

## CAPITULO II

### GLÓBULOS BLANCOS, HEMATOBLASTOS, PLASMA SANGUÍNEO

#### § I. — GLÓBULOS BLANCOS

Los glóbulos blancos designados también con el nombre de *leucocitos*, *células linfáticas* ó *emigrantes*, fueron estudiados por primera vez por el anatómico inglés HEWSON (1770) (1).

**Forma.** — Tienen la *forma esférica*, cuando están en reposo; pero á consecuencia de la manifestación de una propiedad (*actividad amiboidea*), que estudiaremos más adelante detalladamente, ciertos glóbulos emiten prolongaciones que les hacen tomar las más variadas formas.

**Color.** — Los glóbulos blancos son incoloros con un reflejo grisáceo y presentan un aspecto granuloso.

**Dimensiones.** — Las dimensiones son en extremo variables; en la *rana* miden 14  $\mu$ , siendo, pues, menos voluminosos que los glóbulos rojos de este animal que miden 27  $\mu$ . En el *hombre* miden 9  $\mu$  de diámetro, siendo, pues, más grandes que los glóbulos rojos. En el feto el volumen de los glóbulos blancos oscila de 17 á 19  $\mu$ .

**Número.** — En el *hombre* el número de glóbulos blancos es de 6 á 8,000 por milímetro cúbico, es decir, un glóbulo blanco por cada 600 ú 800 glóbulos rojos. Sin embargo, estas cifras varían considerablemente con los individuos y con la edad. Un ayuno prolongado disminuye el número de glóbulos blancos; tal número aumenta en el niño y en la mujer embarazada; disminuye en el anciano.

En la *serie animal* se encuentran las siguientes cifras representativas del número de glóbulos blancos por milímetro cúbico de sangre (HAYEM): perro, 10,000; caballo, 9,000; rana, 6,000, y tritón, 8,000.

**Constitución del glóbulo blanco.** — Considerados desde el punto de vista de su constitución, los glóbulos blancos representan una célula perfecta y se hallan formados por una *masa de protoplasma* provista de un *núcleo*.

1.º *Protoplasma.* — La masa de protoplasma es *desnuda*, no hallándose encerrada dentro de una membrana de cubierta como habían pensado los

(1) Los glóbulos blancos no son especiales de la sangre, como los rojos, sino que son idénticos por todos sus caracteres á las células de la linfa.

autores antiguos. La formación de las *prolongaciones amiboides* y el *examen directo* de la célula, que no presenta el doble contorno característico de las



Fig. 168. — Sangre del hombre  
(según RANVIER)

1, glóbulo rojo visto de frente. — 2, glóbulo rojo visto de perfil. — 3, pías de glóbulos rojos. — 4, 5, 6, glóbulos blancos.



Fig. 169. — Sangre de la rana  
(según RANVIER)

1, 1, glóbulos rojos vistos de frente. — 2, glóbulo rojo visto de perfil. — 3, 4, glóbulos blancos. — 5, glóbulo blanco con seudópodos.

membranas de cubierta, permiten desechar la existencia de toda cutícula diferente del protoplasma celular.

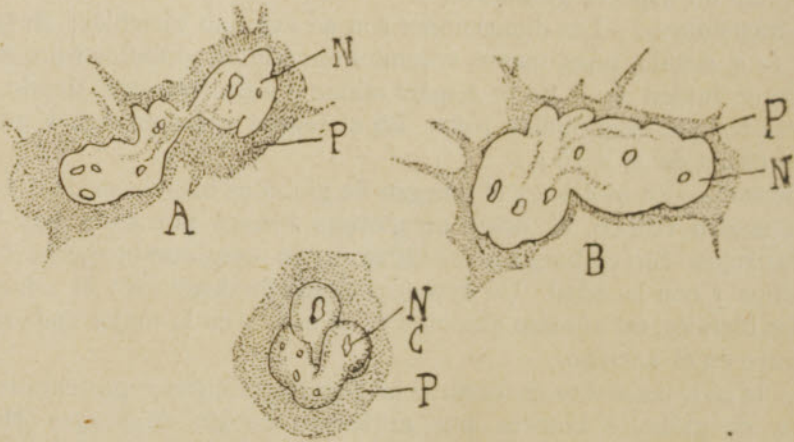


Fig. 170. — Glóbulos blancos del axolotl

N, núcleo. — P, protoplasma. — A, célula en la que el núcleo está representado por dos masas unidas por una porción más estrecha. — B, célula cuyo núcleo se ha modificado. — C, célula fijada por el alcohol al tercio y cuyo núcleo se halla formado por tres masas.

El protoplasma presenta granulaciones de naturaleza muy diferente. Unas veces son finísimos corpúsculos de naturaleza albuminosa, apareciendo entonces el glóbulo casi hialino; otras veces estas granulaciones son más



voluminosas, más refringentes, que se tiñen en negro con el ácido ósmico (grasa). Finalmente, existen en ciertos glóbulos granulaciones especiales que presentan reacciones diversas cuando se las trata con los colores de anilina. Estudiaremos más adelante estas reacciones cuando nos ocupemos de las reacciones de los glóbulos blancos, pero es preciso señalar la presencia en



Fig. 171. — Células linfáticas

1. núcleo en forma de herradura.—2, núcleo oval

el glóbulo blanco del glicógeno que se halla repartido en estado difuso y que no se hace visible más que con la aplicación del yodo.

2.º *Núcleo*.—El núcleo es invisible en los *glóbulos vivos* de los mamíferos; pero aparece después de la acción del agua y del ácido acético, agentes que matan á la célula transformando el protoplasma en transparente. En el axolotl, el núcleo, á causa de la transparencia del protoplasma, se percibe perfectamente durante la vida sin necesidad de emplear ningún reactivo. Este núcleo presenta formas variadísimas: á menudo se encuentran muchos núcleos perfectamente distintos; otras veces se trata de un núcleo único que tiene la forma de un intestino arrollado en espiral y que-



Fig. 172. — Glóbulos blancos

1, linfocito.—2, leucocito mononuclear.—3, leucocito polinuclear

riendo simular muchos núcleos; finalmente, existen otros que tienen formas ovales esféricas ó de riñón.

**Varietades de los glóbulos blancos.**—Las recientes investigaciones han conducido á los histólogos á distinguir muchas variedades de los glóbulos blancos. EHRLICH, cuya clasificación es la generalmente adoptada, describe cuatro formas principales: los *linfocitos*, los *leucocitos mononucleares*, los *leucocitos polinucleares* y los *leucocitos eosinófilos*.

1.º *Linfocitos*.—La primera variedad comprende glóbulos muy pequeños de *forma esférica* y finamente granulados. Presentan un *núcleo* muy voluminoso redondeado que llena casi por completo el elemento, hallándose rodeado por una delgada capa de protoplasma. Miden de 6 á 7  $\mu$  de diáme-



tro, presentando, pues, aproximadamente las mismas dimensiones de los glóbulos rojos.

El núcleo se tiñe vivamente con los colores de anilina. Parece homogéneo, pero, sin embargo, pueden distinguirse masas cromáticas irregularmente repartidas.

Esta variedad existe en gran número en los ganglios y en el bazo.

Se le halla también en la sangre en la proporción de 23 linfocitos por cada 100 glóbulos blancos. Los linfocitos no parecen poseer movimientos amiboideos más que en términos muy restringidos; no son fagocitos.

2.º *Leucocitos mononucleares*. — Son células esféricas que, desde el punto de vista de su volumen, pueden distinguirse en mononucleares grandes, medianos y pequeños. Los grandes miden de 15 á 20  $\mu$  y los pequeños de 7 á 7,5  $\mu$ . El *protoplasma* de estos elementos es finamente granuloso; el núcleo que caracteriza esta variedad es redondeado, oval, vesiculoso y desprovisto de filamentos cromáticos. En algunos glóbulos es reniforme.

Existen en la sangre en proporción de 25 por 100.



Fig. 173. — Leucocitos con granulaciones (según BÖHM y DAVIDOFF)

$\alpha$ , granulaciones acidófilas.— $\epsilon$ , granulaciones neutrófilas.— $\beta$ , granulaciones anfófilas  
 $\gamma$ , células de EHRLICH.— $\delta$ , granulaciones basiófilas

3.º *Leucocitos polinucleares*. — La tercera variedad comprende la mayoría de los glóbulos blancos de la sangre (70 á 75 por 100 de los glóbulos). Miden de 9 á 9,5  $\mu$ .

Su *protoplasma* es finamente granuloso y los colores básicos de anilina no le tiñen sino muy débilmente, á menudo ni siquiera queda teñido.

Las granulaciones se tiñen por una mezcla de un color ácido y de un color básico. Son las *granulaciones neutrófilas* de Ehrlich que se encuentran abundantemente en los leucocitos polinucleares de la sangre del conejo.

El núcleo presenta caracteres completamente especiales. Es polilobulado, es decir, formado por muchas masas ensanchadas unidas por delicados filamentos de cromatina que á veces son de una delgadez tal que son difícilísimos de distinguir. El núcleo se tiñe vivamente por la hematoxilina y por los colores básicos de anilina.

Los polinucleares presentan la actividad amiboidea desarrollada al máximo; son en extremo fagocitos. METCHNIKOFF hace notar que la fragmentación del núcleo se halla en relación con la actividad amiboidea de estos elementos. Se sabe que cuando se observa la diapédesis, es decir, la salida de los glóbulos blancos fuera de los capilares, llama la atención la dificultad con que el núcleo atraviesa la pared vascular. La fragmenta-



ción del núcleo parece tener por objeto favorecer el paso de los glóbulos á través de orificios estrechos.

4.º *Leucocitos eosinófilos*.— Los leucocitos eosinófilos se caracterizan por la presencia de granulaciones gruesas que no se tiñen por los colores básicos de anilina, pero que lo hacen muy intensamente con los ácidos y particularmente con la eosina. Estos leucocitos son polinucleares; sus dimensiones varían de 9 á 9,5  $\mu$ ; son débilmente amiboideos y nada fagocitarios, lo cual prueba que las granulaciones no han sido conglobadas por el glóbulo, sino elaboradas por el protoplasma. En la sangre no existen más que en pequeño número (5 á 7 por 100 glóbulos).

Al lado de los eosinófilos verdaderos, la sangre de ciertas especies animales (conejo y conejillo de Indias) contiene leucocitos con granulaciones designados con el nombre de leucocitos *seudo-eosinófilos* (1). Estas células se semejan á las eosinófilas verdaderas en que se tiñen intensamente con la eosina, pero las granulaciones son más pequeñas y menos numerosas ocupando poco espacio en la célula. Además, estas granulaciones pueden teñirse con los colores básicos, cosa que no hacen las granulaciones de las células eosinófilas verdaderas. Estas células se designan también con el nombre de leucocitos *anfófilos* (2).

Si examinamos las proporciones relativas de las diferentes variedades de leucocitos, tanto en estado normal como en ciertos estados patológicos, obtendremos los siguientes resultados:

1.º En el *adulto* sano se hallan por cada 100 glóbulos:

Mononucleares y linfocitos . . . . .	30 á 40
Polinucleares . . . . .	60 á 66
Eosinófilos. . . . .	1 á 2

2.º En el *niño* predominan las formas *mononucleares*, y la cifra de los *polinucleares* desciende en la primera infancia á 40 ó 50 por 100; por el contrario, la cantidad de *eosinófilos* se eleva de 3 á 6 por 100.

3.º En el *anciano* los polinucleares son un poco más numerosos que en el adulto (JOLLY).

4.º En estado patológico los *polinucleares* dominan en las afecciones agudas; los mononucleares y los linfocitos aumentan en ciertas afecciones crónicas (sífilis, leucemia). Finalmente, los eosinófilos se encuentran en considerable número en la *dermatitis herpetiforme* de DUHRING (8 á 33 por 100), siendo éste, según LERREDE, un buen signo diferencial entre esta enfermedad y el pénfigo.

**Actividad amiboidea de los glóbulos blancos.**— Los glóbulos blancos se hallan dotados de movimientos comparables á los de un amibo, por

(1) Además de los leucocitos con granulaciones neutrófilas (granulaciones de los polinucleares) y de los leucocitos con granulaciones acidófilas (eosinófilos), pueden verse aparecer en la sangre formas raras ó anormales, tales como los leucocitos con granulaciones basiófilas (células de Ehrlich ó *mastzellen*) y elementos semejantes á los mielocitos. Estos leucocitos se exhiben en la sangre en ciertos estados patológicos, y particularmente en la leucemia mielénica de Ehrlich.

(2) Los colores de anilina que se emplean para estas investigaciones son: ácidos: congo, eosina, aurancia, etc.; básicos: violeta de genciana, fucsina, etc.



cuya razón se han designado con el nombre de *movimientos amiboideos*. Cuando se examina con el microscopio un glóbulo blanco colocado en condiciones á propósito, se ve que su protoplasma cambia constantemente de forma y que emite expansiones, verdaderos pseudópodos, de los cuales existen dos variedades: los *planos* y los *cilíndricos*.

1.º *Seudópodos planos*.— Los pseudópodos planos se presentan á menudo en forma de expansiones membranosas muy delgadas, divididas á veces en dos ó tres dientes por escotaduras más ó menos profundas. Estos pseudópodos se modifican cada instante, sus escotaduras cambian de sitio, su contorno se transforma por completo, y finalmente vuelven á ingresar en el cuerpo celular, mientras que otras prolongaciones se producen en otros parajes del glóbulo. Otra variedad del pseudópodo plano ha sido descrita por RANVIER: ciertos leucocitos se extienden como una bola de cera que se

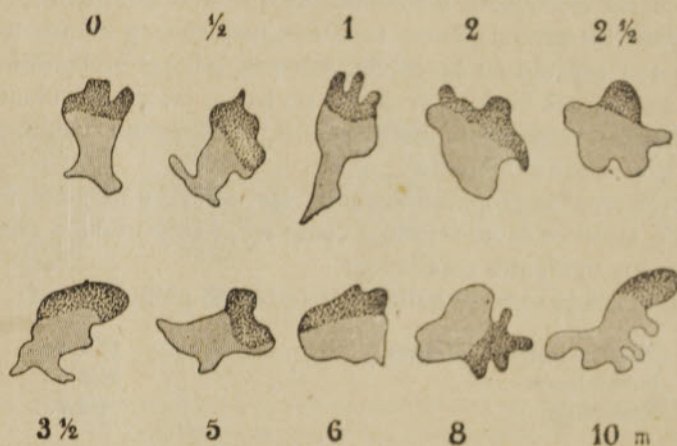


Fig. 174. — Movimientos amiboideos

Las cifras indican, en minutos, el momento en el cual ha sido observado el glóbulo

comprimiera fuertemente entre dos láminas, y llegan á ser tan delgados, que casi desaparecen de la vista del operador.

2.º *Seudópodos cilíndricos*.— En ciertos animales, especialmente en el *triton cristatus*, los pseudópodos se presentan en forma de espinas ó bastones rígidos y hialinos. Tales son los *seudópodos cilíndricos* (RENAUT).

La formación de los pseudópodos puede producirse estando *inmóvil* el glóbulo blanco; pero de ordinario el glóbulo se desplaza en una determinada dirección según el siguiente mecanismo. Cuando un glóbulo ha emitido una prolongación que se adhiere al portaobjetos, se ve que el pseudópodo se ensancha cada vez más, hasta que el cuerpo celular disminuye y acaba por desaparecer. Diríase que el protoplasma del glóbulo ha sido absorbido por el pseudópodo. De este modo se realiza una verdadera progresión del glóbulo á la que se aplica el nombre de *movimiento amiboideo*, llamando á la célula, *célula emigrante*.

El *calor* y el *oxígeno* son los excitantes naturales y necesarios de la actividad amiboidea. En los animales de sangre fría, los movimientos amiboideos se producen á la temperatura ordinaria y presentan el máximo de



intensidad á los 40°; por encima de esta temperatura los glóbulos mueren y toman la forma esférica. En el hombre y en los animales de sangre caliente, los seudópodos no comienzan á exhibirse hasta la temperatura de 25° C.

La acción del *oxígeno* ó del aire puede observarse de modo muy sencillo: la preparación de linfa que haya servido para examinar los movimientos amiboideos, se la bordea cuidadosamente con parafina y se la deja así durante treinta y seis horas. Si al cabo de este tiempo se observan de nuevo las células linfáticas, se ve que todas han adquirido forma redondeada y no emiten seudópodos. Basta quitar el cemento de parafina y levantar el cubre-objetos de modo que penetre un poco de aire para que comiencen de nuevo los movimientos amiboideos (RANVIER).

Gracias á la actividad amiboidea, las células emigrantes caminan por



Fig. 175. — Glóbulo blanco que sale de un capilar del mesenterio de la rana

A, el glóbulo se halla á la mitad de su salida del vaso. — B, en el vaso no queda más que un pequeño mamelón del glóbulo blanco

los tejidos siguiendo una dirección determinada, atraviesan las paredes vasculares (1), se insinúan entre las células epiteliales más apretadas y se incorporan con facilidad materias pulverulentas.

Hay gran número de experimentos destinados á demostrar las propiedades emigratorias de los glóbulos blancos; solamente describiremos los que, siendo demostrativos, son fáciles de repetir.

*Primer experimento.*— Se coloca un fragmento de médula de saúco en el saco linfático dorsal de una rana. Al cabo de veinticuatro horas, se extrae y, después de haberle fijado con los vapores de ácido ósmico, se corta con el micrótopo y se tiñen los cortes con el carmín. Entonces se comprueba que las células linfáticas han penetrado en la médula de saúco. Las células que se hallan en las capas superficiales, son las únicas que presentan expansiones amiboideas; las de las partes centrales tienen la forma redondeada y han sufrido la degeneración grasienta; son elementos muertos, análogos á los glóbulos de pus. Este experimento demuestra que el oxígeno es necesario para la actividad amiboidea de las células linfáticas: allá donde este gas falta (en el centro del trozo de médula de saúco) la actividad amiboidea se detiene y la célula muere (RANVIER).

(1) Este fenómeno conocido con el nombre de *diapédesis*, se estudiará en el capítulo dedicado á los capilares.



*Segundo experimento.* — La absorción de las materias pulverulentas por los glóbulos blancos, representa una modalidad de la actividad amiboidea que se observa en el siguiente experimento. Se tritura en un poco de agua, bermellón ó azul de anilina insoluble en agua, hasta que la materia colorante quede reducida á un polvo impalpable, se inyecta en el saco linfático dorsal de la rana un centímetro cúbico de agua á la cual se haya añadido una pequeña cantidad de la precedente dilución (1). Al cabo de algunas horas las células linfáticas del saco dorsal, examinadas con el microscopio, presentan granulaciones de materia colorante (2).

**Fagocitosis.** — La fagocitosis ( $\varphi\alpha\gamma\epsilon\iota\sigma\iota\varsigma$ , *comer*), consiste en la especial propiedad que tienen algunas células de englobar y destruir los cuerpos extraños y particularmente los microbios. Entre los glóbulos blancos, ¿cuáles son los que tienen propiedades fagocitarias? Los linfocitos, los leucocitos eosinófilos y las células de EHRlich no presentan nunca cuerpos extraños; en cambio los leucocitos polinucleares, los mononucleares y los pseudo-eosinófilos contienen muy á menudo. A estas variedades parece, pues, reservada la propiedad fagocitaria. He aquí cómo METCHNIKOFF concibe esta propiedad: las células fagocitarias engloban los microbios, de la misma manera que las amibas engullen los cuerpos extraños, es decir, gracias á la actividad del protoplasma celular. Hay, sin embargo, cierta selección, y los fagocitos, lejos de devorar indistintamente todos los microbios, eligen ciertas especies y rechazan otras. Esta selección varía *según el animal* al cual pertenece el fagocito, y según la *especie microbiana* que se encuentra en contacto con la célula. ¿Qué ocurre con la bacteria englobada por el leucocito? Hay que pensar que el contenido celular de los fagocitos es un medio impropio para el cultivo de las bacterias, pues perecen en él á menudo. Puede compararse lo que ocurre, con la digestión intracelular que se observa en gran número de protozoarios que se alimentan de bacterias (3).

**Acción de los reactivos.** — Estudiaremos las *alteraciones cadavéricas*, antes de examinar la *acción de los reactivos* sobre los glóbulos blancos.

1.º *Alteraciones cadavéricas.* — Las células linfáticas abandonadas fuera de los vasos presentan, después de un lapso de tiempo variable, excrescencias en forma de bolas, que es preciso no confundir con los seudópodos. Estas bolas, claras y homogéneas, no cambian nunca de forma y no ingresan jamás en el glóbulo que las produjo. Su aparición es un signo de muerte de la célula. Se las conoce con el nombre de *excrescencias sarcódicas de DUJARDIN*.

(1) En realidad, es una suspensión en el agua de la materia colorante.

(2) Más adelante estudiaremos la diapédesis que constituye una manifestación de la propiedad amiboidea.

(3) Una serie de experimentos, cuya descripción no tendría cabida en esta obra, se ha demostrado que las células emigrantes son atraídas por ciertos cuerpos y rechazadas por otros de los cuales se alejan. Se ha dado el nombre de *taxis* (orden, orientación) ó *tropismo* (volverse, orientarse) á esta tendencia del protoplasma globular. Cuando los glóbulos parecen atraídos, se dice que hay *taxis* ó *tropismo positivo*, cuando parecen rechazados se dice que la *taxis* ó el *tropismo* es *negativo*. La acción ejercida por ciertas sustancias químicas sobre la orientación del protoplasma ha recibido el nombre de *quimiotaxis* ó *tropismo*, que puede ser *negativo* ó *positivo*. Así, se dice, que el oxígeno, que parece atraer los glóbulos, ejerce una acción quimiotáctica positiva.



2.º *Acción del agua.* — El agua mata los glóbulos y hace aparecer los núcleos. Si la acción se prolonga, el protoplasma de la célula se liquida. En tal estado el glóbulo blanco está representado por una vesícula llena de líquido que tiene en suspensión granulaciones animadas del movimiento browniano.

3.º *Acción del yodo.* — Los glóbulos blancos tratados por la disolución yodoyodurada se tiñen en rojo caoba. Esta reacción demuestra la presencia de *materia glicógena*, que se halla repartida difusamente en el cuerpo celular (RANVIER). Puede obtenerse esta reacción en los glóbulos fijados con el ácido ósmico ó con el ácido pícrico.

4.º *Acción de los álcalis ó de los ácidos.* — El *ácido acético* hace aparecer los núcleos; el *amoníaco*, la *sosa* y la *potasa* los disuelven.

5.º *Acción de las materias colorantes.* — Cuando los glóbulos están muertos, las materias colorantes tiñen inmediatamente los núcleos; si la acción es enérgica y prolongada, comunican al protoplasma una tinta tanto más intensa cuanto mayor sea la concentración de la disolución. Más atrás hemos indicado las reacciones que presentan los glóbulos blancos con los colores de anilina ácidos ó básicos.

## § 2. — HEMATOBLASTOS

Los hematoblastos se presentan en la sangre de todos los vertebrados, en forma de corpúsculos que recuerdan la de glóbulos rojos muy pequeños y muy pálidos. Han sido estudiados por SCHULTZE que los describió con el nombre de acúmulos de corpúsculos incoloros, por HAYEM que les dió el nombre de hematoblastos, y por BIZZOZERO que los ha descrito con el nombre de *plaquetas sanguíneas*.

Para HAYEM, los hematoblastos no serían otra cosa que glóbulos rojos incompletamente desarrollados, y que representarían elementos normales y constantes de la sangre de los vertebrados. Presentando caracteres histológicos particulares, poseen propiedades fisiológicas especiales, constituyendo, por decirlo así, una tercera especie de corpúsculos sanguíneos. Difieren estos elementos según se consideren en los vertebrados con glóbulos rojos nucleados, ó en los vertebrados con glóbulos rojos no nucleados.

a. *Vertebrados con glóbulos rojos no nucleados.* — Son pequeños corpúsculos muy claros, delicados y pálidos. Su *forma* es difícil de determinar por razón de la vulnerabilidad de estos elementos. Parecen ser *discoideos* ó *subglobosos*, pero en las preparaciones fijadas con ácido ósmico se aproximan á los glóbulos rojos y son *bicóncavos*. Examinados sin intervención de ningún reactivo, los hematoblastos son perfectamente *homogéneos* y con *superficie lisa*; tienen aspecto coloide ó ligeramente vítreo, poseyendo una coloración amarilla ó verdosa sensible. El *diámetro* de los hematoblastos es muy variable, los más pequeños que se pueden observar miden 2  $\mu$ , los más grandes llegan á 7  $\mu$ , pero el diámetro medio es de 3 á 3,5  $\mu$ . El *número* de hematoblastos es, en el hombre, de 250,000 á 300,000 por milímetro cúbico; son, pues, veinte veces menos numerosos que los glóbulos rojos y cuarenta veces más que los blancos.



La *estructura* de los hematoblastos es idéntica á la de los glóbulos rojos: es un estroma cargado de hemoglobina; pero esta última substancia, en lugar de hallarse en cantidad fija como en el glóbulo rojo, está en cantidad variable.

b. *Vertebrados con glóbulos rojos nucleados.* — En la rana verde, el hematoblasto se presenta en forma de un *disco* casi homogéneo, alargado por regla general, que se estira en punta en una de sus extremidades ó en las dos, en el interior del cual se observa un *núcleo* relativamente volumi-



Fig. 176. — Hematoblastos de la rana (según HAYEM)

noso, redondeado ú oval. Los elementos más desarrollados tienen una *ligera coloración* amarillenta, otros son completamente incoloros. El *núcleo* presenta granulaciones regularmente dispuestas que simulan una estriación, transversal unas veces, longitudinal otras; se halla provisto de un grueso *nucléolo*, situado de ordinario en la vecindad de uno de los polos.

Los hematoblastos de la rana *miden*, los menores  $8\ \mu$  de largo por 6 de ancho, los mayores  $18\ \mu$  de largo por 10 de ancho. Su *número* es, por término medio, de 6,494 por milímetro cúbico.

Como hemos indicado al principio de este párrafo, los hematoblastos parecen representar elementos en vías de transformarse en hematíes. Hállanse, en efecto, todas las formas transitorias entre el glóbulo rojo adulto y el hematoblasto. Además, cuando se practica en un animal una copiosa sangría, se comprueba que el número de hematíes disminuye, aumentando en cambio de modo notable el de hematoblastos (1). En los días siguientes, por el contrario, mientras el número de hematíes aumenta, disminuye el de hematoblastos (2) (3).

### § 3. — PLASMA SANGUÍNEO

Abandonada fuera de los vasos, la sangre se coagula y se divide en dos capas distintas: un líquido albuminoso de color amarillo (*suero*) y una masa sólida de color rojo vivo (*coágulo*). Esta última se halla formada por *elementos figurados* de la sangre, aprisionados por una *red de fibrina*. El suero representa al plasma sanguíneo menos la fibrina.

- (1) HAYEM da el nombre de *crisis hematoblástica* á este aumento de hematoblastos.
- (2) Más adelante estudiaremos el desarrollo de los glóbulos y de los hematoblastos.
- (3) Según algunos autores se hallarían en la sangre circulante granulaciones de dos clases: unas grasientas de volumen inferior á  $2\ \mu$ , cuya presencia se ha señalado en la sangre del recién nacido y de la mujer embarazada, y otras de naturaleza indeterminada que se hacen muy numerosas en ciertos estados patológicos.



**Fibrina. Coagulación de la sangre.** — La coagulación de la sangre, considerada desde el punto de vista microscópico, consiste en la formación de una *red de fibrina*, red constituida por el entrecruzamiento de finas fibrillas hialinas, de forma y dimensiones variadas que se hallan diversamente anastomosadas y entremezcladas.

Cuando se coloca una gota de sangre en un portaobjetos que se mantiene en la cámara húmeda, se ve que los glóbulos se disponen en forma de estrellas y se produce la coagulación. Si se lava dicha preparación con agua destilada, la hemoglobina se disuelve, los glóbulos se hacen invisibles y la red de fibrina aparece con toda claridad. Parece que esta red presenta puntos de irradiación, representados por acúmulos angulosos, sobre cuya naturaleza no están de acuerdo los autores.

RANVIER piensa que estos acúmulos son granulaciones libres de la sangre. «Es probable que estas granulaciones sean pequeñas masas fibrinosas y que obren como centros de coagulación, del mismo modo que un cristal de sulfato de sodio, sumergido en una disolución de la misma sal, es el punto de partida de la cristalización. Sería importante saber si estas granulaciones existen en la sangre circulante. No hemos podido aún observarlas, pero como se las ve en la sangre al cabo de un tiempo tan corto como el que es necesario para hacer una preparación, es probable que se trate de elementos normales de la sangre.»

Para HAYEM, estos acúmulos no son granulaciones de fibrina, sino que se trata de acúmulos de hematoblastos. Este modo de ver, cuadra bastante bien con lo que se sabe del mecanismo íntimo de la coagulación. Hoy día se admite que la producción de la fibrina, es decir, la coagulación, se produce por el desdoblamiento de una globulina, la *substancia fibrinógena*, y que este desdoblamiento es producido por un fermento soluble, que no existe en la sangre contenida en los vasos, sino que se forma cuando los elementos figurados se alteran. Es presumible que este fermento se produzca por la alteración de los hematoblastos (1).

(1) El desarrollo de la sangre se estudiará en el capítulo consagrado á la formación de los vasos sanguíneos.

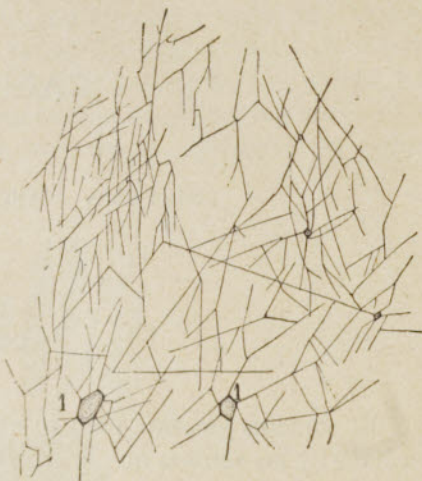


Fig. 177. — Red de fibrina producida por la coagulación de la sangre (según RANVIER)

1, centros de coagulación formados según los autores por los hematoblastos (HAYEM) ó por granulaciones (RANVIER).



## CAPÍTULO III

### SISTEMA VASCULAR SANGUÍNEO

#### CORAZÓN

El corazón presenta para su estudio dos partes: el *miocardio* (músculo cardíaco) y las serosas que le tapizan (endocardio y pericardio).

##### § 1. — MIOCARDIO

El músculo cardíaco pertenece á la categoría de los músculos estriados, pero merece un estudio especial por sus propiedades fisiológicas (*contracción rápida é involuntaria*) y por su *estructura algo diferente* de la de los músculos estriados.

**Fibras musculares.** — Las fibras musculares del corazón, en lugar de hallarse dispuestas paralelamente unas á otras como en los músculos estriados ordinarios y completamente independientes, se dividen y se anastomosan de modo que constituyen una *red*. A esta particularidad importante, que distingue al tejido del miocardio, se añaden otros caracteres igualmente notables:

1.º La fibra muscular *no posee sarcolema*, y los autores que han creído poder admitir su existencia, se han dejado engañar por la presencia de elementos conjuntivos situados en el intersticio de las fibras;

2.º La fibra muscular, sumergida en la potasa al 40 por 100, se divide en segmentos, descritos primeramente por WEISSMAN, y que representan *verdaderas células musculares estriadas*. En la rana, lagarto, anfibios y peces, estas células son *fusiformes*; en el *hombre y mamíferos*, tienen forma *prismática* unas veces, *cilíndrica* otras, y *prismática con ramificación en sus extremidades* otras. Estas células se unen por sus extremos mediante superficies irregulares, á nivel de las que el nitrato de plata dibuja líneas negras en escalera, designadas con el nombre de *líneas escaleriformes de Eberth*. Esta acción del nitrato de plata demuestra que existe entre las células una delgada capa de *cemento* análoga á la que se halla entre las células epiteliales.



Cada célula se halla formada por una masa de *substancia estriada* transversal y longitudinalmente, y en el centro de la cual se halla el *núcleo* rodeado por un *protoplasma granuloso*.

1.º *Núcleo*. — El núcleo se halla situado en el centro de la célula y hacia la mitad de su altura. No es raro observar en el mismo elemento *dos núcleos*; á veces estos núcleos están muy próximos y como tangentes entre sí (RANVIER) (1).

Estos núcleos son redondeados, ovales, elípticos y á veces reniformes. RENAULT ha demostrado que en el corazón del hombre anciano, sobre todo cuando el miocardio presenta la lesión frecuente designada con el nombre de *disociación segmentaria*, los núcleos presentan dimensiones extraordinarias y una configuración especial. A veces son enormes, y exhiben en su super-



Fig. 178. — Células musculares del corazón

A, células fusiformes de la rana. — B, fragmentos de la red muscular del corazón de un mamífero  
C, células cardíacas aisladas del corazón de un mamífero

ficie expansiones en una serie de direcciones, y relieves longitudinales comparables á las crestas de impresión. Estos relieves sobresalen de la superficie de los núcleos, mientras que los intervalos se hallan excavados en forma de canales que alojan la substancia contráctil de la célula muscular. Tales son los *núcleos* llamados *multiformes*.

2.º *Protoplasma*. — El protoplasma rodea al núcleo y forma en el centro de la célula un acúmulo en forma de huso. Contiene cierto número de *granulaciones grasientas*, y además *corpúsculos ambarinos* que parecen representar derivados de la hemoglobina. El protoplasma no se limita al huso perinuclear, sino que envía prolongaciones hacia la periferia de la célula que dividen la substancia contráctil en *cilindros primitivos* análogos á los de la fibra de los músculos estriados (cilindros de LEYDIG). Estos cilindros se hallan, pues, unidos y separados por delgados tabiques de protoplasma.

3.º *Substancia contráctil*. — La *substancia contráctil* es estriada transversal y longitudinalmente como la de los músculos estriados ordinarios. Como en éstos cada cilindro primitivo se divide en *fibrillas*. En una preparación de fibra muscular cardíaca, medianamente distendida, pueden observarse *discos delgados*, *discos gruesos* y *espacios claros*, sucediéndose en el mismo

(1) Excepcionalmente se hallan tres núcleos, y en el cerdo joven hasta cinco ó seis.



orden y con los mismos caracteres que en el músculo estriado ordinario. Si la fibra está muy tensa, los discos gruesos presentan una disposición especial señalada por RANVIER. El disco grueso se subdivide en tres bandas paralelas separadas unas de otras por dos bandas claras intermediarias.



Fig. 179. — Corte transversal de las fibras estriadas del corazón (según RANVIER)

Parece en conjunto un grano, es decir, que sus bordes laterales sobresalen á cada lado en forma de festones prominentes hacia fuera. Por el contrario, la banda clara se halla limitada lateralmente por un contorno ligeramente excavado.

**Tejido conjuntivo del miocardio.** — Las células musculares que acabamos de estudiar aisladas, se ordenan en cadenas ramificadas y anastomosadas en todos sentidos, pudiéndoselas considerar como los *fascículos primitivos*



Fig. 180. — Red formada por las fibras musculares del corazón

*vos* del miocardio. Estos fascículos se unen de dos en dos, de tres en tres y aun en mayor número, para formar los *fascículos secundarios*, alrededor de los cuales se encuentra una disposición especial del tejido conjuntivo, descrita primeramente por RANVIER.

Cada uno de estos fascículos se halla rodeado por una *vaina conjuntiva* que le envuelve por completo y se divide con él. Esta vaina está formada por *láminas concéntricas* de tejido conjuntivo laxo, aplicadas unas contra otras, y en las que se observan *fascículos* y *células conjuntivas*, extendidas concéntricamente á la superficie de la trabécula. Las células poseen numerosas prolongaciones que sirven de unión entre unas y otras.



Las vainas de los fascículos secundarios se adosan de dos en dos ó de tres en tres, limitando espacios que presentan configuración estrellada, y que han sido considerados por algunos anatómicos como espacios linfáticos. Estos espacios son las *hendiduras ó lagunas de HENLE*. Se fundaban para admitir esta hipótesis en el experimento de SCHWEIGER-SEIDEL y RANVIER, que consiste en hacer una inyección intersticial coloreada en el espesor del miocardio y de este modo obtener la repleción de los troncos linfáticos del corazón.

RENAUT hace notar que este hecho no demuestra la continuidad de los vasos linfáticos con las hendiduras de HENLE, puesto que lo más que demuestra es que las células endoteliales de los linfáticos ofrecen poca resistencia y se dejan forzar á la menor presión. Además, al contrario de la opinión de EBERTH, las hendiduras de HENLE no presentan revestimiento endotelial. Es necesario considerar estas hendiduras, no como cavidades linfáticas verdaderas, análogas á las que se observan en torno de los lóbulos pulmonares de algunos animales, sino como simples espacios conjuntivos que representan un camino para la linfa (1).

En los fascículos secundarios del miocardio, envueltos por las *vainas fasciculantes* (RENAUT), se hallan *fascículos conjuntivos* entrecruzados en todas direcciones aunque adoptando una dirección general paralela á los fascículos. En medio de ellos se hallan *células conjuntivas y emigrantes*. Las fibras musculares del corazón se hallan, pues, sumergidas en espacios conjuntivos en los cuales circula fácilmente la linfa, aunque esta linfa no sea la de los vasos linfáticos, sino la que se halla en los espacios del tejido conjuntivo laxo (RENAUT).

Los *fascículos secundarios*, que acabamos de estudiar se unen para constituir fascículos de *tercero y cuarto* orden. Se hallan unidos y separados por *tractus fibrosos* parecidos á los de los músculos ordinarios, diferenciándose únicamente en que su densidad no aumenta á medida que se avanza hacia la superficie.

**Vasos sanguíneos.** — La circulación sanguínea se efectúa de diferente manera, según que se considere el corazón de la rana ó el de los *mamíferos*.

*a.* En la *rana* y en los *batracios urodelos* no existe en el espesor del miocardio ningún vaso sanguíneo canaliculado. Los fascículos musculares interceptan espacios cavernosos donde la sangre penetra directamente y que no se hallan separados más que por un endotelio. El corazón de la rana es, pues, una *verdadera esponja* cuyas trabéculas, formadas por las fibras musculares, se nutren por imbibición (2) (3).

*b.* En los *mamíferos*, por el contrario, el miocardio contiene vasos bien limitados. Los capilares forman una red cuyas mallas alargadas, paralelas á los fascículos musculares, se hallan unidas por ramas cortas que dan á cada malla el aspecto de un paralelogramo; cada célula cardíaca se halla

(1) Se hallan en las hendiduras de HENLE fascículos conjuntivos y vasos que las atraviesan.

(2) Sin embargo, H. MARTIN ha descrito en el corazón de la rana un vaso propio correspondiente á la arteria coronaria de los vertebrados superiores.

(3) Esta disposición esponjosa del corazón de la rana existe en el embrión de los mamíferos al segundo mes de la vida intrauterina.



contenida dentro de un enrejado de capilares sanguíneos. Cuando los vasos atraviesan las hendiduras de HENLE, se hallan revestidos en su superficie externa por células planas del tejido conjuntivo.

**Linfáticos.**— No hay ningún vaso linfático en el miocardio de la rana; en cambio, el de los mamíferos los posee en abundancia.

Se ha creído, durante largo tiempo, que las *ratces de los linfáticos* del miocardio se hallaban en las hendiduras de Henle ó aun más profundamente en las mallas conjuntivas que separan las fibras primitivas. RENAUT, que ha estudiado este asunto, piensa que las hendiduras de Henle, no hallándose tapizadas por el endotelio característico de los linfáticos, no pueden ser consideradas como vías linfáticas más que á título de espacios de tejido *conjuntivo*. Según este anatómico, todos los *capilares linfáticos* del miocardio se hallan situados por debajo del pericardio en la superficie del corazón. Son capilares grandes, constituídos únicamente por un endotelio pavimentoso, que dibujan, en el tejido subpericardíaco, una red de mallas muy irregularmente cuadrangulares y continua en toda la superficie del corazón. De esta red salen algunas ramas más delgadas que penetran en los intersticios del miocardio, donde terminan por extremidades, cerradas en forma de fondo de saco. Así, pues, los linfáticos del miocardio nacen en la superficie del músculo, mediante vasos cerrados en fondo de saco que se abren en la red subpericardíaca. De esta última brotan linfáticos colectores provistos de paredes propias.

En la teoría que admitía la continuidad de las hendiduras de Henle con los linfáticos, era fácil explicar la circulación linfática en el miocardio; aun con la nueva descripción la dificultad no es más que aparente.

«Cerrada por todas partes la red linfática subpericardíaca, es, sin embargo, el punto de recolección de la linfa de los espacios interfasciculares del miocardio. Desde luego, el plasma líquido puede difundirse fácilmente á través de las paredes de los linfáticos reducidas á una simple capa endotelial. Además, se sabe que no son obstáculo para el paso de las células emigrantes ni las barreras epiteliales, ni las endoteliales.» Por otra parte, los elementos de la linfa pueden pasar directamente de los espacios interfasciculares á la cavidad del pericardio, por una numerosa colección de puntos que RENAUT designa con el nombre de *puntos porosos*. Estos puntos son aquellos en los que el tejido propio del pericardio se halla disociado por una multitud de células linfáticas que apartan los fascículos fibrosos para pasar á la cavidad pericardíaca (1).

## § 2. — PERICARDIO

El pericardio comprende, como toda membrana serosa, dos capas distintas: el *endotelio* y la *membrana fibrosa*.

1.º **Endotelio.**— El *endotelio del pericardio* varía notablemente de una á otra especie, tanto en sus dimensiones como en la manera de agruparse

(1) Describiremos los nervios del corazón en el capítulo dedicado á las terminaciones nerviosas.



sus células. LACROIX, que ha estudiado este asunto en el laboratorio del profesor RENAUT, describe muchos tipos de endotelio pericardíaco, siendo probable que existan aún en mayor número (RENAUT).

He aquí los resultados obtenidos por LACROIX en diferentes animales:

a. *Rana*.—En la rana las dos hojas del pericardio se hallan tapizadas por una hilera de células cuya disposición es muy curiosa. Se trata de grandes células, unidas en *forma de mosaico*, que emiten prolongaciones más ó menos largas, á menudo incurvadas en forma de gancho, y que abrazan en su concavidad las prolongaciones de las células vecinas arrolladas en sentido inverso. Este encaje recíproco de las células, que parece asegurar la solidez de su unión y la extensibilidad del revestimiento endotelial,

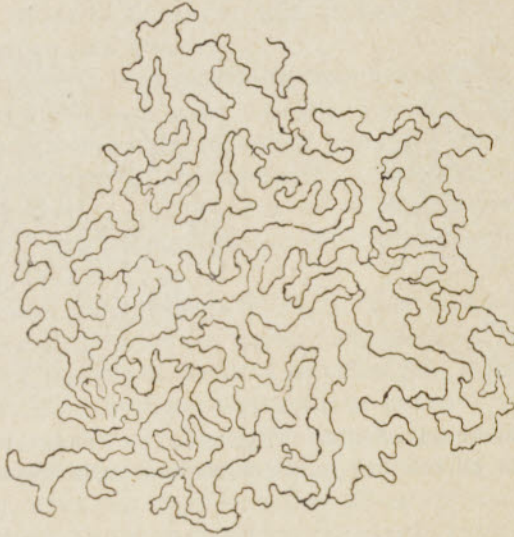


Fig. 181. — Células amplexiformes (según RENAUT y LACROIX)

ha hecho que se les diera el nombre de *células amplexiformes* (RENAUT y LACROIX). Los *núcleos* de estos elementos se hallan situados irregularmente, unas veces en una prolongación y otras en el centro de la célula.

b. *Rata*.—El endotelio del pericardio de la rata difiere según se estudie el pericardio parietal ó el visceral.

El endotelio de la *hoja parietal* (1) se halla formado por células poligonales, anchas, de bordes ligeramente sinuosos; el endotelio de la *hoja visceral* presenta elementos semejantes, pero en ciertos puntos estas células se modifican. Adquieren la *configuración de mosaico* y emiten *prolongaciones contorneadas*, que aun siendo menos complicadas, recuerdan las prolongaciones de las células amplexiformes de la rana. Son estos elementos, las *células semiamplexiformes* de LACROIX y RENAUT. Los *núcleos* de las células del pericardio de la rata se hallan situadas en el centro de la célula ó al lado de una línea de cemento intercelular. En este último caso el núcleo de

(1) La hoja parietal presenta agujeros como en el epiplón perforado del conejo.



la célula vecina se halla situado también al lado de la misma línea de cemento. Son dos núcleos gemelos.

c. *Conejillos de Indias*. — El endotelio pericardíaco de este animal se parece al de la rata, pero presenta en ciertos puntos de la hoja parietal agrupaciones de células en forma de *estrellas*. «A nivel de estos puntos las células endoteliales se hallan situadas como los pétalos de una flor radiada en torno de un punto central muy pequeño marcado en negro por el nitrato de plata, ó más frecuentemente alrededor de un orificio ciego» (1).

Los *núcleos* de estas células se hallan situados muy á menudo á cada lado de las líneas de cemento, de tal modo que los núcleos de dos células vecinas parecen acoplados ó gemelos.

d. *Buey*. — El pericardio del buey se halla tapizado por células poli-

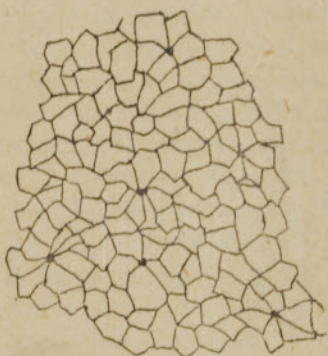


Fig. 182. — Células en estrella (según RENAUT y LACROIX)

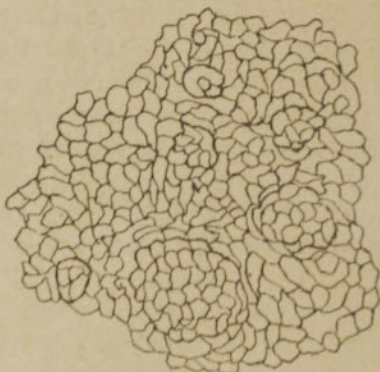


Fig. 183. — Células que forman islotes muriformes (según RENAUT y LACROIX)

gonales pequeñas, que adquieren, en ciertos puntos de la hoja parietal, un aspecto *muriforme* con islotes redondeados, formados por células regularmente poliédricas, apretadas unas contra otras. Estos islotes se hallan rodeados por células endoteliales curvilíneas que les aislan, más ó menos, de las regiones vecinas.

e. *Hombre*. — En el hombre, las células son pequeñas, *regulares* y *poligonales*. Sin embargo, en ciertos puntos de la hoja parietal puede observarse la disposición en *estrella*. En el hombre avanzado en edad, las células endoteliales del pericardio visceral no son siempre aplanadas, pueden adquirir *cierto espesor* y transformarse en cúbicas (LACROIX).

2.º *Membrana conjuntiva*. — La membrana conjuntiva presenta, para su estudio, una *porción vítrea* que la separa del endotelio y la *capa conjuntiva* propiamente dicha.

a. *MEMBRANA VÍTREA*. — Es una capa hialina sin estructura, más gruesa en la hoja visceral que en la parietal, que separa el endotelio pericardíaco de la membrana conjuntiva (2).

(1) RENAUT, *Traité pratique d'histologie*, pág. 723.

(2) Esta capa fué descubierta por LACROIX en el laboratorio de RENAUT.



b. **CAPA CONJUNTIVA.**—La capa conjuntiva presenta una estructura algo diferente según se estudie en la hoja parietal ó en la visceral.

*Hoja parietal.*—Según LACROIX y RENAUT es necesario distinguir dos tipos de hoja parietal, según se trate de animales grandes ó pequeños.

1.º En los animales pequeños, tales como la rata y el conejillo de Indias, la hoja parietal presenta la misma estructura que la del mesenterio ó del epiplón. Es una membrana fibrosa tapizada por sus dos caras por un revestimiento endotelial, pericardiaco el uno y pleural el otro. La analogía de esta hoja con el epiplón es tal, que presenta, en la rata, un comienzo de fenestración en forma de pequeños orificios que se hallan situados en las partes laterales y hacia atrás y que hacen comunicar la cavidad pleural con la pericardiaca (LACROIX).

2.º En los animales de mayor talla, la *hoja parietal* del pericardio se halla reforzada por un *saco fibroso* (1).

En estos animales, la hoja parietal propiamente dicha se halla formada por *fascículos conjuntivos* y por *redes elásticas*. Los *fascículos conjuntivos* unidos en número mayor ó menor, siguen al principio un trayecto rectilíneo; luego se separan marchando aisladamente y uniéndose á otros fascículos. Las *fibras elásticas* forman una primera red de mallas ovales por debajo de la membrana vítrea; más profundamente constituyen multitud de redes de mallas más alargadas.

El *saco fibroso* del pericardio parece íntimamente unido á la hoja parietal; sin embargo, es fácil ver en los cortes transversales, que es distinto de esta hoja, de la cual se halla separado á trechos, por acúmulos de vesículas adiposas. Los *fascículos conjuntivos* que entran en su composición, forman manojos fibrosos cuya dirección general se halla marcada por la gravedad. En los estrechos espacios que los separan, se hallan *células fijas*, cuyos núcleos presentan crestas de impresión. Las *fibras elásticas* del saco fibroso son voluminosas, y más numerosas en las capas más externas.

*Hoja visceral.*—La hoja visceral del pericardio de los grandes mamíferos comprende muchas capas más ó menos distintas:

1.º La *membrana vítrea* subendotelial.

2.º Una *hilera pseudocórnea* formada por dos planos superpuestos en ángulos muy agudos de fascículos conjuntivos rígidos y de una extremada finura (RENAUT).

3.º Una *limitante elástica* comparable á la de las arterias.

4.º La *hoja fibrosa* propiamente dicha, formada por *fascículos conjuntivos* voluminosos, *células conjuntivas* y *fibras elásticas*.

5.º El tejido *conjuntivo laxo subpericardiaco* (2).

(1) En la rana, que es un animal de pequeña talla, existe el saco fibroso.

(2) En casi todos los ancianos, hállase en la hoja visceral del pericardio, á nivel de la pared anterior del ventrículo derecho, y en las aurículas á nivel del origen de los vasos, placas de un color blanco nacarado, llamadas *placas lechosas*. Estas placas, formadas por una proliferación del tejido conjuntivo y elástico, parecen provocadas por una irritación mecánica que se ejercería en estos sitios bajo la influencia de los movimientos del corazón.



## § 3. — ENDOCARDIO

Se da el nombre de endocardio á la serosa que tapiza las cavidades del corazón. Se halla íntimamente unido al tejido muscular, reviste las columnas, los pilares y se introduce en las aréolas. El endocardio es más grueso en los ventrículos que en las aurículas. Es muy elástico.

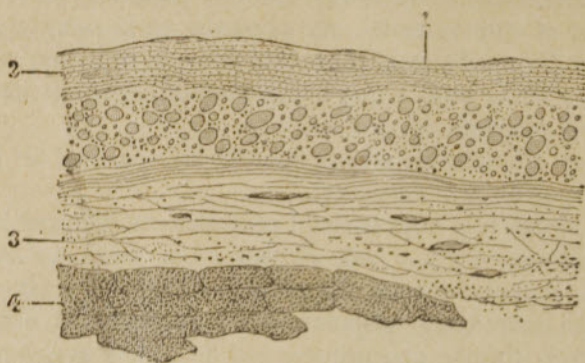


Fig. 184. — Endocardio

1, células endoteliales. — 2, capa conjuntiva laminosa. — 3, tejido fibroso. — 4, fascículos musculares del corazón

Desde el punto de vista de su estructura, el endocardio presenta dos capas distintas: una endotelial y otra conjuntiva.

**I. Capa endotelial.**—La capa endotelial está constituida en el hombre y en la mayor parte de los animales por una sola hilera de células aplanadas, de extrema delgadez, soldadas entre sí mediante líneas rectas de cemento. El núcleo, redondeado y con nucléolo, se halla situado en el centro de la célula.

Fig. 185. — Red de Purkinje  
(según RANVIER)

A, tejido adiposo subendocárdico  
M, mallas de la red de Purkinje  
F, trabéculas de esta red

**II. Capa conjuntiva.**—La capa conjuntiva se halla formada por tejido conjuntivo apretado, sembrado de células y con finas redes elásticas. Se hallan, además, en esta capa numerosas células musculares lisas dirigidas en todos sentidos.

Los diversos elementos que entran en la constitución del endocardio, no existen en las mismas proporciones en todos los puntos de la serosa. En el *corazón izquierdo*, las *fibras musculares* lisas de la segunda capa son mucho más numerosas que en el corazón derecho. Las *fibras elásticas* de la tercera capa, abundantes en las aurículas, se reducen al mínimo en los ventrículos.

Por debajo de la capa conjuntiva, se halla tejido conjuntivo laxo subendocárdico, que se continúa, sin línea de demarcación, con el tejido conjuntivo que separa las fibras musculares del corazón.

En esta capa es donde se distribuyen los vasos y los nervios. Los



*capilares sanguíneos* y los *linfáticos* forman una red de mallas muy estrechas. Estos últimos comunican con los vasos pericardíacos á nivel de la punta y del tabique (1).

Además de los elementos que acabamos de describir, se hallan por debajo del endocardio y en la profundidad de la capa fibroelástica, una red celular conocida con el nombre de *red de Purkinje*. Esta red, que no existe más que en algunos animales (buey, carnero y cerdo) y que *no se la encuentra en el hombre*, se halla constituida por fibras blancas anastomosadas entre sí. Tratadas por la potasa al 40 por 100, las fibras de Purkinje se disocian en cierto número de bloques que representan *verdaderas células poliédricas*, cuyo centro, constituido por un protoplasma granuloso, contiene uno, y más



Fig. 186. — Células de Purkinje (según RANVIER)

á menudo dos núcleos. La periferia de estas células presenta estrías longitudinales y transversales idénticas á las fibras estriadas. La significación de las células de Purkinje se pone de manifiesto si se considera que estas células no se hallan aisladas debajo del endocardio, sino que se continúan con los fascículos del miocardio. «Los fascículos musculares estriados de los mamíferos, en vías de desarrollo, se hallan formados por un cilindro de protoplasma que contiene los núcleos y cuya superficie está ocupada por la

(1) *Los filetes nerviosos subendocárdicos* proceden de un nervio sensitivo descubierto en el conejo por CYON. Este nervio, contenido probablemente en el neumogástrico en el hombre, comienza en la parte alta del cuello por la unión de dos raíces que se desprenden del neumogástrico y del laríngeo superior. Desciende á lo largo de la carótida entre el neumogástrico y el filete cervical del gran simpático y penetra en el corazón por su base. Las fibras del nervio de CYON no se hallan contenidas en el neumogástrico desde la salida del cráneo, sino que proceden del gran simpático. Este nervio, según la teoría de CYON, es depresor de la circulación. La galvanización del cabo periférico rebaja la tensión de la sangre en las arterias y retarda el pulso cardíaco. En estado normal las ramas subendocárdicas de este nervio se hallan excitadas, y el corazón mismo reglamenta sus movimientos según los obstáculos que ha de vencer. Según MAREY los hechos observados por CYON son exactos, pero la interpretación es errónea. Un nervio que obrara disminuyendo la tensión aumentaría el número de pulsaciones. El nervio de CYON produce una acción refleja sobre el neumogástrico mediante la cual se retardan instantáneamente los movimientos cardíacos: la disminución de la tensión es la consecuencia de este retardo.



substancia estriada. Tal es, como acabamos de ver, la constitución de las células de Purkinje: así, pues, no representan otra cosa que fibras cardíacas embrionarias» (1).

#### § 4. — VÁLVULAS

Las válvulas del corazón pueden ser consideradas como un repliegue del endocardio, cuyos labios estarían unidos por tejido fibroso. En toda válvula hallaremos tres capas distintas:

1.º Una capa de tejido *conjuntivo laminoso* tapizada en su cara libre por una hilera de *células endoteliales*. Esta capa presenta una estructura diferente de la correspondiente del endocardio, puesto que no contiene *fibras musculares lisas*. Encierra una *red de fibras elásticas* tanto más rica y más apretada cuanto más profundamente se halla situada;

2.º Una *capa fibroelástica* procedente de las zonas de los orificios y que se confunde con los fascículos tendinosos de los músculos papilares. Esta capa forma la región media ó armazón de la válvula.

3.º Una *capa de tejido conjuntivo laminoso* semejante á la primera y tapizada igualmente en su cara libre por un *endotelio*.

En las válvulas sigmoideas la *capa laminosa de la cara ventricular* es mucho más gruesa que la de la *cara arterial*, dependiendo esta disposición de la dirección de la corriente sanguínea que roza con mayor intensidad la cara ventricular.

Las *válvulas aurículo-ventriculares* presentan, en su cara *superior*, una capa *laminosa gruesa* contra la cual choca la sangre, y en su cara *inferior*, una capa parecida *mucho más delgada*. A nivel de esta última se hallan crestas formadas por el relieve de los fascículos tendinosos. Estas crestas tienen la estructura de verdaderos tendones.

**Vasos sanguíneos.** — En su trabajo sobre los *vasos de las válvulas del corazón en el hombre en estado normal y patológico*, DARIER ha llegado á las siguientes conclusiones:

En estado normal, las *válvulas sigmoideas* del hombre adulto no contienen vasos. En el hombre mayor de dos años, no existen nunca vasos en la porción fibroelástica de las *válvulas aurículo-ventriculares*, únicamente la porción carnosa es la que contiene. Es necesario deslindar cuidadosamente lo que se entiende por porción carnosa de las válvulas y hacer una distinción entre las valvas del orificio tricúspide y las del mitral. Las primeras son membranosas en el hombre en toda su extensión y á partir de su inserción en el anillo fibroso. Las fibras musculares, auriculares y ventriculares, se hallan limitadas por el lado de la válvula por un borde preciso perfectamente regular; el tejido muscular se halla provisto de una red vascular abundante, pero claramente limitada y *sin enviar nunca ramas al repliegue valvular*. La válvula mitral se compone de dos valvas; la *izquierda más pequeña* corresponde en absoluto al mismo tipo que las valvas de la tricúspide. No queda, pues, más que la valva *mayor de la mitral*, llamada también

(1) RANVIER, *Traité technique*.



valva aórtica á la cual se aplica la división en porción muscular y membranosa. ¿Pero hasta qué punto? Existe constantemente en la porción superior de la valva aórtica, una región invadida por la región muscular. Esta porción carnosa contiene siempre y *en toda su extensión vasos* que se llenan con facilidad en las inyecciones del corazón. En el adulto, la altura total de la valva mayor de la mitral, medida desde el anillo fibroso hasta el borde libre, varía de 22 á 26 milímetros con una media de 24 milímetros. La altura de la porción carnosa no llega más que de 3 á 5 milímetros. Vemos, pues, que esta porción comprende desde cerca de la sexta parte de la altura total de la válvula. Trátase aquí de una disposición constante; la porción carnosa, que es al mismo tiempo vascular, no ocupa más que una mínima extensión de la altura de la valva, no viéndose nunca ningún vaso que penetre en la porción fibroelástica ni que llegue hasta el borde libre donde se localizan de preferencia las lesiones patológicas.

La red vascular de la porción muscular de la valva mayor de la mitral *constituye, pues, por sí sola todo lo que podemos describir, hablando con precisión, del aparato vascular de las válvulas*. Esta red se halla alimentada por una ó dos ramúsculas arteriales, que nacen en la coronaria izquierda, muy cerca de su origen, ó más á menudo todavía, de la rama de bifurcación de esta arteria, que contornea la aurícula derecha y forma parte del círculo arterial horizontal del corazón. La disposición de las ramas de la red no tiene nada de constante; en muchos corazones examinados por DARIER se pueden ver dos ó cuatro ramas, de grosor desigual, distribuirse aisladamente entre las fibras musculares que nutren y anastomosarse con una rama vecina. Algunas veces dos de estas ramas forman un arco del cual parten las arteriolas que se resuelven en capilares. Puede haber cuatro ó cinco troncos capilares; á veces, por el contrario, no se halla más que una red de conductos muy finos, casi todos de igual calibre, sin que pueda precisarse cuántas sean las ramas que han atravesado el anillo fibroso de inserción de la válvula. Examinados en un corte, estos vasos tienen la estructura habitual y se distinguen en venas, arterias y capilares (1).

Tal es la disposición de los vasos en las válvulas del corazón del hombre adulto; pero en el *niño recién nacido* existen algunas diferencias. Las *sigmoideas* no siempre contienen vasos, las *válvulas aurículo-ventriculares* (mitral y tricúspide) se hallan formadas por una *porción carnosa* y otra *membranosa*. La *porción carnosa contiene vasos*, pero no llega nunca más que á la mitad de la altura de estas válvulas sin alcanzar nunca su cuarto inferior y por consecuencia «la porción vecina del borde libre donde asientan de preferencia los hematomas valvulares, se halla completamente desprovista de vasos» (DARIER) (2).

(1) En estado patológico pueden hallarse vasos en toda la extensión de las válvulas. Estos vasos parecen ser el producto de una neoformación determinada por el proceso inflamatorio (DARIER).

(2) En los animales, la disposición de los vasos de las válvulas es algo diferente. En general, las sigmoideas no son vasculares; por el contrario, las válvulas aurículo-ventriculares contienen vasos en su porción carnosa y en su porción membranosa.



## CAPÍTULO IV

### VASOS SANGUÍNEOS

#### § I. — ARTERIAS

Las arterias se hallan formadas por tres *túnicas* que se distinguen según su situación en *interna*, *media* y *externa*.

El predominio del tejido elástico ó del muscular en la túnica media ha

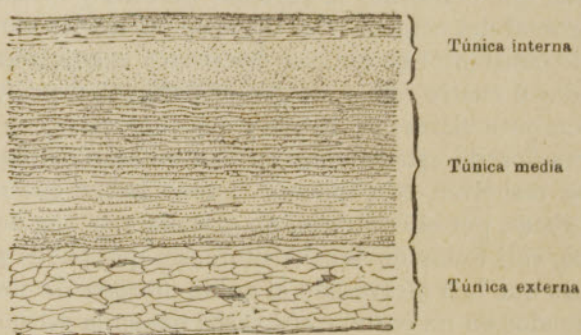


Fig. 187. — Corte de una arteria de tipo elástico

hecho clasificar las arterias en dos grupos: arterias de *tipo elástico* y arterias de *tipo muscular*.

#### Arterias de tipo elástico

Las mayores arterias de la economía pertenecen al tipo elástico (aorta, tronco de la arteria pulmonar, carótida). Se hallan caracterizadas por la presencia de numerosas *láminas elásticas* en la túnica media.

**Túnica interna.**—La túnica interna, designada también con el nombre de túnica de BICHAT, fué descrita por primera vez por este ilustre anatómico, que la consideraba como «la *membrana común del sistema de sangre roja*». Comprende tres capas distintas: la *capa endotelial*, la *mucosa* y la *estriada*.

*A.* La **capa endotelial** se halla formada por una sola hilera de células poligonales con bordes rectilíneos, alargadas en sentido del eje del vaso. Estas células, de una delgadez extremada, se hallan dispuestas de tal manera



que la extremidad de una de ellas encaja en el ángulo formado por la unión de otras dos. Su *núcleo*, que es oval, se presenta alargado en sentido de la célula.

Según RENAUT, el endotelio no se halla situado directamente encima de las demás capas de la túnica interna, sino que está separado por una delgada capa hialina, sin estructura, y que representa la *membrana vitrea* de la arteria.

B. La *capa mucosa* presenta, para su estudio, dos estratos: uno *interno* y otro *externo*, que confina con la capa estriada.

El *estrato interno* se halla constituido por *dos ó tres hileras de células*, aplanadas paralelamente á la superficie del vaso; poseen prolongaciones arborizadas, membraniformes ó filiformes, muy intrincadas, de modo tal que tienen la apariencia de una red continua (1).

Entre estas prolongaciones, algunas, en lugar de unirse con sus similares, terminan mediante engrosamientos libres. Esta particularidad ha hecho que algunos anatómicos (VIALLETON, RENAUT) considerasen estas células como elementos conectivos en vías de desarrollo embrionario. «El proceso de vegetación secundaria, que en el tejido conjuntivo hace que las células embrionarias, primitivamente redondeadas y todas parecidas entre sí, emitan prolongaciones más ó menos ramosas que llegan á concurrir á la formación de una red continua, se reproduce en las arterias donde los elementos forman el sistema anastomótico de las células conjuntivas en vías de formación» (VIALLETON) (2).

Estas células se hallan incluidas en una *substancia fundamental* hialina y transparente, como el cristal, extremadamente elástica.

El *estrato externo* se funde insensiblemente con la capa precedente; se hallan en él *células ramosas* dispuestas en todas direcciones formando, por las anastomosis de sus expansiones protoplasmáticas, una red mucho más regular que la del estrato interno. Entre estas células se halla una trama conjuntiva constituida por *fibras* muy finas de longitud indeterminada que se disponen en diversos planos constituyendo una especie de encaje. Estas fibras, además de su extremada finura, presentan caracteres especiales: «Son ligeramente *granulosas* y se tiñen en rosa pálido con las disoluciones *débiles de eosina*, se hinchan ligeramente con el *ácido fórmico*, pero sin palidecer como lo hacen los delgados fascículos conjuntivos cuando se les somete á la acción de este reactivo aunque esté muy diluído. En las preparaciones hechas por el *método del oro* estas fibras se hallan ligeramente coloreadas en azul de pizarra, carácter que las distingue de las redes elásticas que permanecen incoloras. El *nitrate de plata* que deja en blanco á las fibras elásticas las tiñe en pardo. Se trata de fibras de gran longitud, entrecruzadas en forma de parrilla y no bifurcadas. Por estas razones debemos considerar tales fibras diferentes de las elásticas, y al propio tiempo como fascículos de tejido conjuntivo que han adquirido caracteres particulares para adap-

(1) Cuando se impregna la túnica interna con la plata, se determina la aparición de figuras estelares conocidas con el nombre de *figuras de Langerhans*. Estas figuras no son otra cosa que las imágenes negativas, que quedan en blanco, de las células ramosas.

(2) La formación mucosa no se halla ni en el feto ni en el niño, no aparece más que en el adulto.



tarse á una función especial, que es la de un sostén elástico que permite cierta laxitud en el conjunto de su formación» (VIALLETON).

Además de estos elementos, se hallan en la porción externa de esta capa *células linfáticas* que no se encuentran nunca en el estrato interno de la túnica interna. En los individuos de más de diez y seis años hay, al lado de las células linfáticas, algunos *glóbulos rojos* (STROGANOW), cuya presencia sería debida á la endoarteritis crónica deformante, que, más ó menos atenuada, existe siempre en la aorta del hombre á partir de esta edad (VIALLETON).

C. La capa estriada se extiende desde la mucosa, situada por dentro, á la túnica media situada por fuera. Parece estriada en sentido de la longitud del vaso y se halla constituida por una *producción elástica* que limita espacios en los que se encuentran *células ramosas* y *leucocitos*.

La *producción elástica* de esta capa se halla constituida por una *serie de láminas* que aparece en los cortes formados por fibras y granos de gran finura, incluidos en una *substancia fundamental transparente*. Estas láminas, concéntricas á la luz del vaso, no son comparables únicamente á las hojas de un rollo de papel, sino que se hallan unidas, unas á otras, mediante láminas elásticas oblicuas que se extienden de una á otra lámina comunicando al sistema elástico la disposición que RANVIER llama *sistema de tiendas*. En los intervalos de las láminas principales se halla una *red elástica* más fina, así como también *células emigrantes* muy bien descritas por RENAUT.

Entre estas células, unas representan *elementos conectivos* ordinarios, mientras que las otras se exhiben en forma de *grandes células provistas de expansiones ramosas* mediante las cuales se unen unas á otras. Existen dos variedades de tales expansiones: unas se arborizan como las expansiones protoplasmáticas de las células conectivas; otras tienen la forma de fibras largas que se extienden muy lejos y en diversas direcciones. Ciertas células, finalmente, no presentan más que dos prolongaciones principales, que se continúan por encima y debajo del núcleo, en línea recta, ocupando este corpúsculo un ensanchamiento fusiforme del elemento. Estas células se hallan formadas por *dos partes* distintas:

1.º El *centro* se halla constituido por un huso de *protoplasma granuloso* que rodea al núcleo. Pueden existir dos núcleos en una misma célula.

2.º La *corteza* presenta *estrias longitudinales* muy claras y de una regularidad perfecta, que dividen al protoplasma en bastoncitos cilíndricos comparables á los cilindros primitivos de las células musculares.

La semejanza de estos elementos con las fibras musculares lisas han conducido á RENAUT á considerarlas como *elementos contráctiles que establecen una especie de tránsito entre la célula conjuntiva y la célula muscular perfecta*.

**Túnica media.**—La túnica media, la más gruesa de las tres, presenta un color amarillento y una extremada fragilidad que hace se rompa á la menor presión y se desgarre con una simple ligadura. Se compone de *láminas* y *fibras elásticas* anastomosadas entre sí, y limitando mallas en las que se contienen *células musculares*, así como elementos de *tejido conjuntivo*.

1.º *Láminas elásticas.*—Las láminas elásticas se presentan en forma de membranas que ofrecen pérdidas de substancia y exhiben fibras apli-



cadadas y soldadas á sus caras. No representan otra cosa que tubos enchufados unos en otros, pero que se anastomosan entre sí mediante láminas oblicuas que forman un sistema continuo. El número de las láminas se

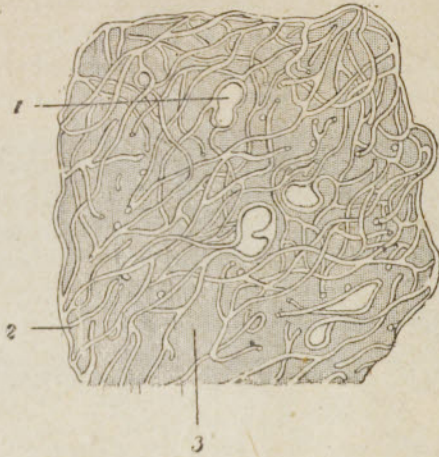


Fig. 188. — Lámina elástica de la aorta del hombre

1, agujero de la lámina elástica. — 2, fibras elásticas que forman relieve. — 3, substancia elástica

halla en razón directa del calibre de las arterias; en la aorta del hombre se han contado hasta 50 y en la del buey hasta 100. Por el lado de la túnica interna, la media se halla limitada por una lámina elástica más gruesa, que ha recibido el nombre de *lámina elástica interna*. Las fibras elásticas de la

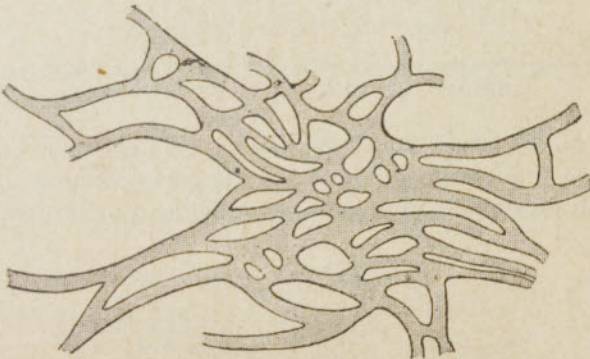


Fig. 189. — Lámina elástica de la aorta de la ternera

túnica interna se sueldan á la cara interna de esta lámina; las fibras de la túnica media se fijan en su superficie externa (1).

Como lo ha demostrado VIALLETON, la lámina elástica interna no es continua, presentando *lagunas* á través de las que se continúa la capa estria-

(1) De las diferentes láminas de la túnica media se desprenden fibras elásticas que forman una red cuyas mailas se hallan circunscritas por estas láminas.



da de la túnica interna con la media. Esta compenetración, bien marcada en el buey y en la ternera, existe también en las arterias del hombre.

2.º *Células musculares*.—Las células musculares lisas tienen una direc-

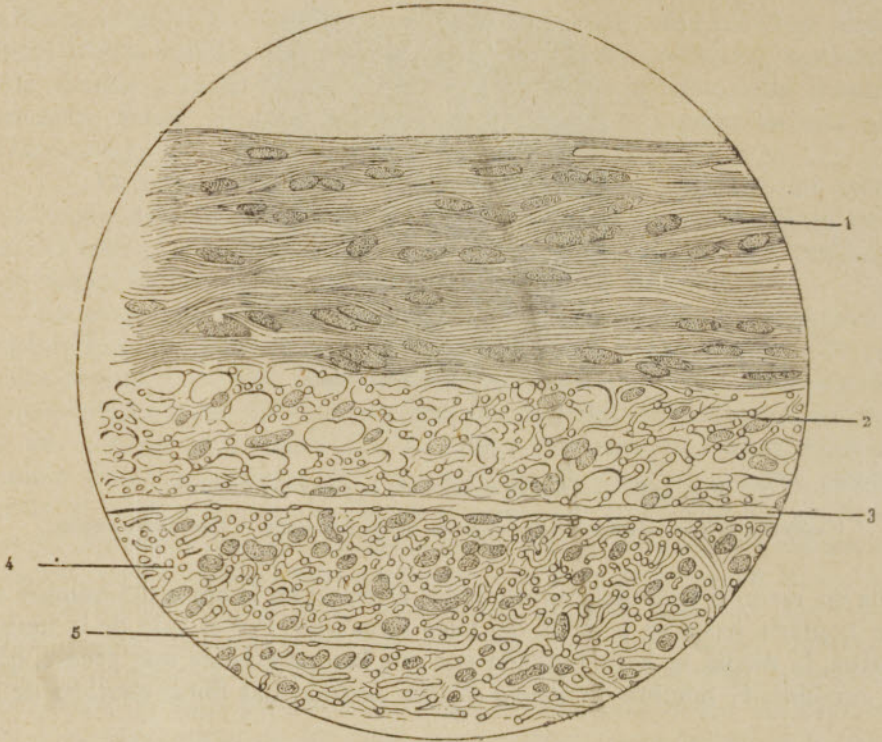


Fig. 190. — Corte de la aorta

1, porción interna de la túnica interna.—2, porción externa de la misma túnica.—3, lámina elástica interna.—4, 5, elementos de la túnica media

ción transversal, es decir, perpendicular al eje del vaso. Estas células son cortas, estriadas á lo largo y poseen prolongaciones muy irregulares. Sus caras presentan crestas de impresión, producidas por la presión de los ele-



Fig. 191. — Célula muscular de la túnica media de la aorta

mentos vecinos. En el centro se hallan uno ó dos núcleos en forma de bastoncillo. Algunas arterias ó ciertos segmentos de ellas, no contienen en su túnica media fibras musculares: la porción de la aorta del hombre situada inmediatamente por encima de la inserción de las sigmoideas y la aorta de la ballena se hallan en este caso (LEYDIG, EBERTH).



3.º *Tejido conjuntivo*. — Además de las células musculares lisas, se hallan en las mallas circunscritas por la red elástica, *fibras conjuntivas*, *células planas* y *leucocitos*. Estos fascículos y estas células han sido interpretados por algunos histólogos como substancias amorfas. El tejido conjuntivo se halla tanto más desarrollado cuanto mayor es la edad del individuo.

*Túnica externa*. — La túnica externa, designada también con los nombres de *celulosa* y *adventicia*, no tiene límites bien marcados hacia fuera, pues se confunde insensiblemente con el tejido conjuntivo vecino; por dentro, se halla limitada por la más externa de las láminas elásticas. Está constituida por tejido *conjuntivo laxo*, cuyos elementos (fascículos, fibras elásticas y células) afectan una dirección longitudinal. Esta túnica contiene *vasos* y *nervios* que estudiaremos más adelante.

#### Arterias de tipo muscular

Las arterias de los miembros, y en general las de distribución, pertene-

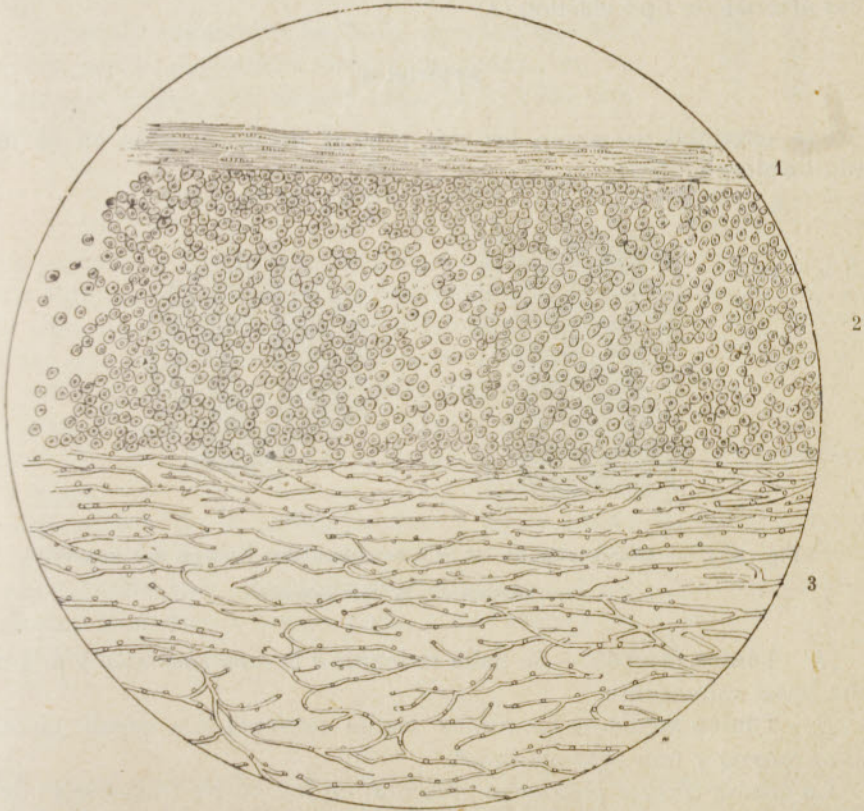


Fig. 192. — Arteria de tipo muscular

1, túnica interna. — 2, túnica media. — 3, túnica externa

cen al tipo muscular. Se hallan caracterizadas, como ya hemos dicho, por el *desarrollo excesivo del elemento muscular* y por la *reducción del elemento elástico* en la túnica media.



I. *Túnica interna*.—La túnica interna de las arterias de este tipo difiere de la correspondiente de las arterias elásticas por la ausencia de capa mucosa. Queda reducida, pues, á un revestimiento endotelial, que descansa en la capa estriada descrita anteriormente y de la cual se halla separado por la membrana basal.

II. *Túnica media*.—La túnica media se halla constituida de la siguiente manera. Inmediatamente por fuera de la túnica interna se halla una lámina elástica designada con el nombre de lámina elástica interna ó limitante interna. Por fuera de esta lámina se halla una capa gruesa de fibras lisas, reunidas en pequeños grupos que tienen todos una dirección transversal, es decir, perpendicular al eje del vaso. Los grupos de fibras lisas se hallan separados por fibras elásticas finas, emanadas de la limitante interna y que dibujan en torno de estos fascículos una como á manera de cestos elásticos que los envuelven en una red de mallas estrechas (RENAUF). Al lado de las fibras elásticas se hallan fascículos conjuntivos y células fijas.

III. *Túnica externa*.—La túnica externa se halla constituida como la de las arterias de tipo elástico (1).

### Arteriolas

Las arteriolas presentan las tres túnicas de las arterias en su mayor grado de simplicidad:

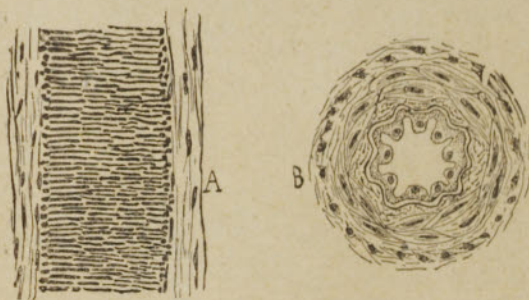


Fig. 193. — Disposición de las células musculares lisas en una arteriola

A, corte longitudinal. — B, corte transversal

A. *Túnica interna*.—Se halla reducida á la *capa endotelial* y á la membrana basal subyacente.

B. *Túnica media*.—La túnica media presenta dos capas: la *lámina elástica interna* y una *capa muscular*.

La *lámina elástica interna* se presenta, en los cortes trasversales de una arteriola vacía de sangre, á modo de una especie de festón. «La lámina elás-

(1) Debemos indicar algunas particularidades de estructura señaladas por ciertos anatómicos.

1.º La *túnica interna* de la esplénica, de la renal, de las cerebrales, de la hepática y de algunas otras arterias, contiene *fibras lisas* situadas principalmente en los puntos de división de estos vasos.

2.º La *túnica externa* de la femoral contiene también algunas fibras lisas.



tica interna, como todas las partes formadas por substancia elástica, no tiene más que una elasticidad limitada, y cuando se halla comprimida por la capa muscular, dispuesta en forma de anillo, ocurre que el límite inferior de su elasticidad se sobrepasa, y que por tanto, para ocupar el estrecho espacio que la está reservado, debe replegarse sobre sí misma. Por esta razón, es por lo que aparece en los cortes trasversales en forma de festón, mientras que en los longitudinales de las arterias pequeñas, los pliegues adquiridos por medio de la retracción muscular dan lugar á la aparición de estrias longitudinales» (RANVIER).

Las *células musculares* se hallan dispuestas en una sola capa continua en todo el contorno del vaso arterial. Arrolladas en *hélice* alrededor de la arteriola, no se tocan por sus extremidades, sino que la punta de cada una se insinúa en el espacio que dejan libre otras dos células vecinas.

C. *Túnica externa*.— Se halla formada por elementos de tejido conjuntivo laxo y se reduce en las arteriolas más finas á una simple capa de células conjuntivas.

#### Vasos de las arterias

Las arterias se hallan provistas de vasos destinados á nutrir las paredes arteriales y conocidos con el nombre de *vasa vasorum*. Comprenden arteriolas, vénulas y capilares, que forman en la túnica externa una red de mallas redondeadas. En el hombre los *vasa vasorum* no penetran en la túnica media ni en la interna. En algunos animales (ternera y ballena), las porciones externas de la túnica externa poseen vasos.

La nutrición de la túnica interna y de la media de las arterias que no tienen vasos, se realiza en gran parte por el mecanismo de la diapédesis. Los *vasa vasorum* son asiento de un movimiento diapedético que conduce los glóbulos blancos á la túnica media y á la interna (1).

### § 2. — VENAS

Las venas presentan variaciones de estructura que son aún más numerosas que las de las arterias. En un mismo individuo, dos venas del mismo nombre no presentan una estructura idéntica, y aun para una misma vena la estructura varía á menudo en los distintos puntos de su trayecto.

Los autores no designan con el nombre de *túnicas* las diversas capas de

(1) Los nervios de las arterias se estudiarán en el capítulo consagrado á las terminaciones nerviosas.



Fig. 194. — Arteriola del epiplón mayor (según RANVIER).

A. El objetivo se halla enfocando la cara superior de la arteriola.  
B. El objetivo enfoca la sección óptica de su borde.



una vena. Como no existe un límite preciso entre la túnica externa y la media, la distinción entre estas túnicas es arbitraria; tanto es así que muchos autores clásicos describen solamente una túnica interna y otra externa.

**Túnica interna.** — La túnica interna es más delgada que la de las arterias, presentando una estructura más sencilla. Pueden distinguirse:

*a.* Una capa *endotelial* continua. Las células que la constituyen son menos largas y más anchas que las de las arterias, de tal modo que adquieren la forma de polígonos irregulares. En algunas venas, tales como la esplénica y las que se hallan en la médula de los huesos, el endotelio es sinuoso, recordando el de los vasos linfáticos.

*b.* Una *capa conjuntiva* formada por *células planas*, *fascículos conjuntivos* y *fibras elásticas* finas que tienen una dirección longitudinal. Esta capa falta en algunas venas.

**Túnica externa.** — La túnica externa se halla separada de la interna por una red de fibras elásticas gruesas, que representa la *lámina elástica interna* de las arterias. De esta red parten fibras que se dirigen hacia la periferia de la vena y forman un enrejado, cuyas mallas se hallan ocupadas por *células musculares* y *fascículos conjuntivos*. Las células musculares tienen dirección *longitudinal* ó *transversal* según las venas que se consideren; á veces se halla una *capa longitudinal* y otra *transversal*. La capa muscular es casi siempre discontinua.

Tal es la composición general de las túnicas venosas; pero, como ya hemos indicado, existen numerosas variaciones y es indispensable describir muchos tipos. Siguiendo al profesor RENAULT distinguiremos tres variedades de vasos venosos: las venas gruesas, las venas pequeñas y las vénulas.

#### Venas de mediano y de gran calibre

Las grandes venas pueden dividirse en dos categorías: las venas de tipo propulsor y las de tipo receptor.

**I. Venas propulsoras.** — Las venas de tipo propulsor se hallan provistas de una gruesa capa muscular que las aproxima á las arterias de tipo muscular. Puede tomarse como ejemplo de esta clase de venas, la del tríceps femoral del hombre, la tibial anterior y la safena.

La *vena del tríceps femoral* se parece mucho á una arteria de tipo muscular. Debajo del *endotelio* se halla la *túnica interna* constituida por células conjuntivas dispuestas en estratos concéntricos á la luz del vaso, por fascículos conjuntivos y por una fina red elástica. Esta túnica interna se halla separada de la externa por una verdadera *limitante elástica*. Por fuera de la limitante se halla una *capa muscular* potente en la que las fibras lisas, aunque dispuestas casi anularmente, se intrincan y acabalgan unas sobre otras, en lugar de hallarse superpuestas paralelamente como en las arterias. Exteriormente á la capa muscular se halla otra conjuntiva análoga á la adventicia de las arterias (RENAULT).

La *tibial anterior* presenta una estructura algo diferente. La túnica interna se halla únicamente constituida por una hilera endotelial que descansa sobre la limitante interna. La capa muscular, formada, como en la



vena del tríceps, por fibras anulares, presenta además, en diversos sitios, pequeños fascículos de fibras que tienen una dirección longitudinal, es decir, paralela al eje de la arteria. Por fuera de la capa muscular se halla otra conjuntiva, separada de aquélla por una potente red elástica (RENAUT).

La *safena* también es algo diferente en estructura. La túnica interna se halla formada por una capa conjuntiva, sobre la que descansa el endotelio. No existe limitante elástica, y la capa de fibras anulares es muy reducida;

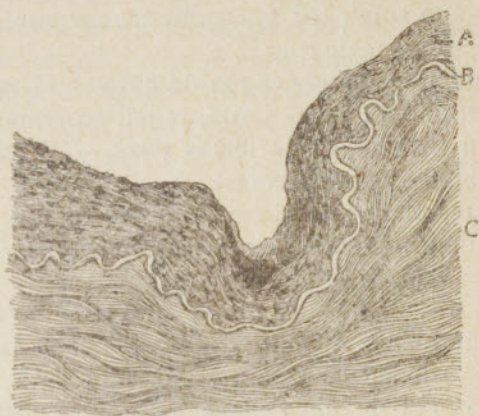


Fig. 195. — Vena de tipo propulsor (según RENAUT)

A, túnica interna. — B, limitante interna. — C, túnica muscular

por fuera de esta capa anular se hallan de trecho en trecho pequeños fascículos de fibras lisas que tienen dirección longitudinal.

Como se ve, lo que caracteriza al tipo propulsor es la potencia de la capa muscular. Estas venas son vasos comparables á los arteriales. Pero como se ha demostrado por los ejemplos antes citados, la disposición de las fibras musculares es muy variable.

II. Venas de tipo receptor. — Estas venas se hallan caracterizadas por la ausencia de fibras musculares lisas. Son simples reservorios colectores de la sangre. Algunas de estas venas presentan, sin embargo, fibras musculares, pero son muy poco numerosas y dispuestas en hileras muy delgadas, á menudo anulares ó ligeramente plexiformes. Como ejemplo de este tipo se pueden señalar: la vena cava superior, las suprahepáticas, las de la piamadre y duramadre, las de la retina, etc.

En estas venas, la pared se halla únicamente formada por una capa de tejido conjuntivo, provisto de redes elásticas de potencia y configuración variables. Sobre esta capa descansa el endotelio. Cuando estas venas presentan fibras musculares, éstas son escasas, entremezcladas y dispuestas circularmente.

La yugular interna del hombre puede ser considerada como tipo de descripción. Por debajo del endotelio se encuentra una delgada capa conjuntiva mezclada con fibras elásticas muy finas. Por fuera de esta capa, se ve una limitante interna constituida por una gruesa red elástica y diversas fibras que parten de esta red y se dirigen hacia fuera. En las mallas de la



limitante se encuentran dos ó tres hileras de fibras musculares aisladas ó reunidas en pequeños grupos. Las porciones externas de la pared venosa se hallan constituidas por tejido conjuntivo y por fibras elásticas.

• Si se quiere establecer una división de las venas de mediano y de gran calibre, atendiendo á la disposición de la capa muscular, podremos clasificarlas de la siguiente manera:

I. **Venas desprovistas de capa muscular.**— Pueden citarse como ejemplos las venas de la duramadre, de los huesos y la porta del caballo.

II. **Venas con una sola capa muscular transversal.**— Vena del tríceps femoral y de las glándulas mamarias.

III. **Venas provistas de dos capas de fibras.**— Una interna (circular), y otra externa (longitudinal); venas porta, renal, espermática, ázigos, etc.

IV. **Venas con tres capas de fibras lisas.**— En este grupo pueden observarse las dos siguientes variedades:

a. Vena con tres planos de fibras, uno medio circular; dos (externo é interno) longitudinales (venas *mesentérica, umbilical, crural, iliaca, poplitea*, etc.).

b. Venas con tres planos de fibras, uno medio longitudinal y dos (externo é interno) circulares. Según BAGNÉRIS, la vena cava superior corresponde á esta última variedad.

V. **Venas provistas de fibras circulares y longitudinales irregularmente mezcladas.**— (Venas del útero.) Finalmente es necesario señalar una curiosa disposición, especial para ciertas venas, indicada por algunos autores (BAGNÉRIS, STIÉDA). Las *venas cavas* cerca del corazón y las *pulmonares*, desde este órgano hasta los pulmones, y aun en su trayecto intrapulmonar en algunos animales (mono, topo, ratón), se hallan provistas de *fibras musculares estriadas* circulares.

### Vénulas

Las vénulas presentan dos túnicas como las venas:

1.º **Túnica interna.**— La túnica interna se halla reducida á la *capa endotelial*, formada por células alargadas, pero más anchas que las de las arteriolas.

2.º **Túnica externa.**— La túnica externa no está constituida en las vénulas pequeñas más que por *tejido conjuntivo*. En las más voluminosas, presenta *células musculares lisas* que no forman una capa continua, siendo poco *numerosas y diseminadas*. Son oblicuas al eje del vaso. La túnica externa se halla separada de la interna por una red de gruesas fibras elásticas que reemplaza á la *lámina elástica interna* (1).

(1) Algunos autores hacen una distinción entre las vénulas y las venas pequeñas.

a. Las *venas pequeñas* corresponden á la descripción del texto.

b. Las *vénulas ó capilares venosos* corresponden á vasos que tienen la estructura de los capilares á los que continúan, y de los que se distinguen únicamente por un ensanchamiento, á veces enorme, del calibre del vaso á nivel del punto donde termina el capilar (RENAUT).