se desvían más aún, como atraídos por opuestos polos; pero conservánse ligeramente enlazados por otros filamentos finamente pálidos, los cuales difieren de los restantes en que no se colorean con ciertos tintes y representan la sustancia intersticial de la materia nuclear, es decir, la sustancia pálida contenida en la primitiva retícula del núcleo. Flemming llama á esta sustancia *acromatina,* mientras que da el nombre de *cromatina* á los filamentos que forman la primitiva red, la convolución, el áster y el diáster, porque se tiñen rápidamente.

En este período el conjunto es fusiforme *(huso nuclear,* de Bütschli) (fig. 5, F.)

(f) Después se interrumpe toda conexión entre las dos series de filamentos, es decir, entre las estrellas del diáster. *(g)* Los filamentos de cada serie se convolutan considerablemente. *(h)* Aparece una membrana para cada serie. En este período hay que hablar de dos nuevos *núcleos hijos.* La célula protoplásmica puede comenzar á dividirse en cualquier período, comprendido entre aquel en que los filamentos se agregan alrededor de dos centros y el en que están presentes dos distintos núcleos jóvenes. También puede suceder que la división de los núcleos no vaya seguida de la del protoplasma de la célula, en cuyo caso tendremos una célula de dos núcleos. En algunos casos, particularmente tratándose de invertebrados y vertebrados inferiores, hase observado una disposición particular de las fibrillas de la célula protoplásmica, que forma como un sol cerca de cada una de las dos estrellas de las fibrillas nucleares superiores. En las neoplasias patológicas, Martín reconoció una división simultánea en tres y cuatro núcleos hijos, según el modo de la carioquinesis. Aunque se ha observado esta manera indirecta de dividirse los núcleos en toda especie de células en el embrión, y hasta cierto grado también en el adulto, no está probado que sea universal. Muy por el contrario, existe la casi evidencia de que en los corpúsculos amibóideos la división del núcleo se efectúa directamente, y también es probable que en los demás núcleos suceda lo mismo bajo ciertas condiciones.

CAPITULO II

La sangre

9. Vista con el microscopio, la sangre aparece como un líquido trasparente *(liquor sanguinis* ó *plasma)* en el que flota un inmenso número de cuerpos figurados, que son los *glóbulos de la sangre.* Los más de éstos son colorados, y solamente unos pocos son incoloros. Estos últimos se llaman *glóbulos blancos ó incoloros de la sangre,* ó *leucocitos;* los primeros, *glóbulos rojos* ó *hematías,* sólo presentan dicho color cuando forman una espesa capa, pero si ésta es delgada parecen de un color amarillo verdoso, más amarillo cuando la sangre procede de las arterias, y más verde si de las venas. La proporción entre el plasma y los glóbulos de la sangre es de 64 del primero por 36 de los segundos en cada cien volúmenes de sangre. De diversas investigaciones resulta que hay algo más de cinco millones de glóbulos en cada milímetro cúbico de sangre humana; y que si ésta es normal y pura, contiene un glóbulo blanco por cada 600 á 1,200 glóbulos rojos. En el hombre y los mamíferos, el número relativo de glóbulos de la sangre es mayor que en las aves, y en estas últimas más considerable que en los vertebrados inferiores.

10. Los **glóbulos rojos de la sangre** (fig. 6) del hombre y de los mamíferos son discos bicóncavos y homogéneos, excepto en los camélidos, que los tienen elípticos y carecen de

núcleo. A causa de su forma bicóncava son más delgados y trasparentes en el centro que en la periferia. En otros vertebrados afectan una figura oval, con las caras más ó menos aplanadas, y cada uno posee un núcleo céntrico oval.

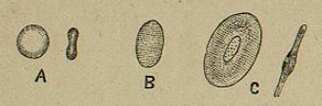

Fig. 6.—Varias especies de glóbulos rojos de la sangre

A, Dos glóbulos humanos: uno visto de frente, y el otro de perfil; B, un glóbulo del camello; C, dos glóbulos de la rana: uno visto de frente, y el otro de perfil.

El diámetro de los glóbulos rojos del adulto es 0'006 milímetros á 0'007 milímetros; pero siempre existen glóbulos que son una tercera parte ó una mitad más pequeños que los otros. En la sangre normal escasean estos últimos, pero su número aumenta en ciertas condiciones anormales, particularmente en caso de anemia ó de oligaimia.

Según Gulliver, Welcker y otros, la dimensión de los glóbulos rojos de la sangre ha resultado ser en varios vertebrados la siguiente: hombre, $\frac{1}{3200}$ de pulgada inglesa; perro, $\frac{1}{3300}$; gato, $\frac{1}{4000}$; elefante, $\frac{1}{2746}$; caballo, $\frac{1}{4600}$; cabra almizclera, $\frac{1}{12325}$; paloma, $\frac{1}{2317}$; sapo, $\frac{1}{1043}$; lagartija, $\frac{1}{814}$; proteo, $\frac{1}{400}$; tiburón, $\frac{1}{1142}$.

11. En una preparación microscópica de sangre fresca se ha visto que los glóbulos rojos forman como unas pequeñas pilas (fig. 7), más ó menos altas ó cortas, semejantes á monedas adheridas entre sí por la superficie. En varias condiciones, como por ejemplo si están aislados, ó cuando la sangre se diluye en una disolución de sal común ú otras distintas sales (sulfato de sosa ó de magnesia), los glóbulos pierden su liso perfil circular y adquieren un contorno denticulado (fig. 8, *a*). Después, en un período posterior, pierden su forma discoidal, su tamaño disminuye y afectan la forma esférica, quedando la

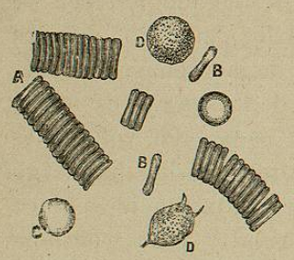

Fig. 7.—Sangre reciente de un cuerpo humano

A, Pilas de glóbulos rojos superpuestos; B, glóbulo aislado, visto de perfil; C, glóbulo aislado, visto por la superficie ancha; D, glóbulos blancos.

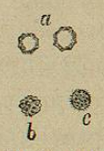

Fig. 8.—Glóbulos rojos de la sangre humana.

a, Glóbulos denticulados; *b*, *c*, id. en forma de castaña de caballo.

superficie cubierta de diminutos procesos. Dicha forma se llama *de castaña de caballo* (fig. 8, *b*, *c*), y probablemente se debe al hecho de perder los glóbulos ácido carbónico, pues la adición de éste les hace recobrar su forma discoidal y su contorno liso. El agua, los ácidos, el alcohol, el éter, una corriente eléctrica, y otros muchos reactivos, producen la decoloración de los glóbulos rojos. La materia colorante, que en general es la combinación de ésta con la globulina, llamada *hemoglobina*, se disuelve en el plasma. Lo que queda de los glóbulos se designa con el nombre de *estroma*. En la sangre de la lagartija y de la rana se puede separar el estroma de la hemoglobina y del núcleo por medio del ácido bórico (fig. 9, *b*). Brucke llama al primero *Oikoide* y á los segundos *Zooide*.

Fig. 9.—Glóbulos rojos del hombre y de la lagartija

A, Glóbulos rojos humanos después de la acción del ácido tánico; *a*, tres glóbulos rojos, de los cuales sale la hemoglobina; *b*, glóbulos de Roberts.

B, Glóbulos rojos de la lagartija después de la acción del ácido bórico; *a*, glóbulo en que se ve el zooide y el oikoide de Bruck; *b*, glóbulo que presenta el estroma reticulado; *c*, glóbulo con el retículo en el núcleo; *d*, el núcleo saliendo fuera.

Este estroma contiene, entre otras cosas, una buena cantidad de paraglobulina. El estroma de los glóbulos de los anfibios, observado con ayuda de ciertos reactivos, aparece ser de estructura reticulada; pero en estado fresco se presenta homogéneo y pálido. Se puede observar que la decoloración de los glóbulos se efectúa también en la sangre con ó sin la adición de líquidos del todo inofensivos, tales como el humor acuoso del ojo, el líquido hidrocélico, etc. El número de los glóbulos que decoloran es, sin embargo, escaso.

Los elementos de la sangre descritos por el doctor Guillermo Norris, de Birmingham, son simplemente glóbulos rojos de la sangre que se han decolorado por el modo de preparación (Alicia Hart).

12. La *hemoglobina* de los glóbulos rojos de la sangre forma cristales (fig. 10), que difieren por su figura en los diversos mamíferos. Siempre son microscópicos y de un color brillante.

En el hombre y la mayoría de los mamíferos afectan la forma de agujas prismáticas ó placas romboidales; en la ardi-

lla son placas hexágonas, y en el cerdo de Guinea tetraédricas ú octaédricas.

El mismo pigmento de la sangre es un polvo amorfo, de color pardo, oscuro ó negro, llamado *hematina*; pero se puede obtener en forma cristalina, como clorhidrato de hematina (fig. 11). Estos cristales, también microscópicos, de color de nuez, y en figura de estrechas placas rómbicas, se designan con el nombre de *cristales de hemina*, ó *cristales de Teichmann*. En la sangre humana extravasada se encuentran cristales de un color amarillo brillante ó anaranjado, á los que Virchow, su descubridor, dió el nombre de *hematoidina*. Se supone que son idénticas á la bilirrubina que se puede obtener de la bilis humana.

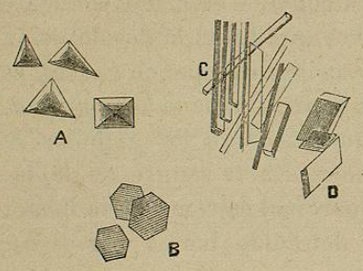

Fig. 10.—Cristales de hemoglobina
A, Del cerdo de Guinea; B, de la ardilla: C, D, humanos

Fig. 11. Cristales de hemina

13. Los glóbulos blancos ó incoloros de la sangre humana miden de 0'008 milímetros á 0'014 milímetros de diámetro, y son esféricos en la sangre circulante ó en la que acaba de salir de los vasos. Su sustancia es protoplasma trasparente, de aspecto granulado, que contiene mayor ó menor número de gránulos brillantes, los cuales pueden ser de naturaleza grasosa, ó bien, como se observa en algunas especies de sangre, particularmente la del caballo, de un color rojizo. Algunos observadores, como Semmer y Alejandro Schmidt, suponen que estos corpúsculos son intermediarios entre los glóbulos rojos y los blancos. El protoplasma de los glóbulos incoloros contiene glicógena (Ranvier, Schafer). En la sangre de los vertebrados inferiores, estos glóbulos son mucho mayores que en los mamíferos; pero en todos los casos se componen de protoplasma, comprenden uno, dos ó más núcleos, y su movimiento es amiboide. Esto se puede observar en los glóbulos cuando se hace una preparación microscópica de sangre fresca; pero siempre es más pronunciado cuando se aplica el calor artificial á la temperatura de la sangre de los mamíferos: entonces

se ve que emiten procesos filamentosos más ó menos largos, que pueden prolongarse ó retraerse gradualmente, apareciendo de nuevo en otro punto de la periferia. El glóbulo cambia de posición, bien por un movimiento fluctuante de su protoplasma en conjunto, en cuyo caso invade rápidamente el campo del microscopio; ó ya porque emite un proceso filamentoso, con lo cual se altera el resto de su masa. Durante este movimiento, el glóbulo puede recoger partículas del líquido que le rodea.

14. Los glóbulos blancos de la misma procedencia de sangre difieren considerablemente por su aspecto y tamaño, siendo unos la mitad más pequeños que los otros y más pálidos. Los de menor dimensión tienen generalmente un núcleo que ocupa la mayor parte del corpúsculo. Los mayores suelen presentar dos, tres ó más, y el movimiento amibóideo es más marcado que en los otros. Klein y Ranvier han observado directamente la división de los glóbulos blancos de la sangre en los vertebrados inferiores.

15. En todas las preparaciones microscópicas de la sangre del hombre y de los mamíferos se encuentra un número variable de glóbulos grandes, más ó menos angulosos, aislados ó en grupos, y que han sido estudiados especialmente por Oslei. Según Bizzozero, en la sangre fresca presentan la forma de discos pálidos, circulares ó ligeramente ovalados (fig. 12, *b*); y su tamaño varía de $\frac{1}{3}$ á $\frac{1}{2}$ del de los glóbulos rojos de la sangre. Dicho autor los llama *placas sanguíneas*, y supone que tienen una importancia esencial en la coagulación de la sangre, considerándolos como el fermento de la fibrina. Hayem los describió antes como formas intermedias en el desarrollo de los glóbulos rojos, llamándolos *hematoplastos*.

Fig. 12. Sangre humana
a, Glóbulos rojos de la sangre; *b*, placas sanguíneas de Bizzozero

16. **Desarrollo de los glóbulos de la sangre.**—En el primer período de la vida embrionaria, cuando aparece la sangre, ésta es un líquido incoloro que sólo contiene glóbulos blancos (cada uno con un núcleo), los cuales se derivan de ciertas células del mesoblasto. Estos corpúsculos blancos conviértense en rojos, que se aplanan, y su protoplasma se hace

homogéneo y toma un color amarillento. Durante la vida embrionaria aparecen nuevos glóbulos blancos, que también se trasforman en rojos. En el embrión del hombre y de los mamíferos conservan sus núcleos algún tiempo, pero al fin los pierden; formándose, sin embargo, por la división de los antiguos glóbulos rojos, otros nuevos con núcleo. Hasta en la sangre de los vertebrados inferiores adultos se ha observado esta división (Peremeschko), así como también en los mamíferos (médula de los huesos por Bizzozero y Torre).

La médula roja de los huesos (Neuman, Bizzozero y Rindfleisch), en la que numerosas células protoplasmáticas con núcleo (células medulares) se convierten en glóbulos rojos nucleados, es un importante centro para la nueva formación de los mismos en el embrión y en el adulto. El protoplasma del glóbulo se hace homogéneo y se tiñe de amarillo, perdiéndose al fin los núcleos. Considérase que el bazo es también otro centro para la formación de los glóbulos rojos, y que los blancos ordinarios se trasforman allí en los de dicho color; pero esto último no se ha demostrado evidentemente. En todos estos casos el protoplasma llega á ser homogéneo y llénase de hemoglobina, mientras que la célula crece aplanada y discóidea, desapareciendo por último el núcleo.

Schafer describió la formación intracelular (endógena) de los glóbulos rojos de la sangre como siendo al principio pequeñas partículas de hemoglobina, que por el crecimiento llegaban á ser pronto glóbulos rojos, en ciertas células del tejido subcutáneo de los animales jóvenes. Según Malassez, los glóbulos rojos se originan por un proceso de brote continuo de las células medulares.

Los glóbulos blancos parecen derivarse esencialmente de los órganos linfáticos, desde donde son conducidos por la linfa á la sangre en circulación.

CAPITULO III

Epitelio

17. **Células epiteliales** (fig. 13 A).—Son *células protoplásmicas y nucleares que forman masas continuas* en la superficie de la piel, y en las membranas que tapizan las vías digestivas, los órganos respiratorios, los órganos genitales, la superficie libre de la conjuntiva y la cara anterior de la córnea. Las paredes internas de los canales y alveolos de las glándulas secretorias y excretorias, tales como los riñones, el hígado, las glándulas mamarias, los ovarios, las glándulas salivares, mucosas, pépticas, de Lieberkun y sebáceas, los folículos del cabello, etcétera, se componen de células epiteliales; y lo mismo sucede con las partes sensitivas terminales de los órganos de los sentidos especiales. Por último, también se encuentran estas células en otros órganos, tales como la glándula tiroides, el cuerpo pituitario, etc.

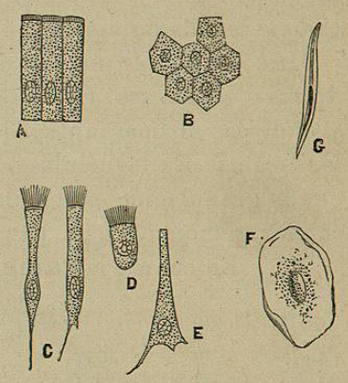

Fig. 13 A.—Varias especies de células epiteliales

A, Células prismáticas ó cilíndricas del intestino; B, células poliédricas de la conjuntiva; C, células ciliadas cónicas de la tráquea; D, célula con pestañas de la boca de la rana; E, célula cónica invertida de la tráquea; F, célula escamosa de la cavidad de la boca, vista de frente; G, célula escamosa vista de perfil.