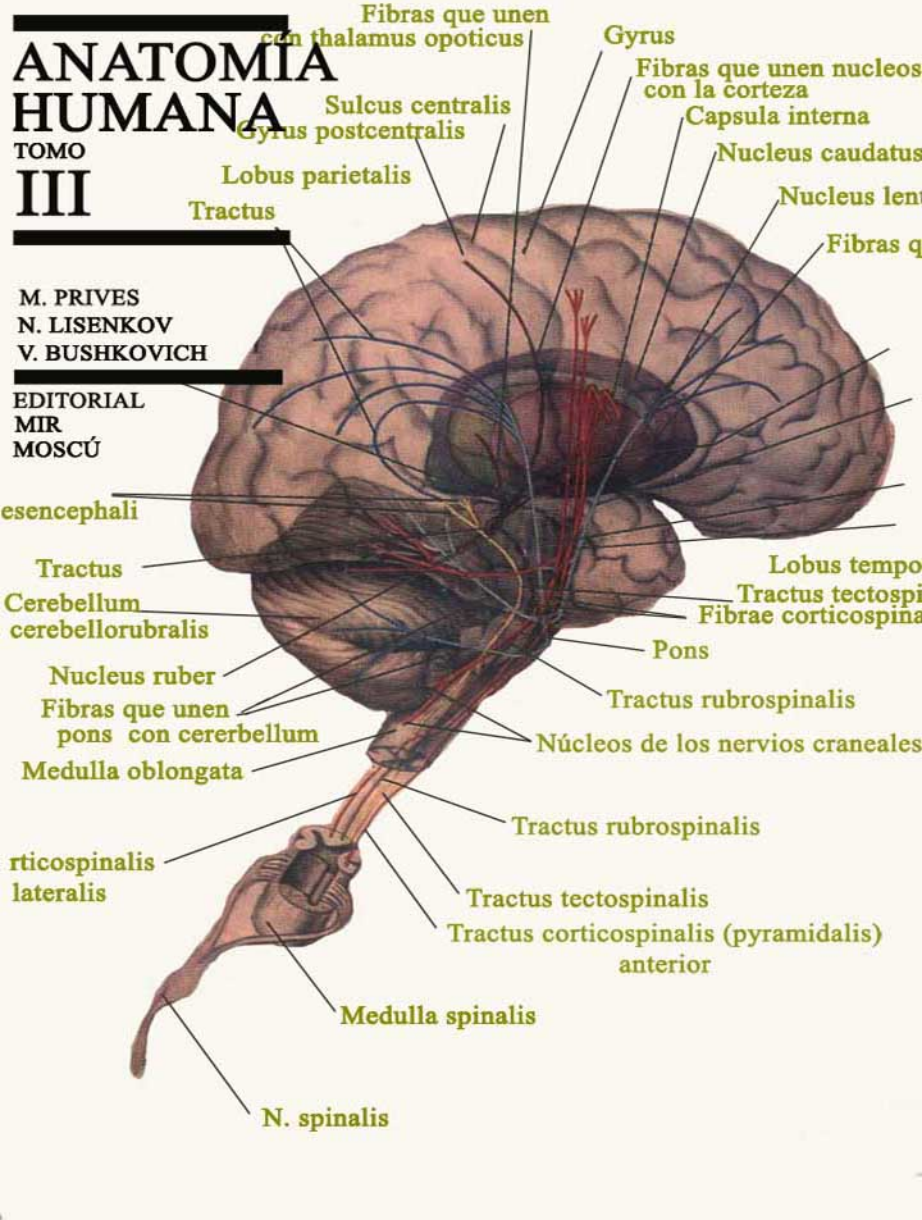
ANATOMÍA HUMANA

TOMO

III

M. PRIVES
N. LISENKOV
V. BUSHKOVICH

EDITORIAL
MIR
MOSCÚ





EDITORIAL MIR

ANATOMIA

М. ПРИВЕС
Н. ЛЫСЕНКОВ
В. БУШКОВИЧ

АНАТОМИЯ
ЧЕЛОВЕКА

ИЗДАТЕЛЬСТВО
„МЕДИЦИНА"
МОСКВА

M. PRIVES
N. LISENKOV
V. BUSHKOVICH

HUMANA

TOMO III
ANGIOLOGIA
NEUROLOGIA
ESTESIOLOGIA

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
© Издательство «Медицина», 1974
© Traducción al español. Editorial Mir, 1985

CONTENIDO

ANGIOLOGÍA

VÍAS DE CONDUCCIÓN DE LÍQUIDOS

15

Sistema de la circulación sanguínea 16

Esquema de la circulación sanguínea 20

Circulación sanguínea regional 21

Desarrollo del corazón 23

Desarrollo de los vasos sanguíneos 24
Desarrollo de las arterias 24
Desarrollo de las venas 27

Corazón 29
Cámaras del corazón 31
Atrio derecho 32
Atrio izquierdo 33
Ventrículo derecho 33
Ventrículo izquierdo 34
Estructura de las paredes del corazón 35
Pericardio 46
Topografía del corazón 47

ANATOMÍA DEL SISTEMA CARDIOVASCULAR DEL SER VIVO (RADIOANGIOLOGÍA)

51

Corazón 51
Posición y forma del corazón 53
Dimensiones del corazón 54
Pulsación del corazón 54

Vasos de la circulación menor o pulmonar 55
Arterias de la circulación menor 55
Venas de la circulación menor o pulmonar 56

Vasos de la circulación mayor o gran circulación 56
Arterias de la circulación mayor. Aorta 56
Ramos de la aorta ascendente 58
Ramos del arco de la aorta 58
Tronco braquiocefálico 58
Arteria carótida común 58
Arteria carótida externa 59
Arteria carótida interna 64
Arteria subclavia 66
Arteria axilar 70

Arteria braquial 72
Arteria radial 73
Arteria ulnar 75
Arcos arteriales y arterias de la mano 76
Ramos de la aorta descendente 78
Ramos de la aorta torácica 78
Ramos de la aorta abdominal 81
Ramos viscerales impares 81
Ramos viscerales pares 86
Ramos parietales de la aorta abdominal 87
Arteria ilíaca interna 87
Arteria ilíaca externa 90
Arterias de la porción libre del miembro inferior 90
Arteria femoral 91
Arteria poplítea 93
Arteria tibial anterior 94
Arteria tibial posterior 95
Arterias del pie 95

Leyes que rigen en la distribución de las arterias 97
Arterias extraorgánicas 98
Leyes que reflejan la estructura del organismo en su conjunto 98
Leyes que rigen en la trayectoria de las arterias desde el tronco materno al órgano 100
Algunas leyes que rigen en la distribución de las arterias intraorgánicas 101

Circulación colateral 104
Venas de la gran circulación. Sistema de la vena cava superior 105
Venas braquiocefálicas 105
Vena yugular interna 107
Vena yugular externa 109
Vena yugular anterior 109
Vena subclavia 109
Venas del miembro superior 109
Vena ácigos y vena hemiácigos 111
Venas parietales del tronco 111
Plexos vertebrales 113
Sistema de la vena cava inferior 114
Vena porta 115
Vena lienal 117
Venas mesentéricas 117
Venas ilíacas comunes 117
Vena ilíaca interna 117
Anastomosis portocava y cava-cava 118
Vena ilíaca externa 120
Venas del miembro inferior 120

Leyes que rigen en la distribución de las venas 122

Particularidades de la circulación sanguínea del feto 123

Exploración radiológica de los vasos sanguíneos 125
Aorta y otros vasos 126

Sistema linfático 130

Conducto torácico 135

Conducto linfático derecho 137

Desarrollo de los vasos linfáticos 137

Regularidades de la distribución de los vasos linfáticos y los linfonodos 139
Sistema linfático de las diversas regiones del cuerpo 140
Miembro inferior 141
Pelvis 142
Abdomen 143

Tórax 145
Miembro superior 147
Cabeza y cuello 150

Circulación colateral de la linfa 152

Anatomía del sistema linfático de la persona viva 154

Relaciones hematolinfáticas 156

Organos de la hemopoyesis y las relaciones inmunológicas 156
Timo 157
Bazo 159

NEUROLOGÍA

SISTEMA NERVIOSO. GENERALIDADES 165

Característica general del sistema nervioso desde el punto de vista de la cibernética 168
Desarrollo general del sistema nervioso 170

SISTEMA NERVIOSO CENTRAL 177

Médula espinal 177

Estructura de la médula espinal 178
Estructura interna de la médula espinal 181

Meninges de la médula espinal 186

Encéfalo 189

Aspecto general del encéfalo 189

Embriogénesis del encéfalo 191

Diferentes partes del encéfalo 195

Rombencéfalo 196
Médula oblongada, mielencéfalo 196
Estructura interna de la médula oblongada 199
Metencéfalo 209
Puente 201
Estructura interna del puente
Cerebelo 201
Estructura interna del cerebelo 203
Istmo 205
IV ventrículo 205
Fosa romboidea 206
Topografía de la substancia gris de la fosa romboidea 208
Mesencéfalo 210

Prosencéfalo 213
Diencéfalo 214
Talamoencéfalo 214
Hipotálamo 216
III ventrículo 217
Telencéfalo 218
Palio 220
Rinencéfalo 225

Ventrículos laterales 227
Ganglios o núcleos basales o centrales de los hemisferios 230
Substancia blanca de los hemisferios 233

Bases morfológicas de la localización dinámica de las funciones en la corteza cerebral (centros corticales) 236

Falsedad de la "teoría" del racismo en la doctrina sobre el cerebro 246

Meninges del encéfalo 247
Duramadre 247
Aracnoides 251
Piamadre 253
Líquido cerebrospinal 253
Vasos del encéfalo 254

SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO 258

Nervios de la vida animal o somáticos 258

Nervios espinales 258
Ramos dorsales de los nervios espinales 259
Ramos ventrales de los nervios espinales 259
Plexo cervical 261
Ramos cutáneos 261
Ramos musculares 262
Ramos mixtos 262
Plexo braquial 262
Ramos ventrales de los nervios torácicos 270
Plexo lumbosacro 272
Plexo lumbar 272
Plexo sacro 274
Plexo coccígeo 280

Nervios craneales 218
Nervios que se desarrollaron mediante la fusión de nervios espinales 285
XII par-nervio hipogloso 285
Nervios de los arcos viscerales 289
V par-nervio trigémino 289
Primer ramo del nervio trigémino 291
Segundo ramo del nervio trigémino 293
Tercer ramo del nervio trigémino 295
VII par-nervio facial 297
VIII par-nervio vestibulococlear 302
IX par-nervio glosofaríngeo 302
X par-nervio vago 304
XI par-nervio accesorio 309
Nervios desarrollados en relación con los miotomas craneales 309
III par-nervio oculomotor 310
IV par-nervio troclear 311
VI par-nervio abductor 311
Nervios derivados del cerebro 311
I par-nervios olfatorios 311
II par-nervio óptico 311

Inervación periférica del "soma" 315

Inervación segmentaria o radicular 317

Regularidades de la distribución de los nervios 319

PARTE VEGETATIVA DEL SISTEMA NERVIOSO 320

Formación de nuevas vías nerviosas (reinervación de los órganos) 329

Sistema nervioso simpático 329
Parte central del sistema simpático 329
Parte periférica del sistema simpático 329
Tronco simpático 330

Sistema parasimpático 336
Centros del sistema parasimpático 337
Porción craneal 337
Porción sacra 337
Parte periférica del sistema parasimpático 337

Breve bosquejo de la inervación vegetativa de los órganos 339
Inervación del ojo 339
Inervación de las glándulas lagrimales y salivales 341
Inervación del corazón 342
Inervación de los pulmones y de los bronquios 343
Inervación del tracto digestivo (hasta el colon sigmoideo), el páncreas y el hígado 344
Inervación del colon sigmoideo, del recto y de la vejiga urinaria 344
Inervación de los vasos sanguíneos 345

UNIDAD DE LAS PARTES DE LA VIDA VEGETATIVA Y ANIMAL DEL SISTEMA NERVIOSO 346

Inervación segmentaria de los órganos 347

VISTA DE CONJUNTO DE LAS PRICIPALES VÍAS DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO 348

Esquema de las vías de conducción del sistema nervioso 351
Vías de conducción aferentes 351
Vías de conducción de los receptores de las excitaciones exteriores 351
Vías de conducción del analizador cutáneo 352
Vías de conducción de la sensibilidad táctil de la piel (sentido del tacto) 352
Vías de conducción de la sensibilidad cutánea espacial (tridimensional)—estereognosis (conocimiento de los objetos al tacto) 355
Vías de conducción de la sensibilidad dolorosa y térmica 355

Vías de conducción de los receptores de las excitaciones internas 356
Vías de conducción del analizador motor 356
Vías proprioceptivas hacia el cerebelo 357
Analizador interoceptivo 359
Segundo sistema aferente del encéfalo (formación reticular) 361

Vías motoras descendentes 364
Tracto corticospinal (piramidal) o sistema piramidal 364
Vías descendentes de los núcleos subcorticales del prosencéfalo—sistema extrapiramidal 366
Vías motoras descendentes del cerebelo 368
Vías descendentes de la corteza cerebral hacia el cerebelo 369

ESTESIOLOGÍA

Estudio de los órganos de los sentidos

GENERALIDADES 373

PIEL (ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS DEL TACTO, TÉRMICO Y DEL DOLOR) 377

Mamas 380

Órganos de la gravitación (sentido de la atracción terrestre) del equilibrio y del oído 381

Oído externo 383

Oído medio 385

Oído interno 389

ORGANO DE LA GRAVITACIÓN Y DEL EQUILIBRIO (ANALIZADOR DE LA GRAVITACIÓN O ANALIZADOR ESTATOCINÉTICO) 398

Acerca del centro de gravedad del cuerpo 400

ORGANO DE LA VISTA 402

Ojo 403

Bulbo del ojo 403
Membranas envolventes del bulbo del ojo 403
Núcleo interno del ojo 411

Anexos del ojo 412
Músculos del bulbo del ojo 412
Cuerpo adiposo de la órbita y vainas del bulbo del ojo 414
Párpados y conjuntiva 414
Aparato lagrimal 416

ORGANO DEL GUSTO 420

ORGANO DEL OLFATO 422

Elementos de la anatomía por la edad 424
Determinación de la edad en la persona viva 425

PARTICULARIDADES DE LOS ÓRGANOS CON RESPECTO A LA EDAD 430

Organos de la respiración 430
Laringe y tráquea 430
Pulmones 430
Mediastino 431
Diafragma 431
Cavidad abdominal 431
Hígado 432
Páncreas 432
Bazo 433
Riñones 433
Uréteres 433
Vejiga urinaria 434

SISTEMA NERVIOSO 435

Encéfalo 435
Médula espinal 436
Nervios 436
Corazón 437
Vasos 438
Influjo de los factores sociales sobre la estructura del organismo 438
Importancia del principio de la integridad para la anatomía (Síntesis de datos anatómicos) 443

Anatomía cósmica 451

Anatomía hidrocósmica 457

Indice alfabético 459

CONTENIDO DE LOS I Y II TOMOS

I TOMO

GENERALIDADES
BREVE BOSQUEJO HISTÓRICO DE LA ANATOMÍA
ESTRUCTURA DEL CUERPO HUMANO
LUGAR DEL HOMBRE EN LA NATURALEZA
APARATO DE SOSTÉN Y DE LOCOMOCIÓN
PARTE PASIVA DEL APARATO DE SOSTÉN Y DE LOCOMOCIÓN
OSTEOARTROSINDESMOLOGÍA
PARTE ACTIVA DEL APARATO LOCOMOTOR
(MIOLOGÍA GENERAL)

II TOMO

ESPLACNOLOGÍA
GENERALIDADES
SISTEMA DIGESTIVO
SISTEMA RESPIRATORIO
SISTEMA UROGENITAL
ORGANOS DE SECRECIÓN INTERNA
GLÁNDULAS ENDOCRINAS

ANGIOLOGIA

VÍAS DE CONDUCCIÓN DE LÍQUIDOS

El sistema vascular está constituido por un conjunto de tubos o conductos por medio de los cuales, y por intermedio de los líquidos que por ellos circulan (sangre y linfa), se efectúa, por un lado, el abastecimiento a las células y los tejidos de las substancias nutritivas indispensables para los mismos, y por otro, la eliminación de los productos de desecho de los elementos celulares y su transporte a los órganos excretorios (riñones). En los celentéreos, la cavidad digestiva presenta multitud de prolongaciones que facilitan el abastecimiento de substancias nutritivas a las distintas partes del cuerpo. Sin embargo, ya en los nemertinos (subtipo de gusanos) aparecen tres tubos vasculares diferenciados. *El amphioxus lanceolatus* tiene un sistema de circulación sanguínea cerrado que, no obstante, aún no tiene corazón; la circulación de la sangre incolora del *amphioxus* es producida por la pulsación de los propios vasos. En el sistema vascular de los vertebrados aparece el corazón como órgano pulsátil, que va complicando gradualmente su estructura durante la filogénesis (fig. 291).

El corazón de los peces consta de dos cámaras: un atrio (aurícula), que recibe la sangre y ante el cual se encuentra **el seno venoso** (*sinus venosus*); y un ventrículo, que expulsa la sangre y que es continuado por **el cono arterial** (*conus arteriosus*). A través del corazón circula sangre venosa que pasa después por las arterias branquiales hacia las branquias, donde tiene lugar su oxigenación (respiración branquial). En los anfibios, debido a la iniciación de su paso al medio terrestre y a la aparición del tipo de respiración pulmonar, conjuntamente con el tipo branquial, comienza la formación del circuito pulmonar de la circulación sanguínea. Así, de la última arteria branquial se desarrolla el tronco pulmonar, que transporta la sangre desde el corazón a los pulmones, donde tiene lugar el intercambio gaseoso. En relación con eso, el atrio único del corazón se divide por un tabique (septo) en dos atrios aislados (derecho e izquierdo), gracias a lo cual el corazón se convierte en tricameral. En este estadio, por el atrio derecho circula sangre venosa; por el izquierdo, sangre arterial, y por el ventrículo común sangre mixta. Durante el estado de larva funciona la circulación branquial y en el adulto, la pulmonar, lo que refleja el inicio del paso del medio acuoso al aéreo.

En los reptiles, como resultado de su paso definitivo al medio terrestre y al desarrollo de la respiración pulmonar, desaparece por completo la respiración branquial, teniendo lugar el desarrollo ulterior de la circulación sanguínea pulmonar, con lo que se van formando los dos circuitos de circulación sanguínea: el pulmonar y el general. En correspondencia con eso, también el ventrículo comienza a dividirse por un septo incompleto en dos secciones, los ventrículos derecho e izquierdo. En las aves, en los mamíferos y en el hombre se observa ya la separación absoluta de los dos ventrículos mediante el septo interventricular, en correspondencia con los dos circuitos de la circulación sanguínea. Gracias a eso, en ellos la sangre venosa está completamente separada de la sangre arterial: la venosa circula por el corazón derecho y la arterial, por el izquierdo.

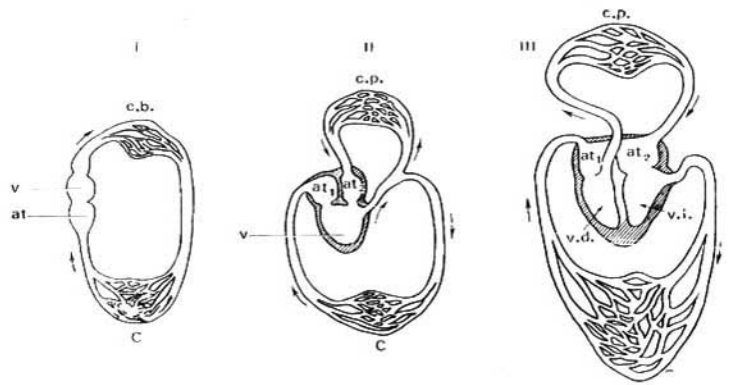


Fig. 291. Esquema de la evolución en la estructura del sistema de la circulación sanguínea en los peces (I), en los anfibios (II) (ranas) y en los mamíferos (III).

v — ventrículo (único);
c — capilares del círculo mayor;
at — atrio (único);
c.b. — capilares branquiales;
c.p. — capilares pulmonares;
at_1 — atrio izquierdo, y
at_2 — atrio derecho;
v.d. y v.i. — ventrículos derecho e izquierdo correspondientemente. Las flechas indican la dirección de la corriente sanguínea.

Por el carácter del líquido circulante, el sistema vascular del hombre y de los vertebrados puede ser dividido en dos partes: 1) **sistema sanguíneo**, conjunto de tubos por los cuales circula la sangre (arterias, venas y corazón) y 2) **sistema linfático**, conjunto de tubos por los que circula un líquido incoloro, la linfa. El sistema linfático, que entra en relación con el sanguíneo durante la embriogénesis, constituye un cauce complementario para los vasos venosos. La circulación por los vasos linfáticos se efectúa de modo idéntico que en las venas, dirigiéndose desde los tejidos hacia el centro. Existen, sin embargo, diferencias esenciales entre el carácter del transporte de las substancias en las venas y en los linfáticos. Las substancias diluidas son absorbidas principalmente por los vasos sanguíneos, y las partículas sólidas por los vasos linfáticos. La absorción hacia la sangre se verifica con una rapidez mucho más considerable. Así, por ejemplo, en la inyección subcutánea de azul de metileno esta substancia colorante aparece en la orina antes de que pueda descubrirse su presencia en el conducto torácico.

SISTEMA DE LA CIRCULACIÓN SANGUÍNEA

El sistema de la circulación sanguínea consta de un órgano central, **el corazón**, y de una red cerrada de tubos de diferentes calibres denominados **vasos sanguíneos**, enlazados con el mismo. Con sus contracciones rítmicas el corazón provoca el movimiento ininterrumpido de toda la masa sanguínea

que contienen los vasos. En clínica, este conjunto del sistema de la circulación se denomina sistema cardiovascular, distinguiéndose en el mismo un corazón central (es decir, el propio corazón), y un corazón periférico, o sea, el conjunto de los vasos sanguíneos.

Arterias. Los vasos sanguíneos que van del corazón a los órganos, llevándoles la sangre, se denominan **arterias** (*aer*, aire, y *tereo*, contengo); en el cadáver se encuentran vacías, por lo que en la antigüedad se consideraban como tubos conductores de aire.

La pared de las arterias consta de tres túnicas. La interna, **túnica íntima**, está tapizada por un endotelio, debajo del cual se encuentran el subendotelio y la membrana elástica interna; **la túnica media** está constituida por dos estratos de fibras musculares lisas (uno externo, longitudinal, y otro interno, circular), que alternan con fibras elásticas; **la túnica externa** o **adventicia** contiene fibras de tejido conjuntivo. Los elementos elásticos de la pared forman una armazón elástica única que funciona como un muelle, condicionando la elasticidad de las arterias (S. Schelkunov).

A medida que se alejan del corazón, las arterias se van subdividiendo en ramos de calibre cada vez menor. Las arterias próximas al corazón (la aorta y sus ramos importantes) cumplen, en lo primordial, la función de transporte de la sangre. En ellas se destaca en primer plano la resistencia a la acción dilatadora de la masa sanguínea expulsada por la contracción cardíaca. Por eso en sus paredes se encuentran relativamente más desarrolladas las estructuras de carácter mecánico, o sea, las fibras y membranas elásticas. Estas arterias se denominan **arterias de tipo elástico.** En las arterias de mediano y pequeño calibre predomina la función contráctil, ya que la fuerza debilitada del latido cardíaco exige la contracción activa de la pared vascular para el avance ulterior de la sangre. Esta contracción está garantizada por el desarrollo relativamente mayor de la musculatura lisa vascular, por lo cual estos vasos son llamados **arterias de tipo muscular.** Distintas arterias abastecen de sangre a órganos enteros o parte de éstos. A este respecto se distinguen **las arterias extraorgánicas**, extendidas fuera del órgano hasta el punto de entrada en el mismo, y **las arterias intraorgánicas**, continuación de las primeras, con sus ramificaciones en el interior del órgano. Los ramos colaterales de una misma arteria o de troncos distintos pueden comunicarse entre sí, formando **anastomosis** (*stoma*, boca, embocadura) arteriales antes de alcanzar el calibre de vasos capilares. Estas arterias así comunicadas se llaman **arterias anastomóticas** (la mayoría de las arterias). Las arterias que no tienen anastomosis con los troncos arteriales vecinos, antes de convertirse en capilares (véase más adelante) se denominan **arterias terminales** (por ejemplo, en el bazo). Estas últimas, llamadas también **arterias extremas**, se obliteran más fácilmente por los trombos sanguíneos, predisponiendo así a la formación de infartos (necrosis local del órgano).

Las últimas ramificaciones arteriales son muy delgadas y pequeñas y por eso se destacan con la denominación de **arteriolas.** Ellas se continúan directamente en los capilares, y gracias a su contenido en elementos contráctiles desempeñan una función reguladora.

La arteriola se distingue de la arteria en que su pared sólo tiene un estrato de musculatura lisa, gracias a lo cual realiza la función reguladora. La arteriola se continúa directamente en el precapilar, donde las células musculares están separadas y no forman un estrato compacto. El precapilar se

distingue también de la arteriola por no estar acompañado de la vénula, como se observa en la arteriola.

Del precapilar parten numerosos capilares.

Los capilares (de *capillus*, cabello) son vasos sanguíneos muy diminutos que desempeñan una función de metabolismo. En relación con eso, su pared consta de una sola capa de células endoteliales planas, permeable a las substancias y gases disueltos en los líquidos. La cuestión de si en los capilares existen o no elementos contráctiles no ha sido todavía resuelta de modo definitivo. Existe el criterio de que los capilares están desprovistos de elementos musculares (T. Grigórieva) y por eso no tienen inervación eferente. Formando amplias anastomosis entre sí, los capilares constituyen redes (redes capilares) que se continúan en el postcapilar, estructurado análogamente al precapilar. El postcapilar se continúa en la vénula que acompaña a la arteriola. Las vénulas forman los segmentos finos iniciales del cauce venoso que constituyen las raíces de las venas y que se continúan en las mismas.

Las venas conducen la sangre en dirección opuesta a las arterias, desde los órganos hacia el corazón. Sus **paredes** tienen una constitución similar a la de las arterias, pero son mucho más delgadas y tienen menos tejido elástico y muscular, debido a lo cual al estar vacías se aplastan, contrariamente a las arterias, que aunque vacías continúan presentándose como tubos cilíndricos. Sobre todo son tenues los segmentos iniciales del cauce venoso, **las vénulas**, que son la continuación directa de la red capilar constituyendo las raíces venosas. Las vénulas confluyen en las venas, las que al unirse unas con otras crean, a su vez, ramas venosas de mayor calibre, y por la confluencia de esas últimas se forman los grandes troncos venosos que desembocan en el corazón. Las venas se anastomosan ampliamente entre sí, formando **plexos venosos.**

La circulación de la sangre por las venas se realiza como resultado de la acción aspirante del corazón y de la cavidad torácica, en la que durante la inspiración se crea una presión negativa, gracias a las diferencias de presión en las cavidades, a la contracción de la musculatura estriada y de la musculatura lisa de los órganos y también a otros factores.

Tiene también importancia la contracción de la túnica muscular de las venas, especialmente desarrollada en las venas de la mitad inferior del cuerpo, donde las condiciones para la circulación venosa son más difíciles que en las de la mitad superior. La circulación de la sangre venosa en dirección contraria está impedida por un dispositivo especial, las válvulas, que constituyen una particularidad de las paredes venosas (fig. 292). Las válvulas venosas están formadas por pliegues del endotelio que tienen un estrato de tejido conjuntivo. Están dirigidas por su borde libre hacia el corazón, y por eso no dificultan la circulación de la sangre en esa dirección, pero impiden su reflujo hacia el lado opuesto.

Durante el proceso del desarrollo individual del hombre se observa, con la edad, un aumento relativo del diámetro de las venas y de la capacidad global del cauce venoso, en comparación con el diámetro de las arterias y la capacidad del cauce arterial (A. Gueselévich, 1960).

En muchos órganos existen comunicaciones directas entre las arterias y las venas de menor calibre, denominadas **anastomosis arteriovenosas.** Ellas están formadas de tal modo que la arteria se bifurca en dos ramos de los cuales el de mayor calibre continúa subdividiéndose en arteriolas y capilares,



Fig. 292. Válvulas venosas; las venas han sido incididas longitudinalmente y desplegadas.

1 y 2 — vena femoral;
3 — vena safena magna.

y el más pequeño está destinado al enlace con las venas, perdiendo con ello su carácter arterial, aproximándose por su estructura al vaso venoso. Gracias a estas anastomosis, el exceso de sangre arterial que afluye en un momento dado a los tejidos puede pasar al cauce venoso directamente, dejando de lado la red de capilares. Ese dispositivo funcional economiza energía del músculo cardíaco y tiene, en algunas ocasiones, importancia sensible para el funcionamiento del órgano.

Las arterias y las venas tienen por lo común un mismo trayecto, con la particularidad de que las arterias de mediano y pequeño calibre se acompañan de dos venas, y las arterias importantes sólo de una. De esta regla se exceptúan principalmente, aparte de algunas venas profundas, las venas superficiales que se extienden por el tejido subcutáneo, las cuales casi nunca acompañan a las arterias. Las paredes de los vasos sanguíneos poseen su sistema propio de irrigación sanguínea, compuesto por tenues arterias y venas, **los vasos de vasos** (*vasa vasorum*). Estos salen ya del propio tronco cuyas paredes irrigan, o bien de un tronco vecino y se extienden por el estrato de tejido conjuntivo que envuelve a los vasos sanguíneos y que está en conexión más o menos íntima con la túnica adventicia de los mismos; este estrato se denomina **vaina vascular** (*vagina vasorum*). En la pared de las arterias y las venas están incluidas multitud de terminaciones nerviosas (receptores y efectores) relacionadas con el sistema nervioso central; gracias a ello se efectúa la regulación nerviosa refleja de la circulación sanguínea. Los vasos sanguíneos representan extensas **zonas reflectógenas** (G. Ivanov, B. Dolgo-Sabúrov) que desempeñan un papel importantísimo en la regulación neurohumoral del metabolismo.

De acuerdo con la función y la estructura de sus distintas secciones y sus particularidades de inervación, el conjunto de vasos sanguíneos se subdivide recientemente en tres partes: 1) **vasos precardíacos**, que constituyen el inicio y la terminación de los dos circuitos de la circulación sanguínea: la aorta y el tronco pulmonar (es decir, las arterias de tipo elástico), y las venas cavas y pulmonares; 2) **vasos magistrales**, destinados a la distribución de

la sangre por el organismo. Esas son las arterias extraorgánicas de grande y mediano calibre, de tipo muscular, y las venas extraorgánicas, y 3) **vasos orgánicos**, que aseguran las reacciones metabólicas entre la sangre y el parénquima de los órganos. Ese grupo comprende las arterias y venas intraorgánicas, así como los capilares.

ESQUEMA DE LA CIRCULACIÓN SANGUÍNEA

El trayecto general de la circulación sanguínea se subdivide en dos partes: circulación mayor y circulación menor (fig. 293). **La circulación mayor (corporal)** sirve para transportar las sustancias nutritivas y el oxígeno a todos los órganos y tejidos del cuerpo. Se inicia en el ventrículo izquierdo del corazón, del cual parte la aorta que lleva la sangre arterial. La sangre arterial contiene sustancias nutritivas y oxígeno necesarios para la actividad vital del organismo y es de color rojo escarlata. La aorta se ramifica en arterias, que van a todos los órganos y tejidos del cuerpo, continuándose en su espesor en las arteriolas y más adelante en los capilares. Los capilares, a su vez, se continúan en las vénulas y éstas en las venas. A través de la pared de los capilares tiene lugar el metabolismo y el intercambio gaseoso entre la sangre y los tejidos del cuerpo. La sangre arterial que fluye por los capilares entrega las sustancias nutritivas y el oxígeno y en cambio recibe los productos

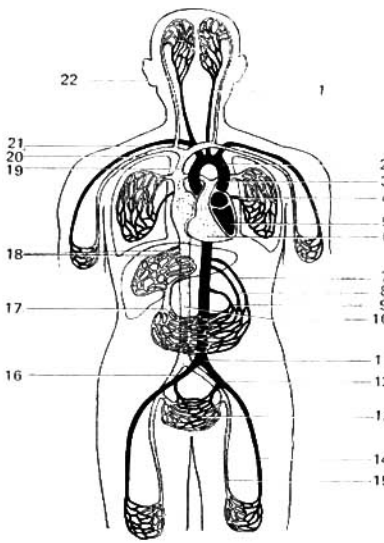


Fig. 293. Esquema de la circulación sanguínea (según Kiss-Szentágothai).

1 — arteria carótida común;
2 — arco de la aorta;
3 — arteria pulmonar;
4 — vena pulmonar;
5 — ventrículo izquierdo del corazón;
6 — ventrículo derecho del corazón;
7 — tronco celíaco;
8 — arteria mesentérica superior;
9 — arteria mesentérica inferior;
10 — vena cava inferior;
11 — aorta;
12 — arteria ilíaca común;
13 — vasos pelvianos;
14 — arteria femoral;
15 — vena femoral;
16 — vena ilíaca común;
17 — vena porta;
18 — venas hepáticas;
19 — arteria subclavia;
20 — vena subclavia;
21 — vena cava superior;
22 — vena yugular interna.

metabólicos y ácido carbónico (respiración tisular). Como resultado de esto, la sangre que entra en el cauce venoso es pobre en oxígeno y rica en ácido carbónico y por eso tiene una coloración oscura — sangre venosa —; durante *la hemorragia por el color de la sangre puede determinarse cuál es el vaso* dañado — arteria o vena. Las venas se fusionan en dos grandes troncos: las venas cavas superior e inferior, que desembocan en el atrio derecho del corazón. En esta porción del corazón termina la circulación mayor (corporal). Un complemento de la circulación mayor es **la tercera circulación (la cardíaca)**, que abastace el propio corazón. Se inicia en las arterias coronarias del corazón, que parten de la aorta y terminan en las venas del corazón. Estas últimas confluyen en el seno coronario, que va a desembocar en el atrio derecho, y las demás venas se abren directamente en la cavidad del atrio.

La circulación menor (pulmonar) *sirve para el enriquecimiento de la* sangre en oxígeno, que tiene lugar en los pulmones. Se inicia en el ventrículo derecho, que a través del orificio atrioventricular recibe toda la sangre venosa que llega al atrio derecho. Del ventrículo derecho parte el tronco pulmonar, que en los pulmones se ramifica en arterias, las cuales se continúan en los capilares. En las redes capilares que rodean las vesículas pulmonares, la sangre entrega anhídrido carbónico y recibe a cambio una nueva reserva de oxígeno (respiración pulmonar). La sangre oxigenada nuevamente adquiere una coloración rojo escarlata y se hace arterial. La sangre arterial, enriquecida *en oxígeno, pasa desde los capilares a las venas, las cuales, confluyendo en* las cuatro venas pulmonares (dos a cada lado), desembocan en el atrio izquierdo. En éste termina la circulación menor o pulmonar, y la sangre que llega al mismo pasa al ventrículo izquierdo, a través del agujero atrioventricular, iniciándose nuevamente la circulación mayor.

CIRCULACIÓN SANGUÍNEA REGIONAL

El sistema global de la circulación sanguínea, con sus dos circuitos, mayor y menor, funciona de modo distinto en las diferentes regiones y órganos, en dependencia del carácter de sus funciones y de sus exigencias funcionales en el momento dado. Por eso, aparte de la circulación sanguínea general, se destaca **la circulación sanguínea local o regional**. Esta se realiza por los vasos magistrales y orgánicos, que presentan una estructura especial en cada órgano aislado (véase pág. 101).

Para comprender la circulación sanguínea regional hay que tener una *noción correcta de la microcirculación sanguínea.*

Microcirculación es el movimiento de la sangre en la parte microscópica del cauce vascular. Según las investigaciones de muchos morfólogos (Chambers, 1943; Zweifach, 1944; T. A. Grigórieva, 1954, G. I. Mchedlishvili, 1957; M. E. Komajidze y N. A. Dzhavajishvili, 1961; V. V. Kuprianov, 1964; F. P. Markizov, 1964, etc.), la microcirculación de la sangre se realiza por el siguiente esquema de los vasos. La pequeña arteria se continúa en la arteriola, que se distingue de la arteria por la presencia de una sola capa de musculatura lisa; la arteriola se continúa en el precapilar, en el cual las cé*lulas musculares se encuentran dispersas y no forman una capa continua.* El precapilar se distingue de la arteriola por el hecho de que éste no se acom-

paña de la vénula, como se observa en la arteriola. Del precapilar parten numerosos capilares que forman una red y que constan de una capa de células endoteliales.

Más tarde, los capilares se reúnen en la vénula postcapilar o el postcapilar, que se continúa en la vénula que va a desembocar en la vena.

Así termina el trayecto de la microcirculación de la sangre, regulada por el trabajo de la musculatura de las arterias y las arteriolas, así como por esfínteres musculares especiales cuya existencia predijo I. M. Séchenov, llamándolos «grifos». Estos esfínteres se encuentran en los pre y postcapilares, e incluso pueden encontrarse en los capilares (D. A. Zhdanov, 1964).

Unos vasos (arterias y arteriolas) cumplen preferentemente la función de distribución, y otros (precapilares, capilares, postcapilares y vénulas), la trófica.

En cada momento dado sólo funciona parte de los capilares (capilares abiertos) y el resto está en reserva (capilares cerrados).

De acuerdo con los datos más recientes (I. A. Karaganov), este sistema consta de algunos «bloques» de microvasos. En cada «bloque», con respecto a la red de los capilares sanguíneos, se separan en: a) canales de «entrada» — conjunto de arteriolas precapilares y b) canales de «salida» — conjunto de vénulas postcapilares.

En lo tocante a la propia red de los capilares, se distinguen tres conjuntos de capilares que forman el «bloque» de microvasos:

1) capilares, canales unidos entre sí sucesivamente; éstos establecen comunicaciones directas entre los canales de «entrada» y de «salida» y por eso G. I. Mchedlishvili los llama «capilares principales». Son capilares «verdaderos» o «nutritivos» (de cambio);

2) capilares paralelos; pertenecen también a las comunicaciones «directas»;

3) capilares complementarios que unen los bloques vecinos de capilares entre sí.

Cada «bloque» del cauce microcirculatorio posee cierta autonomía, pero tiene relaciones comunes con otros bloques. El bloque está rodeado por un anillo de microvasos linfáticos (capilares) que son el núcleo de la red linfática. Esta última absorbe el líquido intercelular que se convierte en la linfa. Por consiguiente, cada «bloque» del cauce microcirculatorio incluye los microvasos sanguíneos y linfáticos: eso es la subunidad de trabajo. En éstos se absorbe el líquido intercelular intersticial del espacio intersticial. De tal modo, el cauce microcirculatorio o el sistema de microcirculación consta de 7 eslabones: 5 sanguíneos; los capilares linfáticos, y el eslabón extravascular representado por el líquido del espacio intersticial. La ordenación espacial del movimento de la sangre y la linfa por los microvasos de cambio obliga a que estos últimos se unan en redes únicas de capilares sanguíneos y linfáticos.

Todos los vasos descritos efectúan el movimiento de la sangre a través de los capilares, constituyendo la corriente **básica**, **transcapilar**, de la sangre. Además, existe la circulación complementaria, **yuxtacapilar** (del lat. *juxta*, cerca de, al lado), que se realiza gracias a la existencia de enlaces directos (shunt) entre las arterias y las venas (anastomosis arteriovenosas), y entre las arteriolas y las vénulas (anastomosis arteriolovenulosas).

Gracias a la circulación sanguínea extracapilar tiene lugar, en caso de necesidad, la descarga del cauce capilar y el aceleramiento del transporte

sanguíneo por un órgano o región determinada del cuerpo. La circulación extracapilar representa una forma especial de circulación sanguínea colateral (V. Kupriánov, 1964).

DESARROLLO DEL CORAZÓN

El corazón se deriva de dos rudimentos simétricos (fig. 294) que más tarde se fusionan en un tubo único, situado en la región del cuello. Gracias al rápido crecimiento longitudinal del mismo, el tubo se convierte en un asa en forma de S. Las primeras contracciones del corazón se inician en un estadio muy precoz de su desarrollo, cuando el tejido muscular es apenas distinguible. En el asa cardíaca en S itálica resalta la parte anterior, arterial o ventricular, que se continúa en **el tronco arterial** (*truncus arteriosus*), dividiéndose en las dos aortas primitivas y la parte posterior, venosa o atrial, en la que desembocan las venas onfalomesentéricas. En ese estadio, el corazón tiene una sola cavidad y su división en dos mitades, derecha e izquierda, comienza con la formación del septo interatrial. Este septo empieza a desarrollarse en la pared posterosuperior del atrio que, por sus prolongaciones laterales (auríc ulas o auriculillas), abarca el ventrículo. Siguiendo su crecimiento de arriba abajo, el septo divide el atrio primitivo en dos atrios, derecho e izquierdo, de tal modo que más adelante el lugar de desembocadura de las venas cavas corresponde al atrio derecho y el de las venas pulmonares al atrio izquierdo. El septo interatrial presenta un orificio en su punto medio, **el agujero oval**

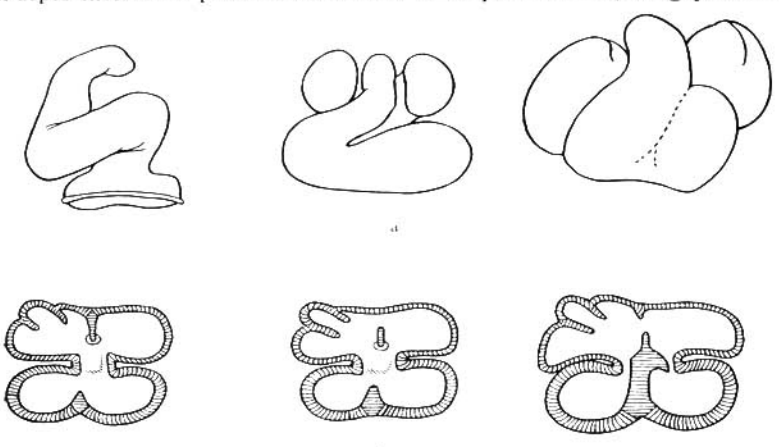


Fig. 294. Desarrollo del corazón.

a — desarrollo de la configuración externa del corazón. Tres estadios consecutivos; *b* — formación de los septos del corazón. Tres estadios consecutivos.

(*foramen ovale*) (de Botal), a través del cual, en el feto, parte de la sangre del atrio derecho penetra directamente en el atrio izquierdo. El ventrículo se divide también en dos mitades por un septo que crece desde abajo en dirección al septo interatrial, sin llegar a completar la división de las dos cavidades ventriculares. Por fuera, en correspondencia con los límites del septo interventricular, aparecen unos surcos, **los surcos interventriculares**. El final de la formación de los septos tiene lugar después de que el tronco arterial se divide, a su vez, por un septo frontal, en dos troncos: la aorta y el tronco pulmonar. El septo que divide el tronco arterial continúa su desarrollo en la cavidad ventricular en dirección al septo interventricular citado y forma **la porción membranosa** del mismo (*pars membranacea septi interventriculare*), que termina la separación entre los dos ventrículos (véase fig. 294). Si la fusión de esas dos partes del septo no es total, persiste entonces el aislamiento incompleto de los dos ventrículos durante toda la vida, como anomalía del desarrollo.

Hacia el atrio derecho se aplica primeramente el seno venoso, compuesto por tres pares de venas: los conductos de Cuvier (que aportan la sangre de todo el cuerpo del embrión), las venas vitelinas (que aportan la sangre del saco vitelino) y las venas umbilicales (procedentes de la placenta). En el transcurso de la 5ª semana de desarrollo embrionario, el orificio que comunica el seno venoso con el atrio sufre una amplia dilatación de tal modo que, a fin de cuentas, la pared del seno se convierte en la pared del propio atrio. El apéndice izquierdo del seno junto con el conducto de Cuvier izquierdo, que desemboca en dicho lugar, persiste, constituyendo **el seno coronario del corazón** (*sinus coronarius cordis*). Al desembocar en el atrio derecho, el seno venoso presenta dos válvulas, una derecha y otra izquierda. La izquierda se reabsorbe y de la derecha se desarrollan la válvula de la vena cava inferior y la del seno coronario. Como anomalía del desarrollo puede formarse un tercer atrio, ya como un seno venoso dilatado en el que desembocan todas las venas pulmonares, o bien como una parte aislada del atrio derecho (James, 1962).

DESARROLLO DE LOS VASOS SANGUÍNEOS

DESARROLLO DE LAS ARTERIAS

Reflejando el paso filogenético del circuito branquial de la circulación al circuito pulmonar, durante la ontogénesis en el hombre se origina primeramente el rudimento de las arterias branquiales, que se transforman más tarde en arterias de la circulación pulmonar y de la gran circulación (fig. 295). En el embrión de 3 semanas el tronco arterial que sale del corazón da origen a dos troncos arteriales, denominados **aortas ventrales** (derecha e izquierda). Las aortas ventrales se extienden en dirección ascendente, rodean por la parte ventral el intestino anterior, delante de la primera bolsa branquial, y después giran hacia atrás, hacia la parte dorsal del embrión; aquí, extendiéndose por los lados de la notocorda, se van en dirección descendente, siendo denominadas **aortas dorsales**. Estas últimas van aproximándose gradualmente una a la otra y en la parte media del embrión se fusionan en una aorta descendente, impar. A medida que se desarrollan los arcos viscera-

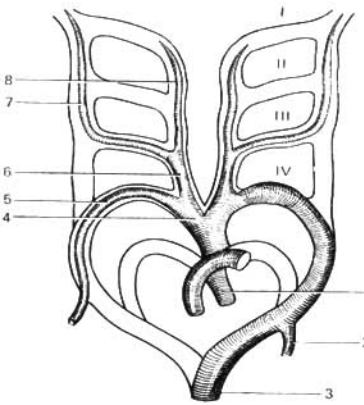


Fig. 295. Esquema de la diferenciación de las arterias branquiales.

1 — aorta descendente;
2 — arteria subclavia izquierda;
3 — aorta ascendente;
4 — tronco braquiocefálico;
5 — arteria subclavia derecha;
6 — arteria carótida común derecha;
7 — arteria carótida interna;
8 — arteria carótida externa.

les en el extremo cefálico del embrión, en cada uno de ellos se forma la arteria o arco aórtico branquial; estas arterias branquiales unen entre sí a las aortas ventral y dorsal de cada lado. De este modo, en la región de los arcos viscerales (branquiales), las aortas ventrales (ascendentes) y dorsales (descendentes) están unidas entre sí por 6 pares de arterias branquiales.

Más adelante, una parte de las arterias branquiales y de las aortas dorsales, especialmente a la derecha, se reabsorbe y de los vasos primarios restantes se desarrollan las arterias precardíacas y magistrales de gran calibre, a saber: el tronco arterial, como ya se señaló, es dividido por un septo frontal en una parte ventral, que forma el tronco pulmonar, y en otra dorsal, que se transforma en aorta ascendente. Eso explica la localización de la aorta por detrás del tronco pulmonar. Siguiendo la corriente sanguínea, desde el centro a la periferia, precisa destacar que el último par de arterias branquiales, que en los peces anfibios y en los anfibios terrestres adquiere relación con los pulmones, se transforma en el hombre en las dos arterias pulmonares, derecha e izquierda, ramos del tronco pulmonar. En este proceso, mientras que la sexta arteria branquial derecha persiste solamente en un pequeño segmento proximal, la izquierda se mantiene en toda su extensión dando lugar al **conducto arterioso de Botal** (*ductus arteriosus Botalli*), que une al tronco pulmonar con el extremo del arco de la aorta, lo que tiene importancia para la circulación sanguínea del feto (véase más adelante, pág. 123). El cuarto par de arterias branquiales se conserva en los dos lados en toda su extensión, pero da origen a diferentes vasos. La cuarta arteria branquial izquierda, junto con la aorta ventral izquierda y parte de la aorta dorsal izquierda, forman **el arco de la aorta** (*arcus aortae*).

El segmento proximal de la aorta ventral derecha se transforma en el tronco braquiocefálico, y la cuarta arteria branquial derecha da origen al inicio de la a. subclavia derecha, que parte del tronco citado. La a. subclavia izquierda se origina de la aorta dorsal izquierda, en el extremo caudal

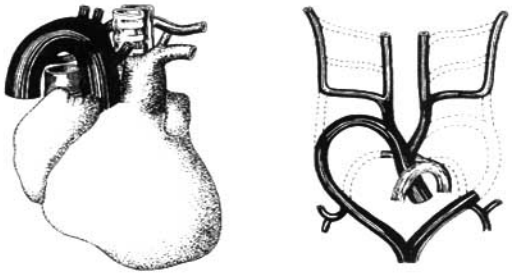


Fig. 296. Arco de la aorta a la derecha.

de la misma, por detrás de la última arteria branquial. Las aortas dorsales, en el segmento comprendido entre las tercera y cuarta arterias branquiales, se obliteran; además de eso, la aorta dorsal derecha también se oblitera en el trayecto comprendido entre el lugar de salida de la a. subclavia derecha y el punto de fusión con la aorta dorsal izquierda.

Las dos aortas ventrales, en el segmento comprendido entre el cuarto y tercer arcos branquiales, se transforman en **las arterias carótidas comunes** (*aa. carotides comunes*), con la particularidad de que debido a las transformaciones del segmento proximal de la aorta ventral derecha, indicadas anteriormente, la carótida común derecha tiene su origen en el tronco braquiocefálico, y la izquierda parte directamente del arco de la aorta. En su trayecto ulterior las aortas ventrales se transforman en las arterias carótidas externas.

El tercer par de arterias branquiales y las aortas dorsales, en el segmento comprendido desde el tercero hasta el primer arco branquial, se convierten en arterias carótidas internas, lo que explica que en el adulto estas carótidas están situadas más lateralmente que las externas. El segundo par de arterias branquiales se transforma en las aa. linguales y faríngeas, y el primer par en las aa. maxilares, faciales y temporales. Cuando se altera el curso habitual del desarrollo se originan distintas anomalías (figs. 296, 297). Se han descrito casos de ausencia del tronco pulmonar (Betonlieres, Labour, Puech, 1962).

De las aortas dorsales se origina una serie de pequeños vasos pares que se extienden en dirección dorsal por ambos lados del tubo nervioso. Puesto que estos vasos penetran a través de intervalos regulares en el tejido mesenquimatoso laxo, situado entre las somitas, reciben la denominación de **arterias dorsales segmentarias.** En la región del cuello, a ambos lados del cuerpo, éstas se entrelazan bien pronto por una serie de anastomosis constituyendo vasos longitudinales, las arterias vertebrales.

A nivel de las 6ª, 7ª y 8ª arterias segmentarias cervicales se originan los esbozos de los miembros superiores. Una de esas arterias, por lo común la 7ª, se introduce en el miembro y creciendo conjuntamente con el desarrollo del brazo forma el segmento distal de la arteria subclavia (el segmento pro-

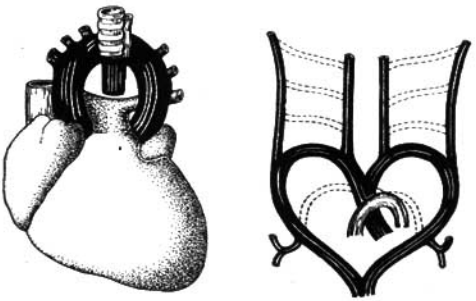


Fig. 297. Aorta ascendente doble.

xima1 de esta arteria se desarrolla, como ya indicamos, de la 4ª arteria branquial en el lado derecho, y en el lado izquierdo, de la aorta dorsal izquierda, con las cuales entran en conexión las séptimas arterias segmentarias). Posteriormente, las arterias segmentarias cervicales se obliteran, en cuyo resultado, las arterias vertebrales se convierten en ramos de las subclavias.

Las arterias segmentarias torácicas y lumbares dan origen a las aa. intercostales posteriores y a las aa. lumbares.

Las arterias viscerales de la cavidad abdominal se desarrollan en parte de las aa. onfalomesentéricas (circulación onfalomesentérica), y en parte, de la aorta.

Las arterias de los miembros están situadas inicialmente a lo largo de los troncos nerviosos, en forma de asas. Algunas de estas asas (a lo largo del nervio femoral) adquieren predominancia y se desarrollan como arterias básicas o tronculares de los miembros; otras (a lo largo del nervio mediano, del isquiático) se mantienen como satélites de los nervios.

DESARROLLO DE LAS VENAS

Al iniciarse la circulación placentaria, cuando el corazón se encuentra en la región cervical, sin estar aún tabicado en sus dos mitades, venosa y arterial, el sistema venoso presenta una disposición relativamente simple (fig. 298). A lo largo del cuerpo del embrión se extienden venas de gran calibre: en la región de la cabeza y del cuello, **las venas cardinales anteriores** (derecha e izquierda); y en la parte restante del cuerpo, **las venas cardinales posteriores**, derecha e izquierda. Al aproximarse al seno venoso, las venas cardinales anteriores y posteriores de cada lado se fusionan, constituyendo los llamados conductos de Cuvier (derecho e izquierdo), los cuales presentan primeramente un trayecto rigurosamente transverso antes de desembocar en el seno venoso del corazón. Junto con las venas cardinales pares existe, además, un tronco venoso impar, **la vena cava inferior primitiva**, la cual, como un vaso insignificante, desemboca también en el seno venoso. De esta suerte, en dicho estadio de desarrollo embrionario, desembocan en el corazón tres

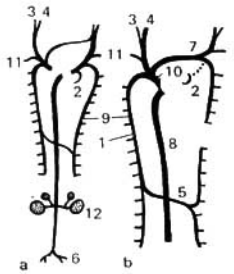


Fig. 298. Desarrollo de las venas anteriores de los mamíferos.

a — estadio de desarrollo;
b — venas del animal adulto;
1 — vena ácigos;
2 — seno coronario;
3 y 4 — venas yugulares, externa e interna;
5 — vena hemiácigos;
6 — venas ilíacas;
7 — vena braquiocefálica;
8 — vena cava posterior (inferior);
9 — vena cardinal posterior;
10 — vena cava anterior (superior);
11 — venas intercostales superiores;
12 — riñones.

troncos venosos: los dos conductos de Cuvier y la vena cava inferior primitiva, impar.

Los cambios ulteriores en la situación de los troncos venosos están relacionados con el desplazamiento del corazón desde la región cervical hacia abajo y con la división de su sección venosa en los atrios derecho e izquierdo. Debido a que después del tabicamiento los dos conductos quedan desembocando en el atrio derecho, la circulación por el conducto derecho se encuentra en condiciones más ventajosas. En relación con eso, entre las venas cardinales anteriores, derecha e izquierda, aparece una anastomosis por la cual la sangre de la cabeza afluye al conducto derecho. Como consecuencia, el conducto izquierdo deja de funcionar, sus paredes se aplastan y éste se oblitera, excepto un pequeño segmento que queda convertido en **el seno coronario del corazón** (*sinus coronarius cordis*). La anastomosis entre las venas cardinales anteriores se va intensificando gradualmente, convirtiéndose en la vena braquiocefálica izquierda, y la vena cardinal anterior izquierda por debajo de la anastomosis, se oblitera. La vena cardinal anterior derecha da origen a dos vasos: el segmento situado por encima de la anastomosis se convierte en vena braquiocefálica derecha, y el situado por debajo se transforma, junto con el conducto derecho, en la vena cava superior que recoge, de este modo, la sangre procedente de toda la mitad superior del cuerpo. La falta de desarrollo de la anastomosis descrita puede dar lugar a anomalías del desarrollo, en forma de dos venas cavas superiores.

La formación de la vena cava inferior está relacionada con la aparición de anastomosis entre las venas cardinales posteriores. Una de estas anastomosis, situada en la región ilíaca, lleva la sangre del miembro inferior izquierdo a la vena cardinal posterior derecha, en cuyo resultado, el segmento de la vena cardinal posterior izquierda situado por encima de la anastomosis desaparece y la propia anastomosis se convierte en la vena ilíaca común izquierda. La vena cardinal posterior derecha, en su segmento comprendido hasta el punto de afluencia de la anastomosis (convertida en vena ilíaca común izquierda) se transforma en la vena ilíaca común derecha; y el segmento comprendido entre la unión de las dos venas ilíacas y el origen de las venas renales, se transforma en vena cava inferior secundaria. La parte restante de la cava inferior secundaria se forma a expensas de la cava inferior primiti-

va, impar, que termina en el corazón y que se une con la vena cardinal inferior derecha en el punto de afluencia de las venas renales (aquí hay una segunda anastomosis entre las venas cardinales, que conduce sangre desde el riñón izquierdo). De este modo, la formación definitiva de la cava inferior se compone de dos partes: de la vena cardinal posterior derecha (hasta la afluencia de las renales) y de la vena cava inferior primitiva (después de la afluencia). Puesto que la cava inferior conduce al corazón la sangre de la mitad inferior del cuerpo, la importancia de las cardinales posteriores decrece, se retardan en su desarrollo y se convierten en la vena ácigos (la vena cardinal posterior derecha), y las vv. hemiácigos y hemiácigos accesoria (la vena cardinal posterior izquierda). La v. hemiácigos desemboca en la v. ácigos a través de una 3ª anastomosis desarrollada en la región torácica entre las venas cardinales posteriores primitivas.

La formación de la vena porta está ligada a la transformación de las venas onfalomesentéricas, que llevan sangre desde el saco vitelino al hígado. Estas venas se transforman en vena porta en el segmento comprendido entre puerta hepática y la afluencia de la vena mesentérica en aquéllas.

Al formarse **la circulación sanguínea placentaria** (véase fig. 354), las venas umbilicales originadas entran en comunicación directa con la vena porta de la manera siguiente: la umbilical izquierda se abre en el ramo izquierdo de la porta y de este modo lleva la sangre desde la placenta al hígado, en tanto que la vena umbilical derecha se oblitera. Sin embargo, parte de la sangre circula sin penetrar en el hígado, a través de una anastomosis entre el ramo izquierdo de la porta y el segmento terminal de la vena hepática derecha. Esta anastomosis, de formación muy precoz, junto con el crecimiento del embrión y el aumento consecuente del volumen de sangre que circula por la vena umbilical, se dilata considerablemente y se convierte en **el conducto venoso** (de Arancio) [*ductus venosus* (*Arantii*)]. Después del nacimiento este conducto se oblitera, transformándose en el ligamento venoso.

CORAZÓN

El corazón (*cor*) es un órgano muscular cavitario que recibe la sangre aportada por los troncos venosos que desembocan en el mismo y la expulsa hacia el sistema arterial. Su cavidad está subdividida en cuatro cámaras: dos atrios y dos ventrículos. El atrio y el ventrículo izquierdos forman el corazón izquierdo o arterial, de acuerdo con las propiedades de la sangre contenida en el mismo; el atrio y el ventrículo derechos forman el corazón derecho o venoso. La contracción de los atrios (derecho e izquierdo) se efectúa al unísono, al igual que la contracción conjunta de los dos ventrículos, que transcurre en una correlación determinada con la de los atrios. La contracción de las paredes de las cámaras cardíacas se denomina **sístole** y su relajación **diástole.**

El corazón tiene una forma cónica algo aplastada, donde se distingue un ápice o vértice (*apex*); una base (*basis*); las caras, anterosuperior e inferior; y dos bordes, derecho e izquierdo, que delimitan dichas caras.

El ápice del corazón (*apex cordis*), redondeado, está dirigido hacia abajo, adelante y a la izquierda, alcanzando el quinto espacio intercostal, a una distancia de 8-9 cm a la izquierda de la línea media; el ápice del corazón está

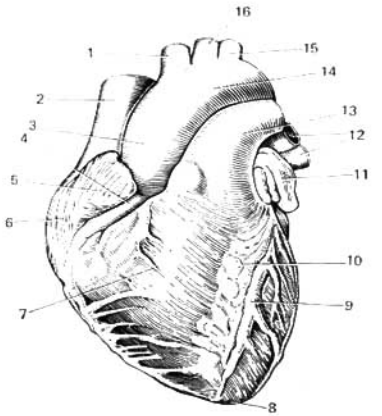


Fig. 299. Corazón (vista anterior).

1 — tronco braquiocefálico;
2 — vena cava superior;
3 — aorta ascendente;
4 — arteria coronaria derecha;
5 — auriculilla derecha;
6 — atrio derecho;
7 — ventrículo derecho;
8 — ápice del corazón;
9 — ramo interventricular de la arteria coronaria izquierda;
10 — surco interventricular anterior;
11 — auriculilla izquierda;
12 — venas pulmonares;
13 — tronco pulmonar;
14 — arco de la aorta;
15 — arteria subclavia izquierda;
16 — arteria carótida común izquierda.

formado totalmente a expensas del ventrículo izquierdo (fig. 299). **La base del corazón** (*basis cordis*) está dirigida hacia arriba, atrás y a la derecha. Está constituida por los atrios, y por delante, por la aorta y el tronco pulmonar. En el ángulo superior derecho del cuadrilátero formado por los atrios se encuentra la desembocadura de la vena cava superior; y en el ángulo inferior derecho, la de la vena cava inferior; inmediatamente a su izquierda se encuentran los puntos de entrada de las dos venas pulmonares derechas y en el borde izquierdo de la base, los de las venas pulmonares izquierdas.

La cara anterosuperior o esternocostal del corazón (*facies sternocostalis*), dirigida hacia delante, arriba y a la izquierda, está situada por detrás del cuerpo del esternón y de los cartílagos de la III a la VI costillas. **El surco coronario**, que se extiende transversalmente respecto al eje longitudinal del corazón delimitando a los atrios de los ventrículos, divide el corazón en una sección superior, formada por los atrios, y otra inferior, más grande, constituida por los ventrículos. Por la cara esternocostal se extiende también **el surco interventricular anterior** (*sulcus interventricularis anterior*), que marca el límite entre los dos ventrículos, dividiendo la cara anterior en dos superficies desiguales, una mayor, correspondiente al ventrículo derecho, y otra más pequeña, correspondiente al izquierdo.

La cara inferior o diafragmática del corazón (*facies diaphragmatica*) está aplicada al diafragma, hacia su centro tendinoso. Por esa cara se extiende **el surco interventricular posterior** (*sulcus interventricularis posterior*), que separa la superficie del ventrículo izquierdo (más extensa) de la del ventrículo derecho (más pequeña). Los surcos interventriculares, anterior y posterior, se continúan uno con otro en sus extremos inferiores, formando en el borde derecho, inmediatamente a la derecha del ápice cardíaco, **la incisura del ápice del corazón** (*incisura apicis cordis*). Los bordes del corazón, derecho e izquierdo, tienen una configuración distinta; el borde derecho es más agu-

do; el izquierdo es más redondeado, más obtuso, debido al mayor espesor de las paredes del ventrículo izquierdo.

Se considera que el corazón tiene, en cada persona, las dimensiones de su puño cerrado. Las dimensiones medias del corazón son: el eje longitudinal 12-13 cm, el eje transversal mayor 9-10,5 cm y el eje anteroposterior 6-7 cm. El peso del corazón en el hombre es, por término medio, de 300 g (1/215 del peso del cuerpo), y en la mujer de 220 g (1/250 del peso del cuerpo).

CÁMARAS DEL CORAZON

Los atrios (fig. 300) son cámaras receptáculos de la sangre; los ventrículos, por el contrario, expulsan la sangre desde el corazón a las arterias. El atrio derecho y el izquierdo están aislados entre sí por un septo, de igual modo que los dos ventrículos, derecho e izquierdo. Por el contrario, entre el atrio y el ventrículo derechos hay una comunicación en forma del **orificio atrioventricular derecho** (*ostium atrioventriculare dextrum*); y entre el atrio

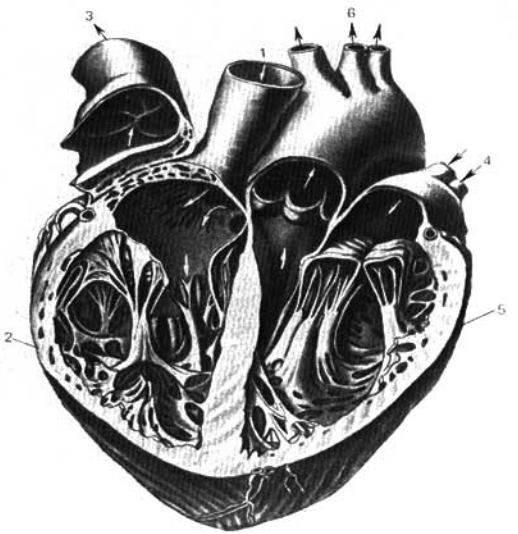


Fig. 300. Corazón humano incidido (con la reversión del tronco pulmonar).

1 — vena cava superior;
2 — ventrículo derecho;
3 — tronco pulmonar;
4 — venas pulmonares;
5 — ramos del arco de la aorta.
6 — ramos del arco de la aorta.

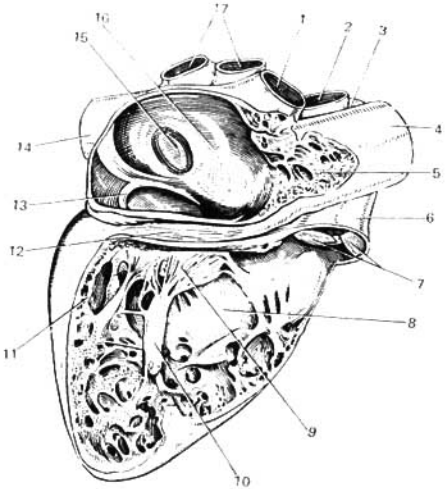


Fig. 301. Atrio y ventrículo del lado derecho (incididos).

1 — vena cava superior;
2 y 3 — arterias pulmonares, izquierda (3) y derecha (2);
4 — aorta ascendente;
5 — auriculilla derecha;
6 — tronco pulmonar;
7 — válvulas del tronco pulmonar;
8 — septo interventricular;
9 — válvula tricúspide;
10 — músculo papilar;
11 — pared del ventrículo derecho;
12 — surco coronario;
13 — válvula del seno coronario;
14 — vena cava inferior;
15 — fosa oval;
16 — septo interatrial;
17 — venas pulmonares derechas.

y el ventrículo izquierdos, **el orificio atrioventricular izquierdo** (*ostium atrioventriculare sinistrum*). A través de estos orificios, la sangre contenida en los atrios es dirigida durante la sístole atrial, hacia las cavidades de los ventrículos.

ATRIO DERECHO

El atrio derecho (*atrium dextrum*) (fig. 301) tiene forma cúbica. Por detrás, arriba, desembocan la vena cava superior y, por abajo, la vena cava inferior. Por delante el atrio se continúa en una expansión hueca denominada **aurícula** (orejuela) **derecha**. Las dos aurículas, derecha e izquierda, abarcan la base de la aorta y del tronco pulmonar. **El septo interatrial** (*septum interatriale*) tiene una dirección oblicua y desde la pared anterior se dirige hacia atrás y a la derecha, de tal modo que el atrio derecho queda situado a la derecha y adelante, y el atrio izquierdo a la izquierda y por detrás. La cara interna del atrio derecho es lisa, con la exclusión de una pequeña zona

anterior, en el interior de la superficie de la aurícula, donde se observan una serie de columnas verticales carnosas, correspondientes a los músculos pectíneos. Por arriba, los músculos pectíneos terminan en una pequeña **cresta (cresta terminal)**, que corresponde al **surco terminal** situado en la cara lateral del atrio. Este surco indica el lugar de unión del seno venoso primitivo con el atrio del embrión. En el septo interatrial hay una fosa de forma oval **(fosa oval)**, limitada por arriba y por delante por un borde saliente, **el limbo de la fosa oval** (*limbus fossae ovalis*). Esa fosa es el remanente del primitivo **agujero oval** (de Botal) (*foramen ovale*), que sirve de comunicación entre los dos atrios durante el desarrollo intrauterino. En 1/3 de casos el agujero oval persiste durante toda la vida, a causa de lo cual es posible la mezcla periódica de sangre arterial con sangre venosa, en caso de que la contracción del septo interatrial no cierre dicho orificio (Nikolaeva). Entre los orificios de las venas cavas, superior e inferior, en la pared posterior del atrio, se ve una pequeña prominencia, el tubérculo intervenoso, por detrás de la parte superior de la fosa oval. Se considera que en el embrión este tubérculo regula la dirección del torrente sanguíneo desde la cava superior hacia **el orificio atrioventricular derecho.**

Desde el borde inferior del orificio de la cava inferior se extiende, en dirección del limbo de la fosa oval, un pliegue falciforme de dimensiones variables, **la válvula de la cava inferior**. Esta válvula tiene gran importancia en el embrión, puesto que dirige la sangre de la cava inferior hacia el atrio izquierdo, a través del orificio oval. Por debajo de ese pliegue, entre los orificios de la cava inferior y el atrioventricular derecho, desemboca en el atrio **el seno coronario del corazón** (*sinus coronarius cordis*), que colecta la sangre de las venas del corazón; aparte del mismo, hay venas pequeñas (venas mínimas) del corazón que desembocan directamente en la cavidad del atrio derecho. Sus pequeños orificios (de Tebesio), están diseminados por la superficie] de las paredes atriales. Cerca del orificio del seno venoso hay un pequeño pliegue del endocardio, **la válvula del seno coronario**. En la parte anteroinferior del atrio el amplio **orificio atrioventricular derecho** (*ostium atrioventriculare dextrum*) conduce a la cavidad del ventrículo derecho.

ATRIO IZQUIERDO

El atrio izquierdo (*atrium sinistrum*) está aplicado por detrás a la aorta descendente y al esófago. A ambos lados del atrio desembocan en el mismo dos venas pulmonares; **la auriculilla izquierda** (*auricula sinistra*) sobresale hacia delante contorneando por el lado izquierdo a la aorta y el tronco pulmonar. La auriculilla (orejuela) contiene columnas carnosas, los músculos pectíneos. En la parte anteroinferior de esta última se encuentra **el orificio atrioventricular izquierdo** (*ostium atrioventriculare sinistrum*), de forma oval, que conduce a la cavidad del ventrículo izquierdo.

VENTRICULO DERECHO

El ventrículo derecho (*ventriculus dexter*) (fig. 301) tiene forma de una pirámide triangular cuya base, dirigida hacia arriba, está ocupada por el atrio derecho a excepción del ángulo izquierdo superior, donde del ventrículo parte **el tronco pulmonar** (*truncus pulmonalis*). La cavidad del ventrículo se subdivide en dos porciones: una próxima al orificio atrioventricular,

el cuerpo, y otra anterosuperior, próxima al orificio del tronco pulmonar (pág. 35), el cono arterioso, que se continúa con el tronco pulmonar.

El orificio atrioventricular derecho (*ostium atrioventriculare dextrum*) comunica la cavidad del atrio derecho con la del ventrículo derecho y está provisto de **la válvula atrioventricular derecha o tricúspide** (*valva atrioventricularis dextra s.v. tricuspidalis*), que impide el reflujo de la sangre al atrio durante la sístole del ventrículo; la sangre es impulsada hacia el tronco pulmonar. Las tres valvas de la válvula tricúspide se designan, según su posición, en anterior, posterior y septal. Las valvas están dirigidas por sus bordes *libres hacia el ventrículo. En los bordes libres y la cara inferior* de las valvas se insertan unos tenues filamentos tendinosos, **las cuerdas tendinosas** (*chordae tendineae*), que están insertadas por sus extremos opuestos en las cúspides de los músculos papilares. Los músculos papilares son columnas carnosas cónicas cuyos vértices sobresalen en la cavidad del ventrículo y cuyas bases se continúan en la pared del mismo. En el ventrículo derecho se encuentran corrientemente tres músculos papilares: uno anterior, el de mayor dimensión, da origen a las cuerdas tendinosas que se insertan en las valvas anterior y posterior de la tricúspide; otro posterior, de menor dimensión, emite filamentos tendinosos hacia la valva posterior y hacia la del septo; finalmente, el m. papilar septal, inconstante, emite corrientemente filamentos tendinosos hacia la valva anterior. En caso de su ausencia, las fibras se originan directamente de la pared del ventrículo *. En la región del cono arterioso, la *pared del ventrículo derecho es lisa; en cambio, en el resto de su extensión*, sobresalen hacia su interior **las trabéculas carnosas** (*trabeculae carneae*). Entre las trabéculas situadas longitudinalmente hay una serie de columnas transversas, con lo que se crea una red trabecular. Desde el ventrículo derecho la sangre pasa al tronco pulmonar a través de un orificio (**orificio del tronco pulmonar**), provisto también de una válvula, **la válvula del tronco pulmonar** (*valva* ** *trunci pulmonalis*), que impide el retorno de la sangre del tronco pulmonar al ventrículo durante la diástole. Esta válvula está compuesta de **tres valvas semilunares**, denominadas también **válvulas sigmoideas pulmonares.** De ellas una se inserta en el tercio anterior de la circunferencia del orificio pulmonar (**válvula semilunar anterior**), y las otras dos por detrás (**válvulas semilunares derecha e izquierda**). En el borde interno libre de cada valva se encuentra en su punto medio un pequeño nódulo (nódulo de la válvula semilunar), y a los lados del mismo, los delgados segmentos del borde de la válvula son denominados lúnulas (**lúnulas de la válvula semilunar**). Los nódulos facilitan el cierre más completo de la válvula.

VENTRICULO IZQUIERDO

El *ventrículo izquierdo* (*ventriculus sinister*) tiene la forma de un cono cuyas paredes superan en 2-3 veces, por su espesor, a las del ventrículo derecho (10-15 mm contra 5-8 mm). Esa diferencia corre a cuenta del estrato mus-

* Los músculos papilares pueden ser solitarios o múltiples, de grandes dimensiones o más pequeños, como auxiliares (B. Ognev, A. Shushina, 1954).

** De acuerdo con la Nomenclatura Anatómica de París (PNA) el término «valva» se *adopta para la designación de la válvula en su conjunto (por ejemplo,* iliocecal, semilunares y otras); y el término «válvula», para designar sus diferentes partes componentes.

cular y está relacionada con el enorme trabajo que realiza el ventrículo izquierdo (circuito mayor de la circulación sanguínea), en comparación con el ventrículo derecho (circuito menor). El espesor de las paredes atriales es todavía menor (2-3 mm), en correspondencia con el trabajo que realizan las mismas. **Las trabéculas carnosas** del ventrículo izquierdo son más finas y numerosas que las del derecho, especialmente en la pared diafragmática y en la región del ápice, mientras que la parte superior de la cara esternocostal y el septo son más lisos. El orificio que conduce del atrio izquierdo al ventrículo **(orificio atrioventricular izquierdo)**, de forma oval, está provisto de **la válvula mitral o auriculoventricular izquierda** [*valva atrioventricularis sinistra* (*mitralis*) *s. bicuspidalis*], compuesta por dos valvas, de las cuales la menor está situada a la izquierda y atrás **(cúspide posterior)**, y la mayor a la derecha y adelante **(cúspide anterior)**. Por sus bordes libres o flotantes, las valvas están dirigidas a la cavidad del ventrículo, y en los mismos se insertan las cuerdas tendinosas*. El ventrículo izquierdo contiene dos **músculos papilares**, anterior y posterior. Por sus dimensiones son mucho mayores que los músculos papilares del ventrículo derecho; cada músculo papilar proporciona fibras tendinosas para las dos valvas de la válvula mitral. El orificio de la aorta se denomina **orificio aórtico,** y la porción ventricular próxima al mismo, **cono arterioso** (infundíbulo).

La válvula de la aorta (*valva aortae*) tiene la misma estructura que la del tronco pulmonar. Una de sus valvas, **la semilunar posterior,** ocupa el tercio posterior de la circunferencia del orificio aórtico; y las otras dos, **las semilunares derecha e izquierda**, el lado derecho e izquierdo del orificio. Los nódulos de sus bordes libres **(nódulos de las semilunares aórticas)** se destacan con mayor relieve que los de la válvula pulmonar; existen también **las lúnulas** (*lunulae semilunarium aortae*).

El septo interventricular (*septum interventriculare*) está compuesto principalmente por tejido muscular **(porción muscular)**, exceptuando la zona más superior, donde sólo existe tejido fibroso **(porción membranosa)** cubierto en ambos lados por el endocardio. La porción membranosa no es un derivado de las paredes del ventrículo como la porción muscular, sino que se desarrolla del septo del tronco arterioso y corresponde a la parte de desarrollo incompleto del septo interventricular de los animales. En el hombre, en este lugar se observan con relativa frecuencia anomalías en forma de defectos del septo.

ESTRUCTURA DE LAS PAREDES DEL CORAZÓN

Las paredes del corazón constan de **tres túnicas**: una interna, **el endocardio**; otra media, **el miocardio**; y la externa, **el epicardio**, constituida por la hoja visceral de la bolsa serosa del corazón, **el pericardio.**

El espesor de las paredes del corazón se debe primordialmente a la capa media, **el miocardio**, compuesta por tejido muscular. La capa externa, **el epicardio**, es como ya dijimos, la hoja visceral del pericardio seroso. La hoja interna, **el endocardio**, tapiza la cavidad del corazón.

El miocardio (*myocardium*) o tejido muscular del corazón, a pesar de tener un aspecto estriado, se diferencia de los músculos esqueléticos por estar

* Se han descrito casos de ausencia de la válvula mitral (Clemant, 1962).

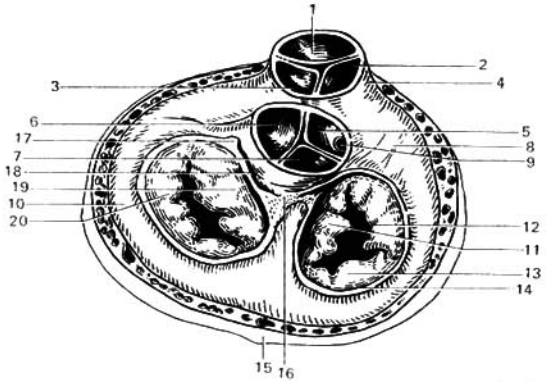


Fig. 302. Anillos fibrosos; con un corte transversal se han extirpado los atrios; el tronco pulmonar y la aorta han sido incididos en su punto de origen; se ven las válvulas tricúspide y mitral y las válvulas semilunares de la aorta y del tronco pulmonar; la musculatura de los ventrículos ha sido disecada parcialmente.

1 — válvula semilunar anterior de la arteria pulmonar;
2 — válvula semilunar derecha de la arteria pulmonar;
3 — válvula semilunar izquierda de la arteria pulmonar;
4 — cono arterioso;
5 — válvula semilunar derecha de la aorta;
6 — válvula semilunar izquierda de la aorta;
7 — válvula semilunar posterior de la aorta;
8 — arteria coronaria derecha;
9 — ventrículo derecho;
10 — ventrículo izquierdo;
11 — valva septal;
12 — valva anterior;
13 — valva posterior;
14 — anillo fibroso;
15 — vena coronaria mayor;
16 — triángulo fibroso derecho;
17 — triángulo fibroso izquierdo;
18 — anillo fibroso izquierdo;
19 — valva anterior;
20 — valva posterior.

compuesto no de fibras-sileplastos, sino de una red de células mononucleares que contactan una con la otra y que están unidas en funículos fibrosos. En la musculatura del corazón se distinguen dos capas: la capa muscular de los atrios y la capa muscular de los ventrículos. Las fibras de ambas capas se inician en dos **anillos fibrosos**, uno de los cuales rodea **el orificio atrioventricular derecho**, y el otro, **el atrioventricular izquierdo**. Puesto que las fibras de una capa no se extienden, como regla, a las fibras de la otra, se crea la posibilidad de la contracción independiente de los atrios y de los ventrículos. En los atrios se distinguen dos estratos musculares, superficial y profundo: el superficial está compuesto por fibras dispuestas circularmente o en dirección transversal; y el profundo, por fibras longitudinales que iniciándose por sus extremos en los anillos fibrosos abarcan en forma de asas a los atrios. Alrededor de los grandes troncos venosos que desembocan en estos últimos se encuentran fibras circulares, que los abarcan como si fueran esfínteres. Las fibras del estrato superficial abarcan a los dos atrios; las profundas pertenecen por separado a uno u otro atrio.

La musculatura de los ventrículos es aún más compleja. Aquí pueden distinguirse tres estratos: uno superficial, delgado, compuesto de fibras lon-

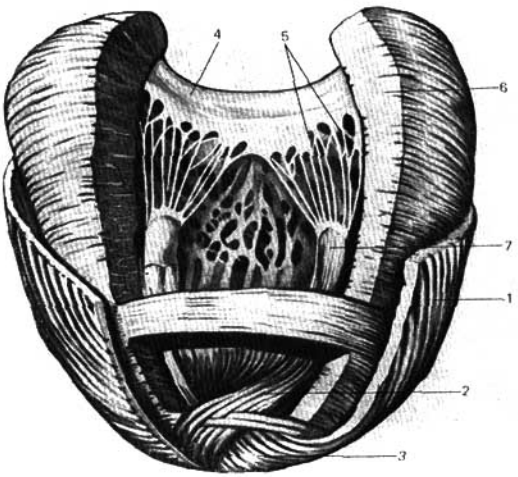


Fig. 303. Estructura del miocardio — ventrículo izquierdo (según Kiss-Szentágothai).

1 — capa superficial (longitudinal) del miocardio;
2 — capa interna (longitudinal) del miocardio;
3 — ápice del corazón;
4 — valva de la válvula mitral;
5 — cuerdas tendinosas;
6 — capa media (circular) del miocardio;
7 músculo papilar.

gitudinales que se inician en el anillo fibroso derecho y van oblicuamente hacia abajo, extendiéndose también al ventrículo izquierdo, en el ápice del corazón forman un rizo, **el vértice cardíaco** (*vortex cordis*), arrollándose a manera de asas hacia el interior y constituyendo el estrato longitudinal interno cuyas fibras se insertan por sus extremos superiores en los anillos fibrosos. Las fibras del estrato medio, situadas entre los estratos longitudinales, externo e interno, siguen una dirección más o menos circular, con la particularidad de que, a diferencia del estrato superficial, no pasan de un ventrículo al otro, siendo independientes para cada uno de ellos (figs. 302, 303).

En el trabajo rítmico del corazón, y en la coordinación de la actividad de la musculatura de sus distintas cámaras, juega un papel importante *el sistema excitoconductor del corazón*. A pesar de que la musculatura de los atrios se encuentra aislada de la de los ventrículos por los anillos fibrosos, entre ambos existe un enlace a través del sistema conductor compuesto por un complejo de fibras musculares de estructura especial (fibras de Purkinje): sus células se distinguen por su escasez en miofibrillas y abundancia en sarcoplasma, por lo que son más claras. Pueden observarse a veces a simple vista,

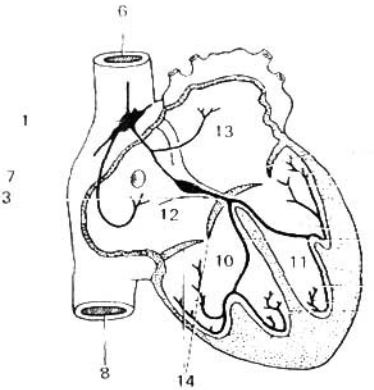


Fig. 304. Esquema del sistema conductor en el corazón humano.

1 — nódulo sinuoso;
2 — nódulo atrioventricular;
3 — fascículo atrioventricular;
4 — ramos del fascículo atrioventricular;
5 — red de fibras de Purkinje;
6 — *vena cava superior*;
7 — seno coronario;
8 — vena cava inferior;
9 — septo interventricular;
10 — ventrículo derecho;
11 — ventrículo izquierdo;
12 — atrio derecho;
13 — atrio izquierdo;
14 — válvulas atrioventriculares.

en forma de filamentos de tinte claro, y constituyen la parte menos diferenciada del sincitio primitivo, a pesar de que por sus dimensiones superan a las fibras musculares corrientes del corazón. En el sistema excitoconductor se distinguen nódulos y fascículos (fig. 304).

1. Fascículo atrioventricular (*fasciculus atrioventricularis*). Se inicia por un engrosamiento, el nódulo atrioventricular (nódulo de Aschoff-Tawara), situado en la pared del atrio derecho cerca de la valva interna (cúspide septal) de la tricúspide. Las fibras del nódulo, unidas directamente con la musculatura del atrio, se continúan en el septo interventricular por el llamado fascículo atrioventricular (haz de His, descrito un poco antes que éste por Kent). En el septo interventricular, este fásciculo se divide en dos ramos, derecho e izquierdo (*crus dextrum y sinistrum*), los cuales se extienden por las paredes de los respectivos ventrículos, ramificándose en la musculatura de los mismos por debajo del endocardio. El fascículo atrioventricular tiene gran importancia para el trabajo del corazón, ya que a través del mismo se transmite la onda contráctil desde los atrios a los ventrículos, y gracias a ello se establece la regulación del ritmo sistólico — de atrios y ventrículos.

2. Nódulo sinoatrial (*nodus sinuatrialis*) (de Keith y Flack). Está situado en la zona de la pared del atrio derecho, correspondiente al seno venoso de los animales poiquilotérmicos (en el surco terminal, entre la cava superior y la aurícula derecha). El nódulo se relaciona con la musculatura de los atrios y tiene importancia para su contracción rítmica.

Por consiguiente, los atrios se relacionan entre sí por el fascículo sinoatrial, y con los ventrículos a través del fascículo atrioventricular. Correntemente, la excitación se transmite desde el nódulo sinoatrial al nódulo atrioventricular, y desde éste por el fascículo atrioventricular a los dos ventrículos. Hasta hace poco se consideraba que dichos fascículos musculares poseían la propiedad de conducir por sí mismos la excitación. Sin embargo,

F. Volynski (1952) demostró la presencia en ellos de elementos nerviosos, que forman parte del sistema nervioso general del corazón. Por eso, los fascículos sinoatrial y atrioventricular deben ser considerados como formaciones neuromusculares complejas. Según F. Volynski, existe un sistema neuromuscular único, conectado con todas las partes del corazón, y también con el sistema nervioso central.

El epicardio (*epicardium*) cubre por fuera el miocardio, siendo una membrana serosa corriente tapizada en su superficie libre por el mesotelio. El epicardio es transparente y a través del mismo se ven las formaciones subyacentes: el miocardio, capa media del corazón; los vasos, los nervios y el tejido adiposo subepicárdico. Este último está concentrado a lo largo de los surcos coronario e interventricular, destinados a los vasos; en la distrofia adiposa del corazón, su cantidad aumenta considerablemente.

El endocardio (*endocardium*) representa la túnica interna de la pared cardíaca y tapiza la superficie interna del miocardio, formando la cara interna de las cavidades del corazón. Este, a su vez, consta de tres capas: 1) la externa, constituida de tejido conjuntivo con mezcla de fibras elásticas; 2) la media, formada de tejido conjuntivo con gran número de fibras elásticas y miocitos glabros (lisos); y 3) la interna, endotelial.

La presencia del endotelio distingue el endocardio del epicardio, que no tiene endotelio. Este, por su origen, corresponde a la pared vascular, y sus capas enumeradas, a las tres túnicas vasculares: la externa, a la adventicia; la media, a la media, y la interna, a la íntima (S. I. Schelkunov). Las válvulas cardíacas están constituidas por pliegues (duplicidades) del endocardio.

Las particularidades de la estructura del corazón que acabamos de describir condicionan las particularidades de su red vascular que constituye como una tercera circulación independiente de la circulación mayor (la circulación cardíaca, tercera circulación; véase pág. 21).

Las arterias del corazón, arterias coronarias derecha e izquierda (*aa. coronariae dextra et sinistra*) (figs. 305, 306) se inician en el bulbo aórtico, por debajo de los bordes superiores de las válvulas semilunares. Por eso, durante la sístole, la entrada en las arterias coronarias está cerrada por las válvulas y las propias arterias son comprimidas por la contracción del músculo cardíaco. A consecuencia de eso, la irrigación del corazón disminuye durante las sístoles; la sangre penetra en las coronarias durante la diástole, cuando los orificios de entrada de dichos vasos, situados en la embocadura de la aorta, no están cerrados por las válvulas semilunares.

La arteria coronaria derecha sale de la aorta en el punto correspondiente a la válvula semilunar derecha, se extiende entre la aorta y la aurícula derecha, por fuera de la cual contornea el borde derecho del corazón, pasando por el surco coronario hacia la cara posterior del órgano. Aquí, se continúa en **el ramo interventricular posterior** (*r. interventricularis posterior*). Este último desciende por el surco interventricular posterior hasta alcanzar el ápice del corazón, donde se une con un ramo de la arteria coronaria izquierda.

Los ramos de la arteria coronaria derecha vascularizan: el atrio derecho, parte de la cara anterior y toda la cara posterior del ventrículo derecho, una pequeña zona de la pared posterior del ventrículo izquierdo, el septo interatrial, el tercio posterior del septo interventricular, los músculos papilares del ventrículo derecho y el músculo papilar posterior del ventrículo izquierdo.

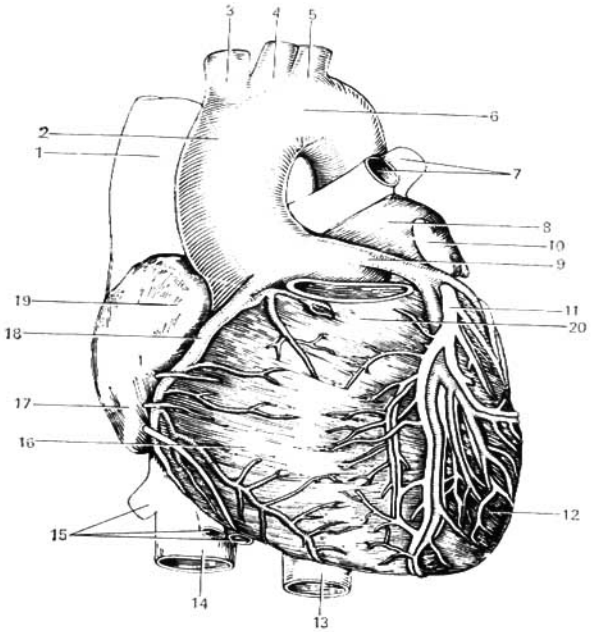


Fig. 305. Cara esternocostal del corazón. Vasos sanguíneos.

1 — vena cava superior;
2 — aorta ascendente;
3 — tronco braquiocefálico;
4 — arteria carótida común izquierda;
5 — arteria subclavia izquierda;
6 — arco de la aorta;
7 — venas pulmonares izquierdas;
8 — atrio izquierdo;
9 — arteria coronaria izquierda;
10 — auriculilla izquierda;
11 — vena cardíaca magna;
12 — ventrículo izquierdo;
13 — aorta descendente;
14 — vena cava inferior;
15 — venas hepáticas derecha e izquierda;
16 — ventrículo derecho;
17 — atrio derecho;
18 — arteria coronaria derecha;
19 — auriculilla derecha;
20 — cono arterioso.

La arteria coronaria izquierda (*a. coronaria sinistra*) sale de la aorta a la altura de la válvula semilunar izquierda y se extiende también por el surco coronario, por delante del atrio izquierdo. Entre el tronco pulmonar y la aurícula izquierda, emite dos ramos: uno más delgado, anterior, interventricular, **ramo interventricular anterior**; y otro de mayor calibre, izquierdo, **ramo circunflejo.**

El primero desciende por el surco interventricular anterior hasta el ápice del corazón, donde se anastomosa con un ramo de la arteria coronaria derecha,

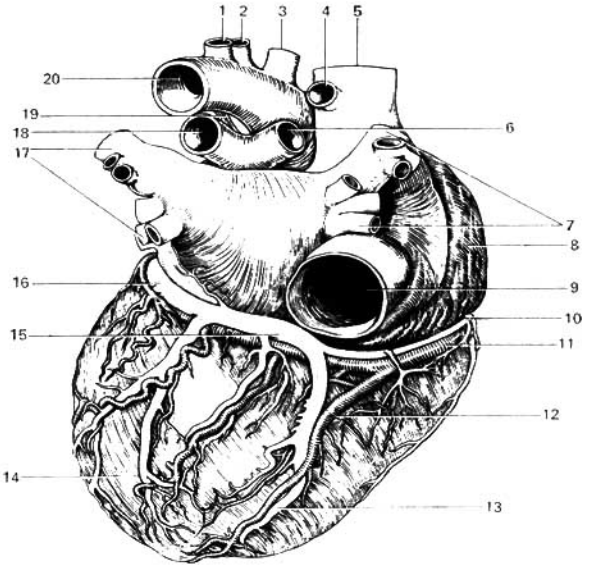


Fig. 306. Cara diafragmática del corazón. Vasos sanguíneos.

1 — arteria subclavia izquierda;
2 — arteria carótida común izquierda;
3 — tronco braquiocefálico;
4 — vena ácigos;
5 — vena cava superior;
6 — arteria pulmonar derecha;
7 — venas pulmonares derechas;
8 — atrio derecho;
9 — vena cava inferior;
10 — vena cardíaca parva;
11 — arteria coronaria derecha;
12 — ramo interventricular posterior;
13 — vena cardíaca posterior;
14 — ventrículo izquierdo;
15 — seno coronario;
16 — vena cardíaca magna;
17 — venas pulmonares izquierdas;
18 — arteria pulmonar izquierda;
19 — lig. arterioso (de Botal);
20 — arco de la aorta.

como ya se dijo. El segundo, continuando el tronco básico de la coronaria izquierda, contornea el corazón por su lado izquierdo, extendiéndose por el surco coronario y uniéndose también con la coronaria derecha. De tal modo, por todo el surco coronario se forma un anillo arterial, dispuesto en un plano casi transversal, del que parten perpendicularmente ramificaciones al corazón. Este anillo constituye un dispositivo funcional para la circulación colateral del corazón. Los ramos de la coronaria izquierda vascularizan el atrio izquierdo, toda la pared anterior y gran parte de la pared posterior del ventrículo izquierdo, parte de la pared anterior del ventrículo derecho, los 2/3 anteriores del septo interventricular y el músculo papilar anterior del ventrículo izquierdo.

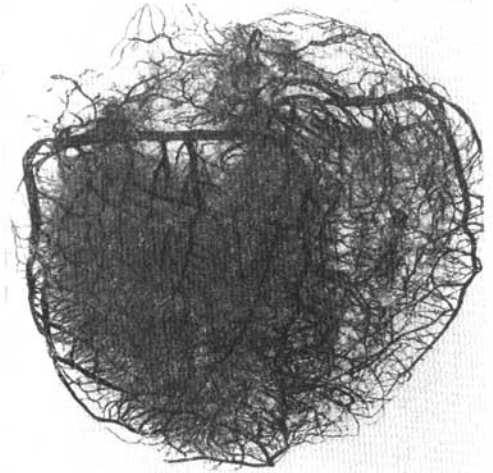


Fig. 307. Arterias intraorgánicas del corazón (radiografía, según R. Bardina).

Se observan diferentes **variantes** del desarrollo de las arterias coronarias, debido a lo cual existen distintas correlaciones entre las dos cuencas de irrigación sanguínea. Desde ese punto de vista se distinguen tres formas de irrigación cardíaca: la uniforme, con un desarrollo igual de las dos arterias coronarias — izquierda y derecha (P. Sokolov). Además de las arterias coronarias, al corazón llegan también arterias «complementarias» procedentes de las arterias bronquiales (I. Bisenkov, P. Fedorov), y de la cara inferior del arco de la aorta cerca del ligamento arterial, lo que es preciso tener en cuenta para no lesionarlas durante las intervenciones quirúrgicas en los pulmones y el esófago, empeorando con ello la circulación cardíaca.

Arterias intraorgánicas del corazón (según R. Bardina) (figs. 307, 308): de los troncos de las arterias coronarias y de sus ramos más importantes, en correspondencia con las cuatro cámaras del corazón, parten las arterias de los atrios (aa. atriales), las de las aurículas (aa. auriculares), las de los ventrículos (aa. ventriculares) y las destinadas a los septos entre dichas cámaras (aa. septales anterior y posterior). Después de penetrar en el espesor del miocardio, se ramifican en correspondencia con el número, posición y estructura de sus capas: primeramente en la capa externa, después en la media (en los ventrículos) y finalmente en la interna, después de lo cual penetran en los músculos papilares (aa. papilares), e incluso en las válvulas atrioventriculares. En cada una de las capas, las arterias intramusculares se extienden entre los fascículos musculares, formando muchas anastomosis en todas las capas y porciones del corazón.

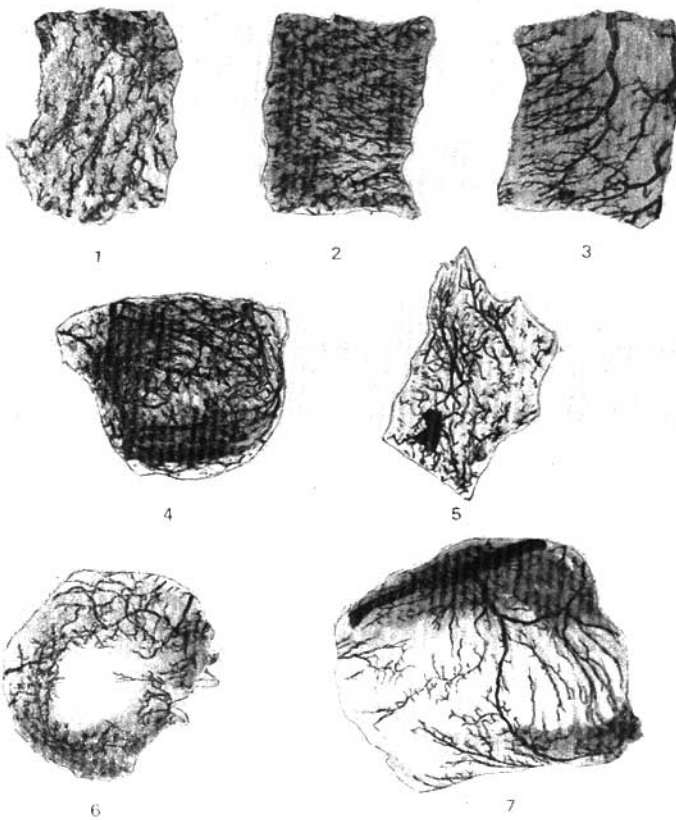


Fig. 308. Arterias del miocardio (radiografías, según R. Bardiná).

1 — capa longitudinal interna del ventrículo derecho;
2 — capa media;
3 — capa externa;
4 — ápice del corazón;
5 — músculo papilar;
6 — región de la ventana oval;
7 — músculos pectiniformes.

Algunas de estas arterias tienen en su pared un estrato de fibras musculares lisas muy desarrollado que al contraerse cierra por completo la luz del vaso, por lo cual se denominan *arterias obturadoras*. El espasmo temporal de las arterias «**cerradas**» puede favorecer la isquemia en una zona determinada del músculo cardíaco, provocando el infarto de miocardio. Se ha descrito un caso de una arteria coronaria complementaria, ramo del tronco pulmonar (J. Chinn, M. Chinn, 1963).

Las venas del corazón no afluyen a las venas cavas, sino que desembocan directamente en la cavidad cardíaca. Ellas se inician en forma de redes, localizadas en las diferentes capas de las paredes cardíacas. El cauce venoso es considerablemente más extenso que el arterial (T. Zolotariova).

Las venas intramusculares se encuentran en todas las capas del miocardio, correspondiendo al trayecto de los fascículos musculares. Las arterias pequeñas (hasta de 3er orden) se acompañan de un par de venas, y las de mayor *calibre por una sola vena* (*R. Bardina*). *La corriente venosa sigue tres vías:* 1) hacia el seno coronario; 2) hacia las venas anteriores del corazón; y 3) hacia las venas pequeñas (de Tebesio — Vieussens) que desembocan directamente en el corazón derecho. En el corazón derecho estas venas se encuentran en mayor número que en el izquierdo, y en relación con eso las venas cardíacas tienen mayor desarrollo en el lado izquierdo. El sistema venoso del corazón constituye un todo único, tanto desde el punto genético como funcional (N. Mejanik, 1941).

La preponderancia de las venas de Tebesio en las paredes del ventrículo derecho, conjuntamente con la disminución del flujo venoso por el sistema del seno venoso, demuestra que dichas venas juegan un importante papel en la redistribución de la sangre venosa en las regiones del corazón (T. Zolotariova).

1. Venas del sistema del seno coronario (*sinus coronarius cordis*). El seno venoso es un remanente del conducto de Cuvier izquierdo, hallándose situado en el segmento posterior del surco coronario entre el atrio y el ventrículo izquierdos. Por su extremo derecho, más engrosado, desemboca en el atrio cerca del *septo interventricular, entre la válvula de la vena cava inferior* y el septo interatrial. En el seno coronario desembocan las siguientes venas: a) la vena cardíaca magna (*v. cordis magna*), que iniciándose en la punta del corazón se eleva a lo largo del surco interventricular anterior, gira a la izquierda, y después de rodear el borde izquierdo del corazón se continúa en el seno coronario; b) la vena posterior del ventrículo izquierdo, constituida por uno o varios pequeños troncos venosos de la cara posterior del ventrículo izquierdo, que afluyen en el seno coronario o la vena cardíaca mayor; c) la vena oblicua del atrio izquierdo, ramo pequeño situado en la cara posterior del atrio (remanente de la vena cava superior izquierda del embrión); se inicia en el pliegue del pericardio que lleva incluido un cordón de tejido conjuntivo (*pliegue de la vena cava izquierda*), que constituye también un remanente de la vena cava superior izquierda; d) la vena cardíaca media (*v. cordis media*), se halla en el surco interventricular posterior y al alcanzar el surco coronario, desemboca en el seno coronario, y e) la vena cardíaca parva (*v. cordis parva*), ramo delgado situado en la mitad derecha del surco coronario y que afluye corrientemente en la vena cardíaca media, en el punto en que esta vena alcanza el surco coronario.

2. Venas cardíacas anteriores (*vv. cordis anteriores*). Son pequeñas venas

situadas en la cara anterior del ventrículo derecho, que desembocan directamente en la cavidad del atrio derecho.

3. Venas cardíacas mínimas (*vv. cordis minimae*) (de Tebesio). Son troncos venosos muy pequeños que no llegan a la superficie del corazón, constituidos por la confluencia de los capilares, y desembocan directamente en las cavidades de los atrios y los ventrículos.

En el corazón se distinguen tres redes de *capilares linfáticos*: debajo del endocardio, dentro del miocardio y debajo del epicardio. Entre los vasos eferentes se forman dos colectores linfáticos principales del corazón. El colector derecho se origina en el inicio del surco interventricular posterior; recibe la linfa del ventrículo y el atrio derecho, alcanzando los linfonodos anterosuperiores izquierdos del mediastino, situados en el arco de la aorta cerca del origen de la arteria carótida común izquierda.

El colector izquierdo se forma en el surco coronario, en el borde izquierdo del tronco pulmonar, donde recibe los vasos linfáticos procedentes del atrio izquierdo, del ventrículo izquierdo y, en parte, de la cara anterior del ventrículo derecho; desde aquí se dirige a los linfonodos traqueobronquiales o traqueales, o bien a los del hilio del pulmón izquierdo.

Ambos colectores desembocan en los linfonodos del mediastino anterior, en los linfonodos traqueales o traqueobronquiales izquierdos.

Los nervios que aseguran la inervación del músculo cardíaco, de estructura y función tan específica, se distinguen por su complejidad, constituyendo múltiples plexos. Todo el sistema nervioso del corazón consta de las siguientes partes: 1) troncos aferentes; 2) plexos en el propio corazón, y 3) campos ganglionares, relacionados con los plexos.

Desde el punto de vista funcional los nervios del corazón se clasifican en 4 grupos (I. Pávlov): inhibidores y aceleradores, depresores e intensificadores. Morfológicamente, estos nervios entran en la composición del vago y del tronco simpático. Los nervios simpáticos (principalmente, las fibras postganglionares) parten de los tres ganglios cervicales y de los cinco ganglios torácicos superiores: el nervio cardíaco cervical superior (*n. cardiacus cervicalis superior*), del ganglio cervical superior; el nervio cardíaco medio (*n. cardiacus cervicalis medius*), del ganglio cervical medio; el nervio cardíaco cervical inferior (*n. cardiacus cervicalis inferior*), del ganglio cervicotorácico o ganglio estrellado (*ganglion cervicothoracicum s. stellatum*); y los nervios cardíacos torácicos, de los ganglios torácicos del tronco simpático. Cuando existen 4 ganglios cervicales, se tienen también 4 nervios cardíacos cervicales; si existen solamente dos ganglios cervicales, se observan tan sólo dos nervios cardíacos cervicales (A. Sozon-Yaroshevich).

Los ramos cardíacos del n. vago se inician en su porción cervical (ramos cardíacos superiores), en su porción torácica (ramos cardíacos medios), y en el n. laríngeo recurrente del vago (ramos cardíacos inferiores). Al llegar al corazón, los nervios se reúnen en dos grupos, superficial y profundo. El grupo superficial en su parte superior se encuentra aplicado a las arterias carótida y subclavia, y en su parte inferior, a la aorta y el tronco pulmonar. El grupo profundo, compuesto principalmente por ramos del n. vago, se extiende por la cara anterior del tercio inferior de la tráquea. Estos ramos están en contacto con los linfonodos de la región de la tráquea y su aumento de volumen, por ejemplo, en la tuberculosis pulmonar, puede producir compresión de los mismos y provocar alteraciones del ritmo cardíaco (V. Vorobiov). De las fuentes señaladas se forman dos plexos nerviosos:

1) plexo cardíaco superficial (*plexus cardiacus superficialis*), entre el arco de la aorta (por debajo del mismo) y la bifurcación del tronco pulmonar;

2) plexo cardíaco profundo (*plexus cardiacus profundus*), entre el arco de la aorta (por detrás del mismo) y la bifurcación de la tráquea.

Estos plexos se continúan en los plexos coronarios derecho e izquierdo (*plexus coronarius dexter et sinister*), que rodean los vasos homónimos, y también en el plexo situado entre el epicardio y el miocardio. Desde este último plexo subepicárdico parten las ramificaciones nerviosas intraorgánicas. Los plexos contienen múltiples grupos de células ganglionares, de ganglios nerviosos. V. Vorobiov destaca 6 plexos nerviosos intracardíacos, situados debajo del epicardio: dos anteriores (el primero izquierdo, y el segundo derecho) descienden por la aorta y el tronco pulmonar hacia los ventrículos; dos posteriores, de los cuales uno está situado en la línea limítrofe entre los atrios (el tercero) y el otro en la pared posterior de los ventrículos (el cuarto): el quinto plexo se halla en la pared anterior de los atrios y el sexto, en la pared posterior del atrio izquierdo. Todos se acompañan de campos ganglionares que ocupan, al igual que los plexos, un territorio determinado, a pesar de que el número de ganglios que los componen, sus dimensiones y sus relaciones mutuas, varían con frecuencia. En el hombre los campos ganglionares alcanzan su mayor desarrollo.

Las fibras nerviosas aferentes se inician en los receptores (E. Plechkov) y se extienden junto con las eferentes, entrando en la composición del n. vago y del tronco simpático (véase pág. 344).

PERICARDIO

El pericardio (*pericardium*) constituye, en el sentido amplio de la palabra, una bolsa serosa cerrada en la que se distinguen dos capas: una externa, fibrosa, **el pericardio fibroso**; y una interna, serosa, **el pericardio seroso**. La capa externa, fibrosa, se continúa en la túnica adventicia de los grandes troncos vasculares, insertándose por delante en la cara posterior del esternón, mediante pequeñas bridas de tejido conjuntivo, los ligamentos esternopericárdicos (*ligamenta sternopericardiaca*). La capa interna, serosa, se subdivide, a su vez, en dos hojas: una visceral, que constituye el epicardio (ya citado), y otra parietal, adherida a la superficie interna del pericardio fibroso, al que tapiza por dentro. Entre las dos hojas, visceral y parietal, se encuentra **la cavidad del pericardio** (*cavum pericardii*), que contiene una pequeña cantidad de **líquido pericardíaco seroso** (*liquor pericardii*). En los troncos de los grandes vasos cerca del corazón, las dos hojas del pericardio, visceral y parietal, se continúan directamente una en la otra. El pericardio no incidido presenta en su conjunto la forma de un cono, cuya base se encuentra adherida al centro tendinoso del diafragma, y cuyo vértice obtuso está dirigido hacia arriba, abarcando las raíces de los grandes vasos. Por los lados, el pericardio está aplicado directamente a la pleura mediastínica de uno y otro lado. Por su cara posterior, la bolsa pericardíaca se aplica al esófago y la aorta descendente. La aorta y el tronco pulmonar están rodeados por todos lados por la hoja común del pericardio, de tal modo que después de la incisión de este último puede practicarse la exploración digital alrededor de los mismos. El trayecto por detrás de la aorta y del tronco pulmonar se denomina **seno transverso del pericardio** (*sinus transversus pericardii*). Las venas cavas y las venas pulmonares están cubiertas por la hoja serosa sólo parcialmente, lo que impide pasar alrededor de las mismas. El espacio limitado por abajo y a la de-

recha por la vena cava inferior, y a la izquierda y por arriba por las venas pulmonares izquierdas, constituye **el seno oblicuo del pericardio** (*sinus obliquus pericardii*).

TOPOGRAFÍA DEL CORAZÓN

El corazón tiene una posición asimétrica en el mediastino anterior. Gran parte del mismo se encuentra a la izquierda de la línea media, quedando solamente a la derecha el atrio derecho y las dos venas cavas. El eje longitudinal del corazón tiene una dirección oblicua de arriba abajo, de derecha a izquierda y de atrás adelante, constituyendo con el eje de todo el cuerpo un ángulo de unos 40°. Además de eso, el corazón se halla como rotado sobre su eje mayor, de tal modo que su mitad derecha, venosa, se encuentra más hacia delante, y la mitad izquierda, arterial, más hacia atrás.

El corazón, junto con el pericardio, en gran parte de su cara anterior (cara esternocostal) está cubierto por los pulmones, cuyos bordes anteriores junto con las partes correspondientes de ambas pleuras, extendiéndose por delante del corazón, lo aíslan de la pared torácica anterior, excepto un solo lugar, donde la cara anterior del corazón, a través del pericardio, está aplicada directamente al esternón y a los cartílagos de las V y VI costillas izquierdas. Los límites del corazón se proyectan en la pared torácica de la siguiente manera. El latido de la punta del corazón puede ser palpado 1 cm por dentro de la línea mamilar, en el quinto espacio intercostal izquierdo. El límite superior de la proyección cardíaca corresponde al borde superior de los terceros cartílagos costales. El límite derecho pasa 2-3 cm a la derecha del borde esternal, desde la III hasta la V costilla; el límite inferior se extiende transversalmente desde el cartílago de la V costilla derecha hasta el ápice del corazón; y el límite izquierdo, desde el cartílago de la III costilla hasta el ápice del corazón.

Los orificios de salida de los ventrículos (aorta y tronco pulmonar) se proyectan a nivel del 3er cartílago costal izquierdo; el del tronco pulmonar (orificio del tronco pulmonar), en el extremo esternal de dicho cartílago; el de la aorta (orificio aórtico), por detrás del esternón, algo a la derecha. Los dos orificios atrioventriculares se proyectan en una línea recta que va por el esternón, desde el tercer espacio intercostal izquierdo hasta el quinto espacio intercostal derecho (fig. 309).

En la auscultación del corazón (auscultación de los tonos valvulares con ayuda del estetoscopio), la válvula mitral se determina en el ápice del cora-

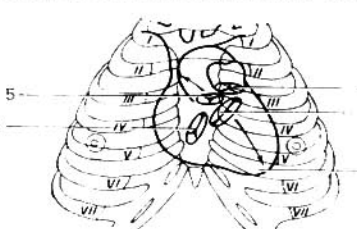


Fig. 309. Proyección sobre la pared anterior del tórax de las válvulas atrioventriculares y las válvulas semilunares del corazón en la persona adulta (en el organismo vivo).

Las flechas indican el punto óptimo de auscultación: hacia abajo, los tonos tricúspide (4) y mitral (2); hacia arriba, los tonos aórtico (5) y pulmonar (1); 3 — ápice del corazón.

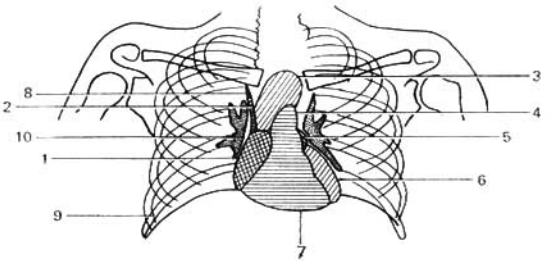


Fig. 310. Esquema de la sombra cardiovascular de una radiografía en posición anterior.

1 — atrio derecho;
2 — aorta ascendente;
3 — arco de la aorta;
4 — tronco pulmonar;
5 — auriculilla de la aurícula izquierda;
6 — ventrículo izquierdo;
7 — ventrículo derecho;
8 — vena cava superior;
9 — seno pleural;
10 — raíz del pulmón (hilio).

zón; la tricúspide a la derecha del esternón, contra el 5° cartílago costal; el tono de las válvulas de la aorta, en el borde del esternón, en el segundo espacio intercostal derecho; y el de las válvulas del tronco pulmonar, en el segundo espacio intercostal izquierdo, cerca del esternón.

En *la exploración radiológica* del corazón, en posición anterior (trayecto posteroanterior de los rayos) (véase fig. 253) se observan los dos campos pulmonares transparentes, entre los cuales se encuentra una sombra oscura intensa, media, constituida por la superposición de las sombras del esternón, del corazón con los grandes vasos, de los órganos del mediastino posterior y del segmento torácico de la columna vertebral. Esta sombra tiene la forma de un triángulo con la base dirigida hacia abajo. Los contornos laterales presentan salientes o arcos (dos o tres a la derecha y cuatro a la izquierda), separados uno de otro por escotaduras (figs. 310, 311, 312).

En el contorno derecho resalta con nitidez el arco inferior, correspondiente al atrio derecho, que forma un ángulo agudo con el diafragma. El

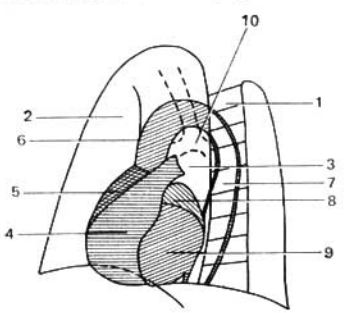


Fig. 311. Esquema de la sombra cardiovascular en una radiografía oblicua anterior izquierda.

1 — columna vertebral;
2 — campo pulmonar (retroesternal);
3 — campo retrocardial (ventana aortal);
4 — ventrículo derecho;
5 — atrio derecho;
6 — aorta ascendente;
7 — aorta descendente;
8 — atrio izquierdo;
9 — ventrículo izquierdo;
10 — bifurcación de la tráquea.

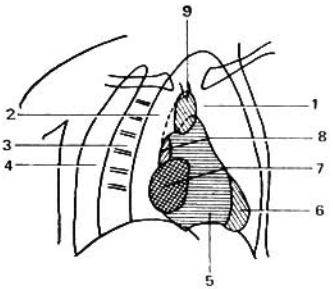


Fig. 312. Esquema de la sombra cardiovascular en una radiografía oblicua anterior derecha.

1 — campo retroesternal;
2 — campo retrocardial;
3 — columna vertebral;
4 — campo retrovertebral;
5 — ventrículo derecho;
6 — ventrículo izquierdo;
7 — atrio derecho;
8 — atrio izquierdo;
9 — aorta.

arco superior (vascular), ligeramente convexo, se halla situado medialmente respecto al inferior, estando constituido por la aorta ascendente (su segmento inferior) y por la vena cava superior (su segmento superior). Más arriba se observa todavía un tercer arco, más pequeño, correspondiente al tronco braquiocefálico venoso derecho. En el contorno izquierdo, el arco más superior (el primero) corresponde al arco de la aorta y al inicio de su porción descendente; el segundo arco, al tronco pulmonar; el tercero, al atrio izquierdo (o más exactamente, a su auriculilla), y el cuarto, al ventrículo izquierdo. El lugar donde el arco del ventrículo izquierdo se continúa en el contorno inferior de la silueta cardíaca es señalado, radiológicamente, como el ápice del corazón. En la región del segundo y tercer arcos del contorno izquierdo se encuentra una escotadura o depresión llamada «talle», que marca la separación entre el corazón y los vasos ligados con el mismo (fascículo vascular).

En el adulto se distinguen tres tipos de localización del corazón (fig. 313): 1) *posición oblicua* (la más corriente): 2) *horizontal*, y 3) *vertical*.

Las variaciones del corazón relacionadas con la edad se manifiestan en lo siguiente. En el recién nacido, la sombra cardiovascular ocupa casi una posición media, la forma del corazón se acerca a la esferoidal, los arcos inferiores son muy convexos y el «talle» está borrado. Con la edad se observa la disminución relativa de la sombra cardiovascular y su desplazamiento a la izquierda. En la vejez, a consecuencia del alargamiento de la aorta, los con-

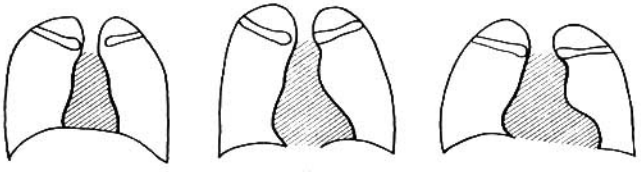


Fig. 313. Variantes de la forma y posición del corazón.

a — posición vertical; *b* — posición oblicua; *c* — posición horizontal

tornos de la misma sobresalen más intensamente, el «talle» es más pronunciado y el ápice del corazón, arqueándose, se aparta de la cúpula diafragmática. Las diferencias relacionadas con el sexo consisten en que, en las mujeres, con mayor frecuencia que en los hombres se observa la posición horizontal del corazón.

En la posición del corazón tiene gran importancia la altura de la posición del diafragma, que varía en dependencia de las fases de la respiración*, del grado de nutrición (en los obesos está más elevado), de la edad (en los viejos está más elevado) y de la constitución corporal. En las personas con un tórax ancho y corto, y con una posición elevada del diafragma, parece como si el corazón estuviese levantado por el diafragma y se recostara sobre el mismo adquiriendo la posición horizontal. En las personas con un tórax estrecho y alargado, con una posición baja del diafragma, el corazón desciende y como si se estirase adquiere la posición vertical. En las personas de tipo constitucional intermedio (entre los dos tipos descritos) se observa la posición oblicua del corazón.

En las dimensiones del corazón influye mucho el desarrollo de la musculatura. Eso explica el hecho de que en las mujeres, con una misma altura y peso del cuerpo, el corazón sea menor que en los hombres. Eso mismo explica la dependencia de las dimensiones del corazón del carácter de la profesión. Así, en los individuos que realizan un trabajo manual, el corazón es mayor que en los representantes de una actividad mental. El influjo del trabajo físico en las dimensiones del corazón se manifiesta con gran relieve en la exploración radiológica de los que se dedican al deporte. El aumento del corazón es provocado únicamente por aquellos tipos de deporte donde la tensión física tiene un carácter prolongado; por ejemplo, en ciclismo, remo, carreras de maratón; las dimensiones mayores del corazón se observan en los esquiadores. Por el contrario, en los dedicados a las carreras pedestres o de natación a cortas distancias, en los boxeadores, gimnastas, futbolistas, etc., el aumento del corazón se observa en menor grado.

* Durante la inspiración, el corazón desciende, su eje longitudinal aumenta; durante la espiración, el corazón es elevado por el diafragma y aumenta su eje transversal.

ANATOMÍA DEL SISTEMA CARDIOVASCULAR DEL SER VIVO (RADIOANGIOLOGÍA)

CORAZÓN

La investigación radiológica del corazón del individuo vivo se efectúa preferentemente mediante la radioscopia del tórax en distintas posiciones. Gracias a eso, se logra inspeccionar el corazón por todos los lados y obtener una idea sobre su forma, tamaño y posición, así como sobre el estado de sus partes (ventrículos y atrios) y grandes vasos relacionados con los mismos (aorta, arteria pulmonar y venas cavas).

La posición fundamental para la investigación del paciente es la anterior (el paso de los rayos es sagital y dorsoventral). En esta posición se ven (fig. 310) dos campos pulmonares claros, entre los cuales está situada una sombra oscura intensa, llamada mediana. Está formada por las sombras superpuestas de la porción torácica de la columna vertebral, el esternón, el corazón, los grandes vasos y los órganos del mediastino posterior que se encuentran entre los mismos. Sin embargo, esta sombra mediana sólo se considera como la silueta del corazón y los grandes vasos, puesto que las demás formaciones mencionadas (columna vertebral, esternón, etc.) no se trazan, por lo general, entre los límites de la sombra cardiovascular. Esta última, en los casos normales, rebasa, tanto a la derecha, como también a la izquierda, los bordes de la columna vertebral y del esternón, los cuales se visualizan en la posición anterior solamente en los casos patológicos (desviación de la columna vertebral, desplazamiento de la sombra cardiovascular, etc.).

Esta sombra mediana tiene en la parte superior la forma de una banda ancha, la cual se ensancha hacia abajo y hacia la izquierda, teniendo el aspecto de un triángulo incorrecto, cuya base está dirigida hacia abajo. Los contornos laterales de esta sombra tienen el aspecto de salientes separados uno del otro por impresiones. Estos salientes se llaman **arcos**. Corresponden a aquellas partes del corazón y los vasos de gran calibre que están en relación con el mismo y que forman los bordes de la silueta cardiovascular.

Hay que tener una noción clara sobre la topografía del corazón ya descrita, para poder comprender cuál lugar ocupa una parte determinada del corazón en presencia de una u otra posición del paciente.

En la posición anterior (fig. 310) los contornos laterales de la sombra cardiovascular tienen a la derecha dos arcos y a la izquierda, cuatro. En el contorno derecho se manifiesta bien el arco inferior, el cual corresponde al atrio derecho; el arco superior, débilmente convexo y situado medialmente al inferior, está formado por la aorta ascendente (en la parte inferior) y la vena cava superior (en la parte superior). Este arco se llama vascular (en el cadáver y cuando el individuo vivo está acostado este arco está formado sólo a expensas de la vena cava superior). Por encima del arco vascular se ve también un arco pequeño, que se dirige hacia arriba y afuera, a la clavícula; éste corresponde a la vena anónima. Abajo, el arco del atrio derecho forma un ángulo con el diafragma. En este ángulo, estando el diafragma en posición baja, a la altura de la inspiración profunda se logra ver una banda vertical de sombra que corresponde a la vena cava inferior.

En el contorno izquierdo, el arco más superior (primero) corresponde al arco y al inicio de la aorta descendente; el segundo arco, a la arteria pulmonar; el tercero, al atrio izquierdo (más correctamente a la aurícula del atrio izquierdo) y el cuarto, al ventrículo izquierdo. La prominencia formada por la aurícula del atrio izquierdo a menudo se manifiesta mal y en este caso, en el lado izquierdo de la sombra mediana sólo se distinguen tres arcos. El atrio izquierdo, situado en su mayor parte en la cara posterior, no es el formador del borde durante el paso dorsoventral de los rayos y por eso es invisible en la posición anterior. Por la misma causa, no se da el contorno del ventrículo derecho situado en la cara anterior y que se fusiona, en la parte inferior, con la sombra del hígado y del diafragma. El lugar de paso del arco del ventrículo izquierdo al contorno inferior de la silueta del corazón se observa por vía radiológica como el ápice del corazón.

En la región de los segundo y tercer arcos el contorno izquierdo de la silueta del corazón tiene el carácter de impresión o de istmo, denominado «talle» del corazón. Este último, como si separase el propio corazón de los vasos relacionados con el mismo, constituye el llamado fascículo vascular.

Para determinar la topografía del corazón del ser vivo hay que tener en cuenta la esqueletotopía de los arcos radiológicos de la sombra cardiovascular descritos más arriba. En el lado derecho, el arco vascular está situado a nivel del II espacio intercostal; el arco del atrio derecho ocupa la región de los III y IV espacios intercostales. A la izquierda, a la altura del I espacio intercostal, se encuentra el primer arco (arco de la aorta e inicio de su porción descendente); a nivel del II espacio intercostal están el segundo arco (arteria pulmonar) y el tercer arco (aurícula del atrio izquierdo); y el cuarto arco ocupa los II, IV y V espacios intercostales (fig. 310).

Al virar al paciente alrededor del eje vertical, pueden verse en las posiciones oblicuas aquellos segmentos que no se ven en la posición anterior (ventrículo derecho, atrio izquierdo y gran parte del ventrículo izquierdo). La primera posición (derecha mamilar) y la segunda (izquierda mamilar) han obtenido el uso máximo.

Durante la investigación en la posición mamilar izquierda (el paciente está oblicuamente, apoyándose con la región del pezón izquierdo contra la pantalla) se ven (fig. 311) cuatro campos pulmonares separados uno del otro por el esternón, la sombra cardiovascular y la columna vertebral: 1) prestemal, situado por delante de la sombra del esternón y formado por la parte externa del pulmón derecho (no se señala en la fig. 312); 2) retroesternal, entre la parte superior del esternón y el contorno anterior del arco de la aorta; 3) retrocardíaco, entre el contorno posterior del corazón y la columna vertebral o más correctamente, la aorta situada sobre el mismo («ventana aórtica»), y 4) campo retrovertebral situado tras la columna vertebral.

El contorno anterior de la sombra cardiovascular dirigido hacia el esternón está formado en la parte superior por el atrio derecho y en la parte inferior, por el ventrículo derecho. El contorno posterior de la silueta cardiovascular dirigido a la columna vertebral corresponde arriba al atrio izquierdo y abajo, al ventrículo izquierdo. De tal modo, en esta posición cada atrio se sitúa por encima de su ventrículo y además, las porciones derechas del corazón (con respecto al paciente) se encuentran a la derecha y las izquierdas, a la izquierda, lo que es fácil de recordar.

Durante la investigación en la primera posición oblicua o la mamilar

derecha (el paciente está oblicuamente, apoyando la región del pezón derecho contra la pantalla) el contorno posterior está formado arriba por la aorta ascendente, luego por el atrio izquierdo y abajo, por el atrio derecho y la vena cava inferior; el contorno anterior, por la aorta ascendente, la arteria pulmonar y el ventrículo izquierdo.

POSICIÓN Y FORMA DEL CORAZÓN

La sombra cardiovascular ocupa en el tórax una posición no completamente mediana: sus dos tercios se sitúan a la izquierda de la línea mediana y un tercio, a la derecha. El eje longitudinal del corazón va oblicuamente de la derecha a la izquierda y de arriba hacia abajo, formando con la horizontal un ángulo llamado **ángulo de inclinación.**

La forma y posición del corazón dependen de la constitución física, el sexo, la edad, los distintos estados fisiológicos y otros factores, a causa de lo cual no existe el tipo único del corazón.

De acuerdo con la forma y la posición se distinguen **tres tipos de corazón** (fig. 313).

1. Oblicuo (se encuentra muy a menudo). La sombra cardiovascular tiene forma triangular; el «talle» del corazón está expresado débilmente. El ángulo de inclinación oscila entre los límites de 43-48°.

2. Horizontal. La silueta de la sombra cardiovascular ocupa la posición casi horizontal (acostada); el ángulo de inclinación es de 35-42°; el «talle» está expresado bruscamente. El eje longitudinal del corazón está disminuido y el diámetro aumentado.

3. Vertical. La silueta de la sombra cardiovascular ocupa una posición casi vertical (parada); el ángulo de inclinación es de 49-56°; el «talle» está alisado. El eje longitudinal del corazón está aumentado y el diámetro disminuido.

En los individuos de tipo braquimorfo, con el tórax ancho y corto y el diafragma elevado, el corazón se presenta como si fuera levantado por el diafragma y se acostase sobre el mismo, adquiriendo la posición horizontal, acostada. En las personas dolicomorfas, con el tórax estrecho y largo y el diafragma descendido, el corazón desciende, como si alargase, adquiriendo la posición vertical. En los individuos de tipo intermedio entre los dos extremos de la constitución física se observa la posición oblicua del corazón. De tal modo, según el carácter de la constitución física y la forma del tórax puede juzgarse hasta cierto grado sobre la forma y la posición del corazón.

Los cambios del corazón en relación con la edad se expresan en lo siguiente.

En los recién nacidos, la sombra cardiovascular ocupa casi la posición mediana; el corazón es relativamente grande, en comparación con el de los adultos, en lo principal a expensas de su mitad derecha. La forma del corazón se aproxima a la esferoidea y los arcos inferiores son bruscamente convexos; el «talle» está alisado. En relación con la edad, se observa la disminución relativa de la sombra cardiovascular y su desplazamiento a la izquierda. En la vejez, a causa del alargamiento de la aorta el «talle» es más evidente; el ápice del corazón como si se abombase, se separa de la cúpula diafragmática. El aspecto característico del corazón senil se debe al alargamiento y la desviación de la aorta, la cual en su porción ascendente se destaca hacia la de-

recha (formando la convexidad del arco superior del contorno derecho) y en la región del arco se abomba hacia la izquierda (formando la convexidad del arco superior del contorno izquierdo).

Las diferencias sexuales consisten en que en las mujeres se observa con más frecuencia que en los hombres la posición horizontal del corazón.

Las distintas forma y posición del corazón —«tipos de corazón»— no son estables, incluso en un mismo individuo. Así, durante la respiración, el corazón en el momento de la inspiración desciende, aumentando su eje longitudinal, y en la fase de espiración es levantado por el diafragma, aumentando su diámetro.

El papel decisivo en la posición del corazón lo juega la altura de la elevación del diafragma, que cambia en dependencia de la fase de la respiración, la posición del paciente (está más alto en la posición de decúbito que en la de pie), el grado de nutrición (en los obesos está más alto que en los delgados), el tipo de constitución física (en los braquimorfos está más alto que en los dolicomorfos), la edad (con la edad el diafragma desciende) y otros factores. La variación de los últimos determina la variabilidad extrema de la forma y posición del corazón. Por eso, para tener una noción correcta sobre la normalidad, hay que tener en cuenta todas las variantes de la forma y posición del corazón y todo el conjunto de factores que condicionan esta variabilidad.

DIMENSIONES DEL CORAZON

Hoy día se emplea una serie de métodos especiales para la determinación directa en la persona viva de las dimensiones verdaderas del corazón y sus porciones (roentgenometría y roentgenoplastia del corazón). El tamaño del corazón depende del sexo, la edad, el peso y la estatura del cuerpo, así como de la estructura del tórax y las condiciones de trabajo y de vida.

El aumento de las dimensiones absolutas del corazón va paralelamente al aumento de la estatura y el peso del cuerpo. El desarrollo de la musculatura influye mucho sobre el tamaño del corazón. Con eso se explica el hecho de que en las mujeres, con estatura y peso del cuerpo iguales, el corazón tiene un tamaño menor que en los hombres. Con lo mismo se explica la dependencia del tamaño del corazón con respecto al carácter de la profesión. Así, en los individuos ocupados del trabajo físico, el corazón es más grande que en los representantes del trabajo mental. El influjo del trabajo físico sobre las dimensiones del corazón es muy evidente durante la investigación radiológica de los deportistas. El aumento del corazón sólo se provoca por aquellos aspectos del deporte, en cuya práctica la tensión física tiene un carácter prolongado, por ejemplo, bicicleta, remo y carrera de maratón; los esquiadores tienen el corazón más grande. Al contrario, en los corredores y nadadores de pequeñas distancias, boxeadores, atletas, futbolistas, etc., el aumento del corazón se descubre en menor grado.

PULSACION DEL CORAZON

La ventaja de la investigación radiológica es la posibilidad de observar la pulsación del corazón y sus partes (atrios y ventrículos), así como de los vasos de gran calibre. En la pantalla se ven los desplazamientos rítmicos

de los contornos de la sombra cardiovascular, así como la disminución y el aumento de las dimensiones del corazón, correspondientemente a su sístole y diástole.

La pulsación de los atrios, los ventrículos y los vasos se distingue bruscamente por su carácter y tiempo. Se destaca mucho la pulsación de los ventrículos que se distingue de la pulsación de los atrios por una profundidad mayor. Con ayuda de un aparato especial —el radioquimógrafo— pueden obtenerse radioquimogramas en los cuales se revelan las diferencias finas con respecto a la pulsación de los segmentos aislados del corazón. Así, pues, el método radiológico es el único método que permite ver el corazón «pulsante» de la persona viva.

Según los datos más frecuentes, el corazón, que es una bomba única en su género, que trasiega la sangre por los capilares cuya extensión es de decenas de miles de kilómetros, tiene «subestaciones» o sea «ayudantes del corazón». Esos son los músculos esqueléticos, que resultan ser también órganos, los cuales se abastecen de sangre por vía independiente. Cada uno de los músculos no sólo es capaz de contraerse para producir el movimiento y generar calor, sino también sirven de microbomba de presión y succión. Por vía experimental se demostró que el músculo aislado tiene la propiedad de «hacer correr» la sangre por un círculo cerrado artificial. Por eso, hoy día el músculo se denomina «corazón periférico». En el organismo humano se calculan más de seiscientas de tales bombas, «ayudantes del corazón». Sin éstas, el «motor» principal de la circulación sanguínea del organismo humano no resistiría su carga.

No es casual que el corazón está formado de tejido muscular estriado, semejante al de los músculos esqueléticos.

Al tomar en consideración todo lo dicho, no puede estudiarse la estructura del corazón por separado de la musculatura esquelética.

En *la angiocardiografía* (esto es, en la radiografía del corazón y de los grandes vasos, en el vivo, después de la inyección en los mismos de substancias de contraste) se ven las diferentes cámaras del corazón (atrios y ventrículos), e incluso las válvulas cardíacas y los músculos papilares (B. Petróvski y otros). Tiene interés la radiocinematografía del corazón vivo en el proceso de la circulación sanguínea (P. Mazaev, 1949). Gracias a dicha técnica se logra observar, a diferencia del estudio del corazón en un preparado, el movimiento de la corriente sanguínea desde los atrios a los ventrículos, los puntos de afluencia y salida de la sangre en cada cámara y el trabajo de las válvulas cardíacas. Con ayuda de la angiocardiografía (A. Bakulev y E. Meshalkin, 1955) pueden verse las arterias coronarias y sus anastomosis.

VASOS DE LA CIRCULACIÓN MENOR O PULMONAR

ARTERIAS DE LA CIRCULACIÓN MENOR

El tronco pulmonar (*truncus pulmonalis*) transporta la sangre venosa desde el ventrículo derecho a los pulmones. Es la continuación del tronco arterioso y se dirige hacia la izquierda, cruzando la aorta que se extiende por detrás. La posición del tronco pulmonar por delante de la aorta se explica por el hecho de que éste se desarrolla de la parte ventral del tronco arterioso y la

aorta de su parte dorsal. Después de un trayecto de 5-6 cm, el tronco pulmonar se divide, por debajo del arco de la aorta y a nivel de las IV-V vértebras torácicas, en dos ramos terminales, **las arterias pulmonares derecha e izquierda**, dirigiéndose cada uno de ellos al pulmón correspondiente. Las arterias pulmonares se desarrollan de los VI arcos arteriales branquiales, originados durante la vida embrionaria. La pulmonar derecha, más larga, se extiende hacia el pulmón derecho por detrás de la aorta ascendente y de la vena cava superior; la pulmonar izquierda pasa por delante de la aorta descendente. Al llegar a los pulmones, las aa. pulmonares derecha e izquierda se subdividen, a su vez, en ramos, en correspondencia con los lóbulos del pulmón respectivo, y acompañando a los bronquios se van ramificando en arterias de menor calibre, arteriolas y capilares (véase «Circulación pulmonar»). Hasta su lugar de bifurcación, el tronco pulmonar está cubierto por una hoja del pericardio. Desde la bifurcación hasta el lado cóncavo de la aorta se extiende una brida de tejido conjuntivo, el lig. arterioso, remanente del conducto arterioso (de Botal) (véase pág. 123).

VENAS DE LA CIRCULACIÓN MENOR O PULMONAR

Las venas pulmonares (*venae pulmonales*) transportan la sangre arterial desde los pulmones al atrio izquierdo. Se inician en los capilares de los pulmones, al llegar al hilio pulmonar constituyen ya troncos importantes que, en número de dos para cada pulmón (uno superior y otro inferior), se dirigen horizontalmente al atrio desembocando en la pared superior del mismo, con la particularidad de que cada tronco tiene un orificio de desembocadura independiente: las venas pulmonares derechas, en el borde derecho del atrio, y las izquierdas, en el borde izquierdo. En su trayecto las venas pulmonares derechas cruzan transversalmente la pared posterior del atrio derecho. La simetría de las venas pulmonares (dos a cada lado) se obtiene gracias a que los troncos que salen del lóbulo superior y medio del pulmón derecho se fusionan en una sola vena. Las venas pulmonares no están totalmente aisladas de las de la circulación mayor, por cuanto forman anastomosis con las venas bronquiales que desembocan en la v. ácigos. Las venas pulmonares no tienen válvulas.

VASOS DE LA CIRCULACIÓN MAYOR O GRAN CIRCULACIÓN

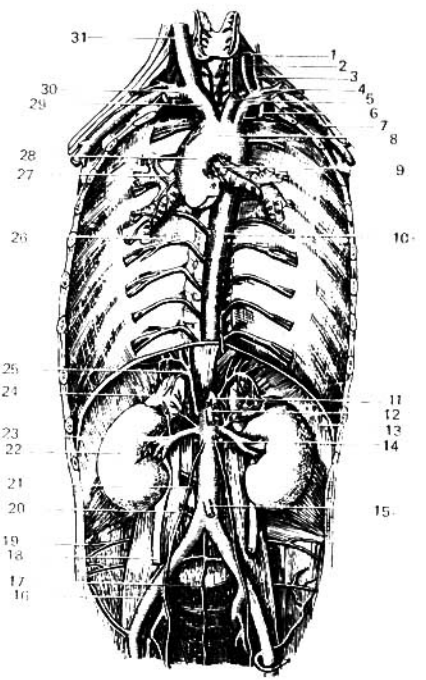
ARTERIAS DE LA CIRCULACIÓN MAYOR. AORTA

La aorta representa el tronco principal de las arterias de la circulación mayor (fig. 314), transporta la sangre a partir del ventrículo izquierdo del corazón. En la aorta se distinguen tres porciones: 1) aorta ascendente (desarrollada del tronco arterioso); 2) arco de la aorta, derivado del IV arco arterial izquierdo, branquial, y 3) aorta descendente, que se desarrolla del tronco arterial dorsal del embrión. **La aorta ascendente** se inicia por una dilatación considerable en forma de bulbo, **el bulbo aórtico**. A dicha dilatación corresponden por dentro de la aorta tres depresiones o senos, **los senos aórti-**

cos, situados entre la pared del vaso y las valvas de su válvula. La longitud de la aorta ascendente es de unos 6 cm. Junto con el tronco pulmonar, por detrás del cual se extiende, la aorta ascendente está aún cubierta por el pericardio. Por detrás del mango del esternón se continúa en **el arco de la aorta**, que se encorva hacia atrás y a la izquierda rodeando el bronquio principal izquierdo en su tramo inicial, continuándose luego en la aorta descendente a nivel de la IV vértebra torácica. **La aorta descendente** está en el mediastino posterior, primeramente a la izquierda de la columna vertebral, desviándose luego un poco a la derecha, de tal modo que al pasar por el hiato aórtico del diafragma, a la altura de la XII vértebra torácica, el tronco de la aorta se extiende ya por delante de la columna, en la línea media. **La aorta descendente**, hasta su paso por el hiato aórtico, se denomina *aorta torácica* y más abajo, encontrándose ya en la cavidad del abdomen, *aorta abdominal*. Aquí, a nivel de la IV vértebra lumbar, la aorta emite dos grandes ramos laterales (las arterias ilíacas comunes), en su bifurcación aórtica, y continúa su trayecto hacia la pelvis en forma de un vaso delgado (arteria sacra media).

Fig. 314. Topografía y ramificaciones de la aorta.

1 — arteria tiroidea inferior;
2 — arteria vertebral;
3 — tronco tirocervical;
4 — arteria carótida común izquierda;
5 — arteria subclavia izquierda;
6 — arteria torácica interna;
7 — arteria axilar izquierda;
8 — arco de la aorta;
9 — ramos bronquiales;
10 — aorta descendente;
11 — tronco celíaco;
12 — arteria mesentérica superior;
13 — diafragma;
14 — aorta abdominal;
15 — arteria mesentérica inferior;
16 — arteria ilíaca común;
17 — arteria sacra media;
18 — uréter derecho;
19 — arteria iliolumbar;
20 — arteria lumbar IV;
21 — arteria testicular;
22 — riñón derecho;
23 — arteria renal;
24 — glándula suprarrenal;
25 — arteria frénica inferior;
26 — arteria intercostal posterior;
27 — bronquio principal derecho;
28 — aorta ascendente;
29 — tronco braquiocefálico;
30 — arteria subclavia derecha;
31 — arteria carótida común derecha.



En las hemorragias de las arterias que se encuentran más abajo de la aorta abdominal, el tronco de ésta es comprimido contra la columna vertebral en la región del ombligo, que sirve así de punto de referencia del nivel de la aorta por encima de su bifurcación.

La exploración radiológica de la aorta se practica, por lo común, al mismo tiempo que la del corazón. En posición oblicua (hallándose aplicado a la pantalla el pezón izquierdo) se ven todas las porciones de la aorta: la ascendente, el arco y la descendente, hasta el diafragma. El espacio transparente, oval, limitado por delante por la sombra del corazón, y por arriba y detrás por la aorta (campo pulmonar retrocardíaco), se denomina «ventana aórtica». Esta ventana puede ser estrecha o amplia, en dependencia de la forma del tórax, de la altura del diafragma y de la posición del corazón. En las personas con un tórax amplio y corto, con una posición elevada del diafragma, los dos brazos de la aorta (ascendente y descendente) están más apartados uno de otro; la «ventana aórtica» está ensanchada y el arco de la aorta está menos encorvado. En las personas con un tórax alargado, estrecho y posición baja del diafragma se observa una correlación inversa.

RAMOS DE LA AORTA ASCENDENTE

Puesto que, según la ley de la distancia más corta, el corazón es el órgano más próximo a la aorta, que se inicia en el mismo, los primeros vasos que parten de ésta son los ramos destinados al corazón, las arterias coronarias derecha e izquierda, descritas en la pág. 39.

RAMOS DEL ARCO DE LA AORTA

Del lado cóncavo del arco de la aorta parten las arterias destinadas a los bronquios y el timo, y por su lado convexo salen hacia arriba tres troncos arteriales que son, de derecha a izquierda: el tronco braquiocefálico, la arteria carótida común izquierda y la arteria subclavia izquierda [*truncus brachiocephalicus s.a. anonyma* (BNA), *a. carotis communis sinistra et a. subclavia sinistra*].

TRONCO BRAQUIOCEFÁLICO

El tronco braquiocefálico (*truncus brachiocephalicus*), con una longitud de 3-4 cm, representa al remanente de la aorta ventral del embrión; se dirige oblicuamente hacia arriba, atrás y a la derecha, por delante de la tráquea, donde a veces emite un ramo para la glándula tiroidea, la a. tiroidea ima, dividiéndose luego por detrás de la articulación esternoclavicular derecha en sus ramos terminales: la a. carótida común derecha y la a. subclavia derecha.

ARTERIA CARÓTIDA COMÚN

La arteria carótida común (*a. carotis communis*), o más correctamente *arteria de la cabeza* (cara y cráneo), se desarrolla de la aorta ventral en el trayecto de la III a la IV arterias branquiales; la derecha parte del tronco braquiocefálico, y la izquierda, independientemente del arco de la aorta. Las arterias carótidas comunes se dirigen hacia arriba por los lados de la

tráquea y del esófago. La arteria derecha es más corta que la izquierda, ya que esta última consta de dos porciones: la torácica (desde el arco de la aorta hasta la articulación esternoclavicular izquierda) y la cervical; la derecha tiene solamente la porción cervical. La arteria carótida común pasa por el trígono carótico (*trigonum caroticum*) y a nivel del borde superior del cartílago tiroideo o del cuerpo del hueso hioideo (A. Votrin) se divide en dos ramos terminales: las arterias carótida externa y carótida interna (bifurcación). Para suprimir una hemorragia la carótida común puede ser comprimida contra el tubérculo carotídeo de la VI vértebra cervical, a la altura del borde inferior del cartílago cricoideo. A veces, las carótidas externa e interna no parten de un tronco común, sino directamente de la aorta, lo que refleja el carácter de su desarrollo. Del tronco de la carótida común parten en todo su trayecto pequeños ramitos para los vasos y nervios que la rodean (*vasa vasorum* y *vasa nervorum*), que pueden jugar su papel en el desarrollo de la circulación colateral del cuello (V. Kurkovski).

ARTERIA CARÓTIDA EXTERNA

La arteria carótida externa (*a. carotis externa*) (fig. 315) irriga la parte externa de la cabeza y del cuello, y por eso se denomina externa, en contraposición con la interna, que penetra en la cavidad del cráneo. Desde su origen la carótida externa se dirige hacia arriba, medialmente al vientre posterior del digástrico, y al estilohioideo, perfora la glándula parotídea y por detrás del cuello del proceso condilar de la mandíbula se divide en sus ramos terminales.

Los ramos de la carótida externa son, en su mayoría, restos de arterias branquiales e irrigan los órganos originados de los arcos viscerales. Ellos se extienden (en número de 9) como los radios de un círculo correspondiente a la cabeza, y pueden ser clasificados en tres grupos, con tres arterias en cada uno de ellos: grupo o trío anterior, medio y posterior.

El grupo anterior (véase fig. 315) está condicionado por el desarrollo y posición de los órganos irrigados por las arterias de dicho grupo, que son derivados de los arcos viscerales, a saber: la glándula tiroidea y la laringe, por la arteria tiroidea superior; la lengua, por la arteria lingual, y la cara, por la arteria facial.

1. **Arteria tiroidea superior** (*a. thyreoidea superior*). Sale de la carótida externa inmediatamente por encima de su inicio y se dirige hacia abajo y adelante, a la glándula tiroidea, donde se anastomosa con las otras arterias tiroideas*.

Durante su trayecto emite ramos para el músculo esternocleidomastoideo, el músculo tirohioideo, el hueso hioideo y la laringe. Hacia este último órgano va la a. laríngea superior, que junto con el nervio laríngeo superior perfora el lig. tirohioideo y proporciona ramos para los músculos, ligamentos y mucosa de la laringe.

2. **Arteria lingual** (*a. lingualis*). Parte de la carótida externa, a nivel de los cuernos mayores del hioides, y se dirige hacia arriba a través del trián-

* En un tercio de los casos, la tiroidea superior se inicia en la bifurcación de la arteria carótida común (N. Lijachova).

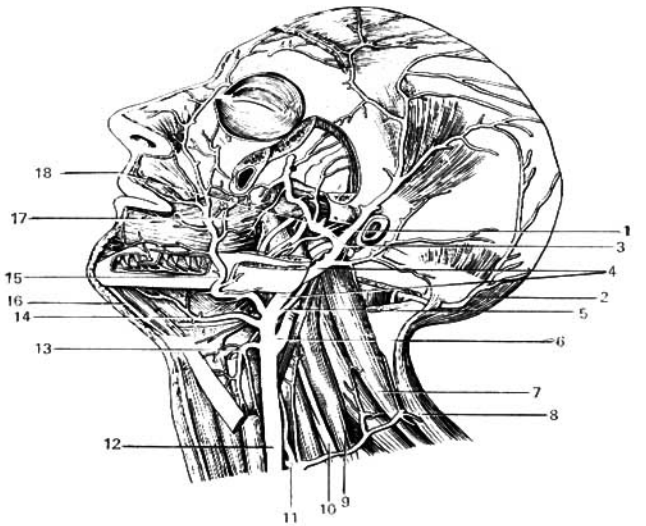


Fig. 315. Ramos de la arteria carótida externa.

1 — arteria temporal superficial;
2 y 5 — arteria occipital;
3 — arteria maxilar;
4 — arteria carótida externa;
6 — arteria carótida interna;
7 — músculo elevador de la escápula;
8 — músculo trapecio;
9 — músculo escaleno medio;
10 — plexo braquial;
11 — tronco tirocervical;
12 — arteria carótida común;
13 — arteria tiroidea superior;
14 — arteria lingual;
15 — arteria facial;
16 — vientre anterior del músculo digástrico;
17 — músculo buccinador;
18 — arteria meníngea media.

gulo de Pirogov*, cubierta por el músculo hiogloso, en dirección a la lengua. Antes de penetrar en la misma emite ramificaciones para el hueso hioideo, la tonsila palatina y la glándula sublingual. Introduciéndose en la lengua, la arteria lingual se extiende hasta la punta de la misma con la denominación de arteria lingual profunda, la cual, durante su trayecto, emite multitud de ramificaciones hacia el dorso de la lengua (*rr. dorsales linguae*) (arteria dorsal de la lengua).

3. Arteria facial (*a. facialis*). Se inicia algo por encima de la anterior, a nivel del ángulo de la mandíbula, pasa medialmente al vientre posterior del digástrico y alcanza el borde anterior del masetero, donde, encorvándose en ángulo recto sobre el borde de la mandíbula, se dirige a la cara. En este punto, delante del masetero, puede ser comprimida contra el hueso. Más

* El triángulo de Pirogov está formado por el borde posterior del m. milohioideo, el vientre posterior del m. digástrico y el tronco del n. hipogloso.



Fig. 316. Palpación de la arteria temporal superficial derecha.

adelante se dirige hacia el ángulo medial del ojo donde, por su ramo terminal (arteria angular), se anastomosa con la arteria dorsal de la nariz (ramo de la a. oftálmica, perteneciente al sistema de la arteria carótida interna). Antes de su incurvación a través de la mandíbula emite ramos para las formaciones vecinas: para la faringe y el paladar blando, la tonsila palatina, la glándula submandibular y el diafragma de la boca, y las glándulas salivales; después de su incurvación emite ramos para el labio superior —arteria labial superior (*a. labialis superior*)— y para el labio inferior — arteria labial inferior (*a. labialis inferior*).

Grupo posterior está constituido por las siguientes arterias.

4. Arteria occipital (*a. occipitalis*). Se inicia por debajo del vientre posterior del digástrico, se aplica al surco del proceso mastoideo, exteriorizándose subcutáneamente en la región occipital, donde se ramifica hasta la región parietal. Durante su trayecto la occipital emite una serie de pequeños ramos: para los músculos circundantes, el pabellón de la oreja y la duramadre en la fosa craneal posterior.

5. Arteria auricular posterior (*a. auricularis posterior*). Se inicia a la altura del vientre posterior del digástrico, se dirige hacia arriba y atrás, a la región cutánea retroauricular, llegando hasta la región de la eminencia parietal. Sus ramos se distribuyen tanto por fuera del oído, en el pabellón auricular, la piel y los músculos de la región occipital, como por dentro del mismo, en la cavidad timpánica, donde penetra uno de sus ramos a través del agujero estilomastoideo.

6. Arteria esternocleidomastoidea (*a. sternocleidomastoidea*). Está destinada al músculo homónimo.

Grupo medio. Está compuesto por restos de las arterias branquiales.

7. Arteria faríngea ascendente (*a. pharyngea ascendens*). Parte del tronco de la carótida externa cerca de su inicio, se dirige hacia arriba por la pared de la faringe, irrigando a ésta, el paladar blando, la tonsila palatina, la tuba auditiva, la cavidad timpánica y la duramadre.

8. Arteria temporal superficial (*a. temporalis superficialis*). Es uno de los dos ramos terminales de la carótida externa que, como prolongación del tronco de dicha arteria, se extiende por delante del meato acústico externo en dirección a la sien, pasando por el espacio subcutáneo, sobre la fascia del músculo temporal, donde puede ser comprimida contra el huesto temporal

(fig. 316). A nivel del borde supraorbitario se divide en dos ramos importantes: uno anterior, el ramo frontal; y otro posterior, el ramo parietal, que se ramifican correspondientemente en las regiones temporal y parietal. En su trayecto emite los siguientes ramos: para la glándula parotídea, la cara lateral del pabellón de la oreja y el meato acústico externo; uno de los ramos, que emerge de la arteria temporal superficial por debajo del arco cigomático, se dirige con el conducto excretor de la parótida hacia delante y se ramifica en la región posterior de la cara; otro ramo, se inicia por encima del arco cigomático y va al ángulo lateral del ojo, destinado al músculo orbicular de los párpados y el hueso cigomático. La temporal superficial irriga también el m. temporal.

9. Arteria maxilar (*a. maxillaris*). Es el otro ramo terminal de la carótida externa. Su corto tronco se subdivide, para facilitar el estudio de sus ramos, en tres porciones: la primera rodea el cuello mandibular, la segunda pasa a la fosa infratemporal por la superficie del músculo pterigoideo lateral, y la tercera penetra en la fosa pterigopalatina (figs. 317 y 318).

Los ramos de la primera porción se dirigen hacia arriba, al meato acústico externo y la cavidad timpánica, donde penetran a través de la fisura petrotimpánica; a la duramadre de la fosa craneal media, la arteria meníngea media (el ramo de mayor calibre de la maxilar), donde penetra a través del agujero espinoso; y hacia abajo, la arteria alveolar inferior, destinada a los dientes inferiores. Esta última se extiende por mandíbula dentro del canal mandibular. Hasta su entrada en el mismo, la alveolar inferior emite el ramo milohioideo para el músculo homónimo, y en el canal irriga con sus ramificaciones a los dientes, y saliendo del canal mandibular por el agujero mentoniano se continúa en la a. mental (*a. mentalis*), que se ramifica en la piel y los músculos de la región mentoniana.

Los ramos de la segunda porción se dirigen a los músculos masticadores y los de las mejillas, recibiendo la denominación correspondiente de los músculos; otros ramos van destinados a la mucosa del seno maxilar y a los dientes molares superiores, las arterias alveolares superiores posteriores.

Ramos de la tercera porción: 1) la arteria infraorbital (*a. infraorbitalis*) penetra en la órbita a través de la fisura orbital inferior, sale a la cara anterior del maxilar, dando ramificaciones para el párpado inferior, el saco lagrimal, el labio superior y las mejillas. Aquí se anastomosa con ramos de la a. facial de tal modo que, en las alteraciones circulatorias del tronco de la maxilar, su zona de irrigación sanguínea puede verse asegurada por la arteria facial. En su trayecto por la órbita, la arteria infraorbital emite ramos para los músculos del bulbo del ojo, y durante su paso por la fisura orbital inferior proporciona ramificaciones para los dientes caninos e incisivos (las arterias alveolares superiores anteriores), y a la mucosa del seno maxilar; 2) ramos para la faringe y la tuba auditiva, parte de los cuales se dirige hacia abajo por el canal palatino mayor y sale a través de los agujeros palatinos mayor y menor, y se ramifica en el paladar óseo y blando; 3) la arteria esfenopalatina, penetra a través del agujero homónimo en la cavidad nasal, dando ramos para la pared lateral de la misma y para el septo nasal; la zona anterior de la cavidad nasal está irrigada por las arterias etmoidales anterior y posterior (ramos de la arteria oftálmica).

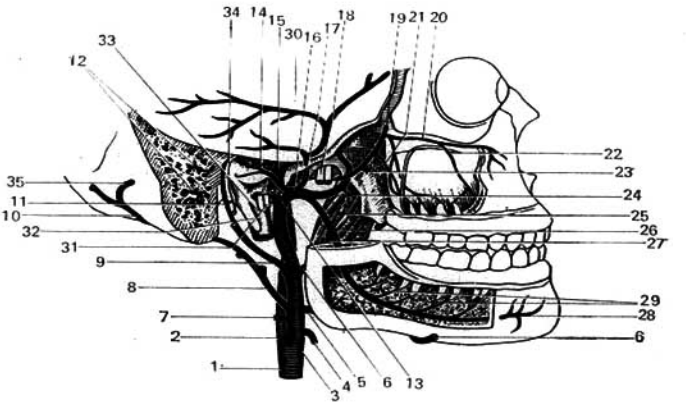


Fig. 317. Arteria maxilar derecha.

1 — arteria carótida común;
2 — arteria carótida interna;
3 — arteria carótida externa;
4 — arteria tiroidea superior;
5 — arteria lingual;
6 — arteria facial;
7 — arteria esternocleidomastoidea;
8 y 10 — arteria occipital;
9 — arteria auricular posterior;
11 — arteria estilomastoidea;
12 — ramos de la arteria occipital;
13 — arteria temporal superficial;
14 — ramo para la cavidad timpánica;
15 — arteria carótida interna;
16 — arteria maxilar;
17 — arteria meníngea media;
18 — nervio mandibular;
19, 23 y 24 — ramos de la arteria maxilar para los músculos masticadores;
20 — arteria infraorbital;
21 — arteria alveolar sup. post.;
22 — arteria alveolar superior anterior;
25 — músculo pterigoideo medial;
26 — arteria alveolar inferior;
27 — ramo para el músculo milohioideo;
28 — arteria mentoniana;
29 — ramos dentales;
30 — meninge duramadre;
31 — nervios vago, glosofaríngeo y accesorio;
32 — proceso estiloideo;
33 — vena yugular interna;
34 — nervio facial;
35 — ramo de la arteria occipital.

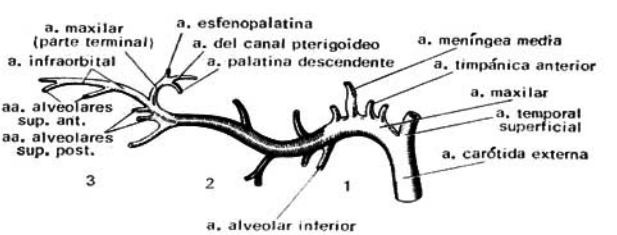


Fig. 318. Esquema de los lugares de partida de los ramos de la arteria maxilar, en sus tres porciones.

ARTERIA CARÓTIDA INTERNA

La arteria carótida interna (*a. carotis interna*) (fig. 319) se inicia en la carótida común, va hacia arriba, a la base del cráneo, y se introduce en el canal carotídeo del temporal. En la región cervical no emite ramificaciones; en su segmento inicial se encuentra por delante de la arteria carótida externa, en correspondencia con el desarrollo del tronco de la aorta torácica situada lateralmente; sin embargo, bien pronto pasa a ocupar su posición en la cara medial de la carótida externa. De acuerdo con la configuración del canal carotídeo, la carótida interna sigue, al principio, verticalmente, después se flexiona en dirección anteromedial y en el vértice del temporal penetra en el cráneo a través del orificio carotídeo interno; flexionándose hacia arriba corre por el surco carotídeo del esfenoides y a nivel del fondo de la silla turca se encorva de nuevo hacia delante, atraviesa el espesor del seno cavernoso

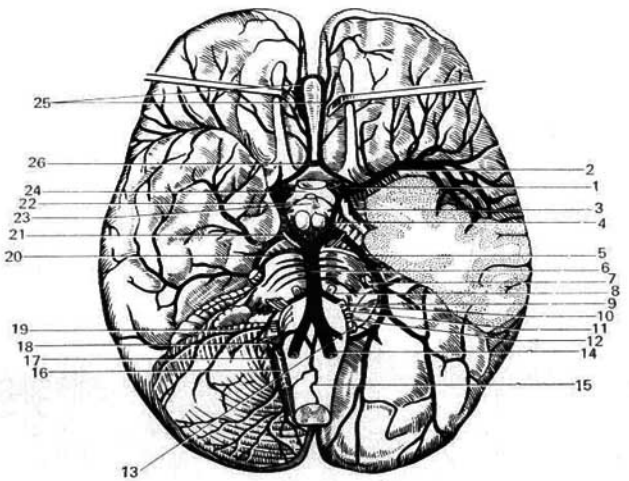


Fig. 319. Arterias del encéfalo (visto por debajo); el hemisferio izquierdo del cerebelo y parte del lóbulo temporal izquierdo han sido extirpados (según R. Sinélnikov).

1 — arteria carótida interna;
2 — arteria cerebral media;
3 — arteria coroidea anterior;
4 — arteria comunicante posterior;
5 — arteria cerebral posterior;
6 — arteria basilar;
7 — nervio trigémino;
8 — nervio abductor;
9 — nervio intermedio;
10 — nervio facial;
11 — nervio vestibulococlear;
12 — nervio glosofaríngeo;
13 — nervio vago;
14 — arteria vertebral;
15 — arteria espinal ant.;
16 y 18 — nervio accesorio;
17 — arteria cerebelosa inf. post.;
19 — arteria cerebelosa inf. ant.;
20 — arteria cerebelosa sup.;
21 — nervio oculomotor;
22 — tracto óptico;
23 — infundíbulo;
24 — quiasma óptico;
25 — arterias cerebrales anteriores;
26 — arteria comunicante anterior.

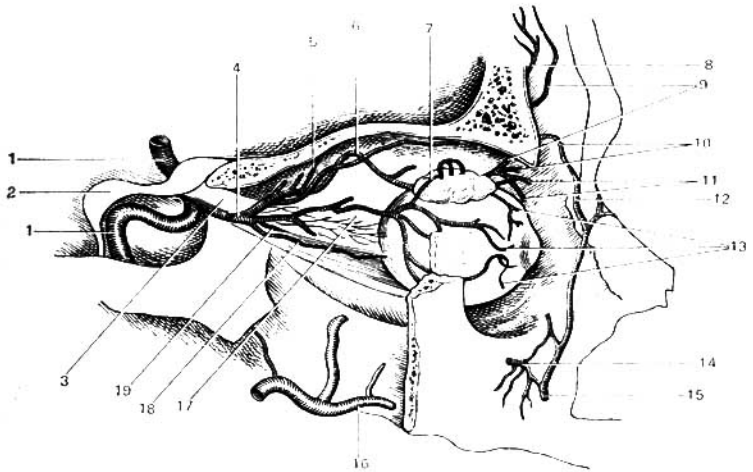


Fig. 320. Ramos de la arteria oftálmica (la pared lateral de la órbita ha sido resecada).

1 — arteria carótida interna;
2 — proceso clinoideo post.;
3 — nervio óptico;
4 — arteria oftálmica;
5 — arteria etmoidal post.;
6 y 18 — arterias ciliares;
7 — arteria lagrimal;
8 y 9 — arteria supraorbital;
10 — arteria dorsal de la nariz y arteria palpebral;
11 — arterias palpebrales mediales;
12 — arteria angular;
13 — arterias ciliares;
14 — arteria infraorbital;
15 — arteria facial;
16 — arteria maxilar;
17 — arterias ciliares;
19 — arteria central de la retina.

y al llegar al canal óptico hace su última flexión, hacia arriba y algo hacia atrás, emitiendo su primera ramificación, la arteria oftálmica, después de lo cual perfora las meninges, la duramadre y la aracnoides, dividiéndose finalmente en sus ramos terminales.

Ramos de la arteria carótida interna:

1. Ramos caroticotimpánicos (*rr. caroticotympanici*). Son ramificaciones muy tenues que penetran en la cavidad timpánica a través de la pared posterior del canal carotídeo.

2. Arteria oftálmica (*a. ophthalmica*) (fig. 320). Penetra a través del conducto óptico en la cavidad orbitaria acompañando al nervio óptico, dividiéndose en sus ramos terminales. En su trayecto en la órbita emite una serie de ramos.

Ramos de la arteria oftálmica: a) ramo para la duramadre, que se anastomosa con la meníngea media (ramo de la arteria maxilar, del sistema de la carótida externa); b) ramo para la glándula lagrimal, la arteria lagrimal; c) ramos para el bulbo del ojo, las arterias ciliares, que terminan en la membrana vascular del ojo; una de ellas, la a. central de la retina, penetra en el

nervio óptico y con él se ramifica en la retina; d) ramos para los músculos del bulbo del ojo; e) ramos para los párpados, las arterias palpebrales laterales y mediales; ambos grupos de arterias, por el borde de cada párpado forman anastomosis, los arcos (tarsales) palpebrales superior e inferior; f) ramos para la mucosa de la cavidad nasal, las arterias etmoidales anterior y posterior; g) arteria supraorbital, que emerge de la órbita por la incisura supraorbital, y h) arteria dorsal de la nariz, que desciende por el borde del dorso de la nariz.

3. Arteria cerebral anterior (*a. cerebri anterior*). Es la de menor dimensión, se dirige hacia delante y medialmente, a la cisura longitudinal del cerebro y contorneando el cuerpo calloso se extiende por la superficie interna del hemisferio cerebral dirigiéndose hacia atrás, hasta el inicio del lóbulo occipital, emitiendo en su trayecto ramos para la corteza cerebral. Al comienzo de la cisura longitudinal se anastomosa con la arteria homónima del otro lado mediante un tronco transverso, la arteria comunicante anterior.

4. Arteria cerebral media (*a. cerebri media*). Se dirige lateralmente introduciéndose en el surco lateral, donde, en la superficie de la ínsula, se subdivide en ramos que salen a la superficie del hemisferio, asegurando la irrigación de los lóbulos frontal, temporal y parietal, excepto la zona posterior del mismo, que es irrigado por el sistema de la arteria vertebral.

5. Arteria coroidea anterior (*a. chorioidea*) del plexo vascular. Se dirige hacia atrás y lateralmente, y después de alcanzar la superficie del lóbulo temporal penetra en el pie del hipocampo del ventrículo lateral, terminando en el plexo coroideo.

6. Arteria comunicante posterior (*a. communicans posterior*). Parte de la carótida interna casi inmediatamente después del inicio de la oftálmica y se dirige hacia atrás para ir a desembocar en la arteria cerebral posterior, ramo de la arteria vertebral.

La arteria comunicante anterior, los segmentos iniciales de las arterias cerebrales anteriores, las comunicantes posteriores y las cerebrales posteriores al anastomosarse en el espacio subaracnoideo de la base del cerebro forman un círculo arterial cerrado, **el círculo arterial del cerebro** (*circulus arteriosus cerebri*) (polígono de Willis) (véase fig. 319).

ARTERIA SUBCLAVIA

La arteria subclavia izquierda es la única que pertenece al grupo de ramos que parten directamente del arco de la aorta, pues la subclavia derecha es ramo del tronco braquiocefálico. A eso se debe que la a. subclavia derecha sea algo más corta que la izquierda (73 mm en contra de 100 mm) (fig. 321).

La arteria subclavia forma un arco de convexidad superior que contornea la cúpula de la pleura. Abandona la cavidad torácica a través de su apertura superior y al llegar a la clavícula se extiende por el surco subclavio de la primera costilla, flexionándose a través de la misma. Aquí la arteria puede ser comprimida contra la primera costilla, por detrás del tubérculo del escaleno, con el fin de coartar una hemorragia. Más adelante, la subclavia se extiende a la fosa axilar donde, a partir del borde externo de la primera costilla, recibe la denominación de arteria axilar. En su trayecto la arteria cruza acompañada del plexo nervioso braquial a través del espacio interescaleno y por eso en ella se distinguen 3 porciones: la primera, desde su origen

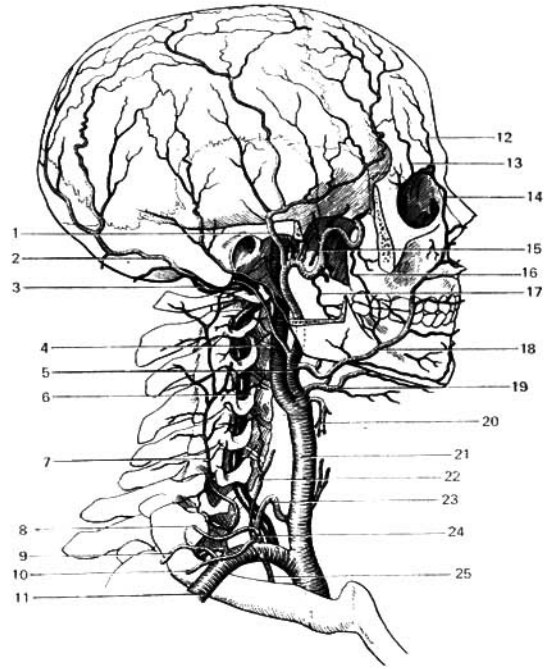


Fig. 321. Arteria subclavia, arteria carótida común y ramos de la arteria carótida externa.

1 — arteria temporal superficial;
2 — arteria occipital;
3 — arteria vertebral;
4 — arteria carótida interna;
5 — arteria carótida externa;
6 — arteria vertebral;
7 — arteria cervical profunda;
8 — arteria cervical superficial;
9 — arteria transversa del cuello;
10 — arteria supraescapular;
11 — arteria subclavia;
12 y 13 — arteria supraorbital;
14 — arteria angular;
15 — arteria maxilar;
16 — arteria bucal;
17 — arteria alveolar inferior;
18 — arteria facial;
19 — arteria lingual;
20 — arteria tiroidea superior;
21 — arteria carótida común;
22 — arteria cervical ascendente;
23 — arteria tiroidea inferior;
24 — tronco tirocervical;
25 — arteria torácica interna.

hasta la entrada en el espacio interescaleno; la segunda, en su trayecto por este espacio; y la tercera, desde su salida del mismo hasta su continuación en la arteria axilar.

Ramos de la primera porción de la subclavia (hasta su entrada en el espacio interescaleno).

1. Arteria vertebral (*a. vertebralis*). Es el primer ramo que parte hacia arriba en el espacio existente entre los músculos escaleno anterior y largo del cuello, se dirige hacia el agujero transverso de la VI vértebra cervical y se eleva a través de los agujeros transversos de las vértebras cervicales hasta llegar a la membrana occipitoatloidea posterior; después de perforarla penetra en el cráneo a través del agujero magno. En la cavidad craneal las arterias vertebrales, izquierda y derecha, se unen en la línea media y cerca del borde posterior del puente se fusionan en un solo tronco arterial, impar, el tronco basilar. Durante su trayecto, las vertebrales emiten ramitos para los músculos, la médula espinal y la duramadre (en la región de la fosa craneal posterior), así como ramos más importantes:

a) **Arteria espinal anterior** (*a. spinalis anterior*). Se origina en la cavidad del cráneo, cerca del punto de fusión de las dos vertebrales, y va hacia abajo y al plano medio, al encuentro de la arteria homónima del otro lado, fusionándose en un solo tronco.

b) **Arteria espinal posterior** (*a. spinalis posterior*). Parte de la a. vertebral inmediatamente después de su entrada en la cavidad craneal, dirigiéndose también hacia abajo por los lados de la médula espinal. Como resultado de ello, a lo largo de la médula descienden tres troncos arteriales: uno impar, por la cara anterior, la a. espinal anterior, y las dos arterias espinales posteriores, que se extienden, una a cada lado, por la cara posterolateral. Durante su trayecto hasta el extremo inferior de la médula espinal reciben a través de los agujeros intervertebrales refuerzos en forma de ramos espinales: en el cuello estos ramos proceden de las vertebrales; en el tórax, de las arterias intercostales posteriores, y en la región lumbar, de las arterias lumbares. A través de estos ramos se establecen anastomosis de la vertebral con la subclavia y la aorta descendente.

c) **Arteria cerebelosa inferoposterior** (*a. cerebelli inferior posterior*). Es el ramo de mayor calibre de la vertebral (véase fig. 319) que, iniciándose cerca del puente, se dirige hacia atrás y rodeando la médula oblongada, se ramifica por la cara inferior del cerebelo.

Arteria basilar (*a. basilaris*). Está formada por la unión de las dos arterias vertebrales, se extiende por el surco medio del puente y en el borde anterior del mismo se bifurca en las dos aa. cerebrales posteriores, derecha e izquierda, que van hacia atrás y arriba, y después de contornear la cara lateral de los pedúnculos cerebrales se ramifican por las caras inferior, medial y lateral, de los lóbulos occipitales. Recibiendo la afluencia de las comunicantes posteriores, ya descritas, procedentes de la carótida interna, las cerebrales posteriores participan en la formación del polígono de Willis. De la arteria basilar parten ramitos destinados al puente, el oído interno (al que llega a través del meato acústico interno) y dos ramos para el cerebelo: la arteria cerebelosa inferoanterior y la arteria cerebelosa superior.

La arteria vertebral, que se extiende paralelamente al tronco de la arteria carótida común, participa con la misma en la irrigación del encéfalo, constituyendo así un vaso colateral para la cabeza y el cuello. Las dos vertebrales fusionadas en la basilar y las dos arterias espinales anteriores fusionadas en un solo tronco, forman el anillo arterial de Zajarchenko que, a la par con el polígono de Willis, tiene importancia para la circulación colateral de la médula oblongada.

2. Tronco tirocervical (*truncus thyreocervicalis*). Parte de la cara superior

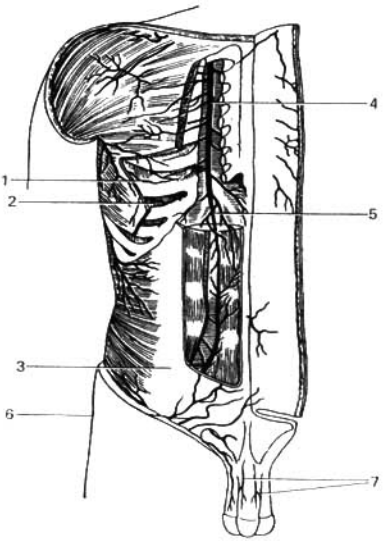


Fig. 322. Arteria torácica interna y arteria epigástrica inferior.

1 — arteria intercostal post. IV;
2 — arteria musculofrénica;
3 — arteria epigástrica inferior;
4 — arteria torácica interna;
5 — arteria epigástrica sup.;
6 — arteria epigástrica superficial;
7 — arterias dorsales del pene.

de la arteria subclavia, en el borde medial del escaleno anterior; el tronco tiene unos 4 mm de longitud, después de lo cual se subdivide en los ramos siguientes: a) arteria tiroidea inferior, que se dirige a la cara posterior de la glándula tiroidea, pasando entre la carótida común, por delante, y la vertebral, por detrás, emitiendo la arteria laríngea inferior que se ramifica en los músculos y la mucosa de la laringe, anastomosándose con la arteria laríngea superior; también da ramos para la tráquea, el esófago y la glándula tiroidea; estos últimos se anastomosan con los ramos de la a. tiroidea superior, perteneciente al sistema de la carótida externa; b) arteria cervical ascendente, que se extiende hacia arriba por el trayecto del escaleno anterior, proporcionando ramos para los músculos profundos del cuello; c) arteria supraescapular, que desde su origen se dirige hacia abajo y lateralmente, hacia la incisura escapular, contornea el lig. transverso de la escápula y se ramifica en los músculos posteriores de la misma; presenta anastomosis con la circunfleja de la escápula.

3. Arteria torácica interna (*a. thoracica interna*) (fig. 322). Parte de la subclavia frente al inicio de la vertebral y se dirige abajo y medialmente, aplicada a la pleura; a partir del cartílago de la primera costilla se va verticalmente hacia abajo a unos 12 mm del borde del esternón. Llegando al borde inferior del 7° cartílago costal, la torácica interna se divide en dos ramos terminales: la arteria musculofrénica, que se extiende lateralmente por la línea de inserción del diafragma, emitiendo pequeños ramos para el mismo y para los espacios intercostales vecinos; y la arteria epigástrica superior,

que continuando el trayecto descendente de la torácica interna, penetra en la vaina del recto abdominal y a nivel del ombligo se anastomosa con la arteria epigástrica inferior (ramo de la a. ilíaca externa). Durante su trayecto la torácica interna emite ramos para las formaciones anatómicas vecinas: tejido conjuntivo del mediastino anterior, el timo, el extremo inferior de la tráquea y los bronquios, para los seis espacios intercostales superiores y para la glándula mamaria. Su ramo más largo, la arteria pericardiofrénica, se dirige al diafragma junto con el nervio frénico, emitiendo durante su trayecto pequeños ramos para la pleura y el pericardio. Sus ramos intercostales anteriores se dirigen a los seis espacios intercostales superiores, donde se anastomosan con las arterias intercostales posteriores (procedentes de la aorta).

Ramos de la segunda porción de la subclavia:

4. **Tronco costocervical** (*truncus costocervicalis*). Parte en el espacio interescaleno y se dirige hacia atrás y arriba, llegando al cuello de la primera costilla, donde se divide en dos ramos: a) arteria cervical profunda, que penetra en los músculos posteriores del cuello, emitiendo pequeños ramos para la médula espinal que se extienden por el canal vertebral, y b) arteria intercostal superior, que emite ramificaciones para los dos primeros espacios intercostales.

Ramos de la tercera porción de la subclavia:

5. **Arteria transversa del cuello** (*a. transversa colli*). Perfora el plexo braquial, nutre a los músculos vecinos y desciende a lo largo del borde vertebral de la escápula hasta el ángulo inferior de la misma.

ARTERIA AXILAR

La arteria axilar (*a. axillaris*) es prolongación directa de la subclavia, que a su vez se continúa en la braquial. El límite proximal del tronco de la axilar está indicado por el borde externo de la primera costilla, y su límite distal por el borde inferior del músculo redondo mayor (lugar de origen de la arteria braquial). La arteria se extiende por la cavidad axilar, medial a la articulación humeral y el húmero; por delante y medialmente se extiende la vena axilar, y por tres lados los troncos nerviosos del plexo braquial; por debajo, este fascículo neurovascular está cubierto por la piel, la fascia y una acumulación de tejido adiposo que contiene linfonodos (fig. 323).

En el trayecto de la axilar se distinguen tres porciones: 1) desde la clavícula hasta el borde superior del pectoral menor (trígono clavipectoral); 2) por detrás de dicho músculo (trígono pectoral), y 3) desde el borde inferior del pectoral menor hasta el borde inferior del pectoral mayor (trígono subpectoral).

Ramos de la arteria axilar en el trígono clavipectoral:

1) **Arteria torácica superior.** Da ramificaciones para el músculo subclavio, los dos músculos pectorales, el músculo serrato anterior y los músculos intercostales vecinos.

2) **Arteria acromiotorácica.** Se inicia en el borde superior del pectoral menor y se divide en ramos, parte de los cuales van hacia arriba y lateralmente, en dirección al acromion, donde se anastomosan con la arteria supraescapular constituyendo una red vascular que participa en la irrigación de la articulación del hombro; la otra parte se dirige al deltoides y los dos músculos pectorales.

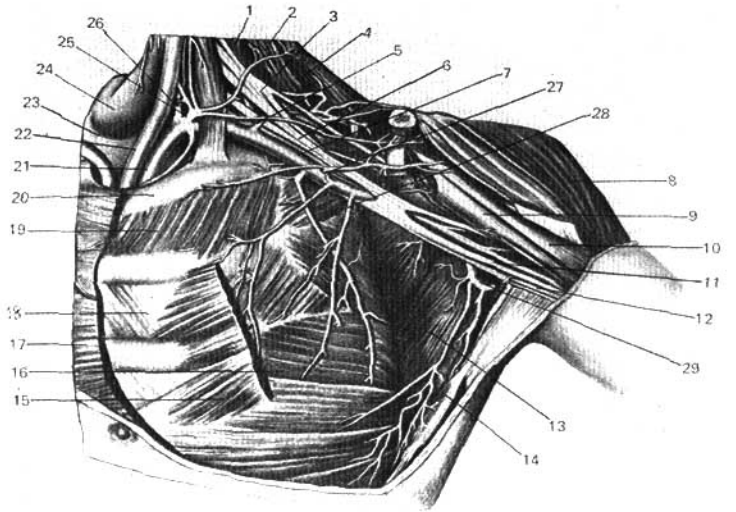


Fig. 323. Arterias subclavia y axilar.

1 — músculo escaleno medio;
2 — músculo elevador de la escápula;
3 y 6 — plexo braquial;
4 — músculo trapecio;
5 — arteria transversa del cuello;
7 — arteria axilar;
8 — músculo deltoideo;
9 — músculo caracobraquial;
10 — músculo bíceps braquial (cabeza breve);
11 — nervio mediano;
12 — nervio ulnar (cubital);
13 — músculo subescapular;
14 — *músculo dorsal ancho (latísimo)*;
15 — músculo pectoral menor;
16 — músculo serrato anterior;
17 — músculo pectoral mayor;
18 — músculo intercostal int.;
19 — músculo intercostal externo;
20 — primera costilla;
21 — arteria subclavia izquierda;
22 — *arteria carótida común izquierda*;
23 — tráquea;
24 — glándula tiroidea;
25 — tronco tirocervical;
26 — arteria vertebral;
27 — arteria acromiotorácica;
28 — arteria torácica lateral;
29 — *arteria subescapular.*

En el trígono pectoral:

3) **Arteria torácica lateral.** Desciende por la pared lateral del tórax emitiendo ramos para la glándula mamaria y los músculos vecinos.

En el trígono subpectoral:

4) **Arteria subescapular.** Es el ramo de mayor calibre de la axilar; se inicia cerca del borde inferior del músculo subescapular, se extiende a lo largo de dicho músculo, al que proporciona ramificaciones; bien pronto se divide en dos troncos: a) el ramo circunflejo escapular, que al atravesar el agujero trilateral pasa a la cara posterior de la escápula, donde se anastomosa

con la arteria supraescapular, y b) el ramo toracicodorsal, que es la continuación de la arteria subescapular a lo largo del borde lateral de la escápula.

5. **Arteria circunfleja humeral posterior** (*a. circumflexa humeri posterior*). Va hacia atrás, al agujero cuadrilátero, y rodea por detrás el cuello quirúrgico del húmero; está cubierta por el músculo deltoideo, para el que emite ramificaciones.

6) **Arteria circunfleja humeral anterior** (*a. circumflexa humeri anterior*). Es de menor dimensión que la anterior, se inicia al mismo nivel, va en dirección lateral, rodea por delante el cuello quirúrgico del húmero y se anastomosa con la circunfleja humeral posterior; emite ramos para los músculos y la articulación del hombro.

Todos los ramos de la axilar se anastomosan ampliamente con los de la subclavia, y por eso la ligadura de la axilar por encima del punto de partida de la arteria subescapular es más ventajosa que la aplicación de la ligadura más abajo. De igual modo, la ligadura de la arteria subclavia en su segmento inicial acarrea frecuentemente la gangrena, mientras que las ligaduras más distales al punto de partida del tronco tirocervical no se acompañan de dichas complicaciones.

ARTERIA BRAQUIAL

La arteria braquial (*a. brachialis*) (fig. 324) es continuación directa de la axilar. Se inicia en el borde inferior del redondo mayor, se extiende por el surco intertubercular medial hasta el pliegue del codo, donde a nivel del cuello del radio se divide en sus ramos terminales: las arterias radial y ulnar (cubital). Durante su trayecto por el surco intertubercular se acompaña por dos venas braquiales y por los nervios mediano, ulnar, braquiocutáneo medial y antebraquiocutáneo medial. Aparte de las pequeñas ramificaciones para el húmero y los músculos, la arteria braquial (humeral) emite los ramos siguientes:

1. **Arteria braquial profunda** (*a. profunda brachii*) (fig. 325). Parte de la braquial en la porción inicial de esta última; constituye un ramo de bastante calibre que, junto con el nervio radial, se extiende por el surco radial, emitiendo en su trayecto la arteria nutricia del húmero, dividiéndose luego en la arteria colateral media, que penetra en el espesor del tríceps y se anastomosa con la arteria recurrente interósea (ramo de la arteria interósea posterior), y la arteria colateral radial; esta última sale a la superficie a través del extremo inferior del surco radial, se dirige por delante del epicóndilo lateral y se anastomosa con la recurrente radial (ramo de la arteria radial). La arteria braquial profunda se inicia, con bastante frecuencia (50%), conjuntamente con otros ramos de la braquial o de la axilar, y en muchos casos (30%) falta por completo (T. Bogdiash, 1963).

2. **Arteria colateral ulnar superior** (*a. collateralis ulnaris superior*). Se inicia en la braquial, en el tercio medio del brazo o algo más arriba, y desciende hasta el surco existente por detrás del epicóndilo medial, donde se anastomosa con la a. recurrente ulnar posterior (ramo de la arteria ulnar).

3. **Arteria colateral ulnar inferior** (*a. collateralis ulnaris inferior*). Se inicia en el lado medial de la braquial, casi 5 cm por encima de la terminación

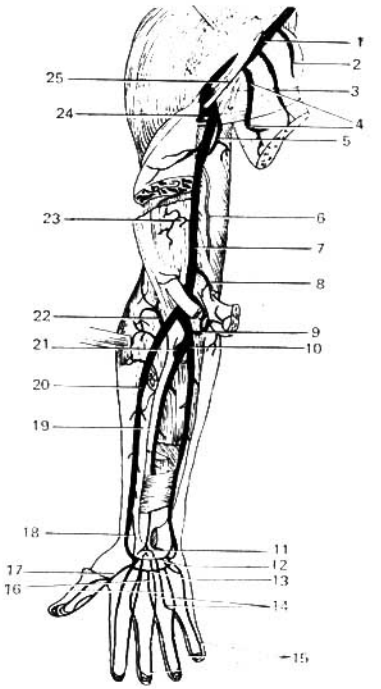


Fig. 324. Arterias del miembro superior derecho (cara anterior).

1 — arteria axilar;
2 — ramo muscular;
3 — arteria torácica lateral;
4 — arteria subescapular y su ramo toracodorsal;
5 — arteria braquial profunda;
6 — arteria colateral ulnar superior;
7 — arteria braquial;
8 — arteria colateral ulnar inferior;
9 — arteria recurrente ulnar;
10 — arteria ulnar (cubital);
11 — red carpiana palmar;
12 — arco palmar profundo;
13 — arco palmar superficial;
14 — arterias metacarpianas palmares;
15 — arterias digitales palmares propias;
16 — arterias digitales palmares comunes;
17 — arteria principal del pulgar;
18 — arteria radial;
19 — arteria interósea anterior;
20 — arteria radial;
21 — arteria interósea común;
22 — arteria recurrente radial;
23 — ramos musculares;
24 — arteria circunfleja humeral posterior;
25 — plexo braquial.

de esta última, se dirige oblicuamente por la superficie del músculo braquial en dirección descendente y se anastomosa por delante del epicóndilo medial con la a. recurrente ulnar anterior (ramo de la arteria ulnar).

ARTERIA RADIAL

La arteria radial (*a. radialis*) (fig. 324) es, por su dirección, la prolongación de la arteria braquial. Se extiende medialmente al músculo braquiorradial, al principio cubierta por el mismo, y sigue luego por el surco radial; en el tercio inferior del antebrazo, donde los músculos se continúan en sus tendones, la radial está cubierta superficialmente tan sólo por la fascia y la piel, lo que proporciona condiciones óptimas para la exploración del pulso. Llegando al vértice del proceso estiloideo del radio, la arteria pasa a la región dorsal, rodeando el borde lateral del carpo y extendiéndose por la «taba-

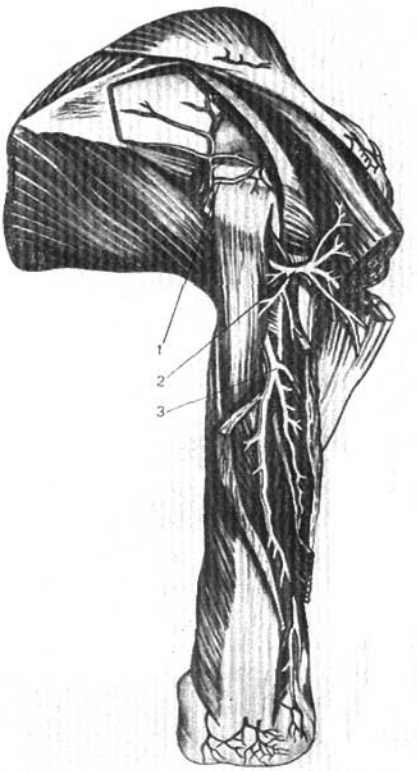


Fig. 325. Vasos de la escápula y del brazo derecho (vista posterior).

1 — arteria circunfleja escapular;
2 — *arteria circunfleja humeral posterior;*
3 — arteria braquial profunda.

quera anatómica» sale a la palma de la mano en el primer espacio interóseo, entre las bases de los I y II metacarpianos. En la palma de la mano la arteria radial, conjuntamente con el ramo profundo de la arteria ulnar, forma el arco palmar profundo.

Ramos de la arteria radial:

1. Arteria recurrente radial (*a. recurrens radialis*). Se inicia en la fosa

ulnar y se extiende en dirección proximal hacia la cara anterior del epicóndilo lateral, donde se anastomosa con la arteria colateral radial (ramo terminal de la arteria braquial profunda), antes citada.

2. **Ramos musculares** (*rami musculares*), para los músculos vecinos.

3. **Ramo carpiano palmar** (*ramus carpeus palmaris*). Se inicia en la parte inferior del antebrazo y se dirige hacia el lado ulnar, al encuentro del ramo análogo de la arteria ulnar. Por la anastomosis del carpiano palmar con la ulnar se forma la red carpiana palmar (*rete carpi palmare*).

4. **Ramo palmar superficial** (*ramus palmaris superficialis*). Pasa por la superficie del tenar o penetra en sus capas superficiales y al unirse con el extremo de la ulnar participa en la formación del arco palmar superficial.

5. **Ramo carpiano dorsal** (*ramus carpeus dorsalis*). Se inicia en la región de la «tabaquera anatómica» y con el ramo homónimo de la ulnar forma la red carpiana dorsal (*rete carpi dorsale*), que recibe también pequeños ramos de las arterias interóseas anterior y posterior (*aa. interosseae anterior et posterior*).

6. **Arteria primera metacarpiana dorsal** (*a. metacarpea dorsalis prima*). Se extiende por el dorso de la mano hacia el lado ulnar del dedo índice y hacia ambos lados del pulgar.

7. **Arteria principal del pulgar** (*a. princeps pollicis*). Se inicia en el lugar donde esta última penetra en la palma de la mano a través del primer espacio interóseo, y extendiéndose por la superficie palmar del I metacarpiano se divide en las arterias digitales palmares, que se dirigen a ambos lados del pulgar y al lado ulnar del índice.

ARTERIA ULNAR

La arteria ulnar (*a. ulnaris*) (fig. 324) es uno de los dos ramos terminales (el de mayor calibre) de la braquial. Desde su origen en la fosa ulnar (frente al cuello del radio) pasa por debajo del pronador redondo y hasta el tercio medio del antebrazo se extiende oblicuamente, desviándose hacia el lado ulnar. En los dos tercios inferiores corre paralelamente a la ulna, al principio entre el flexor superficial de los dedos y el flexor ulnar del carpo; en su tercio inferior, gracias a la continuación de los músculos en tendones, se localiza más superficialmente (en el surco ulnar). Por el lado radial del pisiforme la ulnar (cubital) penetra en el canal ulnar del carpo (*canalis carpi ulnaris*) (en el espacio interfascial), y al pasar a la palma de la mano entra en la composición del arco palmar superficial.

Ramos de la arteria ulnar:

1. **Arteria recurrente ulnar** (*a. recurrens*). Forma dos ramos, anterior y posterior, que van en dirección proximal; estos ramos pasan por delante y por detrás del epicóndilo medial, anastomosándose con las arterias colaterales ulnares, superior e inferior. Gracias a estas anastomosis y a la anastomosis de la braquial profunda con la radial, antes citada, se forma alrededor de la articulación del codo una red arterial completa (red articular de codo).

2. **Arteria interósea común** (*a. interossea communis*). Es un tronco corto que se dirige a la membrana interósea y en el borde proximal de la misma se divide en dos ramos: a) la arteria interósea anterior, que por la superficie anterior de la membrana alcanza el músculo pronador cuadrado y, al perfo-

rar la membrana, pasa al dorso de la mano para ir a terminar en la red dorsal del carpo; al comienzo de su trayecto, la interósea anterior emite la arteria del nervio mediano (que se dirige a la palma de la mano junto con el nervio mediano), las arterias nutricias del radio y de la ulna (aa. de las diáfisis del radio y la ulna), para los huesos del antebrazo, y los ramos musculares para los músculos vecinos; b) la arteria interósea posterior, que pasa a través del orificio superior de la membrana interósea hacia el lado dorsal, emite la arteria interósea recurrente, y se sitúa entre las capas superficial y profunda de los músculos extensores hasta la región del carpo, donde se anastomosa con la arteria interósea anterior.

3. Ramo carpiano palmar (*ramus carpeus palmaris*). Va al encuentro del ramo homónimo de la arteria radial con el que se anastomosa.

4. Ramo carpiano dorsal (*ramus carpeus dorsalis*). Se origina cerca del pisiforme y se dirige por debajo del músculo flexor ulnar del carpo hacia el lado dorsal, al encuentro del ramo homónimo de la arteria radial.

5. Ramo palmar profundo (*ramus palmaris profundus*). Se extiende por debajo de los tendones y nervios de la palma de la mano, y junto con la arteria radial (véase más arriba) participa en la formación del arco palmar profundo.

ARCOS ARTERIALES Y ARTERIAS DE LA MANO

En la región del carpo existen dos redes arteriales: una palmar —red carpiana palmar—; y otra dorsal — red carpiana dorsal (figs. 326, 327).

Red carpiana palmar (*rete carpi palmare*). Está formada por la unión de los ramos carpianos palmares de las arterias radial y ulnar (véase más arriba), y por pequeñas ramificaciones de la interósea anterior. La red carpiana palmar está situada en el aparato ligamentoso del carpo, por debajo de los tendones de los músculos flexores; sus ramos nutren los ligamentos y las articulaciones mediocarpiana y radiocarpiana.

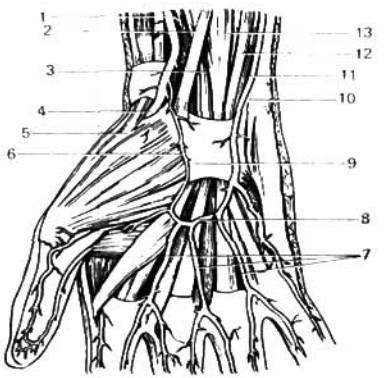


Fig. 326. Arco arterial palmar superficial; mano derecha.

1 y 4 — arteria radial;
2 — músculo flexor radial del carpo;
3 — nervio mediano;
5 — músculo abductor largo del pulgar;
6 — ramo palmar superficial de la arteria radial;
7 — arterias digitales palmares comunes;
8 — arco palmar superficial;
9 — retináculo de los flexores;
10 — hueso pisiforme;
11 — arteria ulnar;
12 y 13 — músculo flexor superficial de los dedos.

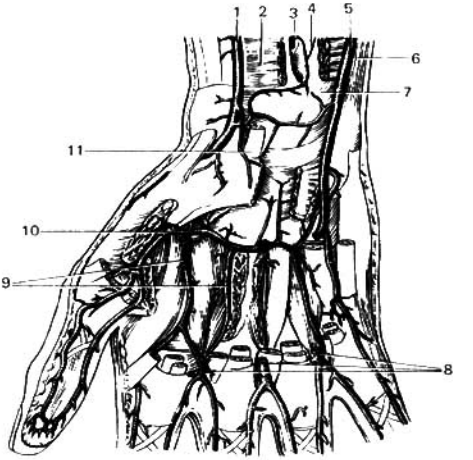


Fig. 327. Arco arterial palmar profundo; mano derecha.
1 — arteria radial;
2 — músculo pronador cuadrado;
3 — arteria interósea anterior;
4 — membrana interósea;
5 — arteria ulnar;
6 — tendón del músculo flexor ulnar del carpo;
7 — ulna;
8 — arterias digitales palmares comunes;
9 — arterias metacarpianas palmares;
10 — arco palmar profundo;
11 — tendón del músculo flexor radial del carpo.

La red carpiana dorsal se forma por la unión de los ramos carpianos dorsales de las aa. radial y ulnar, y pequeñas ramificaciones de las arterias interóseas; se encuentra debajo de los tendones de los músculos extensores, dando los siguientes ramos: a) para las articulaciones vecinas (ramos articulares) y b) para los espacios intermetacarpianos segundo, tercero y cuarto (arterias metacarpianas dorsales); en la base de los dedos cada una se divide en dos ramos para los dedos (arterias digitales dorsales).

En la palma de la mano existen dos arcos arteriales, superficial y profundo.

Arco palmar superficial (*arcus palmaris superficialis*). Está situado debajo de la aponeurosis palmar. Siendo como una prolongación de la arteria ulnar, el arco va disminuyendo de calibre hacia el lado radial, donde en su composición entra el ramo palmar superficial de la radial. Del lado convexo, distal, del arco superficial parten cuatro arterias digitales palmares comunes. Tres de ellas se extienden en correspondencia con el segundo, tercer y cuarto espacios intermetacarpianos; y la cuarta, hacia el lado ulnar del dedo meñique. En los pliegues cutáneos interdigitales cada uno de estos ramos se divide en dos arterias digitales palmares, las cuales se dirigen por los lados opuestos de los dedos vecinos.

Arco palmar profundo (*arcus palmaris profundus*). Está situado profundamente, debajo de los tendones de los músculos flexores, en las bases de los metacarpianos y ligamentos, a un nivel más proximal que el arco superficial. El arco profundo, estando formado principalmente por la arteria radial, contrariamente al arco superficial, va disminuyendo de calibre hacia el lado ulnar de la mano, donde está constituido por el ramo palmar profundo

de la ulnar, relativamente delgado. Del lado convexo del arco profundo parten en dirección distal, hacia el segundo, tercero y cuarto espacios intermetacarpianos, tres arterias metacarpianas palmares, las cuales, en los pliegues cutáneos interdigitales se anastomosan con los extremos de las arterias digitales palmares comunes. Del arco parten también, en dirección dorsal, atravesando los espacios interóseos (segundo, tercero y cuarto), tres pequeños ramos (arterias perforantes) que pasando al dorso de la mano se anastomosan con las arterias metacarpianas dorsales.

Los arcos arteriales, superficial y profundo, constituyen un dispositivo funcional muy importante: a causa de la función prensora de la mano, los vasos sanguíneos de la misma sufren con frecuencia compresiones. Al alterarse la circulación sanguínea en el arco palmar superficial, la irrigación de la mano no se perturba, puesto que el aporte de sangre está asegurado en dichos casos por las arterias del arco profundo. Dispositivos análogos están constituidos por las redes articulares, gracias a las cuales la sangre circula libremente en las articulaciones, a pesar de las compresiones y distensiones vasculares consecutivas a los movimientos. En todo el miembro superior existen ricas posibilidades para el desenvolvimiento de la circulación colateral. El vaso colateral para la arteria braquial es la braquial profunda; y para la arteria ulnar, la interósea común.

RAMOS DE LA AORTA DESCENDENTE

De acuerdo con la existencia en el organismo de formaciones de la vida animal (paredes del cuerpo) y de la vida vegetativa (vísceras), el conjunto de ramos de la aorta descendente se clasifican en parietales, destinados a las paredes de las cavidades (ramos parietales), y viscerales, destinados al contenido de dichas cavidades, es decir, a las vísceras (ramos viscerales).

RAMOS DE LA AORTA TORÁCICA

La porción torácica de la aorta descendente (*aorta thoracica*) (derivada de la aorta dorsal) emite los siguientes ramos (figs. 314, 328).

Ramos viscerales:

1. Ramos bronquiales (para la nutrición del pulmón, como órgano); entran en los pulmones siguiendo el trayecto de los bronquios y llevan la sangre arterial a los linfonodos y el parénquima pulmonar, llegando hasta los alvéolos. (Se han descrito casos en que el punto de partida de las arterias bronquiales se hallaba en la aorta abdominal.)

2. Ramos esofágicos, que en las paredes del esófago se anastomosan; en el segmento superior con los ramos de la tiroidea inferior y en el segmento inferior con los de la arteria gástrica izquierda.

3. Ramos mediastínicos, destinados a los linfonodos y el tejido conjuntivo del mediastino posterior.

4. Ramos pericardíacos, destinados al pericardio.

Ramos parietales:

De acuerdo con la estructuración segmentaria de las paredes de la cavidad torácica, se tienen **las arterias intercostales posteriores** (aórticas) **segmentarias,** en número de 10 pares (III-XII), que parten de la aorta (los dos pares supe-

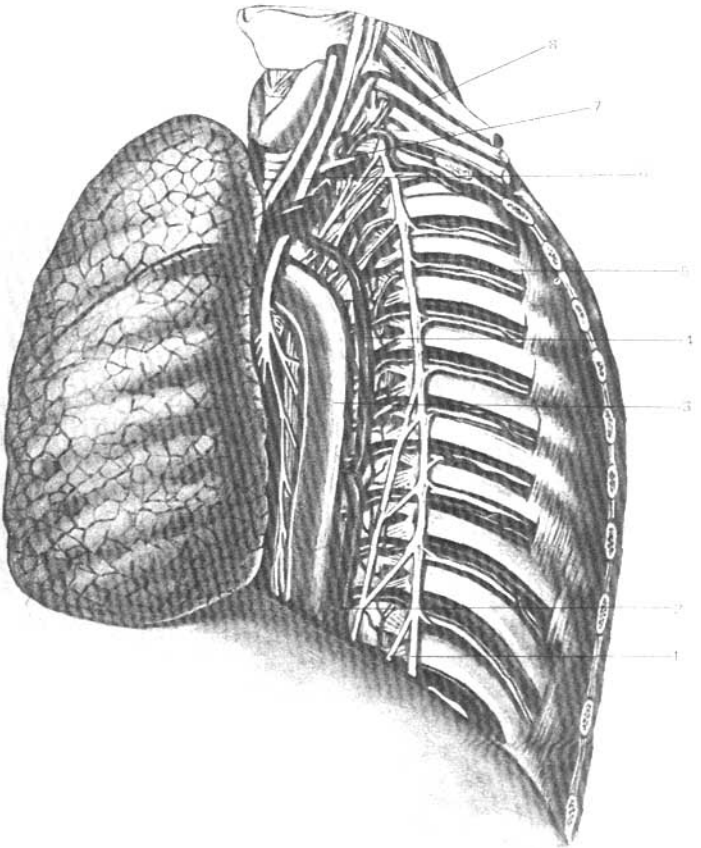


Fig. 328. Vasos y nervios de la pared posterior de la mitad izquierda de la cavidad torácica (el pulmón ha sido separado).

1 — tronco simpático;
2 — vena hemiácigos;
3 — aorta descendente;
4 — vena hemiácigos accesoria;
5 — arteria y vena intercostales posteriores y nervio intercostal;
6 — nervio vago;
7 — arteria subclavia;
8 — plexo braquial.

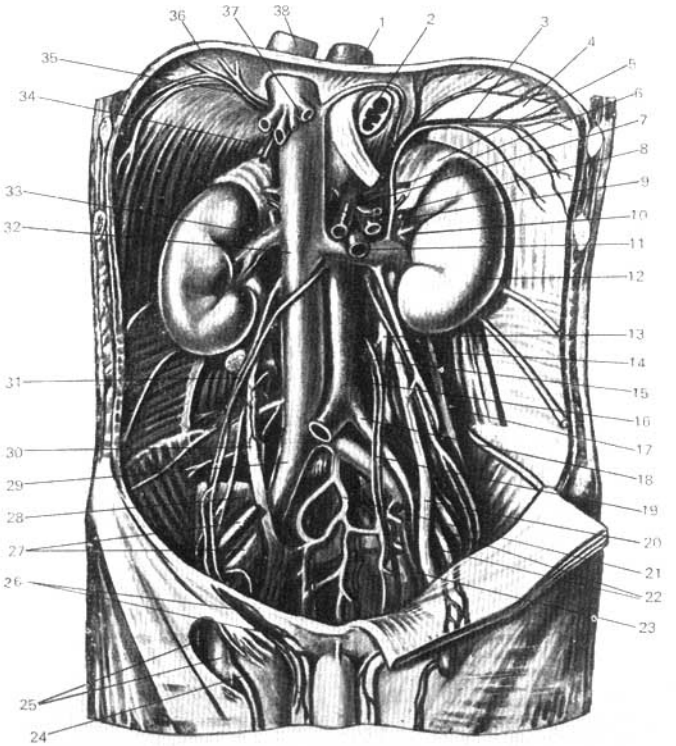


Fig. 329. Aorta abdominal y sus ramos (según Kiss-Szentágothai).

1 — aorta torácica;
2 — esófago;
3 y 35 — a. frénica inferior (derecha e izquierda);
4 y 36 — diafragma;
5 — glándula suprarrenal izquierda;
6 y 34 — arteria suprarrenal superior (derecha e izquierda);
7 — tronco celíaco;
8 — arteria suprarrenal media;
9 — arteria suprarrenal inferior;
10 — arteria renal;
11 — arteria mesentérica superior;
12 — riñón izquierdo;
13 — tronco simpático;
14 y 31 — arteria y vena testiculares (derecha e izquierda);
15 — arteria mesentérica inferior;
16 — aorta abdominal;
17 — músculo cuadrado lumbar;
18 — arteria ilíaca común;
19 — arteria rectal superior;
20 y 30 — uréteres;
21 — arteria y vena sacras medias;
22 y 27 — arteria y vena ilíacas externas;
23 — arteria ilíaca interna;
24 — vena safena magna;
25 — arteria y vena femorales;
26 — funículo espermático;
28 — músculo psoas mayor;
29 — vena ilíaca común;
32 y 38 — vena cava inferior;
33 — vena renal;
37 — venas hepáticas.

riores se inician en el tronco costocervical). El XII par se extiende por debajo de las costillas y se denominan **arterias subcostales** (*a. subcostalis*).

Al comienzo de los espacios intercostales, cada arteria emite un ramo dorsal (*ramus dorsalis*) destinado a la médula espinal y a los músculos y la piel de la espalda. La continuación del tronco inicial de la intercostal posterior, que es la arteria intercostal propiamente dicha, se extiende por el surco costal. Hasta llegar al ángulo de la costilla está aplicada directamente a la pleura; más adelante, se sitúa entre los músculos intercostales externo e interno, y por su extremo anterior se anastomosa con los ramos intercostales anteriores de la arteria torácica (mamaria) interna. Las tres arterias intercostales inferiores se anastomosan con la epigástrica superior. Durante su trayecto, las intercostales emiten ramificaciones para los músculos, las costillas y la piel, y en la mujer, para la glándula mamaria.

Arterias frénicas superiores (*aa. phrenicae superiores*). Son pequeños ramos de la aorta torácica que se ramifican por la cara superior del diafragma, donde se anastomosan con las arterias pericardiofrénica, musculofrénica (ramo de la mamaria interna) e intercostales posteriores. Todas esas anastomosis parietales adquieren importancia en los enfermos que sufren de coartación de la aorta torácica.

RAMOS DE LA AORTA ABDOMINAL

La aorta abdominal emite **ramos parietales** (*rami parietales*), que son pares, excepto la a. sacra mediana, representante, en esencia, de la porción caudal de la aorta retrasada en su desarrollo; y **ramos viscerales**, que se subdividen en **pares** e **impares** (fig. 329).

RAMOS VISCERALES IMPARES

1. **Tronco celíaco** (*truncus celiacus*). Es una arteria corta (2 cm) pero de grueso calibre que parte de la aorta a nivel de la XII vértebra torácica, en el propio hiato aórtico del diafragma, y se dirige hacia delante por encima del borde superior del páncreas, dividiéndose de inmediato en tres ramos (el lugar de división se denomina trípode celíaco): arteria gástrica izquierda, arteria hepática común y arteria lineal (fig. 330).

a) **Arteria gástrica izquierda** (*a. gastrica sinistra*). Se dirige a la curvatura menor del estómago, dando ramos para el estómago y la porción abdominal del esófago (fig. 331).

b) **Arteria hepática común** (*a. hepatica communis*). Se extiende a lo largo del borde superior de la cabeza del páncreas hacia el borde superior del duodeno, donde después de emitir la arteria gastroduodenal (que puede ser múltiple, S. Aganezov, 1963), se continúa en la arteria hepática propia, dirigiéndose a la puerta hepática entre las dos hojas del ligamento hepatoduodenal, delante de la vena porta y a la izquierda del conducto colédoco. En la puerta del hígado la arteria hepática propia se divide en dos ramos, derecho e izquierdo; el ramo derecho, cerca de la unión del conducto hepático común con el conducto cístico, da origen a la arteria de la vesícula biliar, la arteria cística. De la arteria hepática común o de la propia parte un ramo para la curvatura menor del estómago, la arteria gástrica derecha (pilórica), que se dirige de derecha a izquierda al encuentro de la gástrica izquierda. La arteria

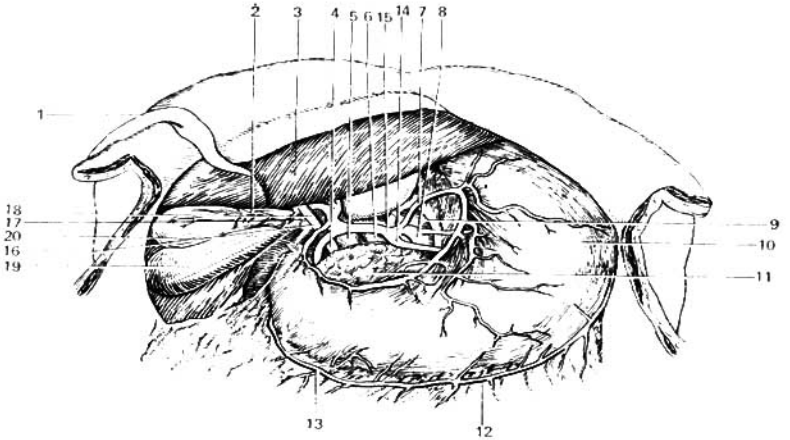


Fig. 330. El tronco celíaco y sus ramos.

1 — lig. redondo del hígado;
2 — arteria cística;
3 — lóbulo izquierdo del hígado;
4 y 16 — conducto colédoco;
5 — vena porta;
6 — vena cava inferior;
7 — arteria gástrica izquierda;
8 — tronco celíaco;
9 — aorta abdominal;
10 — estómago;
11 — páncreas;
12 — arteria gastroepiploica izquierda;
13 — arteria gastroepiploica derecha;
14 — arteria lienal;
15 — arteria hepática común;
17 — conducto cístico;
18 — conducto hepático común;
19 — lóbulo derecho del hígado;
20 — vesícula biliar.

gastroduodenal, antes citada, se extiende por detrás del duodeno y se divide en dos ramos: la arteria gastroepiploica derecha, que se dirige de derecha a izquierda a lo largo de la curvatura mayor del estómago, dando ramos para el estómago y para el omento mayor, por cuya cara anterior pasa, y las arterias pancreaticoduodenales superiores anterior y posterior, que se ramifican en la cabeza del páncreas y en la porción descendente del duodeno.

c) **Arteria lienal o esplénica** (*a. lienalis s. splenica*). Es la más importante de los tres ramos terminales del tronco celíaco, se extiende por el borde superior del páncreas hacia el bazo y en las proximidades del mismo se ramifica en 5-8 ramos terminales que penetran en su hilio. En su trayecto emite los ramos pancreáticos. Cerca de su subdivisión en los ramos terminales, la arteria lienal (esplénica) emite la a. gastroepiploica izquierda, la cual se dirige de izquierda a derecha, a lo largo de la curvatura mayor del estómago, y uniéndose con la arteria gastroepiploica derecha forma un arco arterial (no constante), semejante al arco arterial de la curvatura menor. De este arco parten multitud de ramificaciones hacia el estómago. Además de ellas, después del punto de partida de la arteria gastroepiploica izquierda, de la lienal salen en dirección del estómago multitud de pequeños ramitos, los

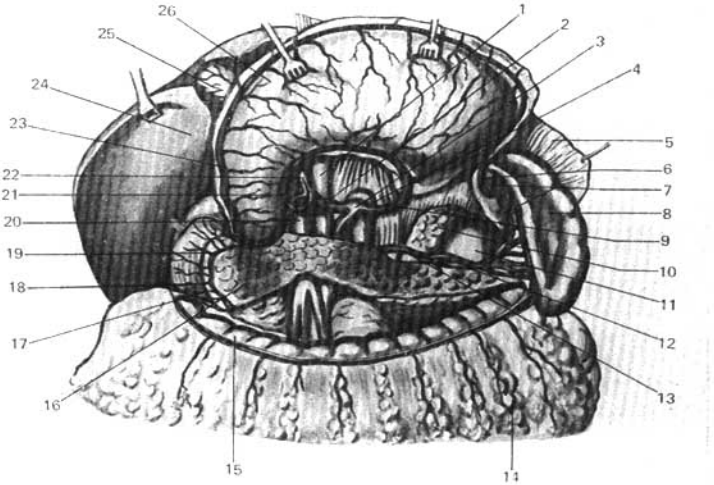


Fig. 331. Arterias de los órganos de la cavidad abdominal (aspecto anterior); el estómago ha sido desplazado hacia arriba; el peritoneo ha sido resecado parcialmente (según R. Sinelnikov).

1 — vena cava inferior;
2 — arteria hepática común;
3 — tronco celíaco;
4 — aorta;
5 — diafragma;
6 — arteria gastroepiploica izquierda;
7 — arterias gástricas breves;
8 — bazo;
9 — arteria gástrica izquierda;
10 — glándula suprarrenal izquierda;
11 — riñón izquierdo;
12 — vena lienal (esplénica);
13 — arteria lienal (esplénica);
14 — omento mayor;
15 — colon transverso;
16 — páncreas;
17 — duodeno;
18 — ramos de la arteria pancreaticoduodenal superior;
19 — arteria pancreaticoduodenal superior;
20 — vena porta;
21 — arteria gástrica derecha;
22 — arteria hepática propia;
23 — arteria gastroepiploica derecha;
24 — hígado;
25 — vesícula biliar;
26 — estómago.

vasos cortos del estómago (aa. gástricas breves) capaces de compensar por completo las dificultades de la circulación sanguínea en las cuatro arterias básicas del estómago. Estas últimas crean alrededor del estómago un anillo arterial o corona, compuesto de dos arcos que se localizan, uno en la curvatura menor (arterias gástricas, izquierda y derecha), y otro en la curvatura mayor (arterias gastroepiploicas, izquierda y derecha). Por eso estas arterias también recibieron el nombre de coronarias (véase fig. 331).

2. Arteria mesentérica superior (fig. 332). Parte de la cara anterior de la aorta inmediatamente por debajo del tronco celíaco, corre hacia abajo y adelante, en dirección a la hendidura entre el borde inferior del páncreas, por delante, y la porción horizontal del duodeno por detrás, y penetra en el mesenterio del intestino delgado hasta la fosa ilíaca derecha.

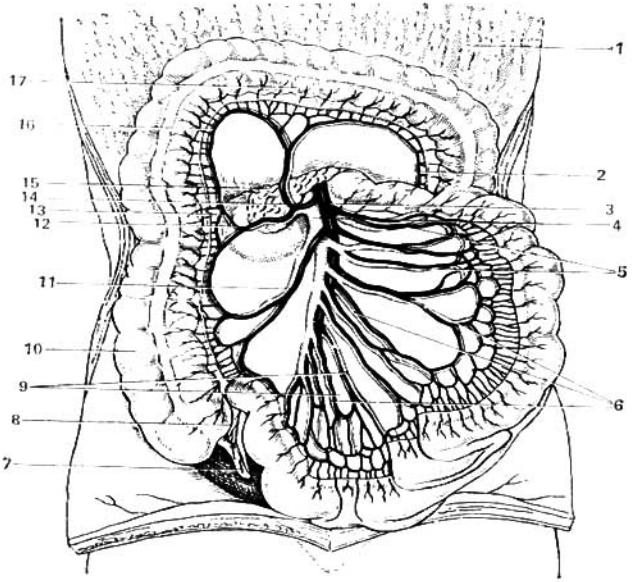


Fig. 332. Arterias y venas del intestino delgado y del intestino grueso (aspecto anterior); el colon transverso ha sido desplazado hacia arriba; las asas del intestino delgado, hacia la izquierda; la hoja visceral del peritoneo ha sido extirpada parcialmente (según R. Sinélnikov).

1 — omento mayor;
2 — arteria cólica izquierda;
3 — arteria mesentérica superior;
4 — vena mesentérica superior;
5 — arterias y venas yeyunales;
6 — arterias intestinales;
7 — apéndice vermiforme;
8 — arteria y vena apendiculares;
9 — arterias y venas ileales;
10 — colon ascendente;
11 — arteria ileocólica;
12 — arteria cólica derecha;
13 — ramo ascendente de la arteria cólica derecha;
14 — arteria cólica media;
15 — páncreas;
16 — ramo derecho de la arteria cólica media;
17 — colon transverso.

Los ramos de la mesentérica superior son: a) **las arterias pancreaticoduodenales inferiores,** anterior y posterior, que se dirigen a la derecha por el lado cóncavo del duodeno al encuentro de las arterias pancreaticoduodenales superiores; b) **las arterias intestinales**: de 10 a 16 ramos que parten de la arteria hacia el lado izquierdo, en dirección al yeyuno (arterias yeyunales) y al íleon (arterias ileales); durante su trayecto se dividen dicotómicamente y los ramos vecinos se unen entre sí, a causa de lo cual a lo largo de las arterias yeyunales se forman tres arcos, y dos más a lo largo de las arterias ileales. Esos arcos son dispositivos funcionales que aseguran la irrigación del intesti-

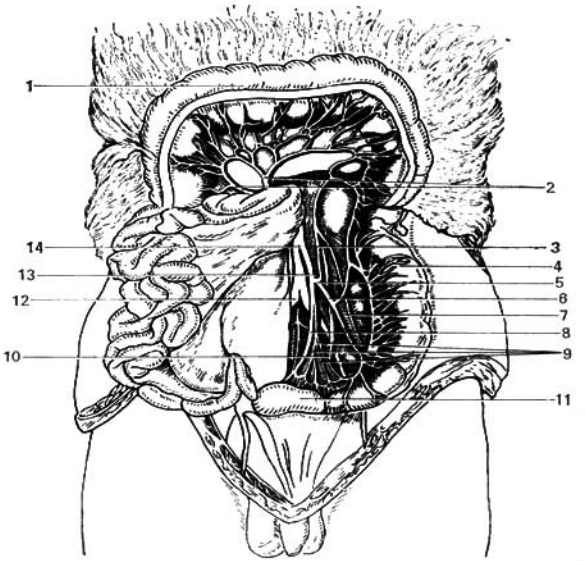


Fig. 333. Arteria mesentérica inferior y sus ramos. El colon transverso ha sido desplazado hacia arriba y el intestino delgado hacia la derecha.

1 — colon transverso;
2 — arteria cólica media y sus ramos;
3 — ramo ascendente de la arteria cólica izquierda;
4 — colon descendente;
5 — bifurcación de la arteria cólica izquierda en su ramo ascendente (3) y su ramo descendente (6);
7, 8 y 9 — ramos para el intestino sigmoideo (7 y 9), y arteria rectal superior (8);
10 — uréter;
11 — intestino sigmoideo;
12 — arteria ilíaca común derecha;
13 — arteria mesentérica inferior;
14 — aorta abdominal.

no en cualquier movimiento y posición de sus asas. De los arcos parten numerosas ramificaciones delgadas que abarcan anularmente el tubo intestinal; c) **la arteria ileocólica,** que parte de la mesentérica superior hacia la derecha, dando ramos para la porción inferior del íleon y el ciego, emitiendo la arteria apendicular para el apéndice vermiforme, que se extiende por detrás del último segmento del íleon; d) **la arteria cólica derecha,** que se dirige por detrás del peritoneo hacia el colon ascendente y cerca del mismo se divide en dos ramos, uno ascendente (que se dirige hacia arriba, al encuentro de la arteria cólica media), y otro descendente (que desciende al encuentro de la arteria ileocólica); de los arcos arteriales así formados parten ramificaciones para las porciones vecinas del intestino grueso; e) **la arteria cólica media,** que pasa entre las hojas del mesocolon transverso y al llegar al colon transverso se divide en dos ramos, derecho e izquierdo, que divergen hacia su lado correspondiente, y se anastomosan: el ramo derecho con la arteria

cólica derecha y el izquierdo con la arteria cólica izquierda (véase más adelante).

3. Arteria mesentérica inferior (fig. 333). Parte a nivel del borde inferior de la III vértebra lumbar (una vértebra por encima del punto de bifurcación de la aorta) y se dirige hacia abajo y algo a la izquierda, situándose por detrás del peritoneo en la cara anterior del músculo psoas izquierdo.

Los ramos de la mesentérica inferior son: a) **la arteria cólica izquierda,** que se divide en dos ramos: uno ascendente, que va en dirección a la flexura izquierda del colon, al encuentro de la arteria cólica media (ramo de la mesentérica superior), y otro descendente, que se une con las arterias sigmoideas; b) **las arterias sigmoideas,** corrientemente en número de dos; destinadas al colon sigmoideo; el ramo ascendente se anastomosa con el descendente de la arteria cólica izquierda, y el ramo descendente con la arteria rectal superior, otro de los ramos de la mesentérica inferior. La arteria rectal (hemorroidal) superior, que es la prolongación de la mesentérica inferior, desciende hacia la raíz del mesocolon sigmoideo, en la pelvis menor, cruzando por delante de la arteria ilíaca común izquierda, y se subdivide en ramos laterales para el intestino recto, que entran en combinación con las arterias sigmoideas y también con la arteria rectal media (ramo de la arteria ilíaca interna).

Gracias a las anastomosis entre las ramificaciones de las arterias cólicas, derecha, media e izquierda, y las arterias rectales (procedentes de la arteria ilíaca interna), el intestino grueso está acompañado en todo su trayecto de una intrincada *red anastomática.*

RAMOS VISCERALES PARES

Los ramos viscerales pares parten de la aorta según el orden de posición de los órganos que condicionaron su origen.

1. Arteria suprarrenal media (*a. suprarrenalis media*). Se inicia muy próximo al origen de la mesentérica superior, dirigiéndose hacia la glándula suprarrenal.

2. Arteria renal (*a. renalis*). Parte de la aorta a nivel de la II vértebra lumbar, casi en ángulo recto, dirigiéndose transversalmente al hilio del riñón respectivo. Por su calibre la renal es casi igual a la mesentérica superior, lo que se explica por la función secretora de orina de los riñones, que reclama un aflujo intensivo de sangre. La arteria renal a veces parte de la aorta por dos o tres troncos, y a menudo penetra en el riñón en forma de múltiples troncos no sólo por la región del hilio, sino por todo el borde medial, lo cual debe tenerse en cuenta en la ligadura previa de la arteria durante las nefrectomías. En el hilio del órgano, la arteria se divide por lo común en tres ramos, los cuales en el seno renal se subdividen, a su vez, en múltiples ramificaciones (véase «Estructura renal»).

La arteria renal derecha se extiende por detrás de la vena cava inferior, la cabeza del páncreas y la porción descendente del duodeno; la izquierda se localiza por detrás del páncreas. La vena renal está situada por delante y algo más abajo que la arteria. De la a. renal parten hacia arriba, a la parte inferior de la glándula suprarrenal, la arteria suprarrenal inferior, así como un ramo para el uréter.

3. Arteria testicular (*a. testicularis*) (en la mujer, **arteria ovárica,** *a. ovarica*). Es un ramito largo, delgado, que se inicia en la aorta inmediatamente por debajo de la arteria renal, partiendo a veces de esta última. Este origen tan elevado, para la arteria que irriga el testículo está condicionado por la germinación del mismo en la región lumbar, donde la arteria testicular se origina de la aorta, según la ley de la distancia más corta. Ulteriormente, cuando el testículo desciende al escroto, con él se va alargando la arteria, que en el momento del nacimiento desciende por la cara anterior del psoas mayor, emite un ramo para el uréter, llega al anillo interno del canal inguinal, y con el conducto deferente alcanza el testículo, de donde proviene su denominación. En la mujer, la arteria correspondiente, a. ovárica, no se dirige al canal inguinal, sino que pasa a la pelvis menor y más allá, en la composición del ligamento suspensorio del ovario, hasta llegar al ovario.

RAMOS PARIETALES DE LA AORTA ABDOMINAL

1. Arteria frénica inferior (*a. phrenica inferior*). Irriga la porción lumbar del diafragma (fig. 329). Proporciona un pequeño ramo, la arteria suprarrenal superior, a la glándula suprarrenal.

2. Arterias lumbares. Por lo común, en número de cuatro a cada lado (unas veces la quinta arteria lumbar parte de la arteria sacral media), corresponden a las arterias segmentarias intercostales de la porción lumbar. Irrigan a las vértebras correspondientes, la médula espinal, los músculos y la piel de las regiones lumbar y abdominal, anastomosándose entre sí, con las intercostales inferiores, y con las arterias epigástricas superior e inferior.

3. Arteria sacra mediana (*a. sacralis mediana*). Representa la continuación de la aorta (aorta caudal) retrasada en su desarrollo. Desciende por la línea media, extendiéndose por la cara anterior de las dos vértebras lumbares inferiores —el sacro y el cóccix—, donde termina emitiendo ramificaciones para el glomo coccígeo (véase «Cuerpos cromafines»).

4. Arteria ilíaca común (*a. iliaca communis*) (fig. 334), derecha e izquierda. Son los dos ramos terminales en que se divide la aorta a nivel de la IV vértebra lumbar, algo a la izquierda de la línea media, a causa de lo cual la ilíaca común derecha es 6-7 mm más larga que la izquierda. Desde **la bifurcación de la aorta** (*bifurcatio aortae*) las ilíacas comunes se separan en ángulo agudo (en el hombre, ese ángulo de divergencia es aproximadamente de 60°; en la mujer, como resultado de la mayor anchura de su pelvis, este ángulo es de 68-70°) y se dirigen hacia abajo y lateralmente, a la articulación sacroilíaca, a cuyo nivel cada una se divide en sus dos ramos terminales: la arteria ilíaca interna, para las paredes y los órganos de la pelvis, y la arteria ilíaca externa, destinada principalmente al miembro inferior. Por su origen, las arterias ilíacas comunes representan los segmentos iniciales de las arterias umbilicales del embrión; casi en todo su trayecto restante, las aa. umbilicales embrionarias se obliteran en el adulto, transformándose en los ligamentos umbilicales mediales.

ARTERIA ILIACA INTERNA

La arteria ilíaca interna (*a. iliaca interna*) (fig. 334). Se inicia en el extremo inferior de la ilíaca común a nivel de la articulación sacroilíaca, desciende a la pelvis menor y se extiende hasta el borde superior del agujero

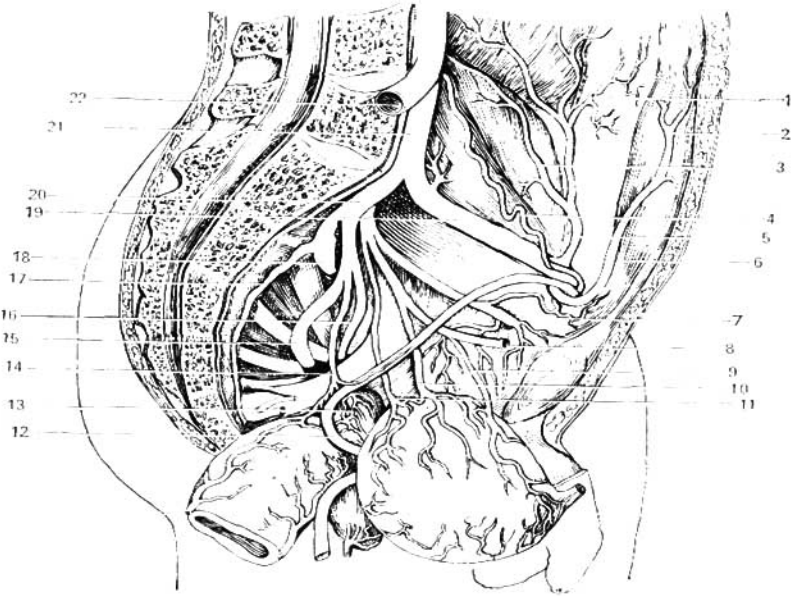


Fig. 334. Arterias parietales y viscerales del lado izquierdo de la región pelviana masculina. La vejiga urinaria y el intestino recto han sido desplazados hacia la derecha y hacia abajo.

1 — ramos de la arteria circunfleja ilíaca profunda para el músculo transverso del abdomen;
2 y 6 — arteria epigástrica inferior;
3 — ramos para el músculo ilíaco;
4 — arteria testicular;
5 — arteria circunfleja ilíaca profunda;
7 — arteria obturadora;
8 — arteria umbilical;
9 — arteria vesical superior;
10 — ramo complementario para la vejiga;
11 — arteria vesical inferior;
12 — conducto deferente izquierdo;
13 — vesícula seminal;
14 — arteria rectal media y su ramo, arteria deferencial;
15 — arteria glútea inferior;
16 — arteria pudenda interna;
17 — arteria sacra lateral;
18 — arteria glútea superior;
19 — arteria ilíaca externa;
20 — arteria ilíaca interna;
21 — arteria ilíaca común izquierda;
22 — arteria ilíaca común derecha.

isquiático mayor. Su división en los ramos parietales y viscerales sufre variaciones individuales de consideración, pero con más frecuencia se divide a nivel del borde superior del agujero isquiático mayor, primeramente en dos troncos principales: uno posterior, que proporciona las arterias iliolumbares, sacras laterales y glútea superior, y otro anterior, del que parten todos los ramos restantes de la arteria. En su trayecto la ilíaca interna está cubierta por el peritoneo, y por delante, a lo largo de la misma, se extiende el uréter,

lo que debe tenerse en cuenta durante las intervenciones quirúrgicas a fin de no anudarlo con la arteria; por detrás se extiende la vena ilíaca interna.

Ramos parietales de la arteria ilíaca interna:

1. Arteria iliolumbar (*a. iliolumbalis*). Por detrás del músculo psoas mayor llega a la fosa ilíaca, donde se anastomosa con la circunfleja ilíaca profunda, ramo de la ilíaca externa.

2. Arteria sacra lateral (*a. sacralis lateralis*) (a veces existen dos arterias sacras laterales a cada lado). Abastece de sangre a los músculos elevador del ano y piriforme y a los troncos nerviosos del plexo sacro, emitiendo pequeñas ramificaciones (ramos espinales) hacia los agujeros sacros pelvianos; se anastomosa con la arteria sacra media.

3. Arteria glútea superior. Representa la prolongación del tronco posterior de la ilíaca interna; emerge de la pelvis a través del agujero suprapiriforme en dirección a los músculos glúteos, acompañando al nervio glúteo superior.

4. Arteria obturadora (*a. obturatoria*). Se dirige al agujero obturado. Antes de penetrar en el mismo emite el ramo púbico, que se extiende por la cara posterior del pubis anastomosándose con el ramo púbico de la epigástrica inferior. Al salir del canal obturador nutre al músculo obturador externo, a los aductores y emite un ramo acetabular. Este último penetra, a través de la escotadura acetabular, en la articulación coxal y nutre al ligamento de la cabeza del fémur y la cabeza femoral.

5. Arteria glútea inferior. Pasa a través del orificio infrapiriforme con la arteria pudenda interna y el nervio isquiático, al que proporciona una ramificación larga y delgada, la arteria concomitante del nervio isquiático. Al salir de la cavidad pelviana la a. glútea inferior emite ramos musculares para los glúteos y otros músculos vecinos, y ramos anastomóticos para las arterias obturadora, glútea superior y circunfleja femoral medial.

Ramos viscerales de la arteria ilíaca interna:

1. Arteria umbilical (*a. umbilicalis*). En el adulto conserva su luz solamente en una pequeña extensión, desde su inicio hasta el punto de partida de su ramificación, la arteria vesical superior; el resto de su tronco, hasta el ombligo, se oblitera transformándose en el ligamento umbilical medial.

2. Ramos uretéricos (*rami ureterici*). Están destinados a los uréteres, pueden tener su origen en la arteria umbilical.

3. Arterias vesicales, superior e inferior (*aa. vesicales superior et inferior*). La superior se inicia en el segmento no obliterado de la arteria umbilical y se ramifica por la zona superior de la vejiga urinaria; la a. vesical inferior parte de la ilíaca interna e irriga el uréter y el fondo vesical, anastomosándose con las arterias vesicales superiores. También da ramificaciones para la vagina (en la mujer), la próstata y las vesículas seminales (en el hombre).

4. Arteria deferencial (*a. ductus deferentis*). En el hombre va al conducto deferente y en su compañía se extiende hasta el testículo, al que da también ramificaciones.

5. Arteria uterina. Parte del tronco de la ilíaca interna o de la porción inicial de la umbilical, se dirige en dirección medial y extendiéndose entre las dos hojas del ligamento ancho del útero llega a la cara lateral del cuello uterino, donde proporciona un ramo descendente, la arteria vaginal (que puede partir directamente de la ilíaca interna), para las paredes de la vagina, mientras que la propia arteria se flexiona hacia arriba, siguiendo a lo largo

de la línea de inserción del ligamento ancho en el útero. Emite ramificaciones para las tubas uterinas (ramos tubarios) y para el ovario (ramos ováricos); después del parto la arteria uterina se presenta intensamente flexionada.

6. Arteria rectal media. Parte de la ilíaca interna o de la vesical inferior y se ramifica por las paredes del intestino recto, anastomosándose con las arterias rectales superior e inferior; también emite ramificaciones para el uréter y la vejiga urinaria, la próstata, las vesículas seminales y la vagina.

7. Arteria pudenda interna. En la pelvis sólo da pequeñas ramificaciones para los músculos vecinos y para las raíces del plexo sacro, teniendo principalmente a su cargo la irrigación de los órganos situados debajo del diafragma pelviano, en la región del periné. Sale de la pelvis a través del orificio infrapiriforme y luego, rodeando la cara posterior de la espina isquiática, penetra de nuevo en la pelvis a través del agujero isquiático menor, pasando de este modo a la fosa isquiorrectal. Aquí se subdivide en ramos para el segmento inferior del recto, la región del orificio anal (arteria rectal inferior), la uretra, los músculos del periné, la vagina, las glándulas bulbouretrales (en el hombre), órganos genitales externos (la arteria dorsal del pene o del clítoris, y la arteria profunda del pene o del clítoris).

ARTERIA ILIACA EXTERNA

La arteria ilíaca externa (*a. iliaca externa*) (fig. 334) se inicia a nivel de la articulación sacroilíaca, se extiende hacia abajo y delante por el borde medial del músculo psoas hasta el ligamento inguinal y al salir en el muslo recibe la denominación de arteria femoral. Además de pequeñas ramificaciones para el músculo psoas, la ilíaca externa emite dos ramos importantes, que parten de la misma cerca del ligamento inguinal:

1. Arteria epigástrica inferior. Se dirige medialmente y luego hacia arriba, entre la fascia transversa, por delante, y el peritoneo parietal, por detrás (por el pliegue del mismo, pliegue umbilical lateral), y penetra en el interior de la vaina tendinosa del recto del abdomen; por la cara posterior del músculo se dirige hacia arriba y se anastomosa mediante sus ramos con la arteria epigástrica superior (ramo de la arteria torácica interna); en su segmento inicial la arteria epigástrica inferior rodea el borde medial del orificio profundo del canal inguinal, dando en este lugar dos ramos: a) el ramo púbico para la sínfisis pubiana, que se anastomosa con la arteria obturadora, y b) la arteria cremastérica, para el músculo cremáster y el testículo.

2. Arteria circunfleja ilíaca profunda. Se dirige paralelamente al ligamento inguinal hacia la parte posterior de la cresta ilíaca, irrigando el músculo transverso y el músculo ilíaco.

ARTERIAS DE LA PORCIÓN LIBRE DEL MIEMBRO INFERIOR

Las arterias importantes del miembro inferior, al igual que las arterias del miembro superior, se fueron formando gradualmente: así, la aparición de la arteria femoral en el muslo se vio precedida por la arteria isquiática, acompañante del nervio homónimo (n. isquiático), que luego se obliteró; la aparición de las arterias tibial anterior y tibial posterior, en la pierna, fue precedida por la arteria peronea. Esta juega, ulteriormente, el papel de un vaso colateral de la pierna.

La arteria femoral (*a. femoralis*) (fig. 335) representa la prolongación de la ilíaca externa, recibiendo dicha denominación desde su paso por debajo del ligamento inguinal, a través de la laguna vascular, aproximadamente en la parte media del trayecto de dicho ligamento. Para controlar una hemorragia puede comprimirse la arteria femoral contra el pubis, en su lugar de salida en el muslo. Medialmente a la arteria se extiende la vena femoral, y ambas juntas cruzan por el triángulo femoral siguiendo al principio por el surco iliopectíneo, después por el canal femoral anterior, penetrando luego en el canal aductor en la fosa poplítea, donde se continúa con la arteria poplítea.

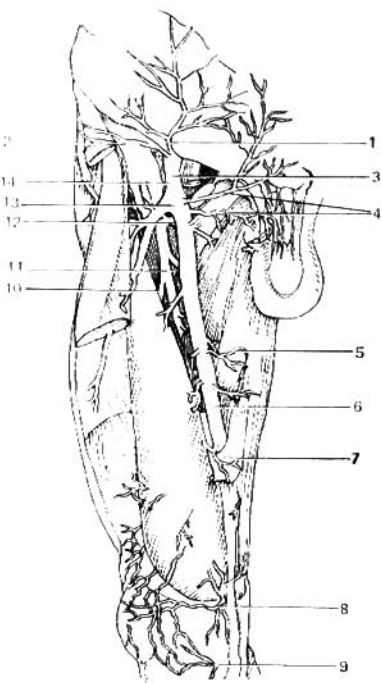
Ramos de la arteria femoral:

1. Arteria epigástrica superficial. Parte del propio origen de la femoral y cruza por delante del ligamento inguinal, debajo de la piel, hacia el ombligo.

2. Arteria circunfleja ilíaca superficial (*a. circumflexa ilium superficialis*).

Fig. 335. Vasos sanguíneos del muslo (vista anterior).

1 — arteria epigástrica superficial;
2 — arteria circunfleja ilíaca superficial;
3 — arteria femoral;
4 — arterias pudendas externas;
5 — ramos musculares;
6 — arteria femoral;
7 — lámina vastoaductora;
8 — arteria descendente de la rodilla;
9 — arteria inferior medial de la rodilla;
10 — arteria perforante;
11 — arteria femoral profunda;
12 — arteria circunfleja femoral medial;
13 — arteria circunfleja femoral lateral;
14 — vena femoral.



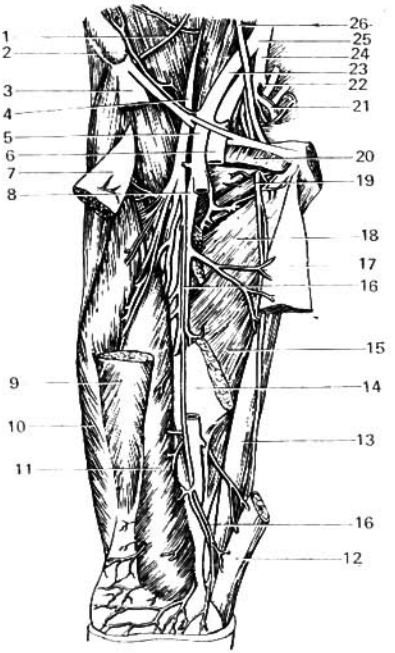


Fig. 336. Topografía de la arteria femoral profunda.

1 — músculo ilíaco;
2 — espina ilíaca anterosuperior;
3 y 12 — partes del músculo sartorio;
4 — nervio femoral;
5 — arteria femoral (su segmento medio ha sido extirpado);
6 — vena femoral;
7 y 9 — porciones del músculo recto femoral;
8 — arteria femoral profunda;
10 y 11 — cabezas lateral y medial del músculo cuadríceps crural;
13 — músculo grácil;
14 y 15 — porciones del músculo aductor mayor del muslo;
16 — nervio safeno;
17 — porción del músculo aductor medio del muslo;
18 — músculo aductor menor del muslo;
19 — nervio obturador;
20 — porción del músculo pectíneo;
21 y 22 — arterias glútea inferior y glútea superior;
23 — arteria ilíaca externa;
24 — arteria ilíaca interna;
25 — arteria ilíaca común;
26 — uréter.

Se extiende a lo largo del ligamento inguinal hacia la piel de la región de la espina ilíaca anterosuperior.

3. Arterias pudendas externas. Parten de la región del hiato safeno y se dirigen medialmente a los órganos genitales externos (por lo común, en dos troncos), al escroto o los labios pudendos mayores (véase fig. 335).

4. Arteria femoral profunda (fig. 336). Es el vaso principal que vasculariza el muslo. Es un tronco de gran calibre que parte del lado posterior de la femoral 4-5 cm por debajo del ligamento inguinal; al principio se extiende por detrás de la arteria femoral y luego pasa a la parte lateral de la misma, emitiendo múltiples ramificaciones va disminuyendo rápidamente de calibre.

Ramos de la arteria femoral profunda:

a) **arteria circunfleja femoral media,** que se dirige medialmente y hacia arriba, dividiéndose en un **ramo transverso** (*ramus transversus*) destinado al músculo pectíneo y a los músculos aductores del muslo, y **un ramo profundo** de mayor calibre (*ramus profundus*), que penetra entre los músculos iliopsoas y pectíneo en la cara posterior del muslo, donde se ramifica por la cara

posterior de los músculos aductores, emitiendo previamente un pequeño ramo para la articulación coxal; se anastomosa con las arterias glútea inferior y obturadora; b) **arteria circunfleja femoral lateral,** que parte algo más abajo que la precedente, y se dirige lateralmente por debajo del recto femoral, donde se divide en **un ramo ascendente** (que va hacia arriba y lateralmente, al trocánter mayor, anastomosándose con los ramos de la circunfleja femoral medial y la glútea inferior), y **un ramo descendente** (que se ramifica en el músculo cuadríceps femoral); c) **arterias perforantes** (en número de tres), que parten de la cara posterior de la femoral profunda y penetran a través de los músculos aductores pasando a la cara posterior del muslo; la primera perforante, la más importante de las tres, emite la arteria nutricia superior del fémur (a. diafisaria femoral superior), y la tercera arteria perforante da la arteria nutricia inferior (a. diafisaria femoral inferior); las arterias perforantes adquieren importancia de primer orden en las ligaduras de la femoral por debajo del origen de la femoral profunda.

5. Ramos musculares (*rami musculares*). Parten de la femoral hacia los músculos del muslo.

6. Arteria descendente de la rodilla (*a. genus descendens*). Parte de la femoral profunda en su trayecto por el canal aductor, y al salir a través de la pared anterior del mismo con el nervio safeno irriga el músculo vasto medial y participa en la formación de la red arterial de la articulación de la rodilla.

ARTERIA POPLITEA

La arteria poplítea (*a. poplitea*) (fig. 337) es prolongación directa de la femoral. En el hueco poplíteo se situa sobre el hueso (en este punto puede ser comprimida contra el hueso, estando el miembro semiflexionado), en la cara posterior de la cápsula articular algo por delante y medialmente a la vena poplítea; más hacia atrás se encuentra **el nervio tibial** (*n. tibialis*); más abajo la arteria poplítea se sitúa en la cara posterior del músculo poplíteo, estando cubierta por las dos cabezas del m. gastrocnemio; luego, llegando por debajo del borde del músculo sóleo, se divide en sus dos ramos terminales: **las aa. tibiales anterior y posterior.**

Ramos de la arteria poplítea:

1. Arterias superiores lateral y medial de la rodilla (*aa. genus superiores lateralis et medialis*). Tienen su origen a nivel del borde superior de los cóndilos del fémur; cada una de ellas rodea la articulación de la rodilla por su lado correspondiente, pasando a la cara anterior de la misma, donde, anastomosándose entre sí, participan en la formación de la red arterial de **la articulación de la rodilla** (*rete articulare genus*).

2. Arterias inferiores lateral y medial de la rodilla (*aa. genus inferiores lateralis et medialis*). En la región de la articulación de la rodilla se ramifican de modo análogo a las superiores, pero parten de la poplítea a nivel del borde inferior de los cóndilos del fémur.

3. Arteria media de la rodilla (*aa. genus media*). Parte del punto medio entre las superiores e inferiores, perfora la cápsula articular y se ramifica en los ligamentos cruciformes.

La arteria tibial anterior (*a. tibialis anterior*). Es una de los dos ramos terminales de la poplítea (la de menor calibre). Inmediatamente después de su origen atraviesa los músculos profundos de la cara flexora de la pierna, y por un orificio en la membrana interósea pasa a la región anterior de la pierna, extendiéndose primero entre el músculo tibial anterior y el músculo extensor largo de los dedos, y más abajo entre el músculo tibial anterior y el

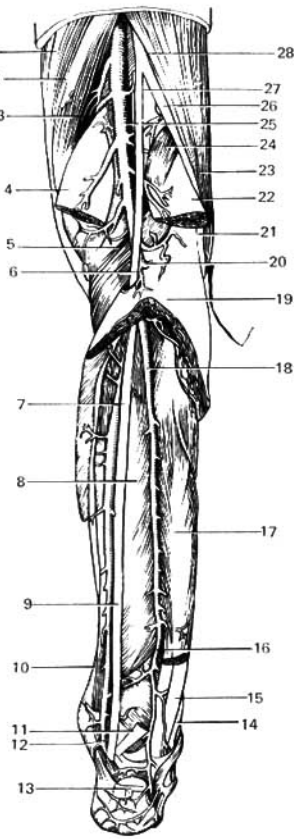


Fig. 337. Arteria tibial posterior.

1 — músculo grácil;
2 — músculo semitendinoso;
3 — músculo semimembranoso;
4 y 22 — cabezas medial y lateral del músculo gastrocnemio;
5 — músculo poplíteo;
6, 9 y 27 — nervio tibial;
7 y 12 — arteria tibial posterior;
8 — músculo tibial posterior;
10 — músculo flexor de los dedos;
11 y 17 — músculo flexor largo del dedo grueso (la parte media del músculo ha sido resecada);
13 — tendón calcáneo;
14 — músculo peroneo largo;
15 — músculo peroneo breve;
16 y 18 — arteria peronea;
19 — músculo sóleo;
20 — arteria tibial anterior;
21 y 26 — nervio peroneo (fibular) común;
23 — músculo bíceps femoral;
24 — músculo plantar;
25 — arteria poplítea;
28 — nervio isquiático.

músculo extensor propio del dedo grueso. Sobre la articulación talocrural pasa superficialmente, cubierta por la piel y la fascia; su continuación en el dorso del pie se denomina arteria dorsal del pie.

Ramos de la arteria tibial anterior:

1. Arteria recurrente tibial posterior. Se origina en la cara posterior de la pierna, va hacia arriba y proporciona ramos para la articulación de la rodilla y para la articulación tibiofibular.

2. Arteria recurrente tibial anterior. Se inicia en la cara anterior de la pierna y asciende hasta el borde lateral de la patela, participando en la formación de la red arterial articular de la rodilla.

3. Arterias maleolares anteromedial y anterolateral. Participan en la formación de la red arterial maleolar medial y lateral.

ARTERIA TIBIAL POSTERIOR

La arteria tibial posterior (*a. tibialis posterior*) (fig. 337) representa la prolongación de la arteria poplítea. Descendiendo por el canal femoral, al llegar al límite entre el tercio medio y el tercio inferior de la pierna, sale por debajo del borde medial del sóleo, haciéndose superficial. En el tercio inferior de la pierna la arteria se extiende entre el flexor de los dedos y el flexor propio del grueso, medialmente con relación al tendón calcáneo (de Aquiles), donde está cubierta por la piel y las hojas aponeuróticas. Rodea por detrás el maléolo medial y se divide en la planta del pie en sus dos ramos terminales: las arterias plantares, medial y lateral. El pulso de la tibial posterior puede palparse por compresión de la misma contra el maléolo medial.

El ramo más importante de la tibial posterior, **la arteria peronea** (fibular), parte de la misma en su tercio superior y se dirige hacia abajo y lateralmente, al canal musculoperoneo inferior, para terminar en el hueso calcáneo.

Las arterias tibial posterior y peronea durante su trayecto emiten ramificaciones para los huesos y músculos próximos, las articulaciones (ramos maleolares posteriores) y la piel.

ARTERIAS DEL PIE

La arteria dorsal del pie (*a. dorsalis pedis*) (figs. 338, 339) se extiende por el dorso del pie, es la prolongación de la tibial anterior, está situada sobre los huesos y ligamentos del pie, entre el tendón del extensor largo del dedo grueso, medialmente, y el vientre medial del extensor breve de los dedos, lateralmente. Aquí puede palparse el pulso de la arteria por compresión de la misma contra los huesos. Además de 2-3 pequeñas ramificaciones cutáneas, que irrigan la piel del dorso y de la cara interna del pie, la arteria emite los siguientes ramos.

a) **arterias tarsianas mediales,** se dirigen al borde medial del pie;

b) **arteria tarsiana lateral,** parte a nivel de la cabeza del talus, va en dirección lateral y se anastomosa por su extremo con el siguiente ramo de la dorsal del pie, la arteria arqueada;

c) **arteria arqueada,** parte frente al hueso cuneiforme medial, va lateralmente, siguiendo las bases de los metatarsianos, y se anastomosa con la arteria tarsiana lateral y con la arteria plantar; de la arteria arqueada se originan

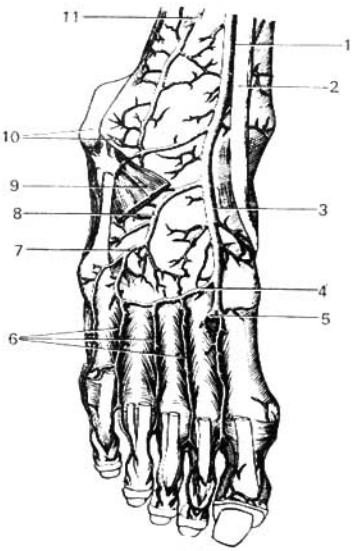


Fig. 338. Arterias del dorso del pie.

1 — arteria tibial posterior;
2 — tendón del músculo tibial anterior;
3 — arteria dorsal del pie;
4 — arteria arqueada;
5 — ramo plantar profundo de la arteria dorsal de pie;
6 — arterias metatarsianas dorsales;
7 y 8 — arteria tarsiana lateral;
9 — músculo pedio (resecado);
10 — red arterial del maléolo lateral;
11 — membrana interósea de la pierna.

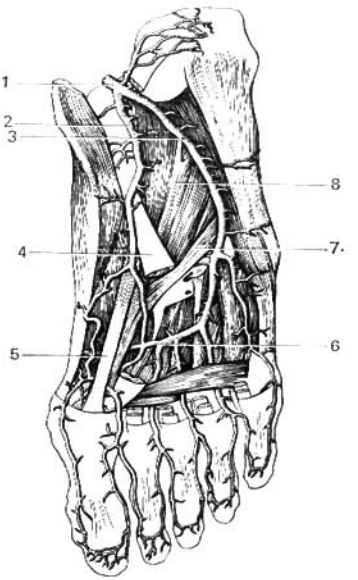


Fig. 339. Arterias de la planta del pie.

1 — arteria tibial posterior;
2 — arteria plantar medial;
3 — arteria plantar lateral;
4 — tendón del flexor largo de los dedos;
5 — tendón del flexor largo del dedo grueso;
6 — arco plantar;
7 — tendón del músculo peroneo largo;
8 — músculo cuadrado plantar (m. flexor accesorio).

hacia delante tres arterias metatarsianas dorsales —segunda, tercera y cuarta—, que se dirigen a los espacios intermetatarsianos correspondientes, dividiéndose cada una de ellas en dos arterias digitales dorsales que se extienden por las caras interdigitales de los dedos; cada una de las arterias metatarsianas emite ramos perforantes, anteriores y posteriores, que pasan a la planta del pie. Con frecuencia la arteria arqueada está poco desarrollada, siendo sustituida por la arteria tarsiana lateral, lo que es importante tener en cuenta al investigar el pulso de las arterias del pie en la endoarteritis (L. Remneva, 1960);

d) **arteria primera metatarsiana dorsal,** representa uno de los dos ramos terminales de la dorsal del pie y se extiende hasta el espacio entre los I y II

dedos, donde se divide en dos ramos digitales; antes de su división emite un ramo para el lado medial del dedo grueso;

c) **ramo plantar profundo,** es el segundo ramo terminal y el de mayor calibre de la arteria dorsal del pie; a través del primer espacio intermetatarsiano pasa a la región plantar, donde participa en la formación del **arco arterial plantar** (*arcus plantaris*).

En la planta del pie hay dos arterias plantares, medial y lateral, ramos terminales de la arteria tibial posterior.

La más delgada, **la arteria plantar medial,** se extiende por el surco plantar medial. Termina en la cabeza del I metatarsiano, uniéndose con la primera arteria metatarsiana plantar o afluyendo al arco plantar; en su trayecto emite ramificaciones musculares, articulares y cutáneas (véase fig. 339).

La arteria plantar lateral, de mayor calibre, se extiende por el surco plantar lateral en dirección al lado medial de la base del V metatarsiano, donde se flexiona bruscamente hacia el lado medial formando por las bases de los metatarsianos un arco de convexidad anterior **(arco plantar),** que termina en el lado lateral del I metatarsiano, anastomosándose con el ramo plantar profundo de la dorsal del pie. Además, la plantar lateral emite una pequeña ramificación que se une con la plantar medial. De este modo las arterias de la planta del pie, durante la estación bípeda y la marcha están sometidas a una presión constante, forman entre sí dos arcos arteriales que, a diferencia de los arcos palmares, no se encuentran dispuestos paralelamente, sino en dos planos mutuamente perpendiculares: el arco del plano horizontal, entre las arterias plantares medial y lateral; y el arco del plano vertical, entre la arteria plantar lateral y el ramo plantar profundo.

Ramos de la arteria plantar lateral:

a) ramos musculares y cutáneos;

b) **arterias metatarsianas plantares** (cuatro), que en el extremo posterior de cada metatarsiano se unen con las arterias perforantes posteriores y en el extremo anterior con las perforantes anteriores, se ramifican en las arterias digitales plantares que, desde la segunda falange, emiten también ramos al lado dorsal de los dedos. Como resultado, en el pie existen dos grupos de arterias perforantes, que unen los vasos del dorso con los de la planta. Esos vasos perforantes, uniendo las arterias metatarsianas plantares con las metatarsianas dorsales, forman anastomosis entre la tibial anterior y la tibial posterior. Por eso puede decirse que estas dos arterias principales de la pierna presentan en el pie, en la región de los metatarsianos, dos tipos de anastomosis: 1) el arco plantar y 2) los ramos perforantes.

LEYES QUE RIGEN EN LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ARTERIAS

El sistema arterial refleja en su estructura las leyes generales que rigen la constitución y el desarrollo del organismo y sus sistemas aislados (P. Lesgaft). Abasteciendo de sangre a los diversos órganos, el sistema arterial concuerda con la estructura, función y desarrollo de estos órganos (M. Prives). Por eso, la distribución de las arterias en el organismo humano está regida por determinadas leyes que pueden reunirse en los siguientes grupos.

ARTERIAS EXTRAORGÁNICAS

LEYES QUE REFLEJAN LA ESTRUCTURA DEL ORGANISMO EN SU CONJUNTO

1. De acuerdo con la «...agrupación de todo el cuerpo alrededor del sistema nervioso» (**C. Marx y F. Engels.** Obras. 2ª ed. r., t. 20, p. 623), las arterias se distribuyen en el trayecto del tubo neural y de los nervios. Así, paralelamente a la médula espinal se extiende el tronco arterial principal, la aorta, y las arterias espinales anterior y posterior. A cada segmento de la médula corresponden los ramos segmentarios espinales de las arterias correspondientes. Además, las arterias se desarrollan inicialmente en relación con los nervios principales. Por ejemplo, en el miembro superior, el nervio mediano, y en el miembro inferior, el nervio isquiático. Por eso, también ulteriormente las arterias se extienden junto con los nervios formando fascículos neurovasculares, en cuya composición entran también venas y vasos linfáticos. Entre los nervios y los vasos existe un enlace recíproco («enlace neurovascular») que coopera a la realización de la regulación neurohumoral única.

2. De acuerdo con la división del organismo en tubos vegetativo y animal, en órganos de la vida vegetativa y de la vida animal, las arterias se dividen en parietales, que van a las paredes de las cavidades orgánicas, y viscerales,

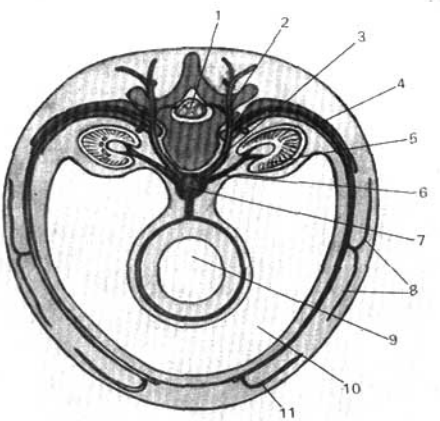


Fig. 340. Esquema de un segmento arterial.

1 — tubo neural;
2 — ramo dorsal;
3 — ramo segmentario somático;
4 — ramo ventral;
5 — riñón;
6 — ramo renal;
7 — aorta;
8 — ramos musculares laterales;
9 — tubo intestinal;
10 — cavidad del cuerpo;
11 — ramo muscular anterior.

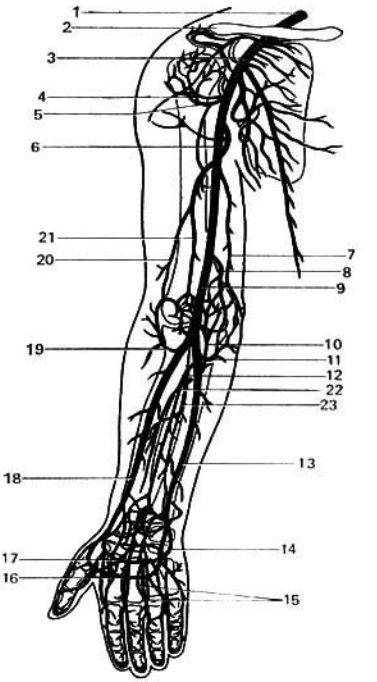


Fig. 341. Arterias del miembro superior derecho (esquema); relación de las arterias con los huesos.

1 — arteria subclavia;
2 — arteria acromiotorácica;
3 — arteria axilar;
4 — arteria circunfleja humeral anterior;
5 — arteria circunfleja humeral posterior;
6 — arteria braquial profunda;
7 — arteria colateral ulnar (cubital) superior;
8 — arteria colateral ulnar inferior;
9 — arteria braquial;
10 — arteria interósea recurrente;
11 — arteria recurrente ulnar (tronco de las arterias recurrentes ulnares);
12 — arteria interósea común;
13 — arteria ulnar;
14 — ramo palmar profundo de la arteria ulnar;
15 — arterias digitales palmares comunes;
16 — arco palmar superficial;
17 — arco palmar profundo;
18 — arteria radial;
19 — arteria recurrente radial;
20 — arteria colateral radial;
21 — arteria colateral media;
22 — arteria interósea anterior;
23 — arteria interósea posterior.

destinadas al contenido de dichas cavidades, o sea, a las vísceras. Por ejemplo, los ramos parietales y viscerales de la aorta descendente.

3. Cada miembro recibe un tronco importante: para el superior, la arteria subclavia, y para el inferior, la arteria ilíaca externa.

4. Las arterias del tronco conservan la disposición segmentaria: arterias intercostales posteriores, lumbares, ramos espinales y otras (fig. 340).

5. La mayor parte de las arterias se localiza según el principio de la simetría bilateral: arterias pares, somáticas y viscerales. Las excepciones de este principio están relacionadas con el desarrollo de las arterias en el interior de los mesenterios primitivos.

6. Las arterias se extienden conjuntamente con los demás elementos del sistema vascular, venas y vasos linfáticos, constituyendo un complejo vascular común. En la composición del mismo deben ser también incluidas las arterias y venas complementarias (delgadas y largas) descubiertas en los

últimos tiempos, que se extienden paralelamente a las arterias básicas y que forman el cauce vascular paraarterial y paravenoso (B. Dolgo-Saburov, A. Akílova).

7. La trayectoria de las arterias corresponde también al esqueleto que constituye el armazón del organismo. Así, a lo largo de la columna vertebral se extiende la aorta; a lo largo de las costillas, las arterias intercostales. En las regiones proximales de los miembros, que tienen un solo hueso (brazo y muslo) se encuentra un solo vaso principal (las arterias braquial y femoral); en las porciones intermedias, provistas de dos huesos (antebrazo y pierna) existen dos arterias principales (radial y ulnar, tibial y peronea), finalmente, en las porciones distales, manos y pies, que tienen estructura radial, las arterias se extienden en correspondencia con cada radio digital (fig. 341)

LEYES QUE RIGEN EN LA TRAYECTORIA DE LAS ARTERIAS DESDE EL TRONCO MATERNO AL ÓRGANO

En el desarrollo del sistema arterial se origina inicialmente una red primaria vascular. En la parte extrema de esa red existen las condiciones más difíciles para la circulación de la sangre, en comparación con las partes que enlazan el órgano con el tronco materno por el trayecto más corto. Por eso, un vaso determinado que se encuentre en línea recta entre el tronco materno y el órgano, se conserva, mientras que los restantes quedan abandonados. A causa de eso resulta que:

1. Las arterias se extienden por *la distancia más corta*, es decir, aproximadamente en la línea recta que une el tronco materno con el órgano. Es por esto que cada arteria da ramos a los órganos vecinos.

Eso explica que los primeros ramos de la aorta, a su salida del corazón, sean las arterias destinadas al propio corazón. Con eso se explica también el orden de partida de los ramos, determinado por la embriogenia y la posición de los órganos. Por ejemplo, al principio de la aorta abdominal parten ramos para el estómago (del tronco celíaco), luego para el intestino delgado (arteria mesentérica superior), y finalmente para el intestino grueso (arteria mesentérica inferior). O bien, primeramente, las arterias para las suprarrenales (arteria suprarrenal media) y luego para el riñón (arteria renal). Según ese principio tiene importancia el lugar de origen del órgano y no su posición definitiva, con lo que se explica, por ejemplo, que la arteria testicular parte no de la femoral, sino de la aorta, cerca de la cual se desarrolló el testículo. Por el contrario, el escroto, originado en la región de los órganos genitales externos, recibe las arterias procedentes de dicha región, las arterias pudendas externas, ramos del tronco importante más próximo, la arteria femoral. *Conociendo la ley de la distancia más corta y la historia del desarrollo, siempre puede determinarse hacia qué órganos y qué ramos son los que parten de una arteria en particular.*

2. Las arterias se localizan en las superficies flexoras del cuerpo, ya que durante la extensión el tubo vascular se distiende y aplana. Con eso se explica, por ejemplo, la posición de la arteria carótida común en la cara anterior del cuello, o la de las arterias importantes del miembro superior, en la cara palmar. En el miembro inferior, donde la superfice de flexión está por delante en la región de la articulación coxal, y por detrás en la región de

la pierna, la arteria femoral pasa de la cara anterior del muslo a la posterior, siguiendo un trayecto en espiral.

3. Las arterias se encuentran en lugares cerrados, protegidos, en surcos o canales formados por los huesos, músculos y fascias que protegen a los vasos contra las compresiones y lesiones. Ya que en los cuadrúpedos el lado dorsal del cuerpo es el más descubierto e indefenso, los vasos se situaron durante el proceso evolutivo en el lado ventral, lo que se conservó en el hombre. Eso explica la disposición de la aorta y de sus ramos por delante de la columna vertebral, y la de las arterias del cuello y de los miembros, preferentemente en la cara anterior. En el dorso no hay arterias de gran calibre.

4. Las arterias penetran en el órgano por su cara medial o interna, cóncava, dirgida hacia la fuente de su nutrición. Por eso todos los hilios de los órganos internos están en la cara cóncava de los mismos, dirigida hacia la línea media, donde se encuentra la aorta, que les da sus ramos.

5. Las arterias presentan distinta disposición en correspondencia con las funciones del órgano:

a) en los órganos relacionados con el movimiento se observan redes vasculares, anillos y anastomosis arqueadas. Así, en la región de las articulaciones se forma la red articular, a expensas de las arterias importantes que se extienden por su vecindad, y gracias a estas redes la sangre circula libremente por las articulaciones, a pesar de que durante sus movimientos son inevitables las compresiones o distensiones de una parte de sus vasos. Las vísceras movibles, que varían de dimensiones y forma, como, por ejemplo, el estómago o intestinos, tienen gran número de anastomosis circulares o arqueadas;

b) el calibre de las arterias se determina no sólo por las dimensiones del órgano, sino también por sus funciones. Así, la arteria renal tiene un diámetro no inferior al de las arterias mesentéricas, que tienen a su cargo la irrigación sanguínea de un órgano tan largo como el intestino, y ello se debe a que aporta la sangre al riñón cuya función secretora de orina reclama un enorme aflujo sanguíneo. Las arterias de la glándula tiroidea tienen mayor calibre que las de la laringe, puesto que para la glándula tiroidea que elabora hormonas se exige mayor cantidad de sangre que la que es necesaria para la irrigación sanguínea de la laringe;

c) en relación con eso, todas las glándulas de secreción interna disponen de múltiples fuentes de nutrición. Por ejemplo, la ya citada glándula tiroidea recibe irrigación sanguínea de todas las arterias importantes vecinas: carótidas, subclavias y aorta; las suprarrenales la reciben de la arteria frénica inferior (arteria suprarrenal superior), de la aorta (arteria suprarrenal media), y de la renal (arteria suprarrenal inferior).

ALGUNAS LEYES QUE RIGEN EN LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ARTERIAS INTRAORGÁNICAS *

En el contenido del órgano se incluye también su sistema vascular, que constituye una parte del mismo considerado como un todo único. Por eso,

* Confirmadas por las investigaciones de M. Prives y de sus discípulos y colaboradores: R. Bardina, A. Gabuzov, I. Guillo, I. Gurkova, A. Drozdova, N. Zotova, S. Ivanov, I. Izmailova, M. Kalveit, N. Krylova, V. Krylova, N. F. Krylova, G. Katinas, N. Lijachova, N. Mirofiubov, V. Muratikova, O. Petrova, E. Peterson, I. Preobrazhenskaia, V. Ravcheni, L. Selivanova, V. Stepantsov, Su-Sin, Tan-Psen-Li, I. Chebaievskaia, V. Shishova, V. Schukina, D. Kleinman y otros.

el carácter del cauce arterial intraorgánico y la constitución de sus arterias corresponden a la estructura, funciones y desarrollo del órgano, en el que se ramifican. Con esto se explica que en los distintos órganos, el cauce arterial tiene también una estructura distinta, mientras que en los órganos semejantes es aproximadamente la misma.

Arterias intraóseas (véase fig. 20). En correspondencia con la estructura, funciones y desarrollo de los huesos tubulares largos, éstos reciben: arterias diafisarias, la principal (a. nutricia), que penetra por la parte media de la diáfisis y se divide en un ramo proximal y otro distal; y otras accesorias (aa. diafisarias accesorias), que penetran en el hueso por los extremos de la diáfisis. Las arterias diafisarias nutren la diáfisis en su interior, mientras que la capa cortical recibe las ramificaciones arteriales corticales procedentes del periostio. La existencia de dos sistemas arteriales en la diáfisis explica el porqué un proceso purulento puede afectar una capa de la diáfisis, dejando intacta a la otra.

Además de las arterias diafisarias, los huesos tubulares largos reciben también irrigación sanguínea por arterias que penetran en las metáfisis (arterias metafisarias), en las epífisis (arterias epifisarias) y en las apófisis (arterias apofisarias). El cartílago metaepifisario al principio aísla los vasos de la epífisis de los vasos de la metáfisis; a medida que se van desarrollando las sinostosis, todos los vasos se van enlazando entre sí, constituyendo un sistema único para cada hueso. En los huesos tubulares cortos que tienen una epífisis (metacarpo y metatarso) existe un sistema de arterias epifisarias. En los huesos esponjosos cortos (vértebras, carpo tarso, esternón) los vasos penetran por distintos lados, dirigiéndose hacia los orígenes de los puntos de osificación.

Las arterias de los ligamentos se extienden a lo largo de los haces de tejido conjuntivo y con ellos se disponen perpendicularmente a su eje de rotación correspondiente.

Las arterias de los músculos en un principio se extienden a lo largo del eje funcional del músculo, luego penetran en el perimisio interno y pasan por el mismo paralelamente a los haces de fibras musculares, proporcionando a los mismos ramos perpendiculares que forman asas, extendidas a toda su longitud.

En los órganos de **estructura lobular** (pulmones, hígado, riñones) las arterias penetran hasta el centro del órgano, y desde aquí divergen (en tres direcciones) hacia la periferia, en correspondencia con los lóbulos y lobulillos del mismo (fig. 342).

En los órganos en forma de **tubo** los vasos se disponen de la siguiente manera (fig. 343):

1. Paralelamente al eje longitudinal del tubo, y por uno de sus lados, se extiende la arteria de la que parten en ángulo recto los ramos transversales que abarcan el tubo de forma anular (por ejemplo, en el intestino, útero y tubas uterinas).

2. Los vasos se extienden por un lado del tubo paralelamente a su eje longitudinal y emiten ramos que se extienden también, preferentemente, en dirección longitudinal (por ejemplo, en el uréter).

3. Los vasos forman en la superficie del tubo una red de la que parten de la periferia al centro en dirección radial los ramos que penetran en el

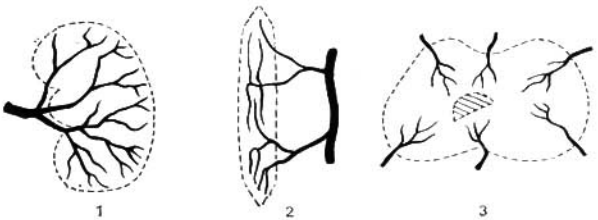


Fig. 342. Tipos de cauce sanguíneo intraorgánico (según M. Prives). Organos desarrollados como masas celulares compactas.

1 — disposición de las arterias desde el hilio hacia la periferia del órgano, en todas direcciones (riñón);
2 — disposición longitudinal (músculo);
3 — disposición concéntrica o radial de las arterias, desde la periferia hacia el centro (epífisis de los huesos).

espesor de las paredes del tubo. Tal es la forma de irrigación sanguínea de la médula espinal por las arterias segmentarias.

Las arterias del encéfalo también van de la periferia al centro, con las siguientes particularidades: a) en la corteza cerebral (centros de proyección), los ramos arteriales son rectos y cortos; b) en la substancia blanca, los ramos son rectos y alargados, extendiéndose a lo largo de los fascículos nerviosos, y c) en los núcleos subcorticales (centros nucleares) forman redes vasculares. En las raíces nerviosas y en los nervios las arterias se extienden entre las capas del endoneuro paralelamente a los fascículos de fibras para las que emiten, al igual que en los músculos, ramificaciones perpendiculares que forman asas longitudinales extendidas a lo largo de los fascículos nerviosos.

Así, pues, en los órganos constituidos por sistemas de fibras (músculos, ligamentos y nervios), la disposición de los vasos arteriales es muy parecida:

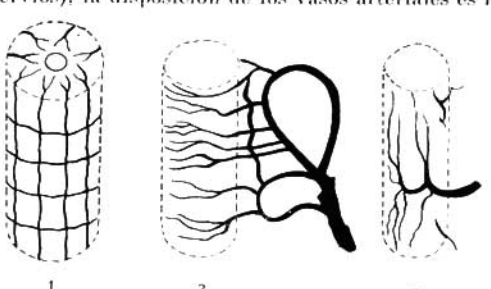


Fig. 343. Tipos de cauce sanguíneo intraorgánico. Organos desarrollados como formaciones tubulares.

1 — disposición radial de las arterias (médula espinal);
2 — disposición transversal de las arterias (intestino);
3 — disposición longitudinal de las arterias (uréter).

los vasos arteriales penetran en el órgano por varios puntos de su eje longitudinal y se extienden en el trayecto de las fibras. Para la irrigación sanguínea de un órgano determinado tienen importancia no sólo las arterias que penetran directamente en el mismo, sino también los vasos vecinos que le abastecen de sangre a través de las anastomosis. Todas las arterias de un órgano dado y de las formaciones que lo rodean, constituyen «el sistema vascular del órgano» (V. Goliev).

CIRCULACIÓN COLATERAL

La circulación colateral es un mecanismo funcional muy importante del organismo, relacionado con la gran plasticidad de los vasos sanguíneos, que asegura la irrigación ininterrumpida de los órganos y tejidos. El estudio detallado de la misma, de enorme importancia práctica, está relacionado con el nombre de V. Tonkov y su escuela (R. Bardin, A. Bystrov, B. Dolgo-Saburov, V. Guinsburg, G. Ivanov, V. Kolesnikov, V. Kurkovski, V. Kuntsevich, I. Lev, A. Liubomudrov, F. Sudzilovski, M. Shepelev, y otros).

La circulación colateral existe en *condiciones fisiológicas* durante las dificultades temporales de la circulación sanguínea (por ejemplo, en las compresiones vasculares en las zonas de movimiento, en las articulaciones). Esta puede establecerse en *condiciones patológicas*, en las obliteraciones, lesiones y ligaduras de los vasos. En condiciones fisiológicas la circulación colateral se realiza por vasos laterales, que se extienden paralelamente a los vasos principales y se denominan colaterales (por ejemplo, la arteria colateral ulnar y otras), por lo que dicha forma de circulación sanguínea se denomina colateral. En los trastornos circulatorios del tronco principal, provocados por la obturación del mismo por lesiones, o por su ligadura en las intervenciones quirúrgicas, la sangre corre a través de las anastomosis hacia los ramos vasculares vecinos, los cuales se dilatan, se flexionan y se convierten bien pronto en colaterales. Así, pues, los ramos colaterales existen en condiciones corrientes, pudiendo también desarrollarse de nuevo gracias a la existencia de anastomosis. Por consiguiente, en las perturbaciones circulatorias provocadas por un obstáculo en un vaso determinado, primeramente se incluirán las vías circulatorias colaterales ya existentes, y después se irán desarrollando nuevas colaterales. Como resultado de ello la circulación es restablecida. En todo ese proceso juega un importante papel el sistema nervioso (R. Bardin, N. Zotov, V. Kolesnikov, I. Lev, A. Labbok, M. Prives y otros).

De lo expuesto se desprende la necesidad de determinar exactamente la diferencia entre anastomosis y colateral.

Anastomosis (*anastomoo*, abastezco de embocadura) significa cualquier tercer vaso que se une a otros dos—concepto anatómico.

Colateral (*collateralis*, lateral) es el vaso lateral que realiza la circulación colateral de la sangre — concepto anatomofisiológico. Las colaterales suelen ser de dos tipos: las que existen normalmente, con la estructura típica del vaso normal, como la anastomosis, y las que se desarrollan como resultado de las anastomosis, adquiriendo una estructura particular.

Para la comprensión de la circulación colateral es indispensable el conocimiento de aquellas anastomosis entre vasos distintos, en los que se establece

la circulación en caso de lesión de los vasos, ligaduras operatorias u obliteraciones (trombosis, embolia).

Las anastomosis se desarrollan en dependencia de la magnitud de los vasos que se unen.

Cada arteria magistral o pericardíaca (aorta, carótida, subclavia, ilíaca, etc.) presenta con sus ramificaciones como un sistema arterial aislado. Por eso las anastomosis entre estos sistemas aislados se denominan intersistemáticos; por ejemplo, las anastomosis entre los ramos de la carótida y la subclavia.

Las anastomosis entre los ramos de una gran arteria, limitadas por ramificaciones dentro de un sistema arterial, se denominan endosistemáticas; por ejemplo, las anastomosis entre los ramos de una carótida.

Esas anastomosis fueron ya mencionadas en la descripción aislada de las arterias. También se tienen las anastomosis arteriovenosas, uniones muy finas entre arterias y venas intraorgánicas, por las cuales corre la sangre haciendo un rodeo al cauce microcirculatorio durante su repleción, formando una vía colateral que une directamente las arterias y las venas evitando los capilares.

Además, en la circulación colateral participan delgadas ramificaciones arteriales y venosas que acompañan los troncos magistrales en los fascículos neurovasculares y que forman cauces arteriales y venosos, perivasculares y perineurales (A. Akilova).

Aparte de su importancia práctica, las anastomosis son expresión de la unidad del sistema arterial, que sólo con el fin de facilitar su estudio dividimos artificialmente en secciones aisladas.

VENAS DE LA GRAN CIRCULACIÓN
SISTEMA DE LA VENA CAVA SUPERIOR

La vena cava superior es un vaso de gran calibre (cerca de 2,5 cm de diámetro), pero corto (5-6 cm), situado a la derecha y algo por detrás de la aorta ascendente. La cava superior se forma por la unión de las venas braquiocefálicas derecha e izquierda (*vv. brachiocephalicae dextra et sinistra*), por detrás de articulación de la I costilla derecha con el esternón. Desde aquí desciende a lo largo del borde derecho del esternón, por detrás de los primero y segundo espacios intercostales, y a nivel del borde superior de la III costilla, encubriéndose por detrás de la auriculilla, se abre en el atrio derecho. Por su pared posterior está en contacto con la arteria pulmonar derecha, que la separa del bronquio principal derecho, y en un trayecto muy corto, en su afluencia en el atrio, también contacta con la vena pulmonar derecha superior; esos dos vasos se cruzan con la cava superior transversalmente. A nivel del borde superior de la arteria pulmonar derecha, en la cava superior desemboca la vena ácigos, que contornea en forma de arco la raíz del pulmón derecho (el arco de la aorta contornea la raíz del pulmón izquierdo). La pared anterior de la cava superior está separada de la pared anterior del tórax por una capa del pulmón derecho de bastante espesor.

VENAS BRAQUIOCEFÁLICAS

Las venas braquiocefálicas, derecha e izquierda (*vv. brachiocephalicae, dextra et sinistra*) (fig. 344), de cuya unión se forma la cava superior, están a su vez formadas por la unión de la v. subclavia y la v. yugular interna.

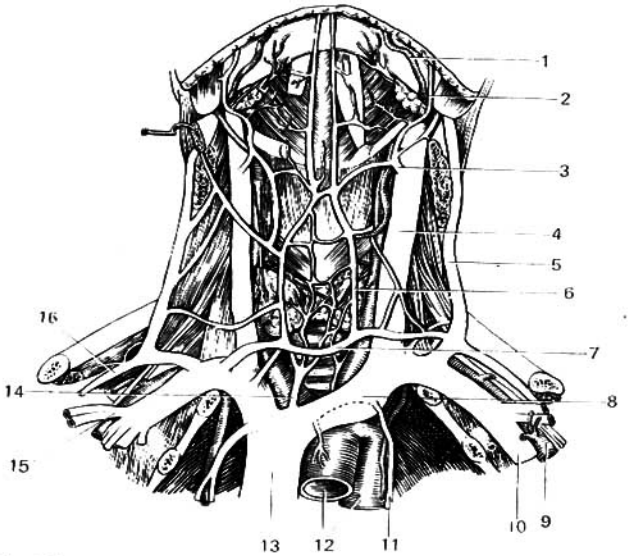


Fig. 344. Vena cava superior, venas braquiocefálicas y sus afluentes.

1 — arteria facial;
2 y 3 — vena facial;
4 — vena yugular interna;
5 — vena yugular externa;
6 — vena yugular anterior;
7 — arco venoso yugular;
8 — vena braquiocefálica izquierda;
9 — arteria subclavia;
10 — vena subclavia;
11 — vena torácica interna;
12 — arco de la aorta;
13 — vena cava superior;
14 — vena tiroidea ima;
15 — vena cefálica;
16 — vena transversa del cuello.

La vena braquiocefálica derecha, de 2-3 cm de longitud, es más corta que la izquierda, formándose por detrás de la articulación esternoclavicular derecha, se dirige oblicuamente hacia abajo y medialmente hacia su lugar de unión con la vena homónima del lado izquierdo. Por delante, la vena braquiocefálica derecha está cubierta por los músculos esternocleidomastoideo, esternohioideo y esternotiroideo; y más abajo, por el cartílago de la I costilla. La vena braquiocefálica izquierda es aproximadamente dos veces más larga que la derecha. Formándose por detrás de la articulación esternoclavicular izquierda, se extiende por detrás del mango del esternón, del que está separada tan sólo por una capa de tejido conjuntivo y por la glándula timo, dirigiéndose hacia abajo y a la derecha para unirse con la vena braquiocefálica derecha; durante su trayecto está aplicada íntimamente por abajo a la cara convexa del arco de la aorta, cruzando por delante a la arteria subclavia izquierda y los segmentos iniciales de la carótida común izquierda y el tronco braquiocefálico arterial. En las venas braquiocefálicas desembo-

can las venas tiroideas inferiores y la vena tiroidea ima, formadas del denso plexo venoso existente en el borde inferior de la glándula tiroidea; también desembocan las venas del timo.

VENA YUGULAR INTERNA

La vena yugular interna (*v. jugularis interna*) (figs. 344, 345) recoge la sangre de la cavidad del cráneo y los órganos del cuello; se inicia en el agujero yugular donde forma una dilatación, *el bulbo superior*, se dirige hacia abajo situándose lateralmente a la carótida interna, y más abajo, lateralmente a la carótida común. En su extremo inferior, antes de unirse con la vena subclavia, la yugular interna presenta un segundo engrosamiento, *el bulbo inferior*, en la región del cuello, por encima del cual se encuentran en la vena una o dos válvulas. Durante su trayecto por el cuello la vena yugular interna está cubierta por los músculos esternocleidomastoideo y omohioideo. En lo

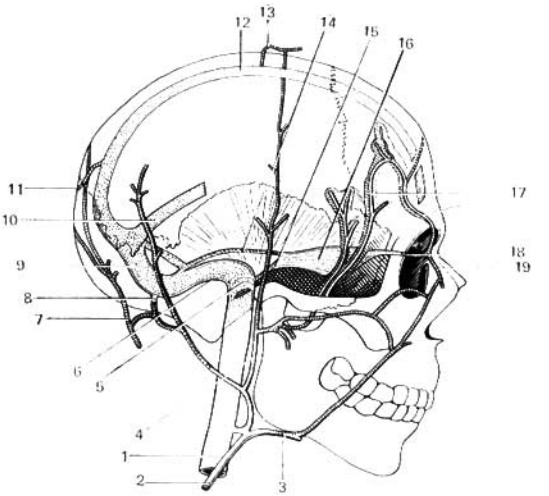


Fig. 345. Venas externas e internas del cráneo y sus relaciones con los senos venosos de la duramadre (esquema).

1 — vena yugular interna;
2 — vena yugular externa;
3 — vena facial;
4 — vena retromandibular;
5 — bulbo superior de la vena yugular;
6 — seno sigmoideo;
7 — vena occipital;
8 — vena emisaria mastoidea;
9 — seno transverso;
10 — seno recto;
11 — vena emisaria occipital;
12 — seno sagital superior;
13 — vena emisaria parietal;
14 — seno petroso superior;
15 — seno petroso inferior;
16 — seno cavernoso;
17 — venas diploicas;
18 — vena oftálmica superior;
19 — vena angular.

tocante a los senos durales, que vierten su sangre en la yugular interna, véase el capítulo donde se describe el encéfalo. Aquí debemos citar las venas oftálmicas superior e inferior, que recogen la sangre de la órbita y la vierten en el seno cavernoso, con la particularidad de que la vena oftálmica inferior comunica, además, con el plexo venoso pterigoideo (véase más adelante).

Durante su trayecto la vena yugular interna recibe los siguientes afluentes:

1. **Vena facial** (*v. facialis*), que llega por debajo de los músculos estilohioideo y esternocleidomastoideo. (A veces desemboca en la vena yugular externa.) Los afluentes de la vena facial corresponden a los ramos de la arteria facial.

2. **Vena retromandibular** (*v. retromandibularis*), que recoge la sangre de la región temporal. Más abajo, en ella desemboca un tronco que acarrea la sangre desde el plexo pterigoideo (plexo muy denso, situado entre los músculos pterigoideos), después de lo cual la retromandibular penetra en el espesor de la parótida junto con la arteria carótida externa y se une a la vena facial por debajo del ángulo de la mandíbula.

La vía más corta que une la vena facial con el plexo pterigoideo es la «vena anastomótica» (*v. anastomotica facialis*) descrita por M. Sreseli, situada a nivel del borde alveolar de la mandíbula. Enlazando las venas superficiales con las profundas de la cara, la vena anastomótica puede convertirse en vía de difusión de un proceso infeccioso y de ahí su importancia práctica.

3. **Venas faríngeas** (*vv. pharyngeae*), que forman un plexo en la faringe (plexo faríngeo) y desembocan directamente en la yugular interna o en la vena facial.

4. **Vena lingual** (*v. lingualis*), que acompaña a la arteria homónima.

5. **Venas tiroideas superiores** (*vv. thyreoideae superiores*), que reciben la sangre de las zonas superiores de la glándula tiroidea y de la laringe.

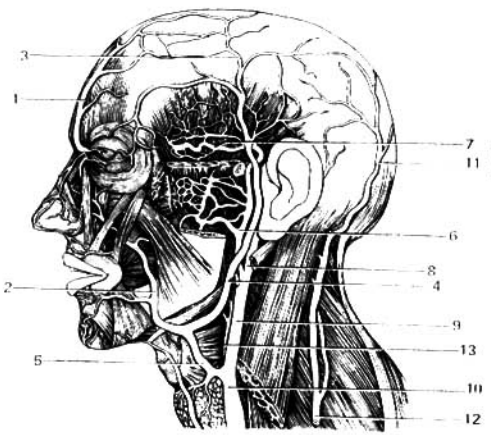


Fig. 346. Venas de la cara.

1 — vena supraorbital;
2 y 5 — vena facial;
3 — vena temporal superficial;
4 — vena retromandibular;
6 — v. maxilar;
7 — venas temporales medias;
8, 9 y 10 — vena yugular interna;
11 — vena occipital;
12 — vena yugular externa;
13 — arteria carótida externa.

6. Vena tiroidea media (*v. thyreoidea media*) (más exactamente tiroidea lateral, según N. Lijachova), que parte del borde lateral de la glándula tiroidea y desemboca en la yugular interna. En el borde inferior de la glándula existe un plexo venoso impar (plexo tiroideo impar), que vierte su sangre en la yugular interna a través de las venas tiroideas superiores, y también en las venas del mediastino anterior, a través de las venas tiroideas inferiores y la tiroidea ima.

VENA YUGULAR EXTERNA

La vena yugular externa (*v. jugularis externa*) (figs. 344, 345, 346) se inicia por detrás del pabellón de la oreja y sale a nivel del ángulo de la mandíbula, por detrás de la fosa retromandibular, se dirige hacia abajo por el tejido subcutáneo, cubierta por el músculo platisma, por la cara externa del músculo esternocleidomastoideo, a la que cruza oblicuamente hacia abajo y atrás. Alcanzando el borde posterior de este músculo la yugular externa entra en la región supraclavicular, donde se dirige inmediatamente a la profundidad, uniéndose corrientemente en un tronco común con la vena yugular anterior y con la subclavia. Por detrás de la oreja, en la yugular externa afluyen las venas auricular posterior y occipital.

VENA YUGULAR ANTERIOR

La vena yugular anterior (*v. jugularis anterior*) es muy variable por su forma y dimensiones, formándose por la confluencia de pequeños ramos por encima del hueso hioideo, desde donde desciende verticalmente. Las dos yugulares anteriores, derecha e izquierda, perforan la lámina pretraqueal de la fascia cervical, entran en el espacio interaponeurótico supraesternal y desembocan en la vena subclavia. En este espacio las dos venas yugulares anteriores se anastomosan entre sí por uno o dos troncos. De este modo, sobre el borde superior del esternón y las clavículas se forma un arco venoso, denominado arco venoso yugular. En algunos casos las yugulares anteriores están sustituidas por una vena yugular anterior impar, que desciende por la línea media y desemboca por abajo en el arco venoso ya citado, formado en tales casos por una anastomosis entre las vv. yugulares externas (véase fig. 344).

VENA SUBCLAVIA

La vena subclavia es prolongación directa de la vena axilar. Está situada por delante y por debajo de la arteria homónima, de la que se encuentra separada por el músculo escaleno anterior; por detrás de la articulación esternoclavicular, la subclavia se une con la yugular interna, con la que forma el tronco venoso braquiocefálico.

VENAS DEL MIEMBRO SUPERIOR

Las venas del miembro superior se dividen en profundas y superficiales.

Las venas *superficiales o subcutáneas*, anastomosándose entre sí, constituyen una red de amplias asas de la que destacan en determinadas zonas troncos aislados de mayor calibre. Esos troncos son los siguientes (fig. 347):

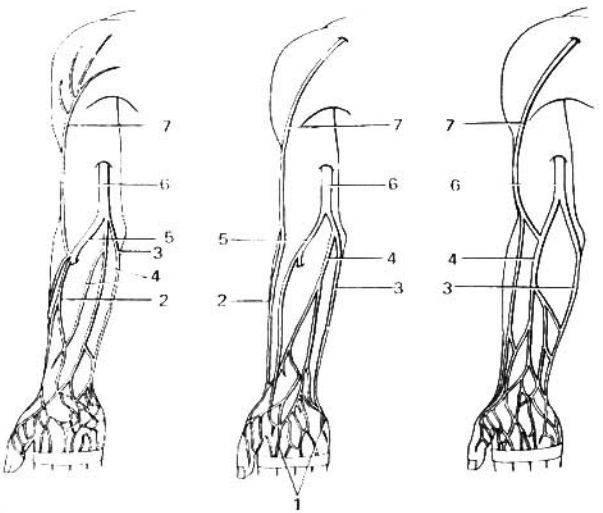


Fig. 347. Venas superficiales del miembro superior; cara anterior (palmar) (variantes de la vena mediana cubital y colaterales).

1 — red venosa palmar;
2 — vena cefálica;
3 — vena basílica;
4 — vena mediana del antebrazo;
5 — vena mediana cubital;
6 — vena basílica;
7 — vena cefálica.

1. Vena cefálica*, que se inicia en la porción radial del dorso de la mano, por el lado radial del antebrazo alcanza la región del codo, donde se anastomosa con la vena basílica, y por el surco bicipital lateral alcanza el trígono deltopectoral y después de perforar la fascia desemboca en la vena axilar.

2. Vena basílica, que se inicia en el lado ulnar del dorso de la mano, se dirige por la porción medial de la cara anterior del antebrazo a lo largo del músculo flexor ulnar del carpo al pliegue del codo, donde se anastomosa con la vena cefálica mediante la vena mediana cubital; más adelante se eleva por el surco bicipital medial, perfora la fascia en la mitad de su trayecto por el brazo y desemboca en la vena humeral.

3. Vena mediana cubital (*v. mediana cubiti*), representa una anastomosis situada oblicuamente que en la región del codo enlaza la vena basílica con la cefálica. En ella desemboca corrientemente la vena mediana del antebrazo, que transporta sangre desde el lado palmar de la mano y del antebrazo. La vena mediana cubital tiene gran importancia práctica, por ser punto de elección para las inyecciones intravenosas de substancias medicamentosas,

* Denominada cefálica porque se suponía que por su incisión se extraía sangre de la cabeza.

para las transfusiones sanguíneas y para la extracción de sangre destinada a investigaciones de laboratorio.

Las venas profundas acompañan a las arterias homónimas, por lo común en número de dos para cada arteria. De esta suerte existen dos venas braquiales, dos ulnares, radiales e interóseas.

Las dos venas braquiales, en el borde inferior del pectoral mayor, se unen formando conjuntamente la vena axilar, la cual, en la fosa axilar, se extiende medialmente y por delante de la arteria homónima, cubriéndola parcialmente. Al pasar a la cara inferior de la clavícula se continúa directamente en la vena subclavia. En la vena axilar confluyen, además de la vena cefálica ya citada, la vena toracoacromial (correspondiente a la arteria homónima), la vena torácica lateral (en la que desemboca con frecuencia la vena toracoepigástrica, tronco importante de la pared abdominal), la vena subescapular y las venas circunflejas humerales.

VENA ÁCIGOS Y VENA HEMIÁCIGOS

La vena ácigos y la vena hemiácigos (figs. 348, 249, 250) se forman en la cavidad abdominal mediante la confluencia de las venas lumbares ascendentes, que enlazan las venas lumbares en dirección longitudinal. Se dirigen hacia arriba, por detrás del psoas mayor, y penetran en la cavidad torácica entre los fascículos musculares de los pilares del diafragma: la vena ácigos, con el nervio esplácnico derecho, y la vena hemiácigos, con el nervio esplácnico izquierdo o con el tronco simpático.

En el tórax la ácigos sube a lo largo de la cara lateral derecha de la columna vertebral, aplicada íntimamente a la pared posterior del esófago. A nivel de la IV o V vértebra se aparta de la columna y contornea la raíz del pulmón derecho para ir a desembocar en la cava superior. Además de los ramos que recogen la sangre de los órganos del mediastino, en la ácigos desembocan las nueve venas intercostales inferiores derechas, y, a través de ellas, las venas de los plexos vertebrales. Cerca del arco de la ácigos en la misma desemboca la vena intercostal superior derecha, formada por la confluencia de las tres venas intercostales derechas superiores.

La vena hemiácigos se extiende por la cara lateral izquierda del cuerpo de las vértebras, por detrás de la aorta torácica descendente. Ella asciende hasta la VII u VIII vértebras torácicas, donde se flexiona hacia la derecha, cruza oblicuamente y hacia arriba la cara anterior de la columna vertebral, por detrás de la aorta y del conducto torácico, y desemboca en la vena ácigos. La vena hemiácigos recibe ramos de los órganos del mediastino y las venas intercostales izquierdas inferiores, así como las venas de los plexos vertebrales. Las venas intercostales izquierdas superiores desembocan en la vena hemiácigos accesoria, que se dirige de arriba abajo, al igual que la hemiácigos situada en la cara lateral izquierda del cuerpo de las vértebras, yendo a desembocar en la hemiácigos o directamente en la ácigos, contorneando hacia la derecha la cara anterior de la VII vértebra torácica.

VENAS PARIETALES DEL TRONCO

Venas intercostales posteriores. Acompañan en los espacios intercostales a las arterias homónimas, en número de una vena para cada arteria. Sobre la desembocadura de estas venas en la vena ácigos y en la hemiácigos ya se

habló con anterioridad. En los extremos posteriores de las venas intercostales, cerca de la columna vertebral, confluyen: ramos dorsales (que acarrean la sangre de los músculos profundos del dorso) y ramos espinales (de las venas de los plexos vertebrales).

La vena torácica interna acompaña a la arteria homónima; siendo un tronco doble en la mayor parte de su trayecto, al llegar cerca de la I costilla se fusionan en un solo tronco que desemboca en la vena braquiocefálica correspondiente.

El segmento inicial de la vena torácica interna, la vena epigástrica superior, se anastomosa con la vena epigástrica inferior (que desemboca en la vena ilíaca externa) y también con las venas subcutáneas del abdomen (*vv. subcutaneae abdominis*), que forman una red de asas gruesas en el tejido subcutáneo. Desde esta red la sangre se vierte hacia arriba, a través de las venas toracoepigástrica y torácica lateral, en la vena axilar; y hacia abajo,

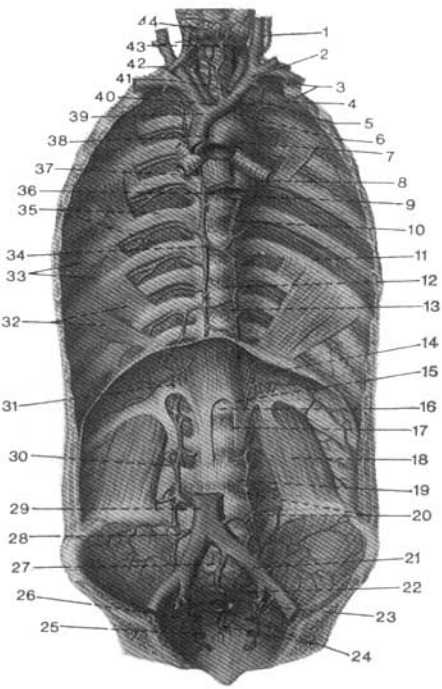


Fig. 348. Venas de las cavidades torácica y abdominal.

1 — vena yugular interna;
2 — arteria carótida común izquierda;
3 — arteria y vena subclavia izquierda;
4 — vena intercostal suprema izquierda;
5 — arteria tiroidea ima;
6 — vena braquiocefálica izquierda;
7 — arco aórtico;
8 — bronquio principal izquierdo;
9 — aorta torácica;
10 — vena hemiácigos accesoria;
11 — venas intercostales inferiores;
12 — vena hemiácigos;
13 — anastomosis entre las venas ácigos y hemiácigos;
14 — diafragma;
15 — vena frénica inferior;
16 — hiato aórtico;
17 — pilar izquierdo del diafragma;
18 — músculo cuadrado lumbar;
19 — vena lumbar ascendente izquierda;
20 — venas lumbares (III y IV);
21 — vena ilíaca común izquierda;
22 — vena ilíaca interna;
23 — vena ilíaca externa;
24 — plexos venosos sacros;
25 — cara pelviana del sacro;
26 — vena sacra lateral;
27 — vena sacra mediana;
28 — vena iliolumbar;
29 — vena cava inferior;
30 — anastomosis entre las venas lumbar ascendente y lumbares;
31 — venas suprarrenales;
32 — músculos subcostales;
33 — músculos intercostales internos;
34 — vena ácigos;
35 — músculos intercostales externos;
36 — esófago;
37 — bronquio principal derecho;
38 — vena cava superior;
39 — vena braquiocefálica derecha;
40 — arteria braquiocefálica;
41 — tráquea;
42 — vena yugular interna;
43 — plexo tiroideo impar;
44 — glándula tiroidea.

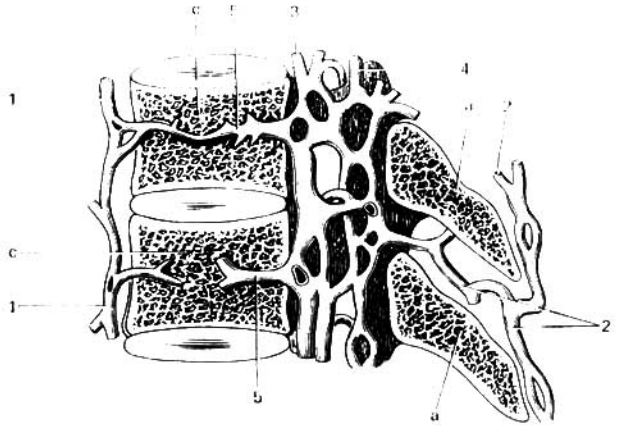


Fig. 349. Venas de la columna vertebral; su aspecto en un corte sagital.

a — procesos espinosos;
c — cuerpo de la vértebra;
1 — venas exteriores del cuerpo vertebral;
2 — venas posteriores que comunican con las venas intervertebrales;
3 y 4 — plexos venosos anterior y posterior del canal vertebral;
5 — venas intravertebrales (venas del cuerpo vertebral).

a través de las venas epigástrica superficial y circunfleja ilíaca superficial, en la vena femoral. De este modo, las venas de la pared abdominal anterior forman un enlace directo entre las zonas de distribución de las venas cavas superior e inferior. Además, en la región del ombligo, unas cuantas ramificaciones venosas se unen por medio de las venas paraumbilicales, pertenecientes al sistema de la vena porta (sobre ese particular véase más adelante).

PLEXOS VERTEBRALES

Existen cuatro plexos venosos vertebrales, dos internos y dos externos (fig. 349). **Los plexos internos, plexos venosos vertebrales internos** (anterior y posterior), están situados en el canal vertebral y constan de una serie de anillos venosos, uno por cada vértebra. En estos plexos desembocan las venas de la médula espinal y también las venas basivertebrales, que salen del cuerpo de las vértebras por su cara posterior y conducen la sangre de la substancia esponjosa vertebral. **Los plexos vertebrales externos** se subdividen a su vez, en dos: los anteriores, en la cara anterior del cuerpo de las vértebras (desarrollados principalmente en la región cervical y sacra), y los posteriores, que se extienden sobre los arcos de las vértebras, cubiertos por los músculos dorsales y cervicales profundos. La sangre de los plexos vertebrales se vierte en la región del tronco, a través de las venas intervertebrales, en las venas intercostales posteriores y en las lumbares. En el cuello, la derivación venosa

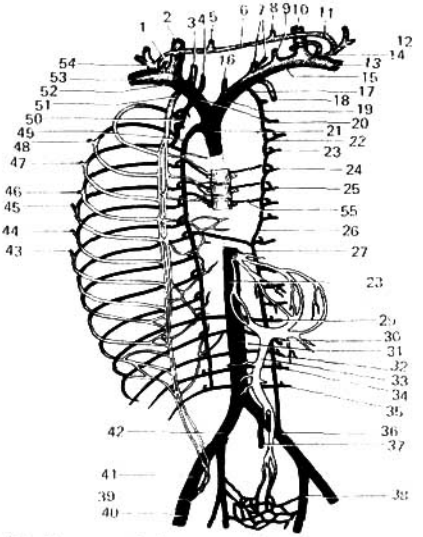


Fig. 350. Esquema de las venas del tronco y sus enlaces.

1 — conducto linfático derecho;
2 y 10 — venas yugulares internas (derecha e izquierda);
3 y 9 — venas vertebrales (derecha e izquierda);
4 y 7 — venas tiroideas inferiores;
5 y 8 — venas yugulares anteriores (derecha e izquierda);
6 y 11 — arco venoso yugular;
12 y 54 — venas yugulares externas (derecha e izquierda);
13 y 53 — venas subclavias (derecha e izquierda);
14 — conducto torácico;
15 — vena braquiocefálica izquierda;
16 — vena tiroidea ima;
17 — vena hemiácigos accesoria;
18 y 51 — venas torácicas internas (derecha e izquierda);
19 — vena braquiocefálica izquierda,
20 — vena braquiocefálica derecha;
21 — vena cava superior
22, 23, 24 y 25 — venas intercostales posteriores;
26 — *vena hemiácigos accesoria;*
27 — vena hemiácigos;
28 y 31 — vena cava inferior;
29, 30, 32, 34 y 35 — venas lumbares;
33 — vena mesentérica superior;
36 — vena ilíaca común izquierda;
37 — vena sacra *mediana*;
38 — vena ilíaca interna;
39 — vena ilíaca externa con la afluencia en su parte superior de la vena epigástrica inferior;
40 — vena femoral;
41 — vena ilíaca externa;
42 — vena ilíaca común derecha;
43, 44, 45, 46, 47 y 48 — venas costoaxilares;
49 — vena ácigos;
50 — vena intercostal suprema derecha;
52 — vena subclavia;
55 — venas de la columna vertebral.

tiene lugar primordialmente hacia la vena vertebral, la cual, extendiéndose con la arteria vertebral, desemboca directamente en la vena braquiocefálica *o uniéndose previamente con la vena cervical profunda.*

SISTEMA DE LA VENA CAVA INFERIOR

La vena cava inferior (fig. 350), el tronco venoso de mayor calibre del organismo, está situada en la cavidad abdominal junto a la aorta, a la derecha de la misma (véase fig. 330). Se forma a nivel de la IV vértebra lumbar por

la unión de las dos venas ilíacas comunes, algo por debajo de la bifurcación de la aorta e inmediatamente a la derecha de la misma. La cava inferior se dirige hacia arriba y algo a la derecha, de tal modo que cuanto más asciende tanto más se separa de la aorta. En su segmento inferior está aplicada al borde medial del músculo psoas derecho, luego pasa a su cara anterior y por arriba se extiende por la porción lumbar del diafragma. Luego, situándose en el surco de la vena en la cara posterior del hígado, pasa a través del agujero diafragmático de la vena cava, entrando en la cavidad torácica, donde desemboca de inmediato en el atrio derecho.

Los afluentes que desembocan directamente en la cava inferior corresponden a los ramos pares de la aorta (exceptuando las vv. hepáticas). Ellos se clasifican en venas parietales y venas viscerales.

Venas parietales: 1) **venas lumbares, derecha e izquierda,** en número de cuatro en cada lado, que corresponden a las arterias homónimas, reciben las anastomosis del plexo vertebral; están unidas entre sí por troncos longitudinales, las venas lumbares ascendentes; 2) venas frénicas inferiores, que desembocan en la cava inferior allí donde ésta pasa al surco del hígado.

Venas viscerales: 1) **venas testiculares** (en el hombre) y **venas ováricas** (en la mujer), se inician en la región de los testículos (o de los ovarios) y rodean a las arterias homónimas en forma de plexo (plexo pampiniforme); la vena testicular derecha desemboca directamente en la cava inferior, en ángulo agudo; en cambio, la vena izquierda termina en ángulo recto en la renal izquierda. Esta última circunstancia dificulta, según Hyrtl, el paso de la corriente sanguínea, condicionando una mayor frecuencia en la aparición de dilataciones en las venas del funículo espermático izquierdo, en comparación con las derechas (en las mujeres, la vena ovárica se inicia en el hilio del ovario); 2) **venas renales,** se extienden por delante de las arterias homónimas, encubriéndolas casi por completo; la vena renal izquierda es más larga que la derecha, y pasa por delante de la aorta; 3) **vena suprarrenal** derecha, que desemboca en la cava inferior inmediatamente por encima de la vena renal; la vena suprarrenal izquierda corrientemente no alcanza la vena cava y desemboca en la renal por delante de la aorta; 4) **venas hepáticas,** que desembocan en la cava inferior a su paso por la cara posterior del hígado; estas venas llevan la sangre al hígado aportada por la vena porta y la arteria hepática (figs. 219, 331).

VENA PORTA

La vena porta (fig. 351) recoge la sangre de todos los órganos impares de la cavidad abdominal, excepto el hígado: desde el tracto gastrointestinal, donde tiene lugar la absorción de las substancias nutritivas que llegan por la porta al hígado, donde transcurren los procesos de desintoxicación y el almacenamiento de glicógeno; desde el páncreas, de donde proviene la insulina que regula el metabolismo de los glúcidos; y desde el bazo, de donde provienen los productos de desintegración de los elementos sanguíneos utilizados en el hígado para elaborar la bilis. El enlace constructivo de la porta con la vía gastrointestinal y sus glándulas voluminosas (hígado y páncreas) está condicionado, aparte de su relación funcional, por su comunidad de desarrollo (enlace genético).

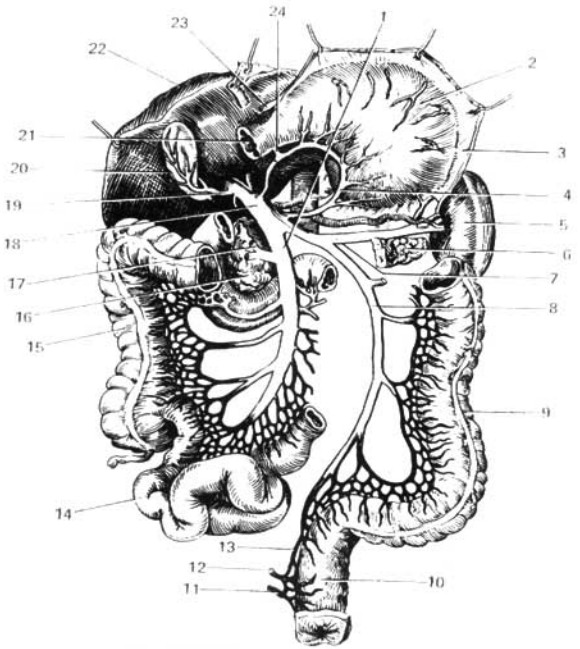


Fig. 351. Esquema de la vena porta.

1 — vena mesentérica superior;
2 — estómago, atraído hacia arriba;
3 — lugar de partida del omento mayor;
4 — vena gástrica izquierda;
5 — bazo;
6 — cola del páncreas;
7 — vena lienal;
8 — vena mesentérica inferior;
9 — colon descendente;
10 — intestino recto;
11, 12 y 13 — venas rectales inferior, media y superior;
14 — íleon;
15 — colon ascendente;
16 — cabeza del páncreas;
17 — vena cólica media;
18 — vena porta;
19 — vena de la vesícula biliar;
20 — vesícula biliar;
21 — inicio del duodeno;
22 — hígado (desplazado hacia arriba);
23 — vena gastroepiploica derecha;
24 — vena pancreaticoduodenal.

La vena porta es un tronco venoso de gran calibre que se extiende por el ligamento hepatoduodenal con la arteria hepática y el conducto colédoco. La porta se forma detrás de la cabeza del páncreas mediante la unión de la vena lienal y las dos venas mesentéricas, superior e inferior. En su paso hacia la puerta hepática por el ligamento ya citado del peritoneo, recibe durante su trayecto las venas gástricas izquierda y derecha (pilórica) y la v. prepilórica, y al llegar a la hepática se divide en dos ramos que se distribuyen en el parénquima del hígado. En este último, los dos ramos se subdividen en

múltiples pequeñas ramificaciones que envuelven los lobulillos hepáticos (venas interlobulillares); multitud de capilares penetran en los propios lobulillos, confluyendo, a fin de cuentas, en las venas centrales (véase «Hígado»), de las cuales se forman las venas hepáticas que van a desembocar en la cava inferior.

Así, pues, el sistema de la vena porta, a diferencia de otras venas, está intercalado entre dos redes de capilares: la primera red capilar da inicio a los troncos venosos de los cuales se forma la vena porta, y la segunda red se encuentra en el parénquima hepático, donde tiene lugar la subdivisión de la porta en sus ramificaciones terminales.

VENA LIENAL

La vena lienal (*v. lienalis*) lleva la sangre desde el bazo, el estómago (a través de las venas gastroepiploica izquierda y gástricas breves) y el páncreas, por cuyo borde superior se extiende por detrás y debajo de la arteria homónima en su trayecto hacia la porta.

VENAS MESENTÉRICAS

Las venas mesentéricas superior e inferior corresponden a las arterias homónimas. La mesentérica superior recibe en su trayecto los ramos venosos del intestino delgado (vv. intestinales), el ciego y el colon ascendente y transverso (v. cólica derecha y v. cólica media), y al pasar por detrás de la cabeza del páncreas se une con la v. mesentérica inferior. La mesentérica inferior se inicia en el plexo venoso del intestino recto (plexo venoso rectal). Desde aquí se dirige hacia arriba, recibe las venas de intestino sigmoideo (vv. sigmoideas), del colon descendente (v. cólica izquierda) y de la mitad izquierda del colon transverso. Por detrás de la cabeza del páncreas, previamente se une con la lienal y después directamente, con la vena mesentérica superior.

VENAS ILÍACAS COMUNES

Las venas ilíacas comunes (*vv. iliacae communes*) (fig. 348), derecha e izquierda, se unen una con otra a nivel del borde inferior de la IV vértebra lumbar formando la vena cava inferior. La vena ilíaca común derecha está situada detrás de la a. homónima, y la izquierda sólo por abajo se encuentra detrás de su arteria, luego se extiende medialmente a la misma, pasa por detrás de la arteria ilíaca común derecha y se une a la vena ilíaca común derecha, a la derecha de la aorta. A su vez, cada vena ilíaca común está formada por la unión de dos venas, la ilíaca interna y la ilíaca externa a nivel de la articulación sacroilíaca.

VENA ILÍACA INTERNA

La vena ilíaca interna, en forma de un tronco corto de gran calibre, está situada por detrás de la arteria homónima. Los ramos de origen de la vena ilíaca interna corresponden a los ramos arteriales homónimos, con la particularidad de que, por lo común, en la zona extrapélvica los afluentes son dobles, siendo únicos en el interior de la pelvis. En las zonas correspondien-

tes a los ramos de la vena ilíaca interna se forma una serie de plexos venosos que se anastomosan entre sí.

1. Plexo venoso sacro (*plexus venosus sacralis*), se forma de las venas sacras, laterales y media.

2. Plexo venoso rectal (*plexus venosus rectalis s. hemorrhoidalis*) (BNA), está situado en las paredes del intestino recto. Se subdivide en tres plexos: submucoso, subfascial y subcutáneo. El plexo venoso submucoso o interno (plexo rectal interno), en la región de los extremos inferiores de las columnas rectales presenta una serie de nódulos venosos dispuestos en forma de anillo. Las venas eferentes de dicho plexo perforan la túnica muscular del intestino y se fusionan con las venas del plexo subfascial o externo (plexo rectal externo). De este último salen la vena rectal superior y las venas rectales medias, que acompañan a las arterias homónimas. La primera desemboca en el sistema de la vena porta a través de la vena mesentérica inferior, y las segundas, en el sistema de la vena cava inferior, a través de la vena ilíaca interna. En la región del esfínter externo del ano se forma un tercer plexo, **el anal subcutáneo** (*plexus subcutaneus ani*), del cual se forman las venas rectales inferiores que desembocan en la vena pudenda interna.

3. Plexo venoso vesical (*plexus venosus vesicalis*), está situado en la región del fondo de la vejiga urinaria; por medio de las venas vesicales la sangre de dicho plexo es conducida a la vena ilíaca interna.

4. Plexo venoso prostático (*plexus venosus prostaticus*), está situado entre la vejiga urinaria y la sínfisis pubiana, abarca en el hombre la próstata y las vesículas seminales. En este plexo vierte su sangre la vena dorsal del pene. En la mujer, a la vena dorsal del pene corresponde la vena dorsal del clítoris.

5. Plexo venoso uterino y plexo venoso vaginal (*plexus venosus uterinus et plexus venosus vaginalis*), están situados en los ligamentos anchos a ambos lados del útero y, más abajo, en las paredes laterales de la vagina; la sangre de dichos plexos se vierte, en parte, en la vena ovárica (plexo pampiniforme), y principalmente a través de la vena uterina, afluente de la vena ilíaca interna.

ANASTOMOSIS PORTOCAVA Y CAVA-CAVA

Las raíces de la vena porta se anastomosan con las raíces de las venas pertenecientes a los sistemas de las venas cava superior e inferior, formando las denominadas anastomosis portocava (fig. 352) de importancia práctica.

Si le atribuimos a la cavidad abdominal la forma de un cubo, dichas anastomosis se encuentran en todas sus caras, a saber:

1. En la cara superior, en la porción abdominal del esófago, entre las raíces de la vena gástrica izquierda, que desemboca en la porta, y las venas esofágicas, que mediante las venas ácigos y hemiácigos desembocan en la cava superior.

2. En la cara inferior, en la porción inferior del recto, entre la vena rectal superior, que afluye en la porta mediante la mesentérica inferior, y las venas rectales media e inferior (afluentes respectivos de la vena ilíaca interna y de la vena pudenda interna), que desembocan en la cava inferior a través de las venas ilíaca interna e ilíaca común.

3. En la cara anterior, en la región umbilical, donde por sus afluentes se anastomosan las venas paraumbilicales (que se extienden en el espesor del

ligamento redondo del hígado hacia la porta), con la vena epigástrica superior perteneciente al sistema de la cava superior (a través de la vena torácica interna y la vena braquiocefálica), y con la vena epigástrica inferior perteneciente al sistema de la cava inferior (a través de las venas ilíaca externa e ilíaca común).

De esos enlaces resultan las anastomosis portocava y cava-cava, que son vías de circulación colateral para el sistema de la porta, al surgir obstáculos

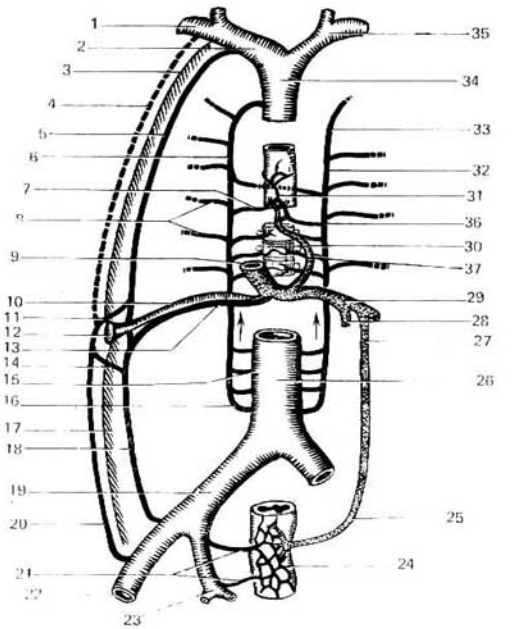


Fig. 352. Anastomosis portocava.

1 — vena subclavia;
2 — vena braquiocefálica derecha;
3 — pared torácica;
4 — vena toracoepigástrica;
5 — vena torácica interna;
6 — vena ácigos;
7 — vena esofágica;
8 — venas intercostales posteriores;
9 — vena porta;
10 — vena umbilical obliterada;
11 y 14 — venas paraumbilicales;
12 — ombligo;
13 — conducto residual de la vena umbilical;
15 — vena lumbar;
16 — vena lumbar ascendente;
17 — pared abdominal;
18 — vena epigástrica inferior;
19 — vena ilíaca común;
20 — vena epigástrica superficial;
21 — venas rectales media e inferior;
22 — vena femoral;
23 — vena ilíaca interna;
24 — plexo rectal;
25 — vena rectal superior;
26 — vena cava inferior;
27 — vena mesentérica inferior;
28 — vena mesentérica superior;
29 — vena porta;
30 y 31 — venas esofágicas;
32 y 33 — vena hemiácigos accesoria;
34 — vena cava superior;
35 — vena braquiocefálica izquierda;
36 — vena hemiácigos;
37 — vena gástrica.

a la misma en el interior del hígado (cirrosis). En estos casos las venas paraumbilicales se dilatan, adquiriendo un aspecto característico («cabeza de medusa»)*.

4. En la cara posterior, en la región lumbar, entre las raíces de las venas de las porciones mesoperitoneales del intestino grueso (pertenecientes al sistema de la vena porta) y las venas lumbares parietales (del sistema de la vena cava inferior). Todas esas anastomosis constituyen el llamado sistema de Retzius.

5. Además, en la pared abdominal posterior existe la anastomosis cava-cava entre las raíces de las venas lumbares (del sistema de la v. cava inferior), que están enlazadas con la vena lumbar ascendente, par, inicio de la vena ácigos (a la derecha) y la hemiácigos (a la izquierda), ambas pertenecientes al sistema de la vena cava superior.

6. La anastomosis cava-cava entre las venas lumbares y las venas intervertebrales que, en la región cervical, son raíces de la vena cava superior.

VENA ILIACA EXTERNA

La vena ilíaca externa es prolongación directa de la vena femoral, la cual después de pasar por debajo del ligamento inguinal recibe la denominación de vena ilíaca externa. Extendiéndose medialmente y por detrás de la arteria homónima, la vena ilíaca externa al llegar a la articulación sacroilíaca se une con la vena ilíaca interna, constituyendo la vena ilíaca común; recibe dos afluentes que desembocan a veces por un tronco común, **la vena epigástrica inferior y la vena circunfleja ilíaca profunda**, que acompañan a las arterias homónimas.

VENAS DEL MIEMBRO INFERIOR

Al igual que en el miembro superior, las venas del miembro inferior se dividen en profundas y superficiales, o subcutáneas, extendiéndose estas últimas independientemente de las arterias (fig. 353).

Las venas profundas del pie y la pierna son pares, y acompañan a las arterias homónimas. La vena poplítea, resultante de la confluencia de todas las venas profundas de la pierna, forman un tronco impar situado en el hueco poplíteo, por detrás y algo lateralmente a la arteria homónima. La vena femoral, también impar, se extiende primero lateralmente a su arteria; después va pasando gradualmente a su cara posterior, y más arriba, a la cara medial, y en esta posición sigue por debajo del ligamento inguinal, por la laguna vascular. Los afluentes de esta vena son todos dobles.

En *las venas subcutáneas* del miembro inferior existen dos troncos de mayor calibre: la vena safena magna y la vena safena parva. **La vena safena magna** se inicia en la cara dorsal del pie, de la red venosa y del arco venoso dorsal del pie (*rete venosum dorsale pedis et arcus venosus dorsalis pedis*). Recibe algunos pequeños ramos procedentes de la planta del pie y se dirige hacia arriba por el lado medial de la pierna y del muslo. En el tercio superior del muslo se inclina hacia la cara anteromedial, y extendiéndose por la fascia

* Los amplios enlaces de las venas tiroideas y tímicas con las venas de los órganos vecinos participan también en la formación de las anastomosis cava-cava (N. Lijachova).

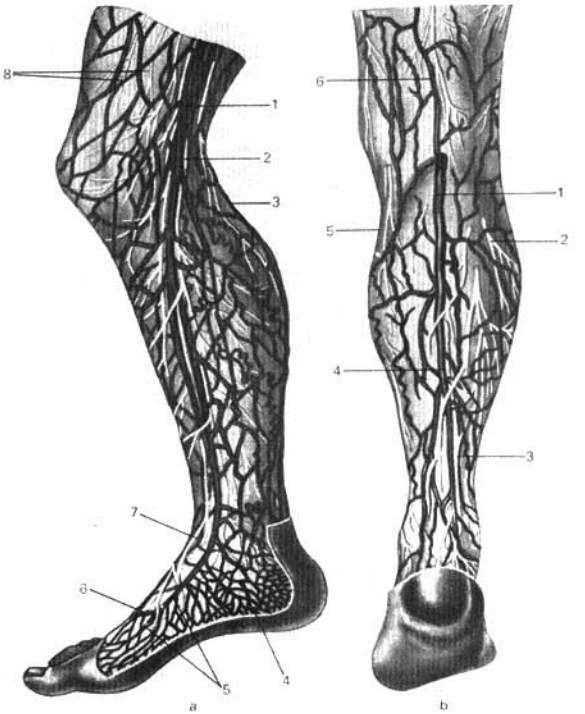


Fig. 353. Venas superficiales del miembro inferior (según Kiss Szentágothai).

a — cara interna;
1 — vena safena magna;
2 y 7 — nervio safeno;
3 — vena safena parva;
4 — red venosa calcánea;
5 — red venosa dorsal del pie;
6 — arco venoso dorsal del pie;
8 — ramos cutáneos del nervio femoral.

b — cara posterior;
1 — vena safena parva;
2 — nervio cutáneo sural lateral;
3 — nervio cutáneo sural medial;
4 — nervio sural;
5 — ramo cutáneo del nervio obturador;
6 — nervio femorocutáneo posterior.

lata va hacia el hiato safeno. En este lugar desemboca en la vena femoral, cruzando por encima del cuerno inferior del borde falciforme. Con mucha frecuencia la vena safena magna es doble, con la particularidad de que ambos troncos pueden desembocar en la vena femoral por separado. De los otros afluentes subcutáneos de la femoral merecen ser citados la vena epigástrica superficial, la vena circunfleja ilíaca superficial y las venas pudendas exter-

nas, que acompañan a las arterias homónimas. Parte de dichos afluentes desembocan directamente en la vena femoral, y parte en la v. safena cuando ésta alcanza la región del hiato safeno. **La vena safena parva** se inicia en la parte lateral de la cara dorsal del pie, rodea por debajo y por detrás el maléolo lateral, y se dirige hacia arriba por la cara posterior de la pierna; al principio se extiende a lo largo del borde lateral del tendón calcáneo, y más arriba, por la línea media de la cara posterior de la pierna, correspondiendo al surco existente entre las dos cabezas del músculo gastrocnemio. Al llegar al ángulo inferior del hueco poplíteo, la vena safena parva desemboca en la vena poplítea. La vena safena parva está unida por ramificaciones con la vena safena magna.

LEYES QUE RIGEN EN LA DISTRIBUCIÓN DE LAS VENAS

1. En la mayor parte del cuerpo (tronco y miembros) la circulación venosa va en dirección contraria a la fuerza de la gravedad y por eso es más lenta que en las arterias. Su equilibrio con el volumen de sangre arterial en el corazón se logra gracias a que el cauce venoso en su conjunto es mucho más amplio que el arterial. Esta mayor amplitud del cauce venoso, en comparación con el arterial, está asegurada por los dispositivos anatómicos siguientes: por el mayor calibre de las venas; por su mayor número, debido en parte a las venas pares que acompañan a las arterias, y en parte, a la existencia de venas independientes de las arterias; por el gran número de anastomosis y la espesa y amplia red venosa con formación de plexos y senos venosos; por la existencia del sistema porta en el hígado. Gracias a todo esto la sangre venosa es vertida en el corazón por tres vasos importantes (las dos venas cavas y el seno coronario, sin citar ya las venas pequeñas del corazón), mientras que la arterial es expelida del mismo por un solo vaso, la aorta.

2. Las venas profundas, satélites de las arterias (venas concomitantes), se someten en su distribución a las mismas leyes que las arterias a las que acompañan (véase pág. 100). Además, en su mayoría acompañan a las arterias en número de dos. Las venas pares se encuentran preferentemente allí, donde existen más dificultades para la circulación venosa, es decir, en los miembros, puesto que dicha estructura se formó ya en los cuadrúpedos, donde tienen una posición vertical los dos pares de miembros, hallándose el tronco en posición horizontal.

3. Las venas superficiales, que se extienden subcutáneamente, acompañan a los nervios cutáneos. Una parte considerable de las mismas forman redes venosas subcutáneas que no guardan relación con los nervios ni con las arterias.

4. Los plexos venosos se encuentran principalmente en aquellos órganos internos que varían de volumen pero situados en cavidades inextensibles, lo que facilita el retorno venoso cuando los plexos son comprimidos por las paredes de la cavidad al aumentar de volumen los órganos. Esto explica la abundancia de plexos venosos alrededor de los órganos de la pelvis menor (vejiga urinaria, útero e intestino recto) y en el canal vertebral, donde la tensión del líquido cerebroespinal oscila constantemente, así como en otros lugares análogos.

5. En la cavidad craneal, donde las menores dificultades a la circulación venosa repercuten en las funciones del cerebro, además de las venas, existen dispositivos especiales denominados senos venosos, con paredes no distensibles formadas por la duramadre. Por eso los senos están preferentemente en los lugares de inserción de las expansiones de la duramadre a los huesos del cráneo (suturas de los huesos de cubierta y senos homónimos de los surcos óseos).

6. Entre los dispositivos especiales se incluyen las venas localizadas en los canales del diploe, las venas diploicas.

PARTICULARIDADES DE LA CIRCULACIÓN SANGUÍNEA DEL FETO

El oxígeno y las substancias nutritivas son llevados al feto a través de la sangre materna con ayuda de la placenta —**circulación placentaria.** *Esto se efectúa de la forma siguiente.* La sangre arterial, enriquecida de oxígeno y substancias nutritivas, pasa de la placenta a la vena umbilical, la cual penetra en el feto (fig. 354) por la región del ombligo y se extiende hacia arriba, al hígado, situándose en el surco longitudinal izquierdo del mismo. A nivel de la puerta hepática la vena umbilical se bifurca en dos ramos, uno de los cuales desemboca inmediatamente en la vena porta, mientras que el otro, llamado conducto arterioso (de Arancio), pasa por la cara inferior del hígado hasta su borde posterior y desemboca en la vena cava *inferior.*

El hecho de que uno de los ramos de la vena umbilical aporta al hígado sangre arterial pura a través de la porta, condiciona las dimensiones relativamente voluminosas de este órgano, circunstancia que está relacionada con la función hematopoyética del hígado, preponderante en el feto y que va disminuyendo después del nacimiento. Después de pasar el hígado, la sangre es vertida en la vena cava inferior a través de las venas hepáticas.

De este modo toda la sangre de la vena umbilical, ya directamente (a *través del conducto de Arancio) o indirectamente (a través del hígado),* es vertida en la cava inferior, donde se mezcla con la sangre venosa que viene de la mitad inferior del cuerpo.

Esta sangre mixta, arterial y venosa, llega por la cava inferior al atrio derecho. Desde este último la sangre es dirigida por la válvula de la vena (válvula de la vena cava *inferior*) hacia el atrio izquierdo a través del agujero oval (de Botal) (situado en el septo interatrial). Desde aquí la sangre mixta pasa al ventrículo izquierdo y luego a la aorta, dejando de lado el circuito pulmonar que todavía no funciona.

Además de la cava inferior, en el atrio derecho desembocan la cava superior y el seno coronario. La sangre venosa que llega a la cava superior procedente de la mitad superior del cuerpo es vertida más adelante en el ventrículo derecho y desde este último en el tronco pulmonar. Sin embargo, debido *a que los pulmones todavía no funcionan como órgano* respiratorio, sólo una parte insignificante de sangre llega al parénquima pulmonar y desde ahí, por las venas pulmonares, al atrio izquierdo. La mayor parte de la sangre pasa desde el tronco pulmonar, por el conducto arterioso, a la aorta descendente y a través de ésta hacia las vísceras y los miembros inferiores. Así,

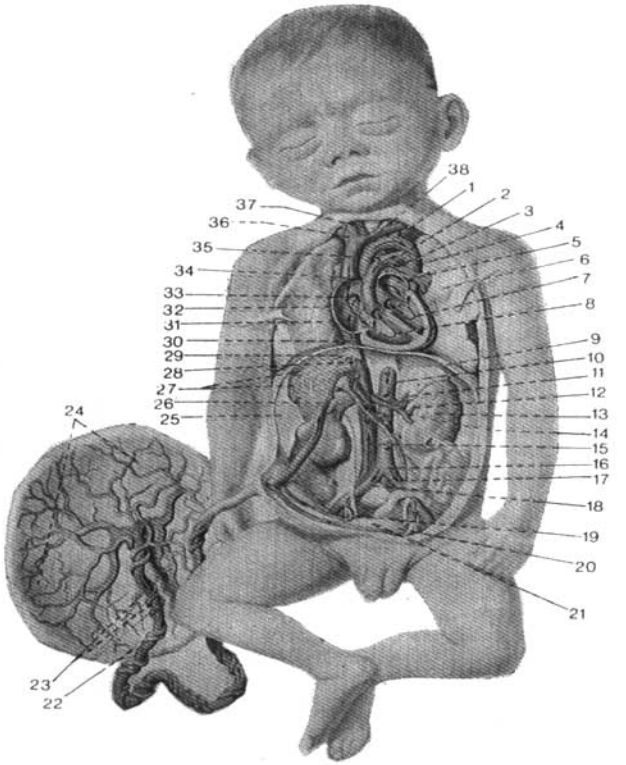


Fig. 354. Circulación sanguínea del feto (según R. Sinélnikov).

1 — arco de la aorta;
2 — conducto arterioso;
3 — arteria pulmonar izquierda;
4 — aorta descendente;
5 — atrio izquierdo;
6 — pulmón izquierdo;
7 — ventrículo izquierdo;
8 — ventrículo derecho;
9 — diafragma;
10 — aorta abdominal;
11 — arteria renal izquierda;
12 — vena renal izquierda;
13 — riñón izquierdo;
14 — vena porta;
15 — vena cava inferior;
16 — bifurcación aórtica;
17 — arteria ilíaca común izquierda;
18 — arteria ilíaca común derecha;
19 — arteria umbilical derecha;
20 — arteria umbilical izquierda;
21 — vejiga urinaria;
22 — vena umbilical;
23 — arterias umbilicales;
24 — placenta;
25 — hígado;
26 — venas umbilicales;
27 — capilares venosos hepáticos;
28 — conducto venoso;
29 — venas hepáticas;
30 — vena cava inferior;
31 — pulmón derecho;
32 — atrio derecho;
33 — agujero oval;
34 — tronco pulmonar;
35 — vena cava superior;
36 — vena braquiocefálica derecha;
37 — tronco braquiocefálico;
38 — vena braquiocefálica izquierda.

pues, a pesar de que, en general, por los vasos sanguíneos del feto circula sangre mixta (con la exclusión de la v. umbilical y del conducto de Arancio, hasta su desembocadura en la cava inferior), la calidad de dicha sangre por debajo del punto de afluencia del conducto arterioso empeora notablemente. Por consiguiente, la parte superior del cuerpo (cabeza) tiene una irrigación sanguínea más rica en oxígeno y substancias nutritivas. Por el contrario, la mitad inferior tiene una nutrición comparativamente peor y se retrasa en su desarrollo. Con eso se explican las dimensiones relativamente pequeñas de la pelvis y los miembros inferiores del recién nacido.

Acto del nacimiento. Este representa un salto en el desarrollo del organismo, durante el cual tienen lugar cambios cualitativos radicales en procesos de importancia vital. El feto en desarrollo pasa desde un medio (cavidad uterina, con sus condiciones relativamente constantes de temperatura, humedad, etc.) a otro, distinto (el mundo exterior, con sus condiciones variables), y como consecuencia sufren variaciones radicales el metabolismo y los medios de nutrición y de respiración. En vez de recibir las substancias nutritivas ya preparadas, a través de la sangre materna, los alimentos penetran en el tubo digestivo, donde son sometidos a los procesos de digestión y absorción; y en vez de recibir el oxígeno por la sangre materna, éste comienza a ingresar desde el aire exterior gracias a la activación de los órganos respiratorios. Todo eso repercute también en la circulación sanguínea.

Con el nacimiento tiene lugar el paso brusco de la circulación placentaria a la circulación pulmonar. En el primer acto inspiratorio con la dilatación consecutiva de los pulmones por el aire inspirado, los vasos pulmonares se dilatan intensamente y se llenan de sangre. Con ello tiene lugar el aplanamiento del conducto arterioso, que en el curso de los 8-10 primeros días se oblitera, convirtiéndose en ligamento arterioso.

Las arterias umbilicales se fibrosan en los 2-3 primeros días de vida, y la vena umbilical algo más tarde (a los 6-7 días). El paso de la sangre del atrio derecho al izquierdo por el agujero oval cesa inmediatamente después del nacimiento, ya que en el atrio izquierdo tiene lugar la repleción de sangre que llega al mismo procedente de los pulmones, y la diferencia de presión en los atrios se equilibra. Con todo, el cierre del agujero oval se efectúa mucho más tarde que la obliteración del conducto arterioso, y en muchos casos se conserva durante el transcurso del primer año de vida. En un tercio de casos puede conservarse durante toda la vida.

Las variaciones descritas están confirmadas por las exploraciones practicadas en el organismo vivo con ayuda de los rayos X (Barcroft).

EXPLORACIÓN RADIOLÓGICA DE LOS VASOS SANGUÍNEOS

En la actualidad la exploración radiológica en el vivo es asequible para la mayoría de los vasos sanguíneos (angio o vasografía). En la aortografía de diferentes clases (inyección con un preparado de contraste, etc.) se explora la aorta en todo su trayecto: porción ascendente, arco aórtico, porción torácica y porción abdominal, así como sus ramos arteriales más importantes de la cavidad abdominal, las arterias lienal, renales y otras.

AORTA Y OTROS VASOS

La exploración radiológica de la aorta se practica al mismo tiempo que *la del corazón. Al subir la porción ascendente (tiene la convexidad dirigida* a la derecha), la aorta forma en la posición anterior el arco superior del contorno izquierdo de la sombra cardiovascular. Hay que subrayar la diferencia entre el cadáver y el ser vivo: en el cadáver la aorta se encuentra colapsada y no rebasa los límites de la vena cava superior, la cual forma el arco superior del contorno derecho de la sombra mediana. En el ser vivo la aorta se extiende por la sangre y emerge por detrás del borde de la vena cava *superior, constituyendo el contorno de la silueta cardiovascular. Después* el arco de la aorta se dirige a la izquierda y atrás, hacia la columna vertebral, y al doblarse se continúa con la porción descendente, formando el arco superior del contorno izquierdo de la sombra cardiovascular (fig. 310).

En la posición oblicua izquierda (hallándose aplicado el pezón izquierdo a la pantalla) (fig. 311) se ven todas las porciones de la aorta: la ascendente, el arco y la descendente, hasta el diafragma. El espacio oval transparente, *limitado por delante por la sombra del corazón, y por arriba y detrás por* la aorta (campo pulmonar retrocardíaco) se denomina «ventana aórtica». Esta ventana puede ser estrecha o amplia, en dependencia de la forma del tórax, de la altura del diafragma y de la posición del corazón al ser fijada en dos puntos (cerca del lugar de la salida del corazón y el hiato aórtico), la aorta se desplaza fácilmente, alterando su altura y la distancia entre las porciones ascendente y descendente, es decir, la anchura de la «ventana aórtica». En los individuos con tórax amplio y corto, con una posición elevada del diafragma y corazón en posición horizontal se observa la elevación y el tipo «desenvuelto» de la aorta. En este caso ambos brazos de la aorta (ascendente y descendente) están más apartados uno del otro: la «ventana aórtica» está ensanchada y el arco de la aorta se endereza relativamente. En los individuos con el tórax estrecho y largo, la posición baja del diafragma y la posición vertical del corazón se observan correlaciones inversas.

Con ayuda de la inyección con un preparado de contraste hecha en la aorta abdominal mediante su punción en la región lumbar (aortografía) se obtiene la imagen de la aorta abdominal (fig. 355). Se ven también su bifurcación y el trayecto de ambas arterias ilíacas y sus grandes ramos. Se observa la diferencia de la topografía de la aorta abdominal en el cadáver y el vivo. En el cadáver va en forma de un tronco uniforme recto un poco más a la izquierda de la línea media. En el vivo, a causa del tono vital y la movilidad de los órganos vecinos, puede desplazarse un poco a la derecha y seguir en forma ligeramente arqueada con la convexidad dirigida a la derecha, lo que puede considerarse erróneamente como una patología, por *ejemplo, el desplazamiento de la aorta por un tumor.*

La exploración radiológica de los demás vasos sanguíneos del ser vivo se logra con el método de la creación del contraste artificial, es decir, mediante la inyección de los preparados de contraste directamente en los vasos a la par con la radiografía simultánea. Este método se llama **vasografía.**

Al inyectar la arteria carótida se obtiene la imagen de la arteria carótida interna y sus ramos cerebrales (encefalografía arterial o angiografía del *cerebro).*

Durante la inyección de las arterias braquial o femoral se obtiene la

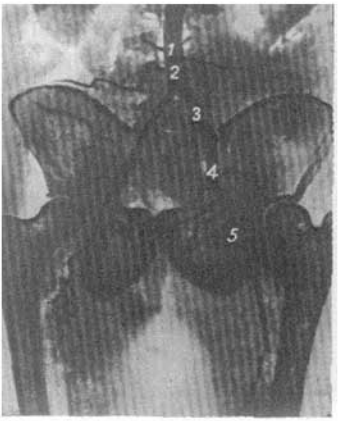


Fig. 355. Aortografía en el vivo (según Yu. Petrosián).

1 aorta;
2 bifurcación de la aorta;
3 arteria ilíaca común;
4 arteria ilíaca externa;
5 arteria femoral.

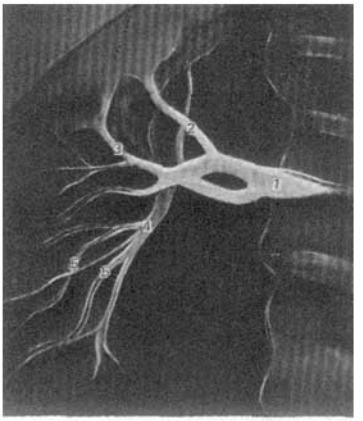


Fig. 356. Arteriografía de los riñones en el vivo (según Herbert).

1 arteria renal;
2 arteria polar superior;
3 arteria mediana;
4 arteria polar inferior;
5 arterias interlobulares.

imagen de los grandes troncos arteriales de los miembros (arteriografía).

La exploración radiológica de las demás arterias del individuo vivo se logra con el método de la arteriografía selectiva mediante la inyección del preparado de contraste solamente en la luz de la arteria dada. Se ve bien la entrada de las arterias en la puerta y el hilio de los órganos (en particular, del bazo, el hígado y los riñones) (fig. 356).

En el vivo la arteria lienal puede no tener aspecto de un tronco recto, el cual va por el borde superior del páncreas hacia el bazo, como se ve en el cadáver, sino el de una espiral (Schendrik). El grado de su sinuosidad depende de la movilidad del bazo: cuando éste se desplaza hacia la línea media, la sinuosidad aumenta y viceversa.

Esto se observa también en otras arterias pertenecientes a las vísceras móviles. En el cadáver van en forma de troncos uniformes, de acuerdo con la ley de la distancia más corta. En el ser vivo pueden ser sinuosas y van en forma de espiral. Durante la radiografía de las arterias de los órganos parenquimatosos no sólo se ven los vasos extraorgánicos, sino también los intraorgánicos.

En particular, en los riñones se observan 2 fases en el avance del preparado de contraste: 1) la fase vasográfica, en la que el preparado de contraste circula por los vasos, y 2) la fase nefrográfica, en la que dicho preparado penetra en los canalículos urinarios.

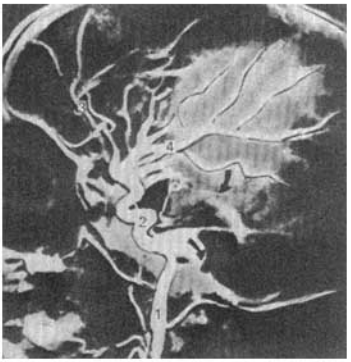


Fig. 357. Arterioencefalografía en el vivo (según Russel y Newton).

Las flechas indican la concentración de substancia de contraste en los vasos de la cara inferior del cerebro.
1 — arteria carótida interna en el cuello;
2 — arteria carótida interna en el canal carotídeo;
3 — arteria cerebral anterior;
4 — arteria cerebral media.

En la arterioencefalografía se explora la arteria carótida común, su división en las arterias carótidas externa e interna y su ramificación en la región de la cabeza y el encéfalo (fig. 357).

Durante la angiografía de los miembros se distinguen claramente sus arterias más importantes con sus ramos y ramificaciones.

Gracias a la imagen radiológica simultánea de los huesos, en los radiogra-

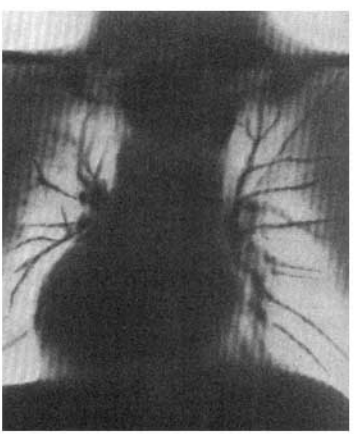


Fig. 358. Tomografía pulmonar en el vivo (se ven las ramificaciones de la arteria pulmonar).

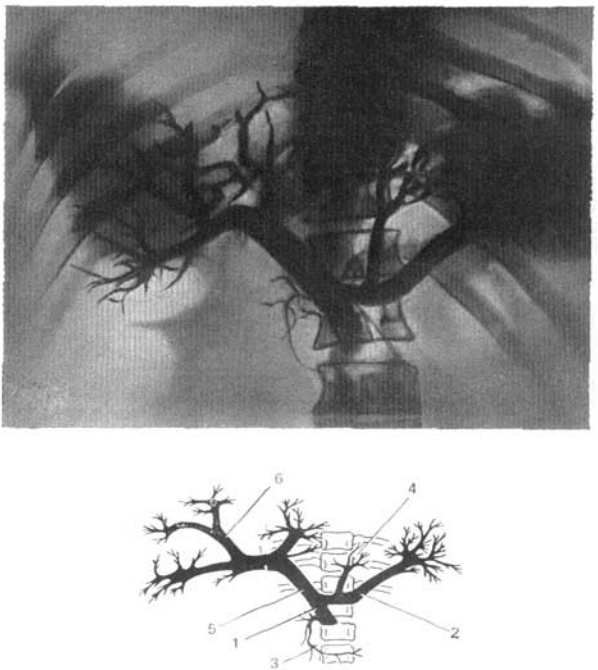


Fig. 359. Dibujo vascular del hígado y del bazo, y también de todo el sistema portal, radiografía (según G. Ostroverjov y A. Nikolski).

1 — vena mesentérica superior;
2 — vena lienal;
3 — vena pancreaticoduodenal;
4 — vena gástrica izquierda;
5 — vena porta;
6 — venas intrahepáticas.

mas de cualquier parte del cuerpo se determina con facilidad la esqueletotopía de las arterias.

Con ayuda de la exploración radiológica por plano (tomografía) del tórax sin la introducción previa de algún preparado de contraste, sobre el campo claro del pulmón se destaca bien la arteria pulmonar con sus ramificaciones (fig. 358).

La tomografía del tórax da el cuadro de la arteria pulmonar y sus ramificaciones en el pulmón (dibujo pulmonar) sin la inyección de preparados de contraste.

Para el estudio en el vivo es asequible también el sistema venoso que se explora con ayuda de la inyección con preparado de contraste y la radiografía subsiguiente — venografía.

Este método permite obtener la imagen de la mayoría de las venas de gran calibre (las venas cavas, las cardíacas y las más importantes) y de calibre más pequeño.

Se logra obtener la imagen radiológica de las venas de los miembros y las venas intraorgánicas. G. E. Ostroverjov y A. A. Nikolski, con la inyección de preparado de contraste a través de la vena umbilical, obtuvieron la imagen de la vena porta y de sus ramos en el interior del hígado (portografía). Además, en el radiograma se revelaron venas muy finas, por lo cual este radiograma de las ramificaciones venosas en el vivo no cede ante el preparado de corrosión del hígado (fig. 359).

El método más reciente de la exploración radiológica —la electrorradiografía— revela en el vivo las ramificaciones más finas de los vasos sanguíneos de los órganos parenquimatosos, por ejemplo, los pulmones, gracias a lo cual el cuadro radiológico de los vasos intraorgánicos en el vivo no cede ante el mismo obtenido por los procedimientos anatómicos (inyección, corrosión y clarificación).

La exploración de los vasos del individuo vivo precisa los datos anatómicos, completando los fisiológicos.

SISTEMA LINFÁTICO

El sistema linfático es parte componente del sistema vascular y representa un cauce complementario del sistema venoso, en cuyo íntimo contacto se desarrolla y tiene rasgos semejantes de estructura (existencia de válvulas, dirección de la corriente linfática desde los tejidos hacia el corazón).

Sus **funciones fundamentales** son conducir la linfa desde los tejidos al torrente venoso (función de conducción), elaborar elementos linfoides (linfopoyesis), que participan en las reacciones inmunológicas, y hacer inofensivas las partículas extrañas, bacterias, etc., que penetran en el organismo (acción de barrera). Por las vías linfáticas se difunden también las células de los tumores malignos (cáncer), para cuya determinación se exige conocimiento profundo de la anatomía del sistema linfático.

En correspondencia con las funciones indicadas, en su composición entran:

I. Las vías conductoras de la linfa: capilares, vasos y conductos linfáticos.

II. Los lugares para el desarrollo de los elementos linfoides:

a) médula ósea y timo (órganos centrales de la linfopoyesis);

b) órganos linfoides en las membranas mucosas: 1) folículos linfáticos aislados (*folliculi lymphatici solitarii*); 2) folículos linfáticos agrupados (*folliculi lymphatici aggregati*) (véase «Estructura de la mucosa del intestino»); 3) formaciones de tejido linfoide, en forma de tonsilas (*tonsillae*) (véase «Faringe»); su acúmulo en el proceso vermiforme; pulpa blanca del bazo;

c) linfonodos o nódulo linfático (*nodi lymphatici s. lymphonodi*). Los órganos que se refieren a los puntos *b* y *c* representan a los órganos periféricos de la linfopoyesis.

Todas esas formaciones desempeñan al mismo tiempo una función de barrera. La existencia de nódulos linfáticos distingue el sistema linfático del venoso. Otra distinción de este último es que los capilares venosos comunican con los arteriales, mientras que el sistema linfático está compuesto por un sistema de tubos cerrados en uno de sus extremos (el periférico) y abiertos por el otro (el central) en el cauce venoso.

Anatómicamente el sistema linfático se compone de las siguientes porciones:

1. *El extremo cerrado del cauce linfático que se inicia por una red de* capilares linfáticos, infiltrados por los tejidos orgánicos.

2. Los capilares linfáticos que se continúan en los plexos intraorgánicos de vasos linfáticos pequeños, provistos de válvulas.

3. Estos últimos salen de los órganos en forma de vasos linfáticos eferentes, extraorgánicos, de mayor calibre, interceptados durante su trayecto por los linfonodos.

4. Los vasos linfáticos de mayor calibre afluyen en colectores y más adelante en los troncos linfáticos principales del cuerpo, uno izquierdo (el conducto torácico) y otro derecho (el conducto linfático derecho), que desembocan a su vez en los grandes troncos venosos del cuello.

Los capilares linfáticos* efectúan: 1) la absorción, la reabsorción en los tejidos de las soluciones coloidales de substancias proteicas que no pueden *ser absorbidas por los capilares sanguíneos*; 2) *una función complementaria* a las venas de drenaje de los tejidos, es decir, de la absorción del agua y de los cristaloides disueltos en la misma, y 3) la eliminación de los tejidos, en condiciones patológicas, de todas las partículas extrañas, bacterias, etc.

En correspondencia con eso los capilares linfáticos constituyen un sistema de pequeños tubos endoteliales que infiltran casi todos los órganos, con excepción del cerebro, el parénquima del bazo, la capa epitelial de la piel y de las mucosas, los cartílagos, la córnea y el cristalino y la placenta.

La *arquitectura de las redes linfáticas* iniciales es variable. Está condicionada por la estructura y funciones de cada órgano y por las propiedades del tejido conjuntivo en el que están incluidos los capilares linfáticos (D. Zhdanov). La dirección de las asas de estos últimos corresponde a la dirección y localización de los fascículos de tejido conjuntivo, de las fibras musculares, las glándulas y demás elementos estructurales del órgano.

Vasos linfáticos. La continuación de los capilares en vasos linfáticos se determina por los cambios de estructura de sus paredes y la presentación de una válvula, que viene a ser como el punto limítrofe entre los mismos.

Los vasos linfáticos intraorgánicos forman plexos de amplias redes y siguen el trayecto de los vasos sanguíneos, localizándose en las capas de tejido conjuntivo del órgano.

De cada órgano o zona del cuerpo salen los vasos linfáticos eferentes (extraorgánicos) que se dirigen a los distintos linfonodos. G. Iosifov clasifica estos vasos en principales, o colectores, y secundarios. Como colectores se sobreentienden los vasos linfáticos principales formados por la confluencia de los secundarios y que acompañan a las arterias o a las venas. Después de atraversar el último escalón de linfonodos (véase más adelante), los colecto-

* Expuesto según D. Zhdanov.

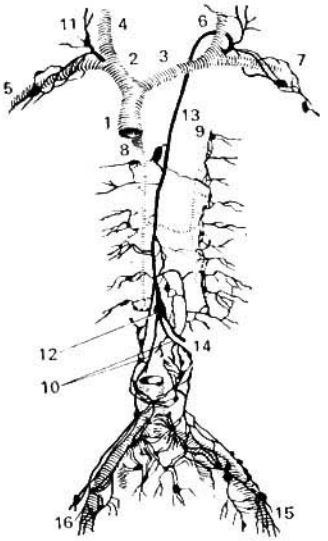


Fig. 360. Esquema de los vasos linfáticos de las cavidades torácica y abdominal.

1 — vena cava superior;
2 — vena braquiocefálica derecha;
3 — vena braquiocefálica izquierda;
4 — vena yugular interna derecha;
5 — vena subclavia derecha;
6 — vena yugular interna izquierda;
7 — vena subclavia izquierda;
8 — vena ácigos;
9 — vena hemiácigos accesoria;
10 — troncos linfáticos lumbares derecho e izquierdo;
11 — conducto linfático derecho;
12 — cisterna del quilo;
13 — conducto torácico;
14 — tronco linfático intestinal;
15 — troncos linfáticos en el miembro inferior izquierdo;
16 — troncos linfáticos en el miembro inferior derecho.

res se unen en troncos linfáticos que corresponden, por su número y posición, a grandes zonas del cuerpo.

Así, el tronco linfático básico para el miembro inferior y la pelvis es el **tronco lumbar** (*truncus lumbalis*), formado por los vasos eferentes que salen de los linfonodos situados cerca de la aorta y de la cava inferior; el del miembro superior, el tronco subclavio (*truncus subclavius*), que corre a lo largo de la v. subclavia; el de la cabeza y el cuello, el tronco yugular (*truncus jugularis*), que sigue el trayecto de la v. yugular interna. En la cavidad torácica existe, además, el tronco broncomediastínico, par (*truncus bronchomediastinalis*); y en la cavidad abdominal se encuentra, a veces, un tronco intestinal impar (*truncus intestinalis*). Todos estos vasos se reúnen, a fin de cuentas, en dos conductos terminales, el conducto linfático derecho (*ductus lymphaticus dexter*) y el conducto torácico (*ductus thoracicus*), que desembocan en las venas de gran calibre, preferentemente en la yugular interna correspondiente (fig. 360).

Linfonodos. Antes de verterse en el conducto torácico o en el conducto torácico derecho, la linfa circula a través de una serie de linfonodos (*lymphonodi*) escalonados en el trayecto de los vasos linfáticos, aisladamente o con más frecuencia formando grupos. Los linfonodos se presentan como cuerpos de forma oval o redondeada, desde el tamaño de un grano de trigo al de una judía. Cada linfonodo está envuelto por una cápsula conjuntiva que emite

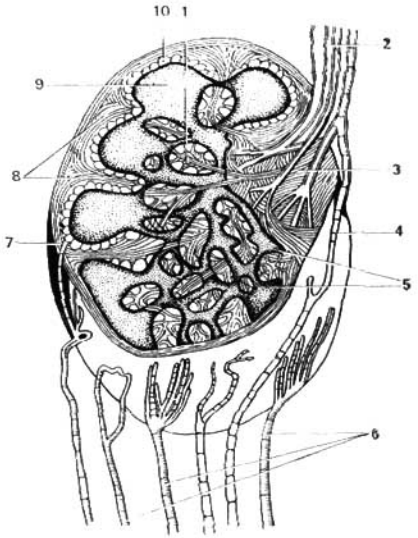


Fig. 361. Linfonodo (esquema); los vasos sanguíneos y nervios no han sido dibujados.

1 — trabéculas;
2 — vasos linfáticos eferentes;
3 — *hilio del linfonodo*;
4 — anastomosis entre vasos aferentes y eferentes;
5 — substancia medular;
6 — vasos linfáticos aferentes;
7 — cápsula del linfonodo;
8 — retículo;
9 — substancia cortical;
10 — seno marginal.

tabiques al interior del mismo, en forma de trabéculas. Entre las trabéculas se halla el tejido linfoide, dispuesto en forma de substancia cortical y substancia medular. Entre las trabéculas y el tejido linfoide hay unos espacios, los senos linfáticos. La linfa penetra en el linfondo a través de los vasos aferentes (*vasa afferentia*), que entran por el lado convexo del mismo y se abren en los senos. En éstos, la circulación linfática es más lenta, lo que permite la atracción de los linfocitos formados en el tejido nodular, después de lo cual la linfa sale del linfonodo por los vasos eferentes (*vasa efferentia*), que emergen por el hilio del linfonodo situado en su lado cóncavo (fig. 361).

La existencia de vasos aferentes y eferentes distingue los *linfonodos de los órganos linfoides* y *tonsilas*, que sólo poseen vasos eferentes. Los linfáticos de tal o cual órgano atraviesan en su trayecto un grupo determinado de linfonodos que constituyen para dicho órgano el sistema linfonodular regional. Por lo común, los linfonodos regionales de una víscera están situados en el hilio de la misma. En el «soma», las concentraciones importantes de linfonodos están emplazadas en zonas protegidas y movibles, cerca de las articulaciones, cuyos movimientos facilitan el avance de la linfa a través de los mismos. Así, hay un grupo importante de linfonodos concentrado en el miembro inferior: en la fosa poplítea y en la región inguinal; en el miembro superior: cerca de la articulación del codo y en la fosa subaxilar; en el tronco: en las regiones lumbar y cervical, o sea, en las partes más movibles de la columna vertebral.

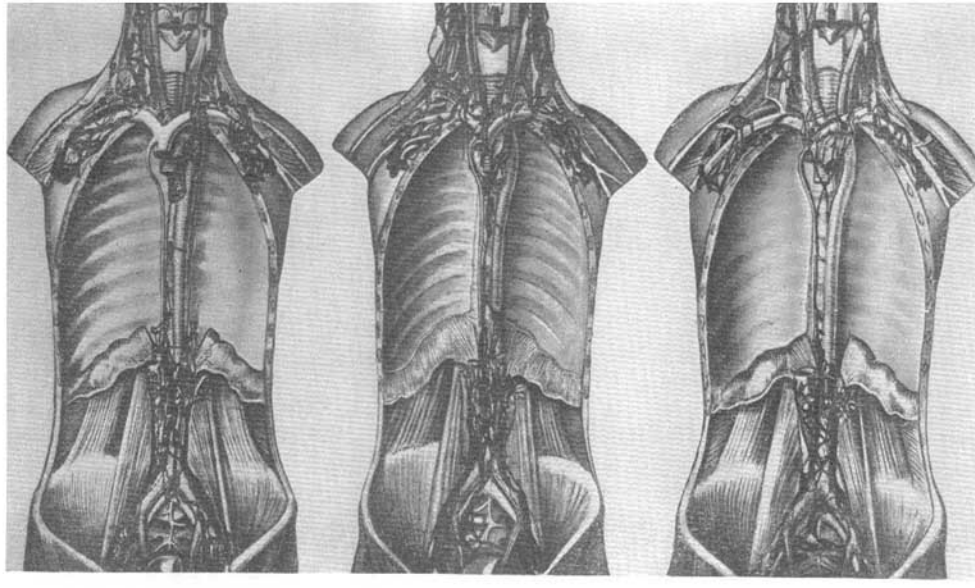


Fig. 362. Diferentes formas y topografía del conducto torácico linfático y sus raíces (según D. Zhdánov).

Los linfonodos tienen arterias y venas, que son ramos (las arterias) *o afluentes (las venas) de los vasos vecinos. Además, poseen inervación* aferente y eferente (V. Godinov, Y. Liev, V. Guinsburg y otros). En las paredes de los senos linfáticos hay células especiales (macrófagos) que realizan la fagocitosis de los corpúsculos extraños arrastrados por la corriente linfática. Por eso los linfonodos pueden retener cuerpos extraños (bacterias, células neoplásicas, etc.) que penetran en ellos por los vasos linfáticos convirtiéndose, de este modo, en punto de concentración de un elemento patológico. El conocimiento de su topografía tiene gran importancia diagnóstica y terapéutica.

CONDUCTO TORÁCICO

De acuerdo con las investigaciones de D. Zhdánov, el conducto torácico (figs. *360*, *362*) tiene una *longitud* de *30* a *41* cm y *se inicia* por la **unión de los troncos linfáticos lumbares, derecho e izquierdo.** El tronco intestinal, descrito corrientemente en los compendios de Anatomía como la tercera raíz del conducto, se encuentra con poca frecuencia siendo a veces par y afluyendo en el tronco lumbar izquierdo (con mayor frecuencia) o en el derecho. El nivel de origen del conducto torácico oscila entre la XI vértebra torácica y la II vértebra lumbar.

En su origen el conducto torácico presenta una dilatación, **la cisterna**

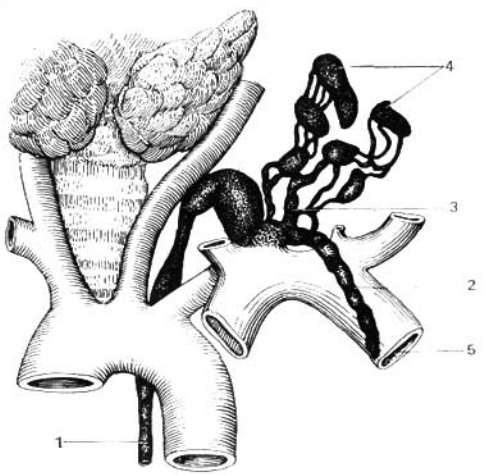


Fig. 363. Dilatación cervical del conducto torácico (G. Iosifov).

1 — conducto torácico;
2 — tronco subclavio (izquierdo);
3 — tronco yugular (izquierdo);
4 — linfonodos y vasos linfáticos del plexo linfático yugular izquierdo;
5 — vena subclavia izquierda.



Fig. 365. Diferentes formas y topografía del conducto linfático derecho (según D. Zhdánov).

a — tipo concentrado de afluencia del conducto linfático en el ángulo venoso; *b* — tipo disperso de afluencia.

del quilo (de Pecquet), que puede faltar con bastante frecuencia (en un 42% de casos, según D. Zhdanov). El conducto se inicia en la cavidad abdominal, penetra en el tórax por el orificio aórtico del diafragma, adhiriéndose al pilar derecho del músculo, el cual con sus contracciones coopera a la circulación de la linfa por el mismo («corazón linfático pasivo», según la expresión de G. Iosifov). Después de penetrar en el tórax, el conducto torácico se dirige hacia arriba por delante de la columna vertebral, situándose a la derecha de la aorta descendente, por detrás del esófago y, más arriba, por detrás del arco de la aorta. Al alcanzar este último, a nivel de las V-III vértebras torácicas, comienza a desviarse hacia la izquierda. A nivel de la VII vértebra cervical el conducto forma un arco de convexidad superior y desemboca en la vena yugular interna izquierda o en el ángulo de unión de la misma con la subclavia izquierda (ángulo venoso izquierdo). A lo largo del conducto torácico se localizan casi siempre linfonodos escalonados. En su desembocadura el conducto torácico presenta por dentro dos pliegues endoteliales bien desarrollados que impiden la penetración de la sangre en el mismo. En el segmento superior del conducto desemboca **el tronco broncomediastínico izquierdo** (*truncus bronchomediastinalis sinister*), que colecta la linfa de la mitad izquierda, parietal y visceral, de la cavidad torácica; **el tronco subclavio izquierdo** (*truncus subclavius sinister*), que colecta los linfáticos del miembro superior izquierdo, y **el tronco yugular izquierdo** (*truncus jugularis sinister*), que recibe los linfáticos de la mitad izquierda de la cabeza y del cuello (fig. 363).

De este modo, el conducto torácico colecta 3/4 de toda la linfa, es decir, el total de la linfa del organismo con exclusión de la mitad derecha de la cabeza y del cuello, el miembro superior derecho y la mitad derecha de la cavidad torácica. La linfa de estas regiones es colectada en el conducto linfático derecho (véase a continuación) (fig. 364).

El conducto torácico y los demás vasos linfáticos de gran calibre están provistos de vasos de vaso (*vasa vasorum*). Todos los vasos linfáticos tienen terminaciones nerviosas aferentes y eferentes en sus paredes.

CONDUCTO LINFÁTICO DERECHO

El conducto linfático derecho tiene una longitud de no más de 10-12 mm y se forma por la unión de tres troncos: **el tronco yugular derecho** (*truncus jugularis dexter*), que recibe la linfa de la mitad derecha de la cabeza y del cuello; **el tronco subclavio derecho** (*truncus subclavius dexter*), que colecta la linfa del miembro superior derecho; y **el tronco broncomediastínico derecho** (*truncus bronchomediastinalis dexter*), que recibe la linfa de la mitad derecha de las vísceras torácicas y de la pared del tórax. El conducto linfático derecho desemboca en la vena subclavia derecha. Con mucha frecuencia falta y en dicho caso los tres troncos linfáticos citados desembocan independientemente en la subclavia (fig. 365).

DESARROLLO DE LOS VASOS LINFÁTICOS

El desarrollo del sistema linfático (fig. 366) durante la filogénesis está íntimamente relacionado con el del sistema vascular, que a su vez está determinado por la adaptación de los órganos respiratorios al medio ambiente.

En *los animales acuáticos* (peces) que respiran por branquias y poseen un corazón venoso bicameral, la linfa circula con ayuda del corazón linfático consistente en una dilatación pulsátil del vaso linfático, que impele la linfa hacia el cauce venoso. Los linfonodos no existen todavía y el tejido linfático tiene un carácter difuso. En los anfibios, el número de corazones linfáticos aumenta y se disponen de dos en dos en las líneas limítrofes entre el tronco y los miembros (pares anterior y posterior). El tejido linfático ya no es difuso, sino que se va concentrando en forma de nódulos (folículos) localizados en las mucosas.

En *los animales terrestres*, en los que las branquias son sustituidas totalmente por los pulmones y que además de la circulación corporal o mayor se desarrolla la pulmonar, se crean nuevos factores que facilitan la circulación de la linfa (trabajo del corazón). A consecuencia de eso, la importancia de los corazones linfáticos disminuye y comienzan a desaparecer, conservándose solamente un par de ellos (posterior). Junto con esto va aumentando el número global de vasos linfáticos.

En *las aves* continúa el proceso de desaparición de los corazones linfáticos (que sólo se mantienen durante el período embrionario) y el aumento del número de vasos linfáticos, en el interior de los cuales aparecen ya válvulas que impiden el reflujo de la linfa. Aparecen algunos linfonodos. Con la aparición en los mamíferos del diafragma toracoabdominal y el ulterior desarrollo del corazón y los vasos, así como el de la musculatura esquelética, la circulación de la linfa se facilita todavía más como resultado de la acción aspirativa del tórax, las contracciones del corazón, de los vasos sanguíneos y de la musculatura. La necesidad de corazones linfáticos desaparece definitivamente y se reducen por completo. Junto con ello aumenta el número de vasos linfáticos en los que se desarrollan ya muchas válvulas. Las vías linfáticas a lo largo de la aorta se unen en un tronco impar de gran calibre, el conducto torácico. Crece intensamente el número de linfonodos, especialmente en los primates.

En *el hombre*, debido a la marcha bípeda, aumenta considerablemente el número de válvulas en los vasos linfáticos de los miembros, sobre todo en los inferiores. Se observa, además, un número más elevado de linfonodos, lo que atestigua la importancia creciente de la función de barrera del sistema linfático que limita la difusión de todo proceso patológico. D. Zhdanov relaciona el aumento de los linfonodos en el hombre (incluso en comparación con el mono) con el carácter de su alimentación.

De este modo, las variaciones fundamentales del sistema linfático durante la evolución consisten, de una parte, en la desaparición de los corazones linfáticos, y de otra, en la aparición y aumento progresivo del número de linfonodos.

En lo que respecta al desarrollo *embrionario* del sistema linfático existen dos teorías. Según una de ellas (Sabine), la teoría del desarrollo eferente, el sistema linfático se origina del venoso; según otra, la teoría del desarrollo aferente (Kampmaier, Huntington), el sistema linfático se origina aisladamente a expensas del mesénquima, y sólo después se une al sistema venoso. En la actualidad, la mayoría de autores defiende la segunda

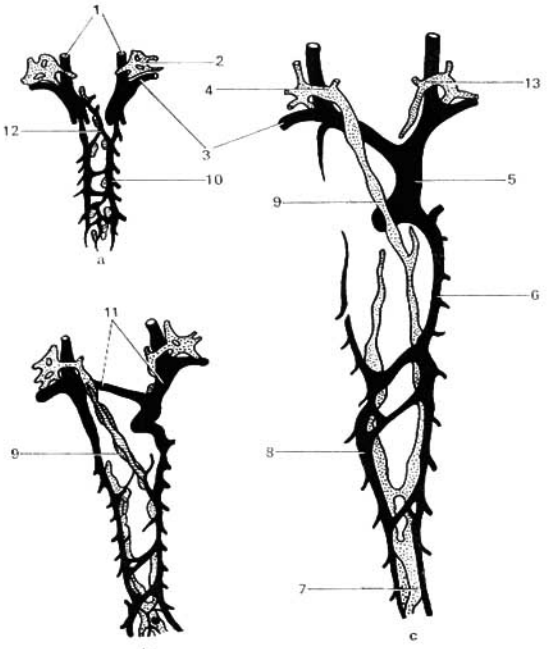


Fig. 366. Esquema del desarrollo del conducto torácico y del conducto linfático derecho (vista posterior).

a — aparición de los rudimentos linfáticos en forma de sacos (2) en el mesénquima a lo largo de las venas;
b — alargamiento y fusión de los rudimentos linfáticos alrededor de las venas desaparecidas (las venas abandonadas están rayadas);
c — formación del tronco ininterrumpido del conducto torácico a base de segmentos aislados, mediante la unión de los mismos;
1 — venas yugulares internas;
2 — sáculo linfático yugular;
3 — venas subclavias;
4 — porción cervical del conducto torácico;
5 — vena cava superior;
6 — vena ácigos;
7 — cisterna del quilo;
8 — v. hemiácigos;
9 — conducto torácico (porción torácica);
10 — vena cardinal posterior;
11 — venas braquiocefálicas;
12 — vena oblicua;
13 — conducto linfático derecho.

teoria, según la cual el sistema linfático se desarrolla en completa independencia del vascular, y su relación con el sistema venoso se establece secundariamente. Según la descripción de Airy, el sistema linfático se origina en forma de esbozos independientes, que crecen y se ramifican constituyendo conductos, los capilares linfáticos. Ampliándose y fusionándose, éstos forman en determinadas zonas (y durante el 2° mes de desarrollo embrionario) 6 sacos linfáticos: dos, cerca de las venas yugulares; uno retroperitoneal, en la base

del mesenterio, cerca de las glándulas suprarrenales; otro, cerca del anterior, que es la cisterna del quilo, y dos cerca de las venas ilíacas.

De los sacos yugulares se desarrollan los vasos linfáticos de la cabeza, del cuello y del miembro superior (estos últimos se originan de sacos complementarios formados cerca de las venas subclavias). Del saco retroperitoneal se originan los vasos linfáticos del mesenterio que colectan la linfa de los intestinos; y de los sacos ilíacos, los vasos del miembro inferior y de la pelvis. Además de eso, los sacos yugulares se expansionan en dirección a la cavidad torácica y, uniéndose uno al otro, forman un tronco único que se encuentra con la expansión de la cisterna del quilo. Como resultado de ello se forma el conducto torácico que enlaza entre sí los sistemas de los sacos ilíacos, retroperitoneal y yugulares, constituyendo un todo único. Así surge el sistema único de los vasos linfáticos que entra en relación con el sistema sanguíneo tan sólo en la región de las venas yugulares, en el lugar de confluencia de las venas yugular y subclavia en ambos lados del cuerpo.

Sin embargo, ulteriormente la estructura simétrica inicial del sistema linfático se altera, ya que el conducto izquierdo (torácico) adquiere mayor desarrollo. Ese desarrollo más considerable del conducto torácico, en comparación con el de la gran vena linfática, se explica por la posición asimétrica del corazón y las grandes venas, a causa de lo cual en la región del ángulo venoso izquierdo se crean condiciones más favorables para el paso de las corrientes linfática y sanguínea. En cambio, en el lado derecho, debido a la proximidad con la mitad venosa del corazón, se percibe con mayor intensidad el aumento periódico de la presión sanguínea en la vena cava superior, dependiente de las contracciones cardíacas, y que dificulta la difusión libre de la corriente linática hacia la sangre venosa. Esa diferencia funcional en las condiciones de la circulación linfática de los dos troncos linfáticos principales, derecho e izquierdo, condiciona también el desarrollo desigual de los mismos. En calidad de variante de desarrollo a veces se conserva el conducto torácico doble, lo que es normal en los vertebrados inferiores.

Además de los vasos y sacos linfáticos se desarrollan también los linfonodos, pero algo más tarde (durante el 3er mes).

REGULARIDADES DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS VASOS LINFÁTICOS Y LOS LINFONODOS

Los vasos linfáticos por su posición se dividen en superficiales y profundos.

I. **Los vasos linfáticos superficiales** se encuentran debajo de la piel, en el espesor del tejido celular subcutáneo y cerca de las fascias superficiales.

a) Estos van en forma de troncos rectos finos por la distancia más corta a partir del lugar de su origen hasta los linfonodos regionales.

b) Su dirección general es vertical, correspondientemente a la atracción terrestre o gravitación.

c) La adaptación a la gravitación se expresa también en la presencia de válvulas que se abren por el trayecto al corazón y se cierran en dirección inversa, impidiendo el torrente de la linfa en dirección a la atracción terrestre. Por consiguiente, las válvulas son dispositivos de antigravitación.

d) Los vasos linfáticos superficiales más grandes van al lado y paralelamente a las venas subcutáneas superficiales y los nervios cutáneos.

e) En algunos lugares forman fascículos superficiales.

II. **Los vasos linfáticos profundos** «somas» se sitúan debajo de las fascias.

a) Estos van paralelamente a las arterias, las venas profundas y los nervios y junto con los mismos participan en la formación de fascículos vasculonerviosos únicos.

b) En los lugares, donde se conserva la estructura segmentaria del cuerpo, es decir, en el tronco, los vasos linfáticos van en forma segmentaria (en los espacios intercostales).

c) Estos van al igual que los vasos superficiales de acuerdo con la ley de la distancia más corta.

d) En la mayor parte del cuerpo van verticalmente, en correspondencia con la dirección de las fuerzas de la atracción terrestre.

e) También tienen válvulas—dispositivos de antigravitación.

III. **Los vasos linfáticos de las vísceras** salen de la puerta o el hilio del órgano dado y van junto con los vasos sanguíneos hasta sus linfonodos regionales.

Los linfonodos se sitúan en grupos en los siguientes lugares:

a) Los linfonodos regionales de los órganos parenquimatosos se encuentran cerca de su puerta.

b) Los linfonodos regionales de los órganos vacíos se sitúan cerca de los lugares de desembocadura de las arterias en estos últimos y de salida de las venas de los mismos, es decir, cerca de los lugares análogos a las puertas y los hilios de los órganos.

Por ejemplo, los linfonodos del estómago se sitúan por las curvaturas mayor y menor, del intestino, cerca del lugar de inserción del mesenterio, etc.

c) Los linfonodos regionales del tronco y los miembros se encuentran en los lugares móviles: en la región del cuello y la cintura y cerca de las articulaciones grandes (braquial, ulnar, coxal y de la rodilla). Los lugares móviles favorecen el avance de la linfa por los linfonodos.

d) Los linfonodos se encuentran sobre las superficies de flexión: en el tronco—en la cara anterior de la pared posterior de las cavidades torácica, abdominal y pelviana—, en el miembro superior—en la axila y cerca de la articulación del codo—, y en el miembro inferior—en la ingle y la fosa poplítea. Los linfonodos no se encuentran en la cara posterior (de extensión) del tronco.

e) Estos se sitúan en lugares cerrados y protegidos.

f) En la parte segmentaria del cuerpo los linfonodos están situados en forma segmentaria.

1. Los linfonodos y los vasos linfáticos reflejan la simetría bilateral del cuerpo, pero no suelen ser completamente simétricos.

2. No todos los grupos de linfonodos son constantes. A veces pueden estar ausentes cerca de algunos órganos.

3. Su número no es igual en los lados derecho e izquierdo, es decir, se observa asimetría.

4. Estos varían según su número en cada grupo de los linfonodos regionales, así como por su magnitud y su forma, la cual puede ser oval, en forma de haba y de cinta.

5. El número de los linfonodos está relacionado con la edad: en los jóvenes su número es mayor que en la vejez. La disminución de los linfonodos en las personas de edad avanzada y senil se explica por el hecho de que a causa de la proliferación de los tejidos conjuntivo y adiposo, los linfonodos caen en el abandono, se hacen impenetrables y quedan fuera del torrente linfático.

De tal modo, los linfonodos y los vasos linfáticos, siendo parte del sistema cardiovascular, al igual que los vasos sanguíneos y los nervios, reflejan en su disposición el esquema general de la estructura del organismo.

SISTEMA LINFÁTICO DE LAS DIVERSAS REGIONES DEL CUERPO

Los vasos linfáticos del tronco, cabeza y miembros, es decir, del cuerpo propiamente dicho (o soma), se dividen en superficiales y profundos. De límite entre ellos sirve la fascia profunda, en cada región determinada. Por consiguiente, en el grupo de los superficiales se incluyen los vasos linfáticos de la piel, del tejido subcutáneo y parte de los fasciales; y en el de los profundos, el resto de los vasos linfáticos situados por debajo de la fascia profunda.

El plan común estructural del sistema linfático profundo del soma consiste, según G. Iosifov, en lo siguiente. Los vasos linfáticos originados en las redes linfáticas capilares de las cápsulas articulares, de los músculos, tendones, fascias, nervios, etc., van, al principio, en la composición de los fascículos neurovasculares de dichos órganos, afluyendo más tarde a los colectores linfáticos de la correspondiente región del cuerpo. A su vez, estos colectores acompañan a los troncos arteriales y venosos de gran calibre y desembocan en los linfonodos regionales.

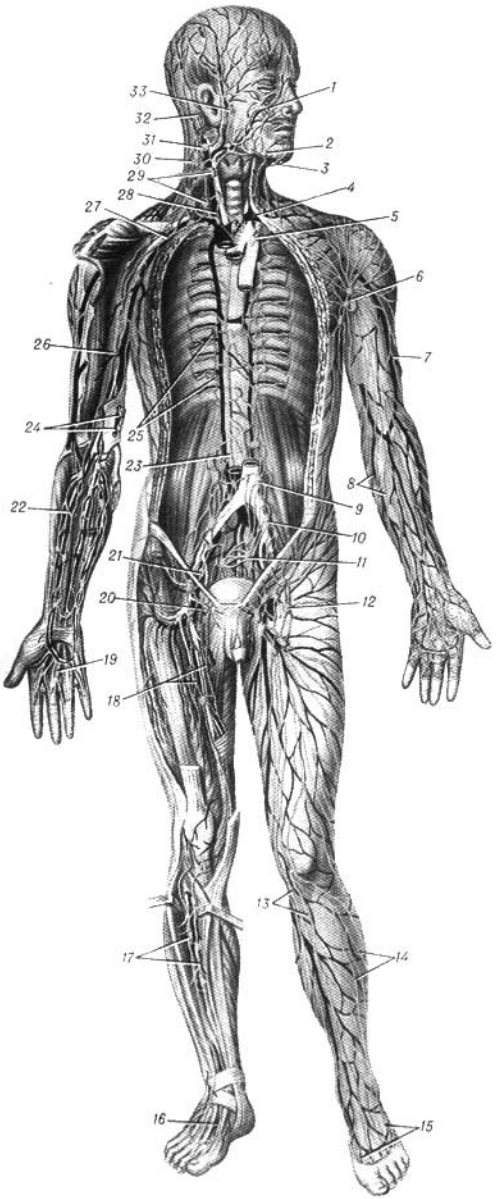


Fig. 364. Sistema linfático del **hombre** (según D. Zhdanov).

1 — vasos linfáticos faciales;
2 — linfonodos submandibulares;
3 — linfonodos submentales;
4 — desembocadura del conducto torácico;
5 — linfonodos mediastínicos anteriores;
6 — linfonodos axilares;
7 — vasos linfáticos superficiales del brazo (que siguen por el trayecto de la vena cefálica;
8 — grupo medial de los vasos linfáticos superficiales del brazo;
9 — linfonodos lumbares;
10 — linfonodos ilíacos externos;
11 — linfonodos ilíacos internos (hipogástricos BNA);
12 — linfonodos inguinales superficiales;
13 — grupo medial de los vasos linfáticos superficiales de la pierna;
14 — grupo lateral de los vasos superficiales de la pierna;
15 — vasos linfáticos superficiales del pie;
16 — vasos linfáticos profundos del pie que acompañan a los nervios;
17 — vasos linfáticos profundos de la pierna;
18 — vasos linfáticos profundos del muslo;
19 — vasos linfáticos profundos de la palma de la mano;
20 — linfonodos inguinales profundos;
21 — linfonodos ilíacos;
22 — vasos linfáticos profundos del antebrazo;
23 — conducto torácico;
24 — linfonodos cubitales superficiales;
25 — linfonodos intercostales y sus vasos linfáticos aferentes;
26 — linfonodos braquiales;
27 — tronco subclavio;
28 — tronco yugular;
29 — 30 — linfonodos cervicales profundos (cadenilla de ganglios por el trayecto de la arteria transversa del cuello y el nervio accesorio);
31 — linfonodos yugulodigástricos;
32 — linfonodos retroauriculares;
33 — linfonodos parotídeos.

MIEMBRO INFERIOR

Los linfonodos del miembro inferior se localizan en las zonas siguientes (figs. 364, 367):

1. En la fosa poplítea —**linfonodos poplíteos** (*lnn. poplitei*).

2. En la región inguinal —**linfonodos inguinales** (*nn. inguinales*). Se encuentran situados inmediatamente por debajo del ligamento inguinal y se clasifican en superficiales y profundos (*lnn. inguinales superficiales et profundi*):

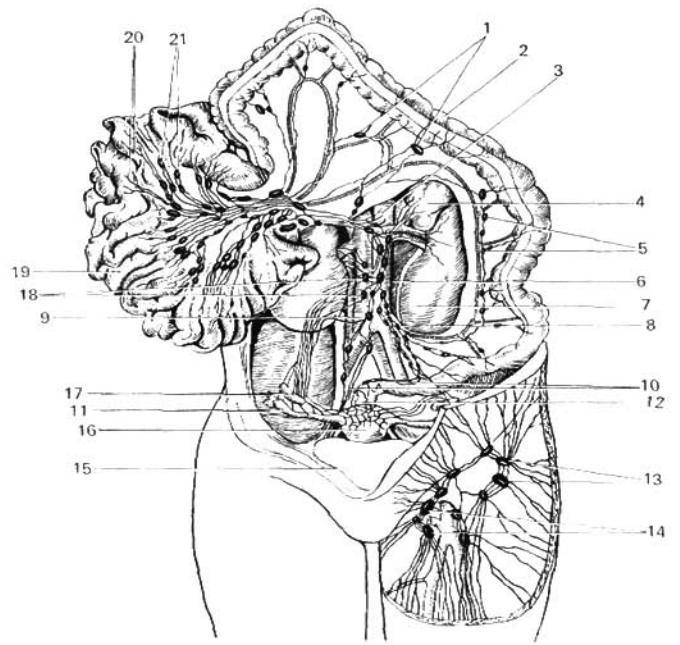


Fig. 367. Vasos y linfonodos de la cavidad abdominal.

1 y 5 — linfonodos cólicos;
2 — colon transverso;
3 — arteria mesentérica superior;
4 — glándula suprarrenal;
6 — aorta;
7 — riñón izquierdo;
8 — arteria mesentérica inferior;
9 — vena cava inferior;
10 — linfonodos del intestino recto;
11 — tuba uterina;
12 — recto;
13 — linfonodos inguinales superficiales;
14 — linfonodos inguinales superficiales;
15 — vejiga urinaria (en reversión);
16 — útero;
17 — ovario;
18 — linfonodos lumbares;
19 — intestino delgado;
20 — vasos linfáticos quilíferos;
21 — linfonodos mesentéricos.

a) los linfonodos inguinales superficiales están situados sobre la fascia lata del muslo alrededor del lugar donde ésta es perforada por la v. safena magna;

b) los linfonodos inguinales profundos se encuentran situados en la misma región, pero por detrás de la fascia lata.

Los vasos linfáticos superficiales desembocan en dos grupos de colectores que se extienden a lo largo de la v. safena magna, hasta los linfonodos inguinales superficiales (grupo medial), y a lo largo de la v. safena parva, hasta los linfonodos poplíteos (grupo posterolateral). En el grupo posterolateral de colectores y linfonodos poplíteos se recoge la linfa de la piel, tejido subcutáneo y fascias superficiales, de una región poco extensa del miembro inferior (IV y V dedos, borde lateral del pie, caras inferior y lateral de la pierna y parte lateral de la pantorrilla). La linfa de las zonas restantes del miembro inferior es colectada en el grupo medial de colectores, y más adelante en los linfonodos inguinales, sin detenerse en los linfonodos poplíteos. Eso explica la reacción de los linfonodos inguinales (inflamación, dolor) en los procesos supurados de la piel, por ejemplo, en la falange ungueal del dedo grueso. Los vasos linfáticos superficiales del tercio superior del muslo desembocan en los linfonodos inguinales, a donde llegan también los vasos superficiales de la región glútea, de la pared anterior del abdomen y de los órganos genitales externos.

Los vasos linfáticos profundos del pie y de la pierna, así como los de la cápsula articular de la rodilla, desembocan en los linfonodos poplíteos desde donde la linfa, circulando por los colectores profundos que acompañan a la a. femoral, llega a los linfonodos inguinales profundos. Esos mismos colectores recogen la linfa de los tejidos profundos del muslo. Por consiguiente, el numeroso grupo de linfonodos situados en la región inguinal recoge la linfa de todo el miembro inferior, de la pared anterior del abdomen (por debajo del ombligo), de la región glútea, del periné, de los órganos genitales externos y parcialmente de los internos (útero).

Los vasos eferentes de los linfonodos inguinales se extienden a lo largo de la arteria y vena ilíacas externas hasta los linfonodos ilíacos, desde donde la linfa desemboca en el tronco lumbar.

PELVIS

En la pelvis los linfonodos están situados preferentemente a lo largo de los vasos sanguíneos, y también en la superficie de las vísceras pelvianas. Aquí existen los grupos siguientes: 1) los linfonodos ilíacos externos y comunes (*lnn. iliaci ext. et comm.*), situados a lo largo de las aa. ilíacas externa y común; sus vías eferentes se dirigen a los linfonodos lumbares; 2) los linfonodos ilíacos internos (*lnn. iliaci interni*) (de 9 a 12), situados en la pared lateral de la cavidad pelviana; sus vasos eferentes se dirigen a los linfonodos situados a lo largo de la arteria ilíaca común; 3) los linfonodos sacros (*ln. sacrales*), pequeños linfonodos situados a lo largo de la a. sacra mediana; sus linfáticos eferentes van a los linfonodos ilíacos situados cerca del promontorio.

En los grupos linfonodulares citados desembocan los linfáticos eferentes de los órganos de la pelvis menor, como fue indicado en las descripciones respectivas de cada órgano (véase «Esplacnología») (fig. 367).

ABDOMEN

Los vasos linfáticos de la región supraumbilical se dirigen hacia arriba y lateralmente, a los linfonodos axilares (*lnn. axillares*); en cambio, los de la región subumbilical descienden hacia los linfonodos inguinales.

En la cavidad abdominal se distinguen (según Rouviere—Zhdanov): 1) los linfonodos parietales o abdominoaórticos, situados alrededor de la aorta y de la cava inferior, y 2) los linfonodos viscerales, que se distribuyen a lo largo de los troncos y ramos del tronco celíaco y de las arterias mesentéricas, superior e inferior. El número total de linfonodos abdominoaórticos *es de 30 a 50. Por su relación con la aorta se subdividen en linfonodos latero*-aórticos izquierdos, preaórticos y retroaórticos; por su relación con la vena cava inferior se distinguen los laterocavos, precavos y retrocavos, así como los interaortocavos. La denominación común de todos es la de **linfonodos lumbares** (*lnn. lumbales*).

Los linfonodos viscerales de la cavidad abdominal se subdividen en dos grandes grupos: 1) los situados en el trayecto de los ramos del tronco celíaco

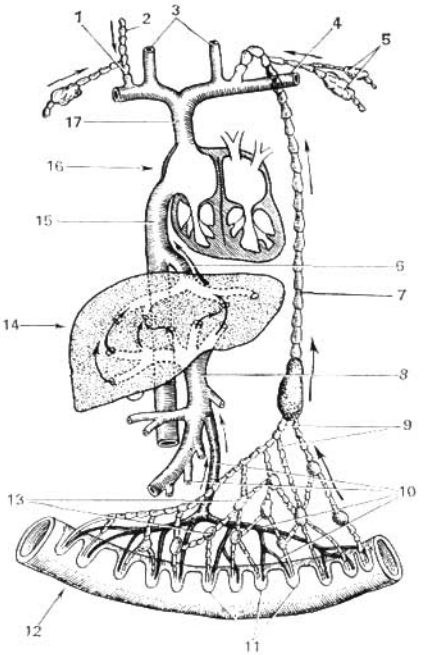


Fig. 368. Esquema de la absorción de las substancias nutritivas por los sistemas venoso y linfático.

1 — conducto linfático derecho;
2 — tronco linfático yugular derecho;
3 — venas yugulares internas;
4 — vena subclavia izquierda;
5 — tronco linfático subclavio izquierdo y sus linfonodos;
6 — vena hepática;
7 — conducto torácico;
8 — vena porta;
9 — vasos linfáticos intestinales;
10 — venas intestinales;
11 — vellosidades intestinales;
12 — intestino delgado;
13 — *linfonodos intestinales*;
14 — hígado;
15 — vena cava inferior;
16 — atrio derecho;
17 — vena cava superior.

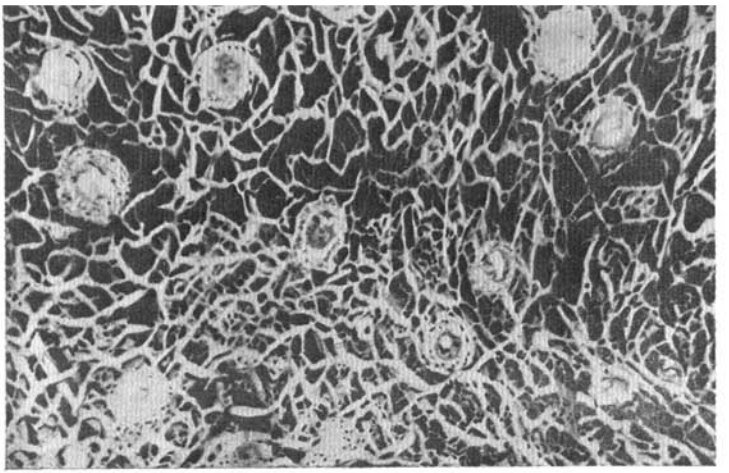


Fig. 369. Vasos linfáticos de la mucosa y submucosa del intestino ciego en el niño (preparado de I. Kavunenko).

y 2) los situados en el trayecto de los ramos de las arterias mesentéricas, linfonodos mesentéricos (*lnn. mesenterici*).

Los del primer grupo reciben las denominaciones correspondientes a las arterias y órganos: linfonodos celíacos, gástricos derecho e izquierdo, hepáticos, pancreaticolienales y pilóricos.

El segundo grupo, situado a lo largo de las arterias mesentéricas se distingue por su gran cantidad (cerca de 300). Este grupo está situado en el espesor de los mesenterios del intestino delgado e intestino grueso y fue descrito junto con sus vasos linfáticos. Los linfáticos viscerales de la cavidad abdominal que desembocan en los linfonodos citados fueron ya descritos al exponer la anatomía de cada órgano de la cavidad abdominal (véase «Esplacnología»).

El intestino delgado posee un sistema particular de vasos linfáticos, el de los vasos quilíferos. Está compuesto por una red de capilares linfáticos distribuidos por todas las capas de la pared intestinal: mucosa, submucosa, muscular y serosa.

En este grupo se reconocen dos sistemas de vasos (Teichmann):

1. *Vasos linfáticos de la membrana serosa.*

2. **Vasos quilíferos** (*chylus* — jugo lechoso), que se inician por un fondo de saco, el seno quilífero, debajo del epitelio, en la cúspide de las vellosidades intenstinales. Se encuentran en las membranas mucosa y submucosa del intestino, extendiéndose luego al mesenterio; transportan la grasa absorbida que da a la linfa su aspecto de emulsión lechosa (quilo), de donde proviene

su denominación (fig. 368). Las substancias nutritivas restantes son absorbidas por el sistema venoso y transportadas al hígado por el sistema de la vena porta.

Los linfáticos eferentes del duodeno (D. Zhdanov) se van a los linfondos pancreaticoduodenales. *Los linfáticos eferentes del yeyuno e íleon se extienden* por el espesor del mesenterio hacia los linfonodos mesentéricos.

Según M. Spirov, en el mesenterio del intestino delgado deben destacarse tres grupos de vasos linfáticos: 1) grupo izquierdo, desde el segmento inicial del yeyuno (en una extensión de 40 a 70 cm); 2) grupo medio, en el resto del yeyuno, y 3) grupo derecho, a partir del íleon.

Al llegar al mesenterio los vasos quilíferos son interrumpidos por los linfonodos mesentéricos, situados en cuatro hileras. Los de la primera hilera están situados a lo largo del borde mesentérico del intestino; los de la segunda, algo apartados del borde; los de la tercera, cerca de la raíz del mesenterio, y los de la cuarta, en la raíz del mesenterio. Desde estos linfonodos mesentéricos la linfa circula preferentemente hacia los linfonodos lateroaórticos y preaórticos, y desde allí hacia el tronco lumbar izquierdo y luego al conducto torácico. A veces, una parte de los vasos eferentes de los linfonodos mesentéricos y de algunos viscerales de la cavidad abdominal se reúnen en troncos cortos, denominados troncos intestinales, que desembocan directamente en el segmento inicial del conducto torácico, o en el conducto lumbar izquierdo (más raramente en el derecho).

Desde el intestino grueso (fig. 369), el drenaje linfático tiene lugar hacia los linfonodos ileocólicos, cólicos derechos, cólicos medios, mesentéricos inferiores, cólicos izquierdos, extendidos en el trayecto de los vasos sanguíneos homónimos.

TÓRAX

En el tórax se destacan (según Rouviere—Zhdanov) los linfonodos parietales y viscerales.

Los linfondos parietales se subdividen en los siguientes grupos:

I. Posteriores, linfonodos intercostales.

II. Anteriores, linfonodos paraesternales, en el trayecto de la arteria torácica interna.

Los linfonodos viscerales (fig. 370) se subdividen en cinco grupos.

I. Mediastínicos, anteriores y posteriores.

II. Traqueales, situados a los lados y por detrás de la tráquea.

III. Traqueobronquiales, superiores e inferiores, situados en la región de la bifurcación de la tráquea.

IV. Broncopulmonares, situados en los hilios pulmonares (fig. 371).

V. Pulmonares, situados en los pulmones a lo largo de las ramificaciones de la arteria pulmonar y de los bronquios.

Los linfáticos de los tegumentos de las paredes anterior y laterales del tórax se dirigen preferentemente hacia los nódulos linfáticos axilares (*nodi lymphatici axillares*) y una parte de los troncos cruza la clavícula y afluye en los linfonodos cervicales profundos.

Desde el lado interno del tórax y desde la pleura, los linfáticos se dirigen a través de los linfonodos intercostales hacia el conducto torácico; y los más anteriores, hacia los linfonodos paresternales. Los linfáticos eferentes

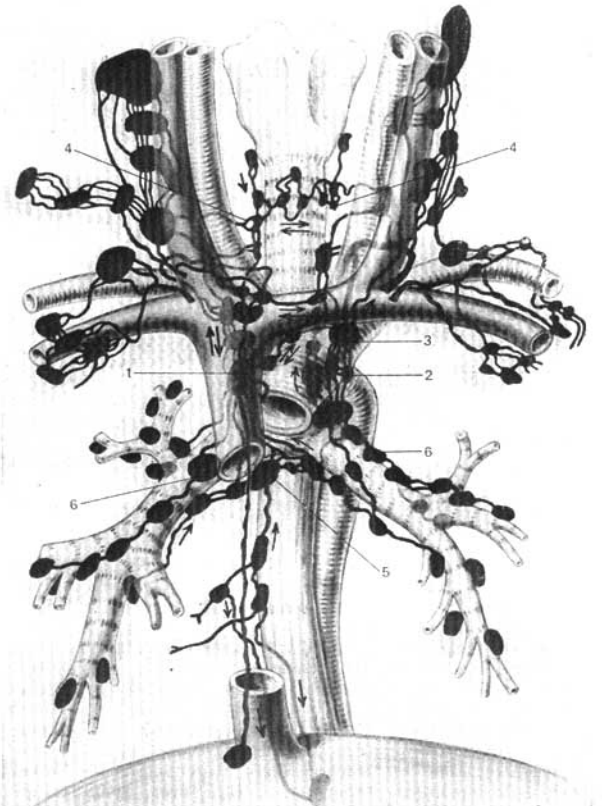


Fig. 370. Linfonodos viscerales del mediastino, en esquema (según D. Zhdánov).

1 — cadenilla vertical derecha;
2 — cadenilla vertical izquierda;
3 — cadenilla transversa;
4 — linfonodos paratraqueales;
5 — linfonodos traqueobronquiales;
6 — linfonodos broncopulmonares.

de la glándula mamaria (fig. 372) van desde sus porciones laterales hacia los linfonodos axilares; desde su zona posterior, a los linfonodos supra y subclaviculares; y desde su porción superior y medial, hacia los paraesternales. Existe un enlace entre los vasos superficiales de las dos glándulas mamarias y los vasos de su porción medial inferior, con los linfáticos de la pleura,

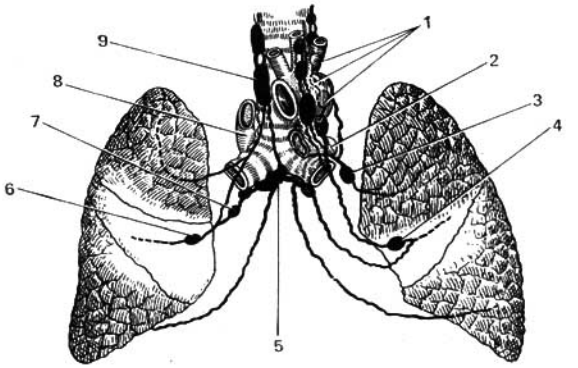


Fig. 371. Esquema del drenaje linfático de los pulmones.

1 — linfonodos detrás del arco de la aorta;
2 — tronco pulmonar;
3 y 7 — linfonodos en la región de las raíces pulmonares;
4 y 6 — linfonodos broncopulmonares;
5 — linfonodos traqueobronquiales;
8 — vena ácigos;
9 — linfonodos traqueales.

del diafragma y del hígado. Durante los períodos de embarazo y lactancia el cauce linfático de las glándulas mamarias se ensancha (I. Ismailova), mientras que en la vejez, con la involución de las glándulas, se reduce (A. Churievich).

Los vasos linfáticos del diáfragma se vierten en los linfonodos frénicos (*lnn. phrenici*), situados en los pilares del diafragma; y en parte, en los linfonodos mediastínicos y en los paraesternales.

Los linfáticos de las vísceras fueron ya descritos al final de la descripción anatómica de cada órgano por separado (véase «Esplacnología»).

Desde los órganos de la cavidad torácica la linfa es recogida en dos conductos importantes, los troncos broncomediastínicos derecho e izquierdo de los cuales el primero desemboca en el conducto linfático derecho, y el segundo, en el conducto torácico.

Los linfáticos eferentes de órganos aislados de las cavidades torácica, abdominal y pelviana pueden enlazarse entre sí durante su trayecto hacia los linfonodos regionales respectivos o coincidir en los mismos linfonodos regionales, gracias a lo cual se establece una relación entre las corrientes de linfa de los diferentes órganos. Esas relaciones han sido bien estudiadas en los últimos tiempos por D. Zhdánov y sus colaboradores y tienen importancia práctica para la comprensión de las vías de propagación del cáncer.

MIEMBRO SUPERIOR

Desde los tejidos y órganos del cinturón torácico, las zonas de la pared torácica próximas al mismo y de toda la parte libre del miembro superior, la linfa es recogida en el tronco subclavio del lado correspondiente, que

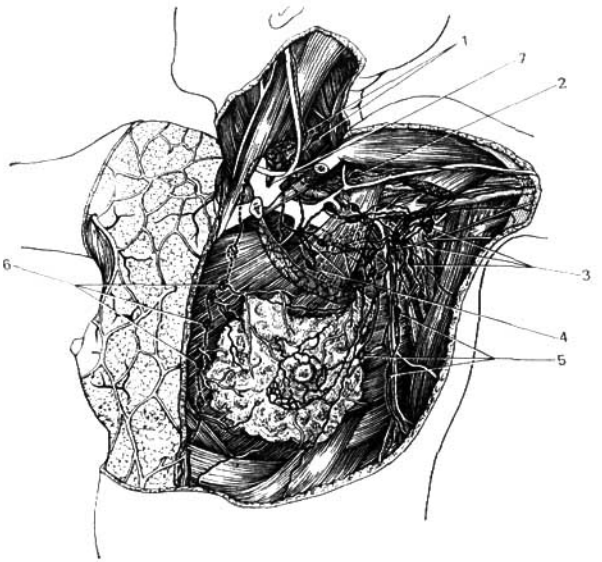


Fig. 372. Vasos y linfonodos de la región torácica, fosa subaxilar y región cervical.

1 — linfonodos cervicales profundos inferiores;
2 — linfonodos infraclaviculares;
3 — linfonodos axilares;
4 y 5 — linfonodos pectorales;
6 — linfonodos paraesternales;
7 — conducto torácico.

se extiende con el fascículo neurovascular, a lo largo de la v. subclavia, desembocando el derecho en la gran vena linfática o en el ángulo venoso derecho, y el izquierdo en el conducto torácico o directamente en el ángulo venoso izquierdo. Los linfonodos regionales del miembro superior se sitúan en dos grandes agrupamientos cerca de sus articulaciones importantes: el grupo cubital (**linfonodos cubitales**) y el de la articulación del hombro (**linfonodos axilares**). Estos últimos están concentrados en gran cantidad en el tejido de la fosa axilar. Entre ellos se distinguen los superficiales y los profundos.

Los vasos linfáticos superficiales del miembro superior (fig. 373) tienen dos grupos en su composición 1) los vasos mediales van desde los V-III dedos, por la zona medial de la palma de la mano y del antebrazo y el lado medial del brazo, hacia los linfonodos axilares; una parte de estos vasos mediales *acompaña a la v. basílica y desemboca en los linfonodos cubitales*; 2) los vasos laterales superficiales siguen paralelamente a la v. cefálica y desembocan en los linfonodos axilares superficiales. Los linfáticos superficiales

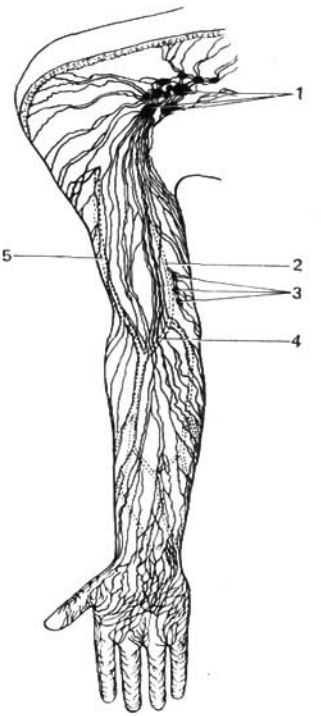


Fig. 373. Vasos y linfonodos superficiales de la cara interna del miembro superior y la fosa subaxilar.

1 — linfonodos axilares;
2 — vena basílica;
3 — linfonodos cubitales;
4 — vena mediana del codo;
5 — vena cefálica.

del cinturón torácico y del brazo también desembocan en los linfonodos axilares.

Los vasos linfáticos profundos del miembro superior, que conducen la linfa desde los huesos, las articulaciones y los músculos de la mano y del antebrazo, y que acompañan a las arterias radial y ulnar, desembocan en los linfonodos cubitales profundos. Desde los linfonodos cubitales profundos la linfa es llevada a los linfonodos axilares profundos por los colectores que acompañan a la arteria braquial. En su trayecto desembocan en dichos colectores los vasos linfáticos profundos del brazo. De este modo el grupo de linfonodos axilares constituye el punto de confluencia de la linfa de una amplia zona del cuerpo: miembro superior, cinturón torácico y región mamaria.

CABEZA Y CUELLO

La linfa de las regiones de la cabeza y el cuello es recogida en los troncos linfáticos yugulares derecho e izquierdo (*truncus jugularis dexter et sinister*), que se extienden por su lado correspondiente en línea paralela a la vena yugular interna, desembocando el derecho en el conducto linfático derecho o directamente en el ángulo venoso derecho, y el izquierdo en el conducto torácico o directamente en el ángulo venoso izquierdo. Antes de afluir a los troncos yugulares la linfa pasa a través de los linfonodos regionales.

En la cabeza los linfonodos se agrupan preferentemente a lo largo de la línea limítrofe entre la cabeza y el cuello. Entre dichos grupos se destacan los siguientes (fig. 374).

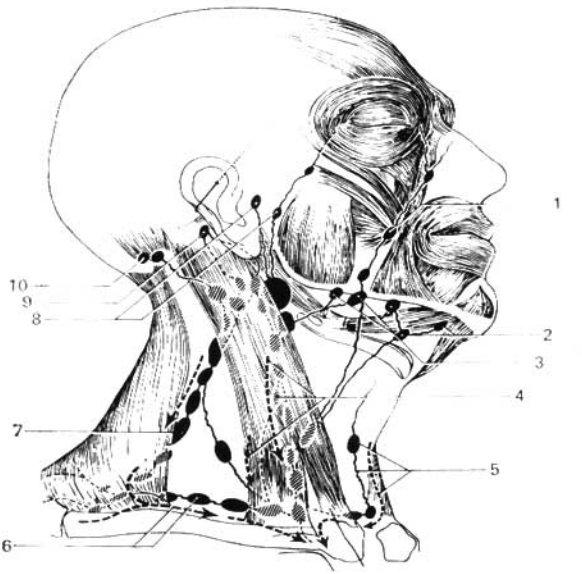


Fig. 374. Esquema de la distribución de los vasos linfáticos superficiales y de los linfonodos de la cabeza y del cuello (la dirección de la circulación de la linfa está indicada por flechas).

1 — vasos linfáticos aferentes de los linfonodos bucales;
2 — linfonodos submentales;
3 — linfonodos submandibulares;
4 — linfonodos cervicales profundos superiores;
5 — linfonodos cervicales anteriores superficiales;
6 — linfonodos cervicales profundos inferiores (supraclaviculares);
7 — linfonodos cervicales laterales;
8 — linfonodos parotídeos;
9 — linfonodos retroauriculares;
10 — linfonodos occipitales.

1. Occipitales (linfonodos occipitales). A ellos llegan los vasos linfáticos de la zona posterolateral de las regiones temporal, parietal y occipital de la cabeza.

2. Retroauriculares (linfonodos retroauriculares). Ellos recogen la linfa de las regiones ya citadas y también de la cara posterior del pabellón de la oreja, del meato acústico externo y de la membrana timpánica.

3. Parotídeos (linfonodos parotídeos, superficiales y profundos). Recogen la linfa de la frente, las sienes, la zona lateral de los párpados, la cara externa del pabellón de la oreja, la articulación temporomandibular, la glándula parótida, la glándula lagrimal, las paredes del meato acústico externo, la membrana del tímpano y la tuba auditiva del lado correspondiente.

4. Submandibulares (linfonodos submandibulares). Recogen la linfa de la zona lateral del mentón, de los labios superior e inferior, de la mejilla, la nariz, las encías y los dientes, la zona medial de los párpados, el paladar óseo y el blando, del cuerpo de la lengua, y de las glándulas submandibular y sublingual de la boca.

5. Mandibulares (linfonodos mandibulares). Recogen la linfa del bulbo del ojo, la musculatura mímica, la mucosa de las mejillas, los labios y las encías, las glándulas mucosas de la cavidad bucal, los periostios de la región de la boca y la nariz, y las glándulas submandibular y sublingual.

6. Submentales (linfonodos submentales). Recogen la linfa de las mismas zonas de la cabeza que los linfonodos submandibulares y, además, de la punta de la lengua.

7. Bucales (linfonodos bucales). Recogen la linfa de la mucosa de la mejilla y del músculo buccinador.

8. Retrofaríngeos (linfonodos retrofaríngeos). En ellos afluye la linfa de la mucosa nasal y de sus anexos, los senos neumáticos; la linfa del paladar óseo y blando, de la raíz de la lengua, la rinofaringe y la orofaringe, así como la del oído medio.

Desde todos los linfonodos enumerados la linfa afluye hacia los linfonodos cervicales.

En el cuello se distinguen dos grupos de linfonodos: superficiales **(linfonodos cervicales superficiales)** y profundos **(linfonodos cervicales profundos).**

Los linfonodos cervicales superficiales se subdividen en anteriores, situados debajo del hueso hioideo, entre los dos grandes fascículos neurovasculares del cuello; y los laterales, situados a lo largo de la v. yugular externa.

Los linfonodos cervicales profundos están dispuestos en forma de cadenilla a lo largo de la v. yugular interna, y también a lo largo de los nervios espinales y de la a. transversa del cuello. Desempeñan el papel principal en el drenaje de la linfa de los órganos y tejidos de la cabeza y del cuello. En consonancia con eso se distinguen los linfonodos prelaríngeos (situados por delante de la laringe); los pretiroideos (situados por delante del cuerpo de la glándula tiroidea); los pretraqueales y traqueales (situados a ambos lados de la tráquea, a lo largo de los nervios recurrentes), y los supraclaviculares. En su conjunto, los linfonodos linfáticos cervicales profundos se clasifican en dos grandes grupos: superiores e inferiores.

De los linfonodos cervicales superiores profundos es digno de atención especial **el linfonodo yugulodigástrico** (*ln. lymphaticus jugulodigastricus*). Está situado sobre la vena yugular interna, a nivel del cuerno mayor del hioides. *Al recibir la linfa de los vasos eferentes del tercio posterior de la lengua*

aumenta extraordinariamente de volumen en los casos de afección neoplásica de dicha región.

De los linfonodos cervicales profundos inferiores se destaca **el linfonodo yuguloomohioideo** (*ln. lymphaticus juguloomohyoideus*). Este se encuentra junto a la vena yugular interna, directamente sobre el m. omohioideo. Recibe los linfáticos de la lengua directamente o mediante los linfonodos submentales y submandibulares, a donde pueden propagarse las células cancerosas.

Vasos linfáticos: 1) desde los tegumentos y los músculos del cuello se dirigen a los linfonodos cervicales superficiales; 2) los de la laringe (plexo linfático de la mucosa, por encima de los pliegues vocales), atraviesan la membrana tirohioidea y se dirigen a los linfonodos cervicales profundos (superiores); los linfáticos de la mucosa, por debajo de la glotis, siguen dos vías: hacia delante, a través de la membrana tirohioidea, los linfonodos cervicales profundos (prelaríngeos); y hacia atrás, a los linfonodos situados a lo largo del n. laríngeo recurrente (traqueales); 3) los de la glándula tiroidea se dirigen en su mayoría a los linfonodos cervicales profundos (pretiroideos); los procedentes del istmo, a los linfonodos cervicales superficiales anteriores, 4) desde la faringe y las tonsilas palatinas, la linfa es vertida en los linfonodos retrofaríngeos y en los cervicales profundos.

CIRCULACIÓN COLATERAL DE LA LINFA

En la obliteración o la incisión de los vasos linfáticos, así como en la extirpación quirúrgica de los linfonodos, en la obliteración de los vasos por células cancerosas, o en sus afecciones por procesos inflamatorios crónicos, se altera la circulación normal del cauce linfático y la linfa no puede circular por sus vías habituales. Sin embargo, el sistema linfático posee dispositivos funcionales gracias a los cuales se restablece su circulación alterada. En dichos casos, los linfáticos complementarios vecinos, que hasta este momento no eran las vías eferentes principales para la linfa de tal o cual órgano o región del cuerpo, se incluyen activamente en la circulación linfática convirtiéndose en sus vías eferentes principales y, a veces, únicas. Como consecuencia, la linfa comienza a circular dando un rodeo por vías colaterales. De ahí proviene la denominación de circulación o mejor, de corriente linfática colateral (fig. 375).

En el desarrollo de esta corriente linfática colateral juega un gran papel la propia desviación del torrente de linfa, provocada por el obstáculo.

Habitualmente, la linfa circula en la dirección determinada por las válvulas de los vasos linfáticos, hacia los ángulos venosos derecho e izquierdo, donde se vierte en el torrente sanguíneo. Por eso, la instauración de una corriente linfática colateral, que contornea el obstáculo surgido en la vía principal, es posible únicamente gracias a la desviación del curso de la linfa, es decir, gracias a una corriente linfática retrógrada. En el segmento distal de la vía linfática con respecto al obstáculo se provoca un estancamiento de linfa, los linfáticos se dilatan, sus válvulas se hacen insuficientes y la linfa comienza a circular en dirección opuesta, retrógrada.

Al incidir los colectores básicos o al extirpar los linfonodos, pueden

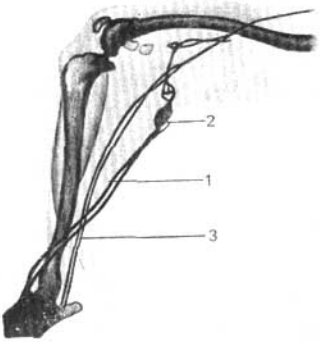


Fig. 375. Circulación linfática colateral (radiografía del miembro posterior de un perro).

1 — vía linfática magistral;
2 — linfonodo;
3 — vía linfática colateral.

observarse tres etapas en el desarrollo de la corriente linfática colateral (M. Prives y N. Zótova)*:

a) *período inicial (primeras semanas* después de la alteración de la vía principal). Durante este período la vía principal no funciona. La linfa utiliza las vías colaterales existentes ya con anterioridad en condiciones habituales; además, comienzan a manifestarse nuevas vías colaterales a cuenta de la dilatación de los angostos conductillos de las redes linfáticas, debido a la *presión de la linfa. De este modo, durante* el *primer período* la *linfa se* deriva exclusivamente hacia los linfonodos vecinos siguiendo un trayecto colateral;

b) período medio (a 3ª-6ª semana después de la perturbación de la vía principal). Durante ese período comienzan a desarrollarse anastomosis directas entre los extremos de la vía magistral interrumpida y a causa de ello, *junto con la vía colateral, empieza a funcionar* de *nuevo* la *vía* principal.

c) el tercer período (desde la 6ª semana hasta el 6º mes y más) es el de restablecimiento total de la vía magistral interrumpida, a través de las anastomosis de nueva formación; y, como consecuencia de ello, todas las vías colaterales dejan de llenarse.

De *este modo* el *proceso* de la corriente linfática colateral consiste en que, para restablecer la circulación linfática perturbada, tiene lugar la inclusión de vías complementarias vecinas ya existentes (colaterales), y el desarrollo de nuevos vasos linfáticos que unen a los dos segmentos de la magistral interrumpida (anastomosis). La corriente linfática colateral, de *importancia práctica para comprender* las vías de propagación de las neoplasias malignas y de los procesos infecciosos, ha sido investigada con especial detalle por D. Zhdanov y M. Prives.

* Las leyes que rigen en la formación de la corriente linfática colateral han sido establecidas basándose en las investigaciones de M. Prives y colaboradores.

ANATOMÍA DEL SISTEMA LINFÁTICO DE LA PERSONA VIVA

El método radiológico permite el estudio de los vasos y linfonodos en el organismo vivo (linfografía) (fig. 376).

La linfografía se empleó por primera vez en la Unión Soviética (A. Zolotujin, D. Zhdanov, M. Prives).

Con su ayuda se ponen de manifiesto en la actualidad, directamente en la persona viva, los vasos linfáticos de los miembros, de la pelvis, las glándulas mamarias, la lengua y otras regiones como la cavidad abdominal. El conducto torácico puede estudiarse en todo su trayecto.

Hoy en día se tienen 2 tipos de linfografía:

1. **Indirecta,** cuando en la piel, el tejido subcutáneo o el espesor tisular del órgano se introduce una sustancia de contraste (es decir, se crea el «depósito» de esta sustancia), la cual se absorbe por las vías linfáticas y da en el radiograma las sombras de los vasos linfáticos y de los linfonodos.

2. **Directa,** cuando la sustancia de contraste se inyecta directamente en el vaso linfático.

De tal modo se obtiene la imagen del torrente linfático de cualquier región del organismo y, además, en los radiogramas se ven: las redes de los vasos linfáticos, los colectores de calibre más grande que se forman de estas redes y que tienen engrosamientos en rosario en el lugar de las válvulas, la confluencia de los colectores linfáticos en los troncos linfáticos (*truncus*), conductos (*ductus*) y, en fin, la desembocadura de los últimos en los ángulos venosos. También se ven claramente las sombras de los linfonodos, por las cuales puede juzgarse sobre la forma, el tamaño, la posición y el número de los linfonodos.

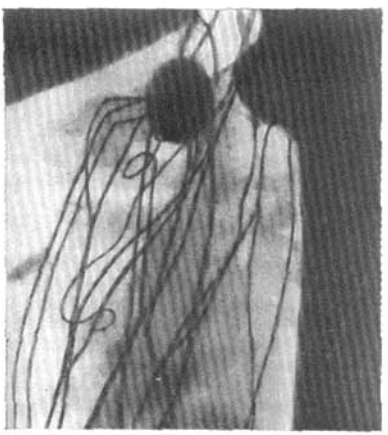


Fig. 376. Linforradiografía del miembro inferior en el vivo (según Kaindlo, aporte de D. Kleinman).

Los linfonodos se llenan del preparado de contraste durante 3 fases (Yu. I. Borodin y P. M. Triasunov): 1 — llenado, 2—fase de contraste máximo y 3 — vaciamiento.

Se ve bien la entrada y la salida de los vasos del linfonodo; además, los vasos linfáticos aferentes desembocan en el lado convexo del linfonodo y los eferentes salen de la puerta del linfonodo en el lado cóncavo. Con ayuda de la linfografía se descubren directamente en el ser vivo los vasos linfáticos y los linfonodos de muchas regiones del cuerpo. Al comparar el cuadro radiológico del torrente linfático en el muerto y el vivo se observa la siguiente *diferencia.*

1. Durante la radiografía de los cadáveres se revelan todos los linfonodos y los vasos linfáticos de la región dada del cuerpo.

Eso se explica por la ausencia del tono vital de los vasos y los obstáculos fisiológicos en la vía del flujo linfático.

2. Durante la linfografía de las personas vivas solamente se revelan aquellos linfonodos y los vasos linfáticos que resultan ser regionales para la porción concreta del cuerpo, encontrándose en la distancia más corta, y los cuales están libres de los obstáculos fisiológicos en el momento de la inyección.

3. Como resultado del cambio del tono vital y las condiciones fisiológicas de la región dada, comienza la revelación sucesiva de los vasos linfáticos y los linfonodos de la región dada en un orden y tiempo determinados. Sin *embargo, la imagen radiológica completa de todos los linfonodos de la región* dada no se obtiene en vivo durante la inyección de una parte de la corriente linfática.

4. A la par con eso, al investigar con el método de Röentgen el organismo vivo, se descubren tales vías linfáticas que no se detectan en el cadáver o se descubren con dificultad. Por ejemplo, se aclara que los vasos linfáticos del periné no sólo van hacia los linfonodos pelvianos y lumbares, sino también hacia los linfonodos de la axila, extendiéndose por toda la cara lateral del tronco.

Por consiguiente, los linfonodos regionales del periné no solamente son los linfonodos pelvianos y lumbares, sino también los axilares.

En general, en los cadáveres se investiga el máximo de vasos linfáticos y linfonodos que existen en la región dada del cuerpo, y en el vivo con ayuda del método de Röentgen sólo se revelan aquellos vasos linfáticos y linfonodos por los cuales fluye la linfa en el momento dado, en la porción dada del cuerpo, donde está creado el «depósito» de la sustancia de contraste.

De tal manera, entre el cuadro radiológico del vivo y del cadáver hay una diferencia muy grande.

Esta diferencia entre la anatomía del sistema linfático y su cuadro radiológico en el vivo debe tenerse en cuenta para el radiodiagnóstico y para la determinación precisa de las vías de distribución de las metástasis de los tumores malignos.

El método radiológico revela también las propiedades potenciales del sistema linfático que se descubren al restablecer la circulación linfática alterada. Si se cortan los vasos linfáticos o se extirpan los linfonodos, entonces en el lugar de la lesión, al pasar algún tiempo, se forman anastomosis que unen los extremos separados de los vasos linfáticos rotos. A la par con

eso, se destacan (fig. 375) o se desarrollan de nuevo las vías linfáticas colaterales, por las cuales la linfa se desvía hacia los linfonodos vecinos que no son regionales para la región dada y que ahora se convierten en regionales. Si al mismo tiempo se extirpan los linfonodos regionales y los vecinos no regionales (es decir, los linfonodos de la primera línea), entonces surgen las anastomosis y las colaterales que desvían la linfa hacia los linfonodos de la segunda línea. De tal modo, gracias al desarrollo de las anastomosis y las colaterales, el flujo externo de la linfa se restablece. Este proceso se denomina **circulación linfática colateral.** El conocimiento de la misma tiene gran importancia para comprender las vías de distribución de la infección y los tumores malignos.

Con ayuda de las radiografías en serie y el cimógrafo pueden observarse las contracciones de grandes conductos linfáticos (pulsación) y seguir la velocidad del movimiento de la linfa, es decir, juzgar sobre la circulación linfática.

De tal modo, el uso del método de Röentgen para la exploración del sistema linfático tiene varias ventajas: 1) la posibilidad de estudiar este sistema directamente en el organismo vivo, 2) la posibilidad de estudiarlo sin alterar las relaciones anatómicas naturales, lo que sucede inevitablemente en la disección (preparación) ordinaria, y 3) la posibilidad de estudiar la relación del torrente linfático con respecto a los huesos (esqueletotopía) y su relación con los vasos sanguíneos, si se hace al mismo tiempo la vasografía (sintopía) y la proyección de grandes conductos linfáticos y los linfonodos sobre la piel (holotopía).

Por eso el método de Röentgen es muy valioso para el estudio de la anatomía de la persona viva.

RELACIONES HEMATOLINFÁTICAS

Como ya se ha dicho más arriba, el conducto torácico (*ductus thoracicus*) desemboca en la vena yugular izquierda o el ángulo de su unión con la vena subclavia izquierda (*angulus venosus sinister*) y el conducto linfático derecho (*ductus lymphaticus dexter*), en la vena subclavia derecha. Por eso, la linfa que fluye en estos conductos se une con la sangre que circula por dichas venas y, por consiguiente, en el corazón fluye la mezcla de sangre venosa y linfa.

Según los datos más recientes (Yu. I. Borodin, L. V. Pupishev y G. V. Tomchin), la linfa pasa a las vías venosas no sólo en los lugares de desembocadura de dichos conductos linfáticos en las grandes venas cardíacas, sino también en los linfonodos.

En estos linfonodos tiene lugar el cambio de las fases líquidas entre la sangre y la linfa. El 40% de la linfa que fluye hacia el linfonodo (aferente) pasa a las vías venosas de los linfonodos. En caso de flebohipertensión en los órganos que se drenan se observa el fenómeno inverso, una parte del plasma sanguíneo pasa a los senos de los linfonodos, lo que sirve de uno de los mecanismos de compensación de la hipertensión venosa (tensión elevada).

Así es la linfohemodinámica basada en las relaciones hematolinfáticas estrechas.

ORGANOS DE LA HEMOPOYESIS Y LAS REACCIONES INMUNOLÓGICAS

Los vasos sanguíneos y linfáticos siempre están llenos correspondientemente de sangre y linfa, en cuya composición entran los llamados elementos figurados. Su función y estructura son diversas (los eritrocitos transportan el oxígeno y el ácido carbónico y diferentes leucocitos participan en las reacciones de regulación y defensa del organismo). Entre estas reacciones se destacan, en particular, las inmunológicas, las cuales están dirigidas a la neutralización de sustancias y células ajenas. Estas reacciones se realizan en lo fundamental a expensas de la actividad de los linfocitos y los macrófagos (hay que subrayar que la noción sobre el sistema reticuloendotelial de defensa, propagada anteriormente, está atrasada y no se recomienda por la OMS).

Los elementos figurados se desarrollan a expensas de la multiplicación de las células tronculares que se encuentran en la médula ósea. Parte de las células, al surgir aquí, determina su vía posterior del desarrollo en el timo. Por eso, la médula ósea y el timo se denominan órganos centrales de la hemopoyesis. Una parte considerable de las transformaciones ulteriores de las células en el camino hacia las formas especializadas se realiza en los linfonodos y el bazo, por eso se llaman órganos periféricos de la hemopoyesis y de las reacciones inmunológicas.

Véase la descripción breve de la médula ósea en el capítulo «Osteología general».

TIMO

El timo (*thymus*) está situado en la parte anteroposterior de la cavidad torácica, detrás del manubrio y parte del cuerpo del esternón (fig. 377). Está formado por dos lóbulos, derecho e izquierdo (*lobus dexter et sinister*), unidos entre sí por tejido conjuntivo laxo. Los extremos superiores de los lóbulos, que son más estrechos, rebasan corrientemente los límites de la cavidad torácica, sobresaliendo por encima del borde superior del manubrio del esternón, alcanzando a veces la glándula tiroidea. Ensanchándose hacia abajo, el timo se extiende por delante de los grandes vasos del corazón y parte del pericardio. Las dimensiones varían con la edad. En el recién nacido tiene un peso de cerca de 12 g y continúa creciendo después del nacimiento hasta la pubertad, cuando su peso alcanza los 35-40 g, después de lo cual (entre los 14 y 15 años) se inicia su involución a causa de lo cual hacia los 25 años su peso disminuye hasta los 25 g; a los 60 años es inferior a los 15 g y a los 70 es de casi 6 g. La atrofia interesa particularmente las zonas laterales de la glándula y en parte las inferiores, de modo que la glándula, puesto que se conserva en el adulto, adquiere una forma más alargada. Durante la involución los elementos glandulares son sustituidos en grado considerable por tejido adiposo, conservándose los contornos generales de la glándula.

Topografía. Por esqueletotopía la glándula se proyecta en los niños 1-1,5 cm por encima del manubrio del esternón, alcanzando por abajo la III o IV y a veces la V costilla.

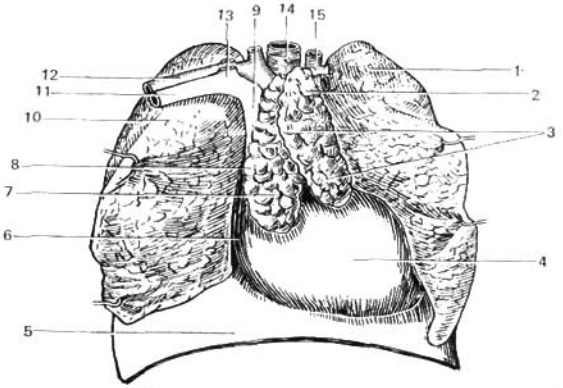


Fig. 377. Organos del mediastino anterior en el niño. Glándula timo.

1 — lobulillo del timo;
2 — catra medial del pulmón izquierdo;
3 — timo (lóbulo izquierdo);
4 — pericardio;
5 — diafragma;
6 y 8 — línea de resección de la pleura mediastínica;
7 — timo (lóbulo derecho);
9 — vena cava superior;
10 — pulmón derecho;
11 y 13 — vena subclavia;
12 — arteria subclavia;
14 — tráquea;
15 — arteria carótida común izquierda.

En los adultos, como regla, la porción cervical de la glándula está ausente y el borde superior se encuentra detrás del manubrio del esternón a una distancia variable, por debajo de su escotadura. El extremo inferior corresponde al segundo espacio intercostal o a la III costilla.

La sintopia de la glándula es distinta en los niños y en los adultos. Así, en la infancia, hasta los 3 años, la porción cervical se encuentra detrás de los músculos esternotiroideos y esternohioideos. Su cara posterior colinda con la tráquea.

La cara anterior de la porción torácica limita con la cara posterior del esternón. La cara inferior contacta estrechamente con el pericardio.

La cara posterior colinda con los grandes vasos.

Las caras anteroexternas están cubiertas tanto a la derecha, como a la izquierda, por la pleura. En los adultos, después de resecar el manubrio del esternón se ve el tejido conjuntivo en el que se descubren restos glandulares de distinta magnitud.

Por delante la glándula está cubierta por láminas de tejido conjuntivo, continuación de la fascia cervical, que se unen por abajo con el pericardio.

Estructura. El timo está cubierto por una cápsula que emite hacia el interior de la glándula los septos interlobulillares y la divide en lobulillos. Cada lobulillo consta de la corteza y la sustancia medular. La corteza está formada por el retículo de las células epiteliales; entre las mallas del mismo

se encuentran los linfocitos del timo (timocitos); en la sustancia medular éstos se aplanan y se endurecen, constituyendo los llamados corpúsculos del timo.

Desarrollo. La parte epitelial del timo se desarrolla en forma de proliferación en la región de la tercera bolsa faríngea, representando el derivado de la llamada lámina precordal; todos sus derivados son semejantes por muchas propiedades a la epidermis. Los linfocitos se desarrollan a partir de las células tronculares de la sangre, llegando aquí por los vasos sanguíneos.

Función. Los linfocitos adquieren en el timo las propiedades que aseguran las reacciones de defensa contra las células, las cuales a causa de diferentes lesiones se convierten en ajenas para el organismo (T-linfocitos). La pérdida temprana de la función del timo trae como resultado la deficiencia del sistema inmunológico. Las células epiteliales de los lobulillos elaboran una hormona que regula las transformaciones de los linfocitos en el propio timo. A veces, en la edad madura, se observa un trastorno particular de los procesos inmunológicos relacionado con la patología del timo y otros órganos linfoideos (*status thymico-lymphaticus*), lo que puede ser causa de la muerte repentina durante la narcosis que se da para la operación.

Las arterias que irrigan la glándula son ramos de la arteria torácica interna, del tronco braquiocefálico y de la arteria subclavia. Las venas desembocan en la vena braquiocefálica izquierda y en la vena torácica interna. Los numerosos vasos linfáticos que acompañan los troncos sanguíneos van a terminar en los linfonodos vecinos, localizados en el mediastino.

La inervación es a expensas del tronco simpático y el nervio vago, así como los nervios espinales cervicales.

Linfonodos. Pertenecen también a los órganos de la hemopoyesis y las reacciones inmunológicas (véase pág. 156).

BAZO

El bazo (*lien*) es un órgano linfoideo ricamente vascularizado*. En el bazo el sistema sanguíneo entra en una correlación íntima con el tejido linfoide, gracias a lo cual la sangre aquí se enriquece con reservas frescas de leucocitos, desarrollados en el bazo. Además, la sangre que circula por este órgano se libera de los glóbulos rojos caducos («cementerio» de los eritrocitos) y de los microorganismos patógenos introducidos en el torrente sanguíneo, partículas extrañas en suspensión, etc., gracias a la actividad fagocitaria de los macrófagos del bazo.

El volumen del bazo, gracias a su riqueza en vasos sanguíneos, puede sufrir variaciones considerables en un mismo individuo, en dependencia de la mayor o menor repleción sanguínea de sus vasos. Por término medio el bazo tiene una longitud de 12 cm, una anchura de 8 cm y un grosor de 3-4 cm; su peso oscila entre 100 y 200 g (170 g). Durante la digestión se observa el aumento del bazo. Su superficie es de color rojo oscuro, con matiz violeta.

* Algunos consideran al bazo como a un linfonodo intercalado en el torrente circulatorio de la sangre.

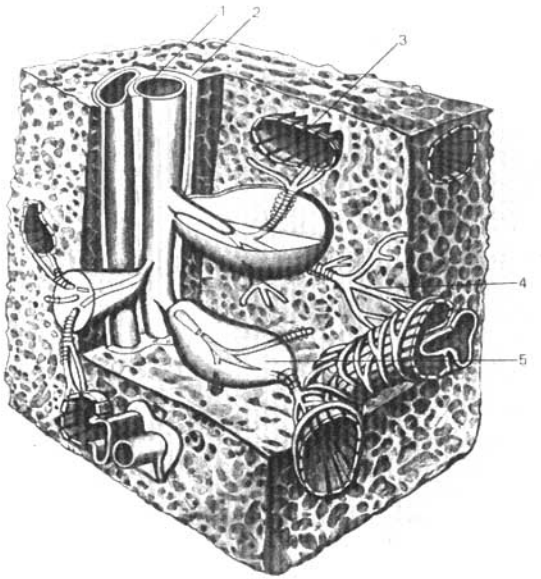


Fig. 378. Estructura del bazo (esquema) (según Kiss-Szentágothai).

1 — arteria;
2 — trabécula;
3 — seno venoso;
4 — continuación del capilar arterial en seno venoso;
5 — linfonodo esplénico.

Por su *forma* el bazo es comparado con un grano de café. En él se distinguen dos caras (diafragmática y visceral), dos extremos (anterior y posterior) y dos bordes (superior e inferior). La cara diafragmática, más extensa y dirigida lateralmente, es convexa, estando aplicada al diafragma. En la cara visceral, cóncava, en la zona aplicada al estómago (cara gástrica) existe un surco longitudinal, el hilio del bazo (*hilus s. porta lienis*), por donde penetran sus vasos y nervios. Por detrás de la cara gástrica se encuentra una zona lisa, dispuesta longitudinalmente, la cara renal, por la que el bazo está aplicado al riñón y la glándula suprarrenal izquierdos. Cerca de la extremidad inferior del bazo resalta su zona de aplicación al colon y el ligamento frenicocólico, la llamada cara cólica.

Topografía del bazo. El bazo está situado en el espacio subfrénico izquierdo, desde el nivel de la IX hasta la XI costillas; su eje longitudinal está dirigido hacia abajo, lateralmente y algo hacia delante, casi paralela-

mente a las costillas inferiores en sus segmentos posteriores. Se distingue una posición elevada del bazo, cuando su polo superior alcanza la VIII costilla (constitución braquimórfica), y una posición descendida o baja, en la que el polo superior se encuentra por debajo de la IX costilla (constitución dolicomórfica). El peritoneo, adherido a la cápsula del bazo, lo recubre por todos los lados, excepto en el hilio, donde contorneándose a la altura de los vasos se dirige hacia el estómago constituyendo el ligamento gastrolienal (*lig. gastrolienale*). Desde el hilio hasta el diafragma, cerca del lugar de paso del esófago, se extiende un pliegue del peritoneo (que a veces falta), el ligamento frenicolienal (*lig. phrenicolienale*). Además de éstos se encuentra el ligamento frenicocólico (*lig. phrenicocolicum*), extendido entre el colon transverso y la pared lateral del abdomen que, en la región de la IX costilla izquierda, forma una especie de bolsa para el bazo, el que por su extremidad inferior se apoya en dicho ligamento.

Estructura. Además de la cubierta serosa, el bazo tiene su cápsula propia de tejido conjuntivo, la túnica fibrosa, con mezcla de fibras elásticas y musculares lisas. La cápsula se continúa en el espesor del órgano en forma de trabéculas cuyo desarrollo es especialmente intenso en la región del hilio. Las trabéculas del tejido conjuntivo, penetrando en el espesor del órgano conjuntamente con los vasos, constituyen ramificaciones multiformes que se entrelazan formando el armazón del órgano, dividiéndolo en zonas aisladas. En estas zonas, limitadas por las trabéculas, se encuentra la pulpa del bazo. La pulpa presenta un color rojo oscuro. En un corte fresco pueden distinguirse entre la pulpa unos nódulos de coloración más clara, los folículos linfáticos lienales (de Malpighi) [*lymphonodi splenici* (Malpighii)]. Estas formaciones linfoideas son esféricas u ovales, con diámetro de unos 0,36 mm, situadas sobre las paredes de las ramificaciones arteriales. La pulpa lienal está compuesta del tejido reticular, cuyas asas se encuentran llenas de elementos celulares variados, tales como linfocitos, leucocitos, glóbulos rojos en su mayor parte en estadio de desintegración y corpúsculos de pigmentos (fig. 378).

Función. En el tejido linfoideo de los linfonódulos se tienen linfocitos que participan en las reacciones inmunológicas. En la pulpa roja tiene lugar la muerte de una parte de los elementos figurados de la sangre, los cuales agotaron la duración de la vida natural. El hierro de la hemoglobina de los eritrocitos destruidos va por las venas al hígado donde sirve de material para la síntesis de los pigmentos biliares.

Vasos y nervios. En comparación con el volumen del órgano, *la arteria* lienal se distingue por su gran calibre. Cerca del hilio se subdivide en 6-8 ramos que penetran, cada uno por separado, en el espesor del bazo donde emiten pequeñas ramificaciones agrupadas como pinceles de finas arteriolas. Los capilares arteriales se continúan en los senos venosos, cuyas paredes están formadas por un sincitio endotelial con múltiples hendiduras, a través de las cuales los elementos sanguíneos penetran en los senos venosos. Los capilares venosos iniciados en los senos forman, a diferencia de los arteriales, múltiples anastomosis entre sí. Las raíces de *la vena lienal* (vena de 1er orden) llevan la sangre desde zonas relativamente aisladas del parénquima, denominadas *zonas lienales*, cuya topografía ha sido estudiada detalladamente por L. Savinova (1964).

Se sobreentiende por zona lienal la parte del cauce venoso intraorgánico correspondiente a la distribución de las venas de 1er orden. La zona ocupa totalmente un eje transversal del órgano. Además de las zonas, se destacan también los segmentos.

El segmento representa la cuenca de distribución de las venas de 2° orden; es una parte componente de la zona y se halla situado, correspondientemente, en un lado del hilio.

El número de zonas del bazo oscila entre 2 y 4, siendo, lo más frecuente, igual a 3 (zona anterior, media y posterior). La cantidad de segmentos varía dentro de amplios límites, desde 5 hasta 17. Lo más frecuente es que conste de 8 segmentos. En dependencia de su posición pueden ser designados como segmentos: polar anterior, anterosuperior, anteroinferior, medio superior, medio inferior, posterosuperior, posteroinferior y polar posterior.

El número, las dimensiones y la posición de las zonas y segmentos y la dirección de sus límites «semivasculares» se encuentran en correlación determinada con la forma del bazo.

En el trayecto y disposición de los límites interzonales e intersegmentarios, se observa también una regularidad común para los bazos de todas las formas. Como regla, esos límites van perpendiculares a los bordes del bazo, en cualquier porción del mismo, y coinciden con las escotaduras en los extremos del órgano (L. Savinova, 1964). La vena lienal desemboca en la v. porta. La pulpa no contiene vasos linfáticos. *Los nervios*, procedentes del plexo celíaco, penetran en el bazo junto con la arteria lienal.

Desarrollo. El bazo se deriva del mesogastrio posterior en forma de una acumulación de células del mesénquima, durante la 5ª semana de vida intrauterina. En el recién nacido, el bazo es relativamente voluminoso (10-15 g). Después de los 40 años se observa la disminución gradual del bazo.