavidad articular 126
— glenoidea 141
— nasal 203
— — paredes de la 204
— osteomedular 115
— torácica 161

Cejas, músculo corrugador de las 334
Células etmoidales 185
Centro tendinoso 305
Cigoto, fecundación y formación del 69
Cinturón del miembro superior, musculatura del 337
Clavícula 218
— extremidad acromial 218
— — esternal 218
— osificación 218
Coanas 190, 202, 203
Cóccix 144
— vértebras del 144
Codo, articulación del 229
Columna vertebral 138
— — función de la 138
— — del adulto, imagen radiológica 145
— — imagen radiológica del envejecimiento 148
— — movimientos de la 156
Concha nasal 185
— — inf. 189
Cóndilo occipital 171
Conducto torácico 305
Conexiones intertendinosas 350
Conjugado lateral 249
— verdadero 249
Correlación 65
Costillas 157
— falsas 157
— flotantes 157
— músculos elevadores de las 301
— verdaderas 157
Coxal 213, 243
Cráneo 163
— cara ext. del 198
— corte sagital 203
— desarrollo del 163
— cerebral 163
— del adulto, imagen radiográfica del 207
— proyección ant. 207
— — lat. 207
— suturas del 195
— visceral 163, 165
Cresta conchal 186
— esfenoidal 172
— intertrocantérica 255
— lagrimal post. 189
— occipital ext. 170
— pectínea 245
Crista galli 183
Cuboides 269
— surco óseo del 276
— tuberosidad del 269
Cuello 81
— anatómico 222
— costal 157
— — cresta del 157
— fascia endocervical 328
— fascia superficial del 326
— lámina profunda de la fascia propia 327
— — superficial de la fascia propia 327
— línea alba del 327
— músculo largo del 324
— quirúrgico 222
— región esternocleidomastoideo 324
— regiones del 324
Cuerda dorsal 96

D

Dedos del pie, articulaciones de los 275
— pulgar, art. carpometacarpiana del 241
Diáfisis 104, 106
Diafragma 305
— porción costal 305
— — esternal 305
— — lumbar del 305
Diente, lig. apical del 154
Discos articulares 126
— interpúbico 248, 252
— intervertebrales 149
Distancia cresta 249
— espinal 249
— trocantérica 249
Dolicomorfo 86
Dorso, mm. rotatorios del 299

E

Ectodermo 72
— hoja embrionaria ext. 72
Eje pelviano 250
Embriogénesis 14
Embriología 14
Eminencias alveolares 186
— arqueada 178
— frontales 182
— iliopúbica 244
— intercondilar 258
Endodermo 73
— hoja embrionaria int. 73
Epicóndilos 222
Epífisis 105, 106
Epigastrio 82
Escafoides 232
Escápula 219
— ligamentos de la 221
— m. elevador de la 297
Espacios intercostales 161
— interescaleno 325
— interfascial supraesternal 328
— prescaleno 325
— pretraqueal 328
— previsceral 328
— retrovisceral 328
Espina del esfenoides 173
— mentales 193
— nasal ant. 186
— ilíaca anteroinferior 244
— — anterosuperior 244
— — posteroinferior 244
— isquiática 245
— mental 321
— nasal 183
— suprameática 180
— troclear 182
Esqueleto 95
— desarrollo del 96
— función biológica del 95
— importancia del 95
Esternón 156
— cuerpo 156
— proceso del 156
— — xifoides 156
— costillas, imagen radiológica del 158
Exploraciones radiológicas en olos cambios de edad 209
Etmoides 183

F

Falanges 269
— tuberosidad distal de la 270
Fascia axilar 307
— cervical 329
— clavipectoral 307
— cribiforme 378
— crural 380, 380
— del brazo 355
— deltoidea 307
— dorsal del pie 382
— endocervical 329
— espermática int. 317
— estructuras de las 290
— lata 378
— masetérica 337
— nucal 301
— parotídea 337
— pectoral, hoja profunda de la 307
— peviana 310
— plantar 382
— poplítea 379
— prevertebral 328
— supraespinosa 340
— temporal 337
— toracolumbar 296, 301
— transversa 310
Fémur 253
— cabeza del 257
— cara poplítea 253
— cóndilos del 253
— cuello del 253
— cuerpo del 253
— lig. de la cabeza del 255
— línea áspera del 253
— osificación del 254
Fíbula 260
— cabeza de la 260
— cara articular de la 259
— lig. colateral de la 263
— osificación de la 260
Fisura orbital inf. 198
— — sup. 173, 198
— petroescamosa 175
— petrotimpánica 175, 197
— timpanoescamosa 175
Fontanelas 124, 208
— post. 208
Fosa acetabular 244
— axilar 357
— condílea 171
— coronoidea 223
— craneal ant. 203
— — media 203
— — post. 203
— cubital 358
— digástricas 193, 321
— ilíaca 244, 310, 378
— iliopectínea 385
— infratemporal 199
— inguinales 317
— inguinal lat. 317
— — medial 317
— maleolar lat. 260
— mandibular 175, 176
— olecraniana 223
— pituitaria 172
— pterigoidea 175, 194
— pterigopalatina 199
— radial 223
— retromandibular 325
— temporal 199
— trocantérica 253
Fosillas granulosas 182
Fosita canina 186
— colmilar 186
— costales 142
— femoral 253
— troclear 182
Frontal 182
— escama del 182
— frente 81
— impresiones digitales del 182
— porción nasal 183
Funículo espermático 315

G

Gastrulación 70
Genu valgum 258
— varum 258
Ginglimo 131
Glabela 182
Glándula lagrimal, fosa de la 182

H

Helmont, espejo de 307
Hiato aórtico 305
— esofágico 305
— maxilar 185
— safeno 378
— tendinoso 384
Hioides 196
— cuernos del 195
Hipereste'nicos 85
Hipocondrios 82
Hipogastrio 82
Hipotenar 351
Histogénesis 75
Hoz inguinal 317
Hueso (s) 96
— anchura de los 115
— basilar 172
— cigomático 190
— composición química y propiedades físicas 97
— crecimientos de los 105
— cuneiformes 268
— desarrollo de los 109
— esfenoidal 172
— — alas mayores del 172, 173
— — — menores del 173
— — cuerpo del 172
— — procesos pterigoideos 172
— esponjosos 108
— estiloideo 242
— estructura de los 97
— fabela 261
— forma de los 115
— ganchoso 233
— — gancho del 233
— grande 233
— ilíaco 213
— isquion 213
— isquiopúbico 245
— metatarsianos 269
— mixtos 108
— nasal 189
— occipital 170
— — escama del 170
— — línea nucal sup. 170
— — — — suprema 170
— — porción basilar 170
— — — laterales 170
— pelvianos, articulaciones de los 246
— pisiforme, articulación del 240
— planos 108
— poligonal mayor 233
— — menor 233
— sesamoideos 270
— trapezoide secundario 243
— triangular 243
— tubulares 107
Húmero 222
— agujero supracondíleo del 229
— cabeza del 222
— osificación del 223
— surco intertubercular del 342
— tróclea del 223
— vaina sinovial intertubercular del 342

I

Ilion 243, 244
— ala del 244
— cuerpo del 244
Incisura acetabular 244
— costales 157
— escapular 219
— esfenopalatina 189
— isquiática mayor 244, 245
— — menor 245
— lagrimal 188
— mastoidea 180
— nasal 186
— supraorbital 182
— yugular 156, 172
Infundíbulo etmoidal 205
Intersecciones tendinosas 313
Isquion 243, 245
— cuerpo del 245
— osificación del 245
— rama del 245

L

Laberintos etmoidales 184, 185
Labios articulares 126
Lagrimal 189
Laguna muscular 383
Lámina cribosa 184
— orbital 185
— perpendicular 184, 185
Ligamento acromiocoracoideo 223
— alares 154
— amarillos 151
— arqueado lat. 305
— — medial 305
— bifurcado 274
— colaterales 241
— — tibial 263
— coracoclavicular 221
— coracohumeral 224
— costoclavicular 220
— costotransversarios 160
— esfenomandibular 197
— esternoclavicular 220
— esternocostales radiados 159
— estilomandibular 197
— iliofemoral 256
— iliolumbar 246
— inguinal 308
— interclavicular 220
— interespinales 151
— interfoveolar 317
— intertransversario 151
— isquiofemoral 256
— lacunar 309
— longitudinal ant. 150
— — post. 150
— medial 271
— metacarpianos interóseos 241
— — transversos profundos 241
— metatarsianos 275
— nucal 151
— — sup. 201
— patelar 264
— pisiganchoso 240
— pisimetacarpiano 240
— plantar largo 276
— popliteo arqueado 263
— — oblicuo 263
— pubiofemoral 256
— sacrococcígeo 151
— sacroilíacos 246
— supraespinal 151
— talocalcáneo interóseo 273
— talonavicular 273
— transversoescapular inf. 222
— — sup. 222
Línea alba 308
— — cervical 322
— arqueada 244
— axilares ant., med. y post. 82
— esternal 81
— mamilar medioclavicular 81
— milohioidea 321
— intertrocantérica 253, 255
— paraesternal 81
— temporales 181
— terminal 249
— pectínea 253

M

Maléolo 260
— lateral 260
— medial 260
Mandíbula 191
— cuerpo de la 191
— agujero de la 191
— ángulo de la 191
— línea oblicua de la 193
— lingula de la 194
— ramas de la 191
Mano 82
— articulaciones de la 237
— huesos de la 234
— osificación de la 234
Maxilar 185
— cara ant. del 185
— — infratemporal 186
— — nasal 186
— — orbital 186
— cuerpo del 185
— procesos del 187
— senos del 185
Meato acústico ext. 175, 177
— — int. 178
Meato nasal común 207
— — inf. 207
— — sup. 205
Médula ósea 99
— — amarilla 100
— — roja 100
Membrana esternal 159
— interósea 123, 232
— — crural 266
— obturadora 248
— tectorial 154
Meniscos articulares 126
Mesodermo, hoja embrionaria media 74
Mesogastrio 82
Mesomorfo 86
Mesotendón 291
Metacarpo 234, 269
Metáfisis 105, 106
Metatarsianos, espacios interóseos 269

Miembros, esqueleto de las porciones libres de los 213
— inf. 81, 116
— — cinturón del 213
— musculatura de los 280
— sup. 81, 116
Mioseptos 279
músculo (s) abdominales, funciones de los 314
— abductor breve del pulgar 352
— — del dedo grueso 376
— — — — pequeño 376
— — — menique 354
— — largo del pulgar 351
— aductor breve 369
— — del pulgar 353
— — largo 369
— — — del pulgar 351
— — mínimo 370
— ancóneo 343
— auricular ant. 333
— — post. 334
— bíceps braquial 342
— — femoral 369
— braquial 342
— braquiorradial 347
— buccinador 336
— — cresta del 194
— cigomático mayor 335
— coracobraquial 349
— cremáster 310
— cuadrado femoral 365
— — lumbar 305, 308, 314
— — plantar 378
— cuadríceps femoral 366
— deltoides 338
— depresor del ángulo de la boca 336
— — — labio inf. 336
— — — septo nasal 336
— digástrico 321
— — vientre ant. 321
— — — post. 321
— dorsal ancho 296
— elevador del ángulo de la boca 336
— — — labio sup. 335
— erector espinal 299
— escaleno ant. 322
— — — tubérculo del 157
— — medio 323
— — post. 324
— espinoso 299
— — de la cabeza y del cuello 298
— esternocleidomastoideo 319
— esternohioideo 322
— esternotiroideo 322
— estilohioideo 321
— extensor breve de los dedos 375
— — — del dedo grueso 376
— — — — pulgar 351
— — del meñique 350
— — común de los dedos 350
— — del índice 351
— — largo del pulgar 351
— — — — dedo grueso 371
— — — de los dedos 371
— — radial breve del carpo 349
— — radial largo del carpo 348
— — ulnar del carpo 350
— flexor breve de los dedos 377
— — — del meñique 354
— — — — dedo pequeño 377
— — — — — grueso 376
— — — — — pequeño 377
— — — — pulgar 353
— — largo del dedo grueso 375
— — — de los dedos 375
— — — del pulgar 346
— — profundo de los dedos 346
— — radial del carpo 345
— — superficial de los dedos 345
— — ulnar del carpo 345
— flexores, vaina sinovial común de los 359
— frénico 305
— gastrocnemio 373
— gemelos 365
— genihioideo 321
— glúteo máximo 363
— — medio 364
— — mínimo 364
— grácil 370
— ilíaco 362
— iliocostal 299
— iliopsoas 362
— infraespinoso 299
— intercostales ext. 304
— — int. 304
— interóseos 355, 378
— intertransversarios cervicales anteriores 301
— — lumbares laterales 301
— longísimo 299
— lumbricales 354, 378
— masetero 329
— mental (mentoniano) 336
— milohioideo 320
— multífidos 299
— nasal 337
— — porción alar 337
— — — transversa 337
— oblicuo ext. del abdomen 308
— — int. del abdomen 308, 310
— obturador ext. 365
— — int. 365
— occipitofrontal 332
— omohioideo 322
— oponente del dedo pequeño 377
— — — meñique 353
— — — pulgar 353
— orbicular de la boca 336
— palmar breve 353
— — largo 345
— pectíneo 374
— pectoral mayor 303, 341
— — — porción clavicular 303
— — — — esternocostal 303
— — menor 303
— peroneo breve 373
— — largo 372
— — — plantar, vaina tendinosa del 383
— — tercero 371
— piramidal del abdomen 313
— piriforme 364
— plantar 374
— platisma 319
— popliteo 369
— prócer 332
— profundos 293
— pronador cuadrado 346
— psoas menor 361, 363
— pterigoideo lat. 331
— — medial 331
— recto del abdomen 308, 310
— — — — vaina del 313
— — femoral 367
— redondo mayor 340
— — menor 340
— risorio 335
— romboides mayor y menor 296
— sartorio 367
— semiespinoso 299
— semimembranoso 368
— semitendinoso 368
— serrato ant. 303
— — posteroinferior 297
— — posterosuperior 297
— sóleo 374
— — arco tendinoso del 372
— subclavicular 303
— subcostales 304
— subescapular 340
— superficiales 293
— supinador 349
— supraespinoso 340
— temporal 331
— tensor de la fascia lata 362
— tensor del tímpano, semicanal del 179
— tibial ant. 371
— — post. 374
— tirohioideo 322
— transverso del abdomen 308, 310
— trapecio 296
— tríceps braquial 341
— — sural 374
— vasto intermedio 366
— vasto lat. 366
— — medial 366
Muslo 82

N

Nariz, apertura piriforme de la 199
— septo óseo de la 204
Navicular 268
— cara articular del 268
— tuberosidad del 268, 372
Nervio facial, canal del 181
— hipogloso, canal del 171
— petroso mayor, hiato del 177
— — menor, hiato del canal del 177
— — — surco del 177
— radial, surco del 222
— ulnar, surco del 223
Normosténicos 86, 88
Núcleo pulposo 150

O

Occipital, occipucio del 89
Ojo, músculo orbicular del 334
Ontogénesis 14
Orbitas 198
— medial, adito de la 198
— pared inf. de la 198
— — lat. de la 198
— — sup. de la 198
Organismo adulto, desarrollo del 81
— unidad entre las formas y las funciones 17
Organogénesis 75
Organos, sistemas de 58
Orificios vasculares 101
Osificación 102

P

Paladar óseo 201
Palatino 188
— lámina horizontal 188
— — perpendicular 188
— mayor 200
— procesos del 188
Parietal 181
— ángulos del 181
— bordes del 181
Patela 254
— ápice de la 254
— base de la 254
Pelvis 249
— apertura inf. de la 249
— — sup. de la 249
— mayor 249
— menor 249
Periostio 100
Peroné 258
Pie 82
— anserino profundo 369
— — superficial 367
— en su conjunto 276
— osificación del 270
Pierna 82
Pirámide 177
Pisiforme 232
Placentalia, placentarios 76
Placentarios 77
Plano sagital 87
Pliegues adiposos 125
— alares 125, 264
— sinoviales 125
— — infrapatelar 264
— umbilical lat. 317
— — mediano 317
— — medial 317
Polaridad 64
Poro acústico int. 178
Prensa abdominal 314
Primer metatarsiano, tuberosidad del 269
Proceso alveolar 187
— cigomático 176, 182, 187
— clinoideos post. 172
— condilar 194
— coronoideo 194
— estiloideo 178, 228
— mastoideo 180
— — ranura gástrica del 321
— odontoideo (diente) 142
— palatino 187
— piramidal 175
— pterigoideos 175
— supracondilar 229
— yugular 171
Profesión, cambio de 117
Promontorio 143, 249
Protuberancia occipital ext. 170
— — int. 171
Pubis 213, 243, 245
— arco del 252
— cara sinfisal 245
— cuerpo del 245
— ramas del 245

Q

Quiasma tendinoso 346
Quinto metatarsiano, tuberosidad del 269

R

Radio 213
— cuello del 228
— ligamento anular del 230
— osificación del 228
— tuberosidad del 228, 342
Rafe pterigomandibular 336
Rama mandibular 194
Receso sacciforme 230
Recién nacido, cráneo del 208
Regiones abdominales 82
— axilar, topografía de la 358
— epigástrica 82
— púbica 82
— umbilical 82
Retináculo de los mm. extensores 372
— — — flexores 240, 374
— inf. de los p roneos 372
— patelares 264
Rodilla, articulación de la 261
— cápsula articular de la 262
— ligamentos cruzados de la 264
— — transverso de la 262
Rostro esfenoidal 173, 190

S

Saco lagrimal, fosa del 189, 199
Sacro 143
— canal del 144
— crestas del 144
— tuberosidad del 144
— vertebras del 143
Segmentación 65, 69
Semilunar 232
Seno (s) esfenoidal 203, 205
— — apertura del 173
— — septos de los 173
— frontales 183
— mastoideo, surco del 180
— petroso superior, surco del 179
— sagital, surco del 181
— — sup., surco del 182
— sigmoideo, surco del 172, 181
— tarsal, bolsa del 273
Septo femoral 386
— intermuscular lat. 366, 379
— — medial 379
Sesamoideos bipartitos 235
Silla turca 172, 207
— — del adulto 207
— — dorso de la 172
— — fetal 207
— — infantil 207
Simetría bilateral 65
Sincondrosis 122, 124
Sindesmosis 122, 123
Sínfisis mandibular 191
— púbica 246
Sinostosis 123
Sistema óseo, envejecimiento del 110
Surco calcáneo 268
— carotídeo 172
— bicipital lat. 359
— — medial 359
— iliopectíneo 382
— infraorbital 186
— intertubercular 222
— lagrimal 189, 196
— maleolar 260
— milohioideo 194
— nasolabial 334
— palatino mayor 186
— plantar 383
— pulmonares 161
— quiasmático 172
— ulnar 358
Sustancia compacta, espesor de la 115
— esponjosa 115
Sustentáculo talar 268
Suturas 124
— dentada 124
— escamosa 124
— lambdoidea 200
— lisa o plana 124

T

Tabaquera anatómica 351
Talus 268
— cabeza del 268
— cuello del 268
— cuerpo del 268
— proceso lat. del 268
— — post. del 268
— surco del 268
Tarso 267
— articulación transversa del 274
— seno del 375
Tejido epitelial 55
— conjuntivo 55
— muscular 56
— tejido nervioso 57
Temporal 175
— canales del 181
— porción escamosa del 175
— — mastoidea del 175
— porción petrosa del 175, 177
— — timpánica del 175, 177
— sienes 81
Tenar 351
Tendón calcáneo 373
— — bolsa del 373
Teratología 87
Tibia 258
— cara articular sup. de la 261
— cóndilos de la 258
— cuerpo de la 259
— ligamentos colaterales de la 263
— tuberosidad de la 258
Timpano, techo del 178
Tórax 156, 160
— forma y dimensiones del 161
— movimientos del 163
— músculo transverso del 304
Tracto iliotibial 379
Trapecio 233
— tubérculo del 233
Traslación, movimiento de 212
Triángulo femoral 384
— lumbar 309
Trigémino, impresión del 177
Trígono lumbocostal 307
— carotídeo 325
— clavipectoral 307, 358
— esternocostal 307
— omoclavicular 325
— pectoral 358
— submandibular 325
— subpectoral 358
Triquetro 232
Trocánter mayor 257
— menor 253
Tróclea talar 268
Tronco 81
— músculos del 278

Túber calcáneo 267
Tubérculo carotídeo 141
— costal 157
— faríngeo 172
— intercondilares 258
— mayor 222
— — cresta del 222
— menor, cresta del 222, 296
— isquiático 245
Tuberosidad deltoidea 222, 338
— glútea 253
— ilíaca 244
— masetérica 191
— maxilar 186
— parietal 181
— pterigoidea 191

U

Ulna 213
— incisura radial de la 230
— — troclear de la 230
— ligamentos colaterales de la 230
— Tuberosidad de la 342
Utero, lig. redondo del 315

V

Vainas fibrosas tendinosas 291
— sinovial tendinosa 291
Vellosidades sinoviales 125
Vena cava, orificio de la 307
— cerebral magna de Galeno 25
— subclavia, surco de la 158
Vértebra, arco de la 139
— cervicales 140
— cuerpo de la 139
— lumbares 143
— procesos de la 139
— propiedades comunes de las 139
— torácicas 142
— variaciones en el número 148
Vertex, coronilla 81
Vientre, abdomen 81
Vómer 190
— alas del 190

Z

Zona orbicular 256

A NUESTROS LECTORES

Mir edita libros soviéticos traducidos al español, inglés, francés, árabe y otros idiomas extranjeros. Entre ellos figuran las mejores obras de las distintas ramas de la ciencia y la técnica: manuales para los centros de enseñanza superior y escuelas tecnológicas; literatura sobre ciencias naturales y médicas. También se incluyen monografías, libros de divulgación científica y ciencia ficción. Dirijan sus opiniones a la Editorial Mir,

1 Rizhski per., 2, 129820, Moscú, I-110, GSP, URSS.

V. KÓVANOV

CIRUGÍA OPERATORIA Y ANATOMÍA TOPOGRAFICA

Esta obra ha sido escrita por un colegio de autores bajo la dirección del profesor V. Kóvanov, miembro correspondiente de la Academia de Ciencias Médicas de la URSS.

En este manual la Anatomía Topográfica está expuesta teniendo en cuenta las posibilidades de su estudio independiente por los estudiantes e incluye los datos más recientes, tanto de autores soviéticos, como extranjeros.

Este curso de Cirugía Operatoria se distingue por incluir una parte general y otra especial. En la parte general se describen los principios generales de las operaciones en una u otra región, las particularidades de la técnica operatoria, el instrumental, el equipo, la metodología de la detención de la hemorragia y los métodos de las operaciones reconstructivas. También se exponen los datos más recientes sobre Cirugía Operatoria, que ponen en conocimiento de los estudiantes del estado moderno de la cirugía de las regiones correspondientes. En el apartado de Cirugía Operatoria Especial se describen detalladamente las operaciones típicas, los métodos técnicos y las argumentaciones anatomotopográficas y funcionales de las etapas de las operaciones. Se da un análisis del círculo limitado de las operaciones que permiten comprender a los estudiantes los elementos fundamentales de la técnica operatoria.