

cloruro sódico ó de sulfato magnésico, como tambien en agua, pero soluble, lo mismo que todas las otras sustancias del grupo *globulina*, en soluciones diluidas de las sales alcalinas neutras, en soluciones alcalinas muy diluidas y aún en las soluciones de carbonatos alcalinos. El fibrinógeno, disuelto en el agua por adición de una cantidad mínima de algun álcali cáustico, se precipita por la adición de muy poco cloruro sódico, pero el precipitado vuelve á disolverse si se añade más ó del álcali cáustico ó del cloruro sódico. En disoluciones concentradas de los álcalis cáusticos se convierte en albuminato alcalino; en ácidos, aún los muy diluidos, se transforma rápidamente en albúmina ácida. Secado á la temperatura ordinaria, se altera pronto de tal manera, que se disuelve poco en las disoluciones ténues de cloruro sódico, y ya no sirve para la formación de fibrina. Elevando una disolución neutra á la temperatura de 53 ó 56°, se obtiene una coagulación coposa de una sustancia albuminóidea, mientras que la globulina del suero, análoga por lo demás, sufre la misma alteración solamente á la temperatura de 75°. La miosina da á la temperatura de 55° la misma coagulación que el fibrinógeno.

Este habia sido aislado ya por *Denis*, que mezcló una parte de una solución saturada de sulfato sódico con seis partes de sangre recién sacada de la vena, dejó los corpúsculos sanguíneos precipitarse y añadió al plasma separado el cloruro sódico suficiente para la saturación. El precipitado obtenido de esta manera, considerado por *Denis* como la sustancia coagulable y llamado *plasma*, contiene ciertamente todo el fibrinógeno, pero además aún el fermento fibrinífico de *Schmidt* y cantidades variables de globulina de suero. Disuelto en agua este precipitado provoca pronto la coagulación de fibrina, pero no deja de ser una mezcla de composición inconstante.

¿Cómo se transforma en fibrina el fibrinógeno? Para la resolución de este problema se ha dado un gran paso por los numerosos y variados experimentos de *A. Schmidt*, el fundamento de los cuales es el siguiente: Muchos trasudados, especialmente el líquido hidrocelico, evacuados por la punción en estado claro y puro, se conservan bastante tiempo sin sufrir alteración alguna, sobre todo sin que haya coagulación. Mas si se añaden unas cuantas gotas de sangre recién sacada, privada de su fibrina, la coagulación se presenta más ó ménos rápidamente. *Schmidt* se convenció de que varios otros jugos orgánicos pueden transformar el fibrinógeno en fibrina, lo mismo que la sangre defibrinada, y trató de aislar tanto la sustancia que, contenida en el trasudado, se transformaba en fibrina, como la que contenida en la sangre defibrinada, provocaba esta transformación. Descubrió el fibrinógeno diluyendo el trasudado con muchísima agua é introduciendo ácido acético muy diluido ó ácido car-

bónico, y tratando de la misma manera la sangre defibrinada ó el suero, obtuvo un precipitado que, disuelto junto con el fibrinógeno en una disolución sumamente diluida de sosa cáustica, produjo en corto tiempo la formación de fibrina. Según estos primeros ensayos, parecia que para la formación de la fibrina era necesaria la combinación de dos sustancias globulinosas, el fibrinógeno y la sustancia contenida en la sangre defibrinada, á la que *Schmidt* dió el nombre de *fibrinoplástica* (fibrinífica).

Investigaciones ulteriores demostraron que el precipitado obtenido con el suero de la sangre á beneficio de mucha agua y un ácido muy diluido, era una mezcla de varias sustancias, que en la formación de la fibrina no regia ninguna proporción determinada de equivalentes de fibrinógeno y de sustancia fibrinífica, y que en aquel precipitado obtenido con el suero, existia un cuerpo cuya acción *Schmidt* se creyó obligado á considerar fermentativa. Precipitándolas del suero recién preparado con alcohol fuerte y conservándolas durante semanas enteras y hasta meses en alcohol absoluto, consiguió hacer las sustancias albuminóideas casi completamente insolubles en el agua; pero decantando el alcohol y tratando el precipitado con agua, extrajo el fermento inalterado y apto para la formación de fibrina en los trasudados.

Según la opinión de *Schmidt*, este fermento del que no se conocen otros efectos, no se halla en la sangre normal circulante, sino que se forma en la misma después de sacada de la vena, en virtud de un proceso químico que se establece en los corpúsculos incoloros, y encontró que, al mismo tiempo, se descompone un gran número de estos si la temperatura no se mantiene bajo 0,5°; y que aún con esta temperatura baja, la descomposición se verifica lentamente. Según el mismo *Schmidt*, el frío y las sales no previenen solamente el desarrollo del fermento, sino que tambien la fermentación de los líquidos que ya contienen el fermento. Los trasudados fibrinogenados que no se coagulan espontáneamente, v. gr., el de la hidrocele, no contienen corpúsculos incoloros. Según los experimentos de *Albertoni*, la inyección de pancreatina disuelta en glicerina en las venas de un animal, destruye en parte los corpúsculos sanguíneos incoloros, y por esto retarda ó previene la coagulación de la sangre sacada de tal inyección; si la coagulación se verifica, la cantidad de fibrina que resulta, representa un tercio de la que se obtiene sin previa inyección de pancreatina. Tambien queda líquida ó se coagula muy tarde la sangre si en el momento de sacarla se mezcla con aquella disolución glicerinosa de pancreatina. Un efecto análogo producirían, según *Albertoni*, las disoluciones de pepsina.

Aunque las opiniones acerca la formación de la fibrina tienen todavía mu-



cho hipotético, ahora ya puede considerarse como hecho averiguado: 1.º Que la fibrina puede formarse tan solo en los líquidos que contengan fibrinógeno. 2.º Que las disoluciones de fibrinógeno, por sí solas, no dan fibrina, sino que es indispensable la acción específica de uno ó más cuerpos químicos, y que este ó estos cuerpos activos proceden de los corpúsculos incoloros de la sangre. Resulta, pues, que la coagulación de la sangre es una especie de fermentación que se establece en la sangre cuando ha sido puesta en contacto con el aire atmosférico ó sustraída del influjo de los jugos digestivos, y que si la cuestión no está resuelta aún, al ménos se halla en camino de serlo por los trabajos de los fisiólogos, que no se contentan con decir que se trata de un acto vital, sino que procuran averiguar cómo se verifican los actos vitales].—N. DEL T.

Después de dejar sentado lo que es la sangre en conjunto y de fijar la verdadera disposición y las relaciones naturales de los elementos diversos que la componen, vamos á entrar de lleno en el estudio detallado de su composición química.

Para conseguir alguna claridad en la enumeración de las muchas sustancias que forman parte de la sangre, no hay nada más cómodo que aprovecharse de esa análisis natural que se verifica espontáneamente en la sangre sacada de las venas, es decir, conviene estudiar aparte el *coágulo* ó cuajaron, y el *suero*.

*Coágulo*.—Según las análisis de Lecanü, 1,000 partes de sangre líquida dan 130 de coágulo seco, que consiste, como hemos dicho, únicamente en la mezcla de la fibrina con los glóbulos. Por 3 partes de fibrina, hay 127 de glóbulos.

Poco diremos de la fibrina. Solo recordaremos que existe en la sangre en estado de disolución y que es independiente de los glóbulos. [Según lo dicho en la nota anterior, no hay fibrina en la sangre, sino tan solo fibrinógeno cuya conversión en fibrina constituye el fenómeno de la coagulación].

Este hecho, que habia quedado dudoso por mucho tiempo, ha sido definitivamente establecido por Juan Müller, fisiólogo alemán (1801-1858), con un experimento que ha adquirido celebridad clásica, y consiste en separar los glóbulos de la fibrina por medio de una simple filtración. Müller tomó sangre de rana y la vertió sobre un filtro; los glóbulos quedaron sobre el filtro y la fibrina se coaguló en el líquido filtrado. Este experimento, tan sencillo como demostrativo, hace evidente de la manera más clara, la disolución de la fibrina en la sangre y su independencia de los glóbulos.

En estos glóbulos parece que residen las propiedades vitales de la sangre; privada de los glóbulos, la sangre ya no impresiona el sistema nervioso. Exa-

minemos, pues, cuidadosamente las propiedades especiales de los glóbulos de sangre.

Hay dos clases de glóbulos sanguíneos: los *glóbulos rojos* que caracterizan especialmente la sangre; y los *glóbulos blancos*, que son los corpúsculos que han entrado en la sangre con la linfa y el quilo.

Los glóbulos rojos son unos órganos que se encuentran en la sangre de todos los animales, sin excepción, pero con formas diferentes según sean estos; tienen en el hombre la forma de discos circulares, ó mejor dicho, lenticulares, del diámetro de  $\frac{1}{125}$  á  $\frac{1}{150}$  de milímetro, y presentan en su centro una mancha ó punto oscuro. En las aves, los reptiles y los peces los glóbulos sanguíneos

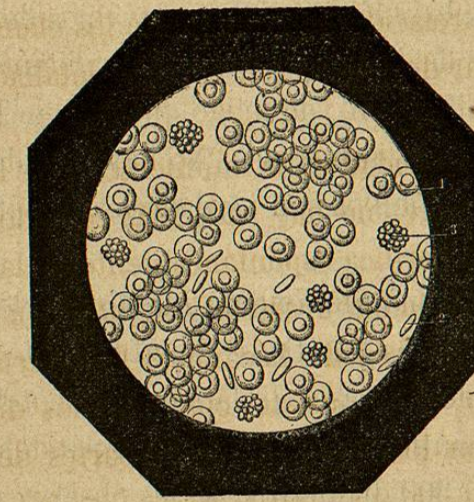


FIG. 31.—LOS GLÓBULOS SANGÜÍNEOS, ROJOS Y BLANCOS, VISTOS CON AUMENTO DE 600 DIÁMETROS.

1. Glóbulo rojo visto de cara.—2. Glóbulo rojo visto de perfil.—3. Glóbulo blanco.

son elípticos, y en vez del simple punto oscuro, ofrecen un verdadero núcleo, sólido, bien manifiesto y fácil de separar de su envoltura.

Los glóbulos sanguíneos del hombre tienen una gran tendencia á pegarse ó adherirse los unos á los otros de tal manera, que á los pocos instantes se les ve juntarse en forma de cadenas ó rosarios, de cuya disposición podemos, sin dificultad, formarnos una idea exacta figurándonos una pila un tanto inclinada de monedas sobrepuestas ó una pila voltáica. Abandonados á sí mismos, estos pequeños rosarios se deshacen y después los glóbulos mismos se alteran



visiblemente, les salen franjas en los bordes, se vuelven transparentes y acaban por desaparecer disueltos en el líquido por descomposición natural.

Son solubles los glóbulos sanguíneos en el amoníaco y demás álcalis, y en el ácido acético. El agua los disuelve en parte. En cambio, el azúcar y las disoluciones de sal y de sulfato de sosa los conservan.

La composición íntima de los glóbulos rojos de la sangre ha dado lugar á muchas discusiones. Hoy, empero, queda establecido que en los glóbulos rojos, y solo en ellos, se halla contenida la materia colorante de la sangre, la *hematosina*.

El Dr. Donné veía en los glóbulos rojos una vesícula, de naturaleza albuminóidea, conteniendo una sustancia líquida, la *hematosina*; mas hoy se sabe que los glóbulos rojos de la sangre humana no encierran ningún núcleo.

No estará fuera de su lugar aquí una exposición del estado actual de nuestros conocimientos sobre los glóbulos blancos y rojos de la sangre.

Los *glóbulos blancos* de la sangre tienen un diámetro de 8 á 9 milímetros (milésimos de milímetro), de modo que son un tanto más gruesos que los rojos, pero mucho menos numerosos. No hay más de 1 glóbulo blanco por 300 glóbulos rojos. Estos glóbulos son verdaderos glóbulos, es decir, bolillas ó cuerpos esféricos.

Los glóbulos blancos son enteramente idénticos á los corpúsculos de linfa que se encuentran en los vasos linfáticos. Efectivamente no son otra cosa que los corpúsculos que desde los vasos linfáticos y el conducto torácico han pasado á la sangre. Ellos contienen núcleos. Examinándolos bajo el microscopio con un aumento de 200 á 300 diámetros, se les observa un aspecto granuloso, un contorno irregular y un color característico parecido al blanco mate de la plata.

Para examinar su estructura interna es preciso deshacerlos mecánicamente, para lo cual basta introducir entre las dos láminas de cristal que encierran la sangre sobre el *porta-objetos* del microscopio, unas cuantas gotas de agua, que hinchándolas, alisan su contorno. Entonces se ve aparecer su núcleo de forma irregular y algunas veces doble ó triple. La adición de ácido acético al agua hace todavía más manifiesta esta modificación, pudiendo quebrar el núcleo en varias partes ú ofrecer dos ó tres núcleos reunidos en un glóbulo.

Es evidente que los glóbulos blancos de la sangre proceden de la linfa; pero ¿qué sucede con ellos una vez derramados en la sangre? Probable es que sirvan para la formación de los glóbulos rojos; pero esta afirmación no se funda en ninguna observación directa. La filiación entre los glóbulos blancos de la sangre y los corpúsculos rojos está todavía por encontrar.

En estado de salud el número de los glóbulos blancos varía mucho, disminuye durante la abstinencia y en las personas de edad; es más grande después de las comidas y á consecuencia de hemorragias. Su aumento después de las comidas constituye el estado que se ha llamado *leucocitosis fisiológica* (granuladura blanca normal).

Abundan particularmente los glóbulos blancos en las venas del bazo y del hígado.

En ciertas enfermedades los glóbulos blancos se acumulan hasta formar la tercera parte ó la mitad de la masa de los corpúsculos sanguíneos, perdiendo la sangre también parte de su color, y por esta razón se ha dado á estas enfermedades el nombre de *leucemia* (sangre blanca) ó *leucocitemia* (sangre de gránulos blancos).

Los corpúsculos rojos de la sangre preséntanse, como hemos dicho, bajo el microscopio, en la forma de pequeños discos aplanados en su centro y sus dos caras, gruesos en sus bordes y con un diámetro de  $\frac{1}{125}$  á  $\frac{1}{150}$  de milímetro (7 á 8 milimilímetros).

No se distingue en los corpúsculos rojos núcleo ni cubierta definida; solo que la capa externa es muy delgada y parece indicar la existencia de una membrana propia, ó por lo ménos una zona exterior más condensada y de composición diferente de la del contenido de los glóbulos. Recientemente Bechamp ha afirmado de nuevo la existencia de una cubierta que encierra los corpúsculos rojos de la sangre.

[Las investigaciones microscópicas de *Ranvier*, autoridad irrecusable en este asunto, parecen probar que realmente existe una membrana delgada, elástica al rededor de los corpúsculos rojos; y también el anatómico alemán *Krause*, en su reciente tratado de anatomía general microscópica, afirma que los corpúsculos rojos tienen una membrana. La opinión contraria del mayor número de fisiólogos y químicos (*Hoppe-Seiler*. Química fisiológica. Berlín 1879, página 371), se funda en el experimento que hizo *Rollett* en 1862, virtiendo sangre en cola líquida y examinando luego, cuando la masa se había solidificado, varios cortes de la misma; siempre se encontró el contenido de los corpúsculos solidificado también, lo cual no sería posible, dicen *Rollett* y sus secuaces, si los corpúsculos tuviesen una membrana que los envuelve, porque la cola no podría atravesarla].—N. DEL T.

Los corpúsculos rojos son sumamente alterables, tomando sus bordes una forma dentellada cuando el líquido seroso en que flotan, se evapora un poco.

En estos últimos tiempos se han hecho muchísimas investigaciones acerca de la composición química de los corpúsculos rojos de la sangre, cuyo resul-