

tuir el sér viviente. Basta esto para comprender su importancia en los actos de la vida y para hacerse cargo de la necesidad de prestar la mayor atención al estudio de sus propiedades. Es cierto en efecto que el conocimiento perfecto de las propiedades de este líquido, que el médico Borden, en el siglo pasado, caracterizaba tan felizmente llamándolo *carne fluente*, nos revelaría todos los misteriosos fenómenos de la nutrición y de la organización animal.

Considerándola primero bajo el punto de vista puramente químico, nos preguntaremos ¿qué es la sangre?

Pocas palabras bastarán para caracterizar la verdadera naturaleza de este líquido complejo.

La sangre no es otra cosa que un líquido acuoso que tiene en disolución albúmina, en media disolución fibrina y en suspensión ciertos cuerpos de volumen microscópico á los que se da el nombre de *glóbulos sanguíneos*.

Esta constitución del líquido sanguíneo nos explica el sorprendente fenómeno que debe llamar poderosamente la atención del que empieza á ocuparse en estudios referentes á la sangre. Nos referimos al fenómeno de su coagulación.

Cuando se practica una sangría en un hombre, es decir, cuando después de detener por medio de una ligadura, el curso de la sangre hacia el corazón, se abre una vena con una lanceta y se recibe en una vasija el chorro de sangre líquida, se observa, al cabo de una hora, poco más ó ménos, que la sangre se ha *coagulado*, es decir, se ha dividido en dos partes, á saber: en una especie de jalea rojiza y trémula que se llama *coágulo* ó cuajaron, y una parte líquida de color amarillento, el *suero*. (Fig. 30).

¿De qué viene la coagulación de la sangre? La coagulación de la sangre es la consecuencia de la precipitación de la fibrina, materia que, disuelta naturalmente en la sangre durante el estado de vida, se separa, hecha insoluble en la sangre sacada de los vasos. En otros términos, la fibrina soluble en la sangre viva, es insoluble en la sangre muerta. Esta fibrina, precipitándose en medio del líquido que tiene en suspensión los glóbulos de sangre, los arrolla como en las mallas de una red y los arrastra consigo, formando lo que se llama cuajaron ó *coágulo*.

Este es, pues, el mecanismo físico de la coagulación de la sangre. El *coágulo* es la reunión de los glóbulos sanguíneos y de la fibrina; el *suero* es el líquido aguanoso que sobrenada al coágulo y contiene todas las sustancias solubles.

Mas ¿cuál es la verdadera causa que determina la precipitación de la fibrina? ¿Cómo sucede que la fibrina, soluble en la sangre viva, se precipita tan pronto como la sangre es sacada del cuerpo? No podemos aún explicar satisfactoria-

mente este fenómeno. Por medio de experimentos se demuestra que ni el calor que la sangre tiene en el estado vivo, ni la agitación que resulta de la circulación en los vasos, ni la presencia del oxígeno del aire pueden explicar la coagulación de la sangre fuera de las venas. Efectivamente, calentada hasta tener la temperatura del cuerpo humano, la sangre se coagula aún más rápidamente. Agitada fuera de sus vasos propios, mantenida en el vacío, no deja de sufrir su modificación ordinaria. Nos vemos, pues, obligados á admitir que en este

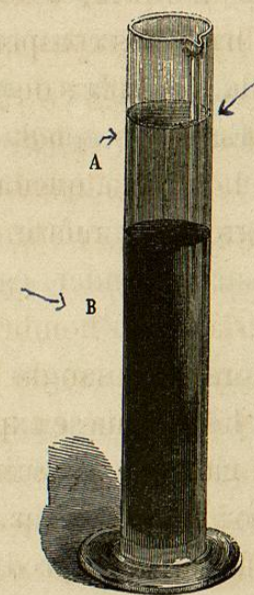


FIG. 30. — SANGRE COAGULADA.

B. Coágulo. — A. Suero.

fenómeno hay algo de un acto vital: que por una causa vital, es decir, desconocida, la sangre disuelve la fibrina, dejándola precipitarse cuando la vida la abandona.

Contra esta manera de considerar el fenómeno de que tratamos, se han hecho algunas objeciones que conviene referir para refutarlas.

Se ha dicho que basta una cantidad muy pequeña de carbonato de sosa ó de amoníaco para impedir la coagulación de la sangre. Se ha hecho constar que en un número regular de enfermedades la sangre permanece flúida después de

la muerte y que lo mismo sucede con los animales sometidos á una descarga eléctrica ó que sucumben á la accion de ciertos venenos.

Se ha dicho tambien que ese estado de disolucion de la fibrina no deja de tener otros análogos en la naturaleza muerta. El almidon, v. gr., en combinacion con el agua, adquiere un estado de disolucion que recuerda el de la fibrina, puesto que cuando las disoluciones acuosas de almidon se conservan algun tiempo, el almidon se separa, y por lo demás basta la adicion de una sal soluble ó la exposicion al frio para provocar su precipitacion. Igualmente el azul de Prusia en su estado natural, del todo insoluble en el agua, puede disolverse aparentemente y pasar por los filtros con solo añadir al agua un poco de cianuro potásico. Mas con el tiempo la sal insoluble acaba por precipitarse.

Estas objeciones, con todo y hacernos comprender la manera como la separacion de la fibrina puede efectuarse en la sangre sacada de sus vasos, no nos dan la razon de ese fenómeno. En efecto, queda por descubrir cuál es la causa que provoca esta separacion de la fibrina, queda por explicar por qué esta precipitacion que se verifica despues de la muerte, no se efectúa durante la vida. Esta causa, lo repetimos, á nuestro entender, es vital, es decir, inaccesible á nuestras explicaciones.

En cuanto á la no coagulacion de la sangre á la cual se haya añadido un poco de materia alcalina, es un hecho que se explica sin dificultad, puesto que las sales alcalinas disuelven los glóbulos sanguíneos, y si se añade á la sangre carbonato de sosa, su coagulacion no puede ser sino muy débil, y hasta ha de ser nula hallándose disuelta la materia que produce el coágulo. La fibrina es la única sustancia que la sangre deja precipitar; luego es muy natural que no forme cuajaron, ya que permanece disuelta en el suero.

[Aunque hace más de cien años que Hewson habia comprendido ya que la coagulacion de la sangre no depende de los corpúsculos rojos, y á pesar de que la coagulabilidad de la linfa que no contiene corpúsculos sanguíneos rojos, demuestra terminantemente que este proceso no depende de esas células; sin embargo, se ha afirmado repetidas veces que la coagulacion de la sangre es obra de una sustancia que procede de los corpúsculos rojos. Esta opinion fué aventurada por Prevost y Dumas, y repetida recientemente por Heynsius. Juan Müller observó que la sangre de rana, mezclada con una disolucion débil de azúcar, puede ser privada de sus corpúsculos rojos por medio de la filtracion, sin que se verifique coagulacion alguna en el líquido; la manera como se conduce la sangre de caballo demuestra aún más decisivamente que la sustancia que sufre la coagulacion está contenida en el líquido sanguíneo, en el *plasma*. Pero si esta sustancia se forma en los corpúsculos, como opina Alejandro

Schmidt, ó no, es una cuestion que no parece aún posible resolver; lo cierto es que el plasma de la sangre en circulacion contiene ya este cuerpo coagulable.

En la coagulacion de la sangre ó del plasma separada del resto, las capas inferiores suelen ser las primeras que se presentan coaguladas, avanzando despues la coagulacion rápidamente hácia arriba, sin que se note el más mínimo cambio de volúmen. Al cabo de un espacio de tiempo más ó ménos largo se verifica cierta alteracion, contrayéndose la masa coagulada para formar una masa gelatinosa de la figura del vaso, si bien de un diámetro algo menor. Esta contraccion del coágulo dura varias horas, pudiendo acelerarse y aumentarse conmoviendo y meneando la masa. El coágulo encierra casi completamente los corpúsculos rojos, y como en la sangre abandonada á sí misma, una gran parte de los corpúsculos rojos se precipita al fondo, las capas inferiores del coágulo los han de contener en mayor número que las superiores, y por esto, despues de algun tiempo, son más blandas, gelatinosas y ménos contraidas que las últimas. Cuando por la precipitacion de los corpúsculos sanguíneos, la capa superior del líquido ha quedado despojada de los mismos ántes de verificarse la coagulacion, luégo cuando esta ha tenido lugar, aquella capa superior exenta de corpúsculos se contrae con una intensidad y uniformidad especiales. Esta capa, libre de corpúsculos rojos, pero provista de corpúsculos incoloros, ha recibido el nombre de *costra inflamatoria ó flogística*, porque los médicos antiguos la vieron formarse en la sangre de enfermos sangrados por afecciones inflamatorias, mientras que en la sangre de personas sanas no la observaban. Tal costra inflamatoria suele encontrarse en la sangre coagulada de las personas afectadas de pneumonía, erisipela, reumatismo agudo, hidremia y, segun parece, normalmente en los últimos meses del embarazo. Pero más pronunciada aún se observa en la coagulacion de la sangre del caballo en virtud de la rápida precipitacion de los corpúsculos rojos. A pesar de todas las afirmaciones, no puede considerarse como demostrado un desprendimiento de calor en el momento de la coagulacion de la sangre, si bien es de presumir que se desprenda una pequeña cantidad de calor cuando un cuerpo disuelto se elimina de su disolucion.

Por la contraccion del coágulo sanguíneo resulta libre y claro, ó bien más ó ménos turbio, de color blanquecino ó más ó ménos intensamente amarillo, el suero en el cual se hunde el coágulo contraido, si no se ha desecado en la superficie ó adherido á la pared. Por medio de una pipeta, puede sacarse este suero y privarse completamente, dejando reposar durante algunas horas y decantando luégo, de los corpúsculos que acaso se hayan aspirado al mismo tiempo. Para convencerse de si el suero está perfectamente libre de corpúsculos sanguíneos,

basta examinarlo en un tubo de ensayo con el espectroscopio para ver si presenta las dos estrías características de la oxihemoglobina.

Si la sangre sacada de la vena se sacude, sola, ó mejor, junto con mercurio, arena ó pedacitos de vidrio, ó se agita rápidamente con un baston, el coágulo se adhiere á las paredes del vaso y á la superficie del cuerpo introducido, en forma de masas elásticas blanquecinas, fibrosas ó membranosas; la sangre *defibrinada*, librada de estos coágulos por decantacion ó por filtracion á través de un tejido fofo, no suele ya ofrecer otra vez fenómenos de coagulacion. Con todo, preséntanse estados morbosos en que se observan varias coagulaciones sucesivas de la misma porcion de sangre, de modo que el suero decantado despues de la coagulacion, contenga todavía corpúsculos rojos ó no, vuelve á coagularse despues de algun tiempo, y así sucesivamente. *Polli*, que observó y describió esta particularidad, se creia obligado á suponer en semejante sangre la existencia de una clase especial de sustancia coagulable. Pues no hay tal; porque la causa del fenómeno no está en la sustancia coagulable, sino en la que provoca la coagulacion.

En la rigidez cadavérica la sangre se encuentra casi siempre completamente coagulada en los vasos; pero hay casos en que, todavía al cabo de ocho á veinticuatro horas despues de la muerte, la sangre se encuentra flúida en los cadáveres, coagulándose empero pronto despues de sacada, toda de una vez, ó ya en varias veces sucesivas. En el escorbuto grave dicen que la sangre pierde totalmente su coagulabilidad; en la leucemia los coágulos son, sobre todo en el corazon, extraordinariamente blandos, blanquecinos y delicuescentes á causa del gran número de células sanguíneas incoloras incluidas en los coágulos.

En el corazon y los grandes vasos de los cadáveres encuéntranse coágulos más ó ménos firmes, pobres ó completamente faltos de corpúsculos rojos; á veces serosos ó gelatinosos, si la muerte ha sido lenta, de modo que los últimos movimientos del corazon no han podido empujar la sangre adelante, sino que tan solo la azotaron, empezando ya á paralizarse el corazon y las paredes vasculares y los corpúsculos incoloros. Más á menudo aún encuéntranse en los cadáveres coágulos lardáceos que despues de la precipitacion de los corpúsculos rojos en el corazon parado por la muerte, se han formado en las capas superiores de la sangre que contenia.

El influjo que ejercen los tejidos vivos para impedir la coagulacion de la sangre, ha sido demostrado primero por Astley Cooper y despues más detenidamente con numerosos experimentos por Ernesto Brücke; mas hasta ahora no se ha conseguido dar una explicacion cabal de la causa de este fenómeno. Brücke

halló que la sangre de tortuga se conservaba mucho tiempo en estado flúido si quedaba encerrada en el corazon sacado del animal vivo. Si en un perro vivo se aísla de los tejidos vecinos un pedazo de la carótida, ligándolo por arriba y por abajo de manera que en este internodio artificial quede separada del resto una porcion de sangre, y si entónces se cierra la herida con un par de puntos de sutura, al abrirla despues, al cabo de horas, se observa que la sangre aislada ha permanecido flúida, pero se coagula á los pocos minutos de haberla dejado escaparse del trozo vascular. Este experimento, practicado por primera vez por *Hewson*, demuestra que el movimiento de la sangre no es indispensable para mantenerla en su estado de fluidez. *Glenard* encontró que si en un animal vivo se liga por arriba y abajo la vena yugular y se saca del cuerpo, la sangre, aislada de esta manera, permanece líquida durante mucho tiempo, pero que se coagula en seguida si se la deja salir del vaso. Este experimento sencillo ha sido utilizado por *Fredericq* para obtener el plasma de la sangre de caballo.

Por otra parte, es un hecho conocido que en los puntos necrosados de las paredes vasculares se forman coágulos sanguíneos, así como en las partes inflamadas de la túnica interna de los vasos, en las chapas calcáreas ateromatosas y las úlceras de las arterias y finalmente al rededor de los cuerpos extraños introducidos en los vasos sanguíneos de animales vivos. *Virchow* encontró que los glóbulos de mercurio, de médula de sauco y de cauchuc que introducía en las venas, se cubrian de sustancia coagulada. Segun las observaciones de *Zahn*, muchos corpúsculos sanguíneos incoloros se depositan sobre los cuerpos extraños que se ponen en contacto con el torrente sanguíneo, sin que llegue á formarse un émbolo permanente, sino que pueden volver á entrar en la circulacion; el coágulo fibrinoso, empero, que entónces se forma, no vuelve á disolverse á su vez.

Acerca del *proceso químico* de la coagulacion de la fibrina se sabe lo siguiente:

El plasma se distingue del suero de la sangre por contener una sustancia que produce la fibrina, y por esto se ha llamado *fibrinógeno*, cuerpo preparado por primera vez por *Alejandro Schmidt* y que perteneciendo al grupo globulina de las sustancias albuminóideas, se transforma en fibrina en condiciones determinadas de las que aún no se sabe mucho. Contienen fibrinógeno, además del plasma sanguíneo, los trasudados normales y patológicos, como la linfa, el quilo, el trasudado de la pleura y del pericardio, de hidrocele; los exudados inflamatorios, v. gr., el líquido de las ampollas levantadas por un vejigatorio, y muy probablemente tambien el líquido coagulable llamado sangre de los animales invertebrados. El fibrinógeno es insoluble en una disolucion saturada de