

NUEVAS INVESTIGACIONES ACERCA DE LA CIRCULACION LINFATICA EN EL OJO VIVO Y EN OTROS ORGANOS, Y SU MEDIDA.

El humor acuoso que llena la cámara anterior y los líquidos de excreción de los órganos intraoculares ¿salen constantemente del ojo en una corriente apreciable, o bien son líquidos estancados sujetos únicamente a las corrientes osmóticas y a las diferencias de presión intravascular? Si es lo primero ¿por dónde y cómo se verifica la excreción de los humores intraoculares y en qué proporción se hace ésta en la unidad de tiempo? Si lo segundo ¿sobre qué pruebas se apoya tal hipótesis y cómo se verifica el cambio de líquidos para mantener la nutrición del ojo?

Las ideas clásicas respecto a la salida constante de los líquidos intraoculares por filtración a través de la pared interna del canal de Schlemm y las venas ciliares anteriores, tenían en su apoyo los resultados de observaciones clínicas minuciosas y de experiencias que no sólo habían llegado a localizar el ángulo de la cámara anterior como el sitio por donde se verifica, en su mayor parte, la excreción del humor acuoso, sino que hasta habían pretendido determinar la cantidad de esta excreción en la unidad de tiempo.

Las inyecciones de sustancias coloridas no difusibles, hechas en la cámara anterior por Schwalbe, Leber, Rochon-Duvignaud, Gutmann, etc., probaron que las partículas coloridas se acumulaban en gran cantidad en el ángulo de la cámara y pasaban después al canal de Schlemm, de donde salían fuera del ojo por las venas ciliares anteriores. Ya se admitiera que las partículas coloridas pasaban a través de los intersticios del endotelio de la pared interna (Leber) o ya que penetraban por rupturas producidas al hacerse la inyección (Rochon-Duvignaud), el hecho era que llenaban por completo la cavidad del canal y de allí salían por las venas ciliares anteriores fuera del ojo. Natural era pensar que tal era la vía fisiológica de excreción.

Núel y Benoit con inyecciones de tinta de china en la cámara anterior demostraron que las partículas negras no sólo se acumulaban en el ángulo, sino que penetraban en la cara anterior del iris y aun en las venas del cuerpo ciliar. De allí dedujeron que también la cara anterior del iris, especialmente por sus criptas, sirve para la excreción del humor acuoso.

Leber y sus discípulos intentaron medir exactamente la filtración normal, valiéndose de aparatos que inyectaban una solución salina filtrada en la cámara anterior a una presión constante. Por medio de un tubo de escurrimiento graduado, era fácil medir con exactitud la cantidad que penetraba en la unidad de tiempo. Con esta penetración se hacía de una manera bastante regular, y como el ojo, según Leber, puede asimilarse a una cápsula cerrada inextensible, la entrada de líquido a la cámara anterior debía corresponder exactamente a la cantidad que se eliminaba a través del ángulo y por lo tanto

medía exactamente la excreción. Valiéndose de ojos de animales recientemente enucleados, Leber y Bentzen encontraron para la filtración las cifras siguientes: *ojos de conejo*: 4.3 a 7^{mm}3 por minuto. *Ojos humanos*: 4 a 9^{mm}3 por minuto; pero la filtración no era constante y disminuía de minuto en minuto.

Niesnamoff utilizando líquidos cuidadosamente filtrados y del *manómetro de filtración* de Leber, perfeccionado, llegó a obtener mayor constancia en la filtración encontrando a una presión de 25^{mm} de H², los promedios siguientes:

Ojos de conejo.....	7 ^{mm} 3 por minuto
„ „ puerco.....	11 „ „ „
„ „ perro.....	18 „ „ „
„ „ buey.....	62 „ „ „
„ „ humanos.....	5.5 „ „ „

Repetiendo las experiencias de Leber y Niesnamoff con el modelo perfeccionado del manómetro de filtración, encontré que todo el método de Leber estaba basado sobre un dato falso: la suposición *a priori* de que la cantidad que se inyecta en la cámara anterior es igual a la que sale del ojo por filtración. Para determinar la cantidad real de líquido que sale del ojo muerto por las venas ciliares anteriores cortadas, instituí una serie de experiencias poniendo el ojo en relación con el manómetro de filtración para medir exactamente la cantidad que entra y recogiendo en una cápsula el líquido que sale del ojo y pesándolo, al cabo de cierto tiempo. De esta manera pude demostrar sin dificultad, que la cantidad excretada es mucho menor que la cantidad inyectada y que cuando menos la tercera parte y a veces hasta la mitad del líquido que penetra en la cámara anterior queda retenido dentro del ojo. Así pues, la esclerótica no se comporta como una cápsula rígida e inextensible, sino como una cápsula elástica que va almacenando líquido.

Por lo tanto, las medidas que para la filtración daban Leber y su escuela eran inexactas y muy elevadas. En realidad representan sólo la capacidad de la cámara anterior, que es variable según muchos factores en el ojo muerto.

Uno de los principales, es el estado de plenitud del vítreo y por lo tanto la presión en el segmento posterior del ojo. Si por medio de una aguja introducida en el vítreo y puesta en comunicación con otro aparato de presión se van inyectando líquidos en el segmento posterior, la cantidad que penetra a la cámara anterior va disminuyendo y aun, si la presión en el vítreo es suficiente, puede detenerse toda filtración por la aplicación mecánica de la raíz del iris contra la córnea, según lo demostré por medio de preparaciones microscópicas de ojos congelados durante la experiencia. (1)

El Profesor Leber pretendió refutar mis experiencias que trató de inexactas y mal ejecutadas y sostuvo conmigo una apasionada y larga controversia (2); pero habiéndolas repetido llegó a confesar (3) que, en efecto, la

(1) Uribe y Troncoso. Recherches expérimentales sur la filtration de liquides salins et albumineux a travers la chambre antérieure et son rôle dans la genèse du glaucome. *Annales d'Oculistique*. Enero de 1905.

(2) Th. Leber. Sur la filtration de l'oeil et sur son rôle dans la pathogénie du glaucome. Remarques relatives au travail de M. le Dr. Uribe y Troncoso. Tomo CXXXIII. Junio de 1905.

(3) Th. Leber. Encore quelques mots a propos de la mensuration de la filtration de l'oeil. *Ann. d'Oculistique*. Tomo CXXXIV. Septiembre de 1905.

Uribe y Troncoso. Sur la filtration de l'oeil et son rôle dans la pathogénie du glau-

cantidad del líquido que sale del ojo es mucho menor que la que se inyecta en la cámara anterior (a veces sale sólo una tercera parte). Era reconocer que el manómetro de filtración no puede dar resultados exactos y que el fundamento método es falso.

En su último artículo (1) basándose en nuevas investigaciones, reconoce además la influencia del estado de plenitud del vítreo (del ojo muerto en la cifra de la filtración aparente) y la realidad de la oclusión del ángulo de la cámara anterior por la raíz del iris, cuando la presión del vítreo aumenta, señalando también la influencia notable que muchos factores, entre ellos la temperatura, tienen en la cifra de la filtración en el ojo muerto.

Por medio de experiencias laboriosísimas quiso medir la filtración en el ojo recién enucleado mantenido a una temperatura constante, pero siempre adhiriéndose al principio de que puede medirse la cantidad que sale del ojo por la que se inyecta en la cámara anterior en la unidad de tiempo.

Habiendo trabajado mucho con el aparato de Leber, quedé persuadido de que era inútil tratar de resolver el problema de medir la cantidad de líquido que sale del ojo en la unidad de tiempo valuando *la cantidad inyectada*; que lo mejor era medir directamente la cantidad que *sale realmente* y que las experiencias de Leber practicadas en *ojos muertos*, tenían el vicio original de no ser aplicables al ojo vivo, pues siendo la presión intraocular debida en gran parte a la presión sanguínea y faltando ésta en el ojo muerto, no puede substituirse artificialmente de una manera completa y constante, en particular en el segmento posterior del ojo, adonde el líquido inyectado va acumulándose más y más, distendiendo la cápsula ocular, y haciendo variar la cifra de la filtración aparente que casi nunca llega a alcanzar una verdadera constancia.

De todas maneras las investigaciones para tratar de medir la filtración en ojos muertos, me demostraron que había un aparato anatómico y fisiológicamente dispuesto para dar salida a los líquidos que se inyectan dentro del ojo (cámara anterior o vítreo); que este aparato estaba constituido por el canal de Schlemm y las venas ciliares anteriores y que podía medirse con facilidad la cantidad de líquido que salía por las venas cortadas, colocando el ojo en un medio apropiado.

Era necesario, pues, abandonar por completo el método de Leber y tratar de demostrar en el ojo vivo:

1º Si realmente existe un escurrimiento de excreción constante del humor acuoso fuera del ojo.

2º Si es posible medir la cantidad que sale en la unidad de tiempo.

Para lo primero era necesario poder aislar el ojo y observar en un medio apropiado las vías de salida; para el segundo recoger y medir los líquidos excretados. Una particularidad del ojo del conejo facilitó singularmente mi tarea. En el animal vivo el globo puede ser luxado en gran parte fuera de la

come. Rectifications a propos d'un article de critique du Prof. Th. Leber. *Ann. de Oculistique*. Tomo CXXXIV. Octubre de 1905.

Th. Leber. Nouvelles recherches sur la pression et la filtration de l'œil. A propos des questions soulevées par M. Uribe y Troncoso. *Ibid.* Tomo CXXXV. Abril de 1906.

Uribe y Troncoso. La filtration de l'œil et la pathogenie du glaucome. Deuxième réponse aux critiques du Prof. Th. Leber *Ibid.* Tomo CXXXVII. Febrero de 1907.

(1) Th. Leber und A. Pilzecker. Neue untersuchungen über den Flussigkeitswechsel des Auges. *V. Graefe's. Archiv für Ophthalmologie* B. LXIV. H. 1. 1906.

órbita, sin que sufra nada en su integridad anatómica y en su funcionamiento fisiológico. Si se corta la conjuntiva en todo el contorno de la córnea, exactamente en su inserción y se despegla en seguida de la esclerótica hasta cerca del ecuador, se puede, una vez luxado el ojo fuera de la órbita, introducirlo en un recipiente de vidrio lleno de aceite, de modo que el vértice de la córnea constituya el punto más inferior. Al cabo de diez a veinte minutos, podrá ya verse salir por las aberturas de las venas ciliares anteriores cierta cantidad de un líquido claro que se reúne debajo de las gruesas gotas de sangre que escurren por las venas, junto a los músculos. Además, podrán observarse en todo el contorno de la córnea numerosas gotitas más finas de líquido enteramente trasparente. Si se quitan estas gotas, otras nuevas vienen a reemplazarlas. Como la sangre y el líquido claro no son miscibles con el aceite, las gotitas quedan en suspensión en este último o caen al fondo del recipiente, de donde pueden recogerse y medirse con exactitud, según detallaré después.

Por este método pude comprobar, sin género de duda, que no sólo sale sangre del ojo, sino sangre y linfa. Comparando el líquido excretado con la sangre de la oreja del animal llegué a obtener para la filtración de un minuto un promedio de 5.2 mm^3 en doce experiencias en el conejo (1).

Mis investigaciones me llevaron también a la conclusión de que el canal de Schlemm no es, como pretende Leber, un seno venenoso, sino que en estado normal está lleno de linfa y que, por tanto, debe considerársele como un canal linfático.

A pesar de su facilidad de ejecución y de su fuerza probatoria, mis experiencias no llegaron a convencer a algunos autores, de la realidad de la existencia de una corriente de excreción del humor acuoso a través del ángulo de la cámara anterior.

Otto Weiss (2) niega absolutamente las ideas clásicas acerca de la excreción continua de los líquidos oculares y cree que su renovación depende sólo de cambios en la presión intravascular. Piensa que a determinada presión en los vasos del ojo corresponde una presión intraocular también determinada. El aumento o la disminución de la presión intravascular provoca el aumento o la disminución de la presión intraocular. La corriente líquida va de los vasos al interior del ojo o del interior del ojo a los vasos en el sentido de la presión más débil, sin que haya propiamente una excreción constante fuera del ojo.

Una de las pruebas más concluyentes de la verdad de sus afirmaciones sería, según Weiss, que la presión en el interior de las venas de la corioidea, del cuerpo ciliar y del iris es mucho más elevada que la presión que reina en la cámara anterior; por consecuencia no podría absorber el humor acuoso, y como el canal de Schlemm forma, según él, parte de la red venosa, existe en su interior la misma o mayor presión que en las venas ciliares por ser sus

(1) Uribe y Troncoso. La filtration dans l'oeil vivant et la nature véritable du canal de Schlemm.—*Annales d'Oculistique*.—Octubre de 1909.

(2) Otto Weiss. Der intraoculare Flüssigkeitswechsel, *Zeitschrift für Augenheilkunde*. Enero de 1911. Tomo XXV.

comunicaciones con estas últimas sumamente finas. Así pues no podría servir tampoco de medio de absorción y de excreción.

Como éste es uno de los principales argumentos de Weiss, pues los otros se reducen a consideraciones y deducciones teóricas, es necesario examinarlo en detalle.

Según sus experiencias personales, Weiss valúa la presión de la sangre en las arterias del interior del ojo en 50 a 70 milímetros de mercurio, durante el diástole; porque aumentando artificialmente la presión intraocular, comienzan las oscilaciones del pulso a suspenderse cuando se llega a esta presión en el interior del ojo. Debe calcularse que en la propulsión de la sangre de los capilares se gastan cerca de 10^{mm} . Al principio del sistema venoso la presión sería, pues, de 40 a 60^{mm} . Hg. Debe disminuir más todavía en los troncos de salida, pero queda superior a la presión intraocular. Weiss apoya esta última aserción en que haciendo investigaciones sobre las venas de la retina del conejo vió que bastaba aumentar 10 a 20^{mm} . Hg. la presión intraocular para interrumpir la circulación venosa. Procediendo por analogía supone que la presión en las venas de la uvea debe ser igual a la de la retina, es decir, de 35 a 45^{mm} . Hg. y como las venas del cuerpo ciliar pertenecen a la uvea y una parte desemboca en el canal de Schlemm, en ellas y en el canal la presión debe ser más alta que la tensión intraocular.

Desde luego los cálculos de Weiss para la presión en los capilares intraoculares son muy altos. No son 10 mm. de mercurio los que se consumen en el paso de la sangre por los capilares, sino mucho más.

Los fisiólogos admiten que la presión cae rápidamente en las pequeñas ramas arteriales y que en los capilares oscila de 20 a 38^{mm} . En la región subungual del hombre es de 35 mm. por término medio. No hay razón para que en los capilares del ojo sea mayor.

En el *sistema venoso general* la presión es mucho menor que en los capilares. Según Jacobson en la vena facial externa de la oreja alcanza sólo 0.3 de milímetro de mercurio, en la braquial 4.1^{mm} . y en la yugular la presión es negativa e igual a 0.1^{mm} . Hg.

Las experiencias de Weiss le han indicado que es necesario aumentar la presión 10 a 20^{mm} . de Hg. en el interior del ojo para que las venas de la retina se vacíen y sus paredes se peguen una a otra.

El aumento artificial de la presión intraocular tiene que ser mayor que la presión que reine en el interior de las venas, pues para pegar sus paredes una a otra es necesario desalojar primero la sangre que contienen. Desde Donders se admite para explicar la producción del pulso venoso fisiológico de la retina, que el aumento de la presión intraocular, causado por la sístole cardíaca lo primero que produce es la compresión de las venas en el lugar donde la presión sanguínea es menor, es decir, en su punto de salida sobre la papila. Al ser comprimidos en este punto se dilatan arriba y la sangre se estanca, lo que produce un aumento de la presión venosa. Lo probable es que para vaciar la vena y pegar sus paredes, Weiss haya tenido que emplear mayor presión que la que ordinariamente existe dentro del vaso. La presión en las venas de la retina, en circunstancias normales, debe ser, por tanto, apenas superior a la presión intraocular.

Weiss acepta también que la presión en las venas de la uvea debe ser la misma que en las venas de la retina, afirmación que me parece inexacta.

Aunque realmente la presión fuera 35 a 45^{mm}. en las venas retinianas, como cree Weiss, en las de la uvea deberá ser menor. Las venas de la retina son venas terminales que desembocan, por intermedio de la vena central del nervio óptico, en la vena oftálmica y con mucha frecuencia directamente en el seno cavernoso. La sangre venosa de la órbita debe encontrar cierta resistencia para penetrar en el interior del cráneo y derramarse en el seno cavernoso. Las venas de la coroidea y del cuerpo ciliar, por medio de las vorticosas, son afluentes directos de las venas oftálmicas, que en su parte anterior se anastomosan a canal pleno con las venas faciales en el ángulo superointerno de la órbita. La sangre venosa debe de hallar una salida más fácil por las venas faciales que por el plexus cavernoso.

Además, las venas ciliares anteriores tienen numerosísimas ramas perforantes que no sólo atraviesan la esclerótica, sino que se ramifican dentro de ella. Estos vasos tienen paredes rígidas que se mantienen siempre abiertas y que no están ya sometidas a la influencia de la presión intraocular, como los vasos intraoculares.

Acabamos de ver que los fisiólogos dan para la presión en la vena facial externa la cifra de 0.3^{mm}. de H². Así pues tendríamos una grandísima diferencia de la presión venosa dentro y fuera del globo. Lo natural es que al encontrar la sangre una salida tan fácil por las venas en su trayecto intraescleral, la presión descienda enormemente en ellas y sea muy inferior a la presión intraocular.

La circulación en el interior del ojo es una circulación local, comparable a la circulación cerebral. En circunstancias normales y durante la vida, puede compararse el globo ocular a una cavidad cerrada llena de líquido en la que la sangre arterial durante la sístole sólo puede penetrar, desalojando ante sí una cantidad equivalente de sangre venosa y de linfa, que saldrán con mayor facilidad por los sitios donde su escape sea más fácil, por las venas intraesclerales de preferencia a las venas retinianas, y por tanto la presión será menor en las primeras.

Esta disminución de presión en las ramas perforantes de las ciliares anteriores, explica por qué la absorción de la linfa puede hacerse por ellas, especialmente si la presión intraocular aumenta.

En efecto, como demostraré después, el canal de Schlemm es un vaso linfático, separado de la cámara anterior por una delgada pared endotelial. La linfa que contiene debe de hallarse a una presión ligeramente inferior a la intraocular, igual o algo superior a la de las venas intraesclerales.

Otto Weiss formula en su artículo otros razonamientos teóricos para negar tanto la posibilidad de una secreción por el cuerpo ciliar como la de una excreción a través del ángulo de la cámara y de una corriente de renovación constante de los líquidos intraoculares.

Hamburger (1) niega también que exista una corriente constante de excreción en la cámara anterior. Para él no se trata de un proceso físico de

filtración de constancia matemática en la unidad de tiempo, sino de un simple *proceso de reabsorción* de extremada lentitud. La vía principal de excreción no es el canal de Schlemm sino todo el campo (*gefase gebieb*) vascular del iris. También la córnea toma parte en la reabsorción del humor acuoso.

Este no es un producto de la actividad del cuerpo ciliar sino que es secretado por la superficie anterior del iris. La energía secretora del cuerpo ciliar es puramente potencial o de reserva y sólo se pone en actividad cuando se vacía artificialmente la cámara anterior.

El Dr. Hamburger apoya sus opiniones en los resultados de inyecciones practicadas con el sulfoindigotato de sodio al 20%, en las venas de un conejo vivo. En preparaciones microscópicas de ojos de conejos inyectados con este colorante vital, pudo observar que el color se deposita contra la cara posterior de la córnea y penetra algo en la membrana; que se deposita también, pero superficialmente, en la parte anterior del iris y que tiene acción electiva por los vasos sanguíneos; con esto de particular, que no sólo las venas sino también las arterias se tñen de azul. No se pudo demostrar una acumulación especial de la sustancia colorante en el canal de Schlemm.

De estas experiencias deduce Hamburger que la excreción del humor acuoso se hace por los vasos de la cara anterior del iris, por fenómenos de reabsorción de extremada lentitud y que en esta absorción toman parte tanto las arterias como las venas.

Hamburger está en oposición de ideas en este punto con Weiss, pues si éste niega la posibilidad de una excreción por las venas, a causa de ser la presión en ellas más alta que la intraocular, con mayor razón negaría la absorción a través de las arterias irianas.

Ambos autores niegan la existencia de una salida constante de los líquidos intraoculares, porque aseguran que no hay prueba ninguna directa de la realidad de una corriente de excreción.

Weiss cita en su último artículo (1) mis experiencias sobre el ojo vivo, y después de indicar brevemente el manual operatorio y los resultados a que he llegado, agrega: "Uribe hubiera podido practicar análogas investigaciones con análogos resultados en cualquiera otra parte del cuerpo. Ni estas investigaciones, ni las de Lauber (2) pueden probar la existencia de una salida de humor en ojos normales."

En esta crítica parece que Weiss no niega el resultado de mis experiencias. Concede que sale linfa del ojo, pero añade que análogo resultado hubiera yo podido obtener en cualquiera otra parte del cuerpo. Si interpreto bien

(1) Weiss. *Loco citato*.

(2) Las investigaciones de Lauber consistieron en determinar el grado de dilución de la sangre en las venas ciliares anteriores del perro, haciendo la numeración de los glóbulos rojos en la sangre de dichas venas y comparando la cifra encontrada con la de la sangre tomada en la oreja del animal. En experiencias poco numerosas encontré por término medio dicha cifra diez por ciento más pequeña en las venas ciliares anteriores y todavía más pequeña en el seno sagital superior en el cual deben existir condiciones semejantes por la salida del líquido subaracnoideo. Weiss, critica estas experiencias porque dice que es difícil tomar sangre de las venas ciliares anteriores que no esté mezclada con el contenido del saco conjuntival.

su pensamiento, además de la reabsorción lenta e intermitente que sufre el humor acuoso cuando disminuye la presión sanguínea en los vasos intraoculares, existiría una circulación linfática, semejante a la de cualquiera otro órgano.

Es decir, al lado de la circulación linfática, regularizada y constante que se hace por vías de excreción propias, habría cavidades llenas de un líquido estancado, independiente de la linfa y sujeto sólo a los cambios de presión sanguíneos.

Muchos autores niegan que haya en el interior del ojo vasos linfáticos y admiten sólo grandes cavidades o espacios linfáticos. Otros niegan al humor acuoso todo carácter de linfa y lo consideran por su composición como un líquido especial.

Los fisiólogos nunca han admitido esta dualidad de humores. Ya sea que la linfa provenga de la sangre (linfa hemática) o de los tejidos (linfa hística), ambas se vierten en los mismos espacios y vasos linfáticos. Tan linfa es el humor acuoso, el líquido céfalorraquidiano, como el líquido pericárdico, como el que circula por el canal torácico. Lo que sucede es que su composición y sus caracteres varían según la actividad de cada órgano y el papel especial que la linfa está llamada a desempeñar en algunos de ellos. En el ojo el humor acuoso y el humor vítreo tienen ante todo, un papel mecánico, para preservar la forma del globo, para favorecer las funciones de los músculos, y para regular las oscilaciones de las corrientes arteriales y venosas, cuyas intermitencias hubieran comprometido las funciones de la retina; pero, además, por su composición salina parecida a la del suero de la sangre, son líquidos neuroprotectores que mantienen la excitabilidad celular.

Si Weiss considera que el humor acuoso no es excretado por el canal de Schlemm ¿de dónde viene la linfa que en mis experiencias sale por las venas ciliares anteriores y por toda la periferia de la córnea? La linfa del espacio supracoroideo sale por las vainas perivasculares de las vorticosas. En el conejo, la del vítreo sale por las vainas que envuelven el nervio óptico. ¿La corriente que he observado es resultado únicamente de la nutrición linfática de la córnea? Su cantidad es muy grande para representar sólo la excreción de esta membrana.

Queriendo oponer a Weiss no simples objeciones teóricas sino experiencias demostrativas, emprendí una serie de investigaciones para determinar si realmente en cualquiera otra parte del cuerpo la circulación linfática es semejante a la del ojo, y si se puede recoger de la misma manera y en iguales proporciones la linfa del tejido celular, la de los músculos o la de las serosas.

Después de varios ensayos, me fijé en el testículo como el órgano más apropiado, pues además de su riqueza en linfáticos, posee una serosa y tiene la gran ventaja de poder ser fácilmente pedicularizado, y colocado en el aceite en iguales condiciones que las que he empleado para el ojo.

Antes de relatar, sin embargo, las experiencias sobre el testículo, describiré en detalle una nueva serie de mediciones efectuadas en el ojo, tanto porque he modificado algunos detalles del método que seguí antes, como porque el promedio alcanzado para la filtración difiere del obtenido en la pri-

mera serie de experiencias, siendo algo menor. Además, podrá apreciarse así más fácilmente, la aplicación del método a la circulación linfática de otros órganos.

DE CÓMO HE DEMOSTRADO LA EXCRECIÓN CONSTANTE DE LA LINFA ENDO-
OCULAR Y MEDIDO SU SALIDA EN DETERMINADO TIEMPO EN EL OJO VIVO.

He dicho ya que en el conejo vivo el ojo puede ser luxado en gran parte de la órbita, sin que sufra nada en su integridad anatómica y funcional. Fijado el animal sobre el aparato de contención, se corta el pelo sobre los párpados y alrededor del ojo cuidando de no hacer heridas que den sangre. Después de haber instilado algunas gotas de cocaína, se lavan los párpados y la conjuntiva con agua esterilizada, se secan con una compresa y por medio de una pinza de garras se toma la conjuntiva y el músculo recto superior. Haciendo con la pinza una tracción constante, se ve al cabo de algunos minutos a los músculos relajarse poco a poco y al globo salir de la órbita. Manteniéndolo en esta posición se forma por tracción sobre los bordes de los párpados ligeramente invertidos hacia adentro, un ojal que se estrecha por medio de una sutura, que un ayudante coloca cerca del ángulo posterior, hasta impedir que el ojo vuelva a entrar por sí mismo en la órbita; pero sin que la constricción sea muy fuerte, a efecto de impedir la congestión de las membranas intraoculares.

Una vez fijo el globo, se corta la conjuntiva lo más cerca posible del limbo de la córnea, con unas tijeras finas, se despega de la esclerótica, rasando esta membrana y se cortan los músculos en su inserción esclerótica, con lo cual se dividen todos los vasos de la red ciliar anterior que entran o salen del ojo delante del ecuador. Los cabos centrales de las arterias ciliares anteriores sobre los bordes de los músculos cortados y las arterias conjuntivales, cesan de dar sangre poco tiempo después de cortados. Sobre el bulbo ocular, en cambio, se ven salir gotitas de sangre que vienen de la red vascular del limbo corneano y de las venas ciliares anteriores perforantes, sobre la esclerótica.

Rechazando la conjuntiva hacia atrás se hace pasar el segmento anterior del globo a través de una abertura circular practicada en una membrana de caucho (el *rubberdam* de los dentistas es lo mejor), la que se sujeta en seguida con varios hilos sobre la cabeza del animal. Por este medio se impide que la sangre o cualquiera otro líquido de la conjuntiva y tejidos cercanos llegue a escapar hasta la parte anterior del ojo.

Se coloca entonces el aparato de contención, verticalmente, de manera que el conejo quede de lado, como lo muestra la figura 1 y se volteja ligeramente la cabeza de modo que el globo del ojo con la córnea hacia abajo, sea perfectamente vertical. Por medio de una compresa se seca el ojo quitando los coágulos y líquido e inmediatamente se sumerge el globo dentro de un recipiente en forma de embudo que contiene aceite de oliva y que puede subir o bajar a voluntad, deslizando sobre un tallo metálico, para acomodarle al ojo de tal manera que su borde se adapte exactamente al reborde ordinario del animal. El globo quedará sumergido hasta cerca del ecuador.

El embudo no debe ser demasiado grande porque entonces el aceite tiene tendencia a escaparse a cada movimiento del animal, ni demasiado chico porque si la esclerótica se pone en contacto con las paredes se forma una capa de sangre que impide observar la filtración.

El embudo de que me sirvo generalmente tiene un diámetro de 0^m025.

He abandonado el procedimiento de ligar la membrana de caucho perforada a los bordes del embudo porque además de que la ligadura dificulta la observación, los movimientos del animal,—inevitables en experiencias de larga duración,—hacen que el ojo sufra frotamientos al entrar y salir por la abertura. Además la sangre y líquidos de los párpados y la conjuntiva pueden penetrar con mayor facilidad al aceite, mientras que estando la membrana sujeta a la cabeza del animal queda siempre en posición invariable.

Inmediatamente que se sumerge el ojo en el aceite se registra el tiempo. La sangre comienza a salir de nuevo por las aberturas de las venas perforantes en la esclerótica y a los diez minutos se observan ya en el borde de las inserciones musculares tres o cuatro gotas gruesas. Estas gotas van alargándose más y más y a veces puede verse debajo de ellas una zona de líquido claro. Al lado de las gotas sanguíneas se observan sobre el limbo otras gotas más pequeñas de líquido rosado o enteramente trasparente. Al cabo de veinte minutos todo el contorno del limbo corneano está cubierto de gotitas finas transparentes, que casi se tocan unas a otras. Dan, en ciertos conejos, el aspecto de un hermoso collar de perlas claras colocado sobre la córnea. El collar no siempre es continuo. En la nueva serie de experiencias que voy a relatar y que comprende dieciséis conejos, he podido convencerme de que hay una gran variedad en la colocación de las gotitas sobre el limbo. A veces el collar es completo otras veces existen grupos de gotitas, dejando entre sí espacios vacíos; y por último en casos raros se forman principalmente gruesas gotas claras o apenas rosadas en las inserciones musculares. El tiempo que dura la experiencia influye también sobre el aspecto del limbo. En la experiencia número 4, al cabo de cuarenta minutos un sector anterior estaba vacío. Al cabo de sesenta minutos se había llenado y la corona estaba completa. Pero otras veces no sucede así (Experiencia 6) y la filtración falta en algunos sectores.

Fuera de las gotas del limbo no hay en toda la porción de esclerótica sumergida ningún otro escurrimiento.

La renovación constante de las gotitas puede observarse fácilmente introduciendo un estilete fino o un gancho de estrabismo dentro del embudo y frotando ligeramente el ojo en toda su circunferencia; se ven entonces desprenderse y caer al mismo tiempo que las gruesas gotas sanguíneas, gotitas finísimas, transparentes, que en forma de lluvia descienden lentamente en el seno del aceite. El limbo queda seco, pero al cabo de cinco a diez minutos nuevas gotas toman el lugar de las primeras y la filtración continúa. Las gruesas gotas sanguíneas caen por sí mismas al fondo del embudo al cabo de cierto tiempo. Otras veces un movimiento brusco del animal las desprende. Mis experiencias han tenido una duración de treinta a sesenta minutos, tiempo suficiente para recoger una cantidad que puede medirse con exactitud. Al sacar el ojo del aceite es necesario desprender con el estilete todas las gotas adheridas al limbo, usar a veces pinzas finas para quitar los coágulos y aun hacer

correr con una pipeta nuevo aceite sobre el globo, para que todo el producto de la filtración (comprendidos los coágulos) quede reunido en el embudo.

Como las gotas permanecen en gran número en suspensión en el aceite y las del fondo no se unen bien entre sí, es imposible una medida directa del filtrado. Para reunir las todas se vacía cuidadosamente el embudo en una probeta de vidrio graduada, teniendo cuidado de desprender con el estilete o poniendo más aceite, los coágulos y gotas que por lo general quedan adheridos a las paredes del embudo. El tubo graduado se somete en seguida a una centrifugación rápida durante cinco minutos.

La centrifugación separa el filtrado del aceite en tres capas:

1º Un coágulo sanguíneo; 2º un líquido transparente o rosado; 3º en la parte superior una delgada capa de coágulo fibrinoso blanco.

La lectura de las cantidades relativas sobre la graduación de la probeta, demuestra que la proporción de líquidos es siempre mayor que la del coágulo; a veces tres y hasta cuatro veces mayor.

La relación ordinaria del coágulo al suero en la sangre de conejo es inversa: dos a tres partes de coágulo, para una de suero; así, pues, *no es sangre pura la que escurre fuera del ojo por las venas ciliares anteriores y los vasitos del limbo.* (Fig. 2).

Para determinar con exactitud qué cantidad de humor acuoso está agregado a la sangre, es necesario extraer de la vena marginal de la oreja del conejo en experiencia cierta cantidad de sangre, centrifugarla y comparar la proporción relativa del coágulo al suero, con las cantidades obtenidas en el filtrado del ojo.

Tenemos una experiencia tipo, por ejemplo la n° 1 del cuadro n° I, que fué muy demostrativa y en la cual la filtración alcanzó una cifra elevada.

Después de la centrifugación se obtuvo lo siguiente:

Filtrado del ojo	Total	400 mm.	Sangre de la oreja.	Total	600 mm.
	Coágulo	100 "		Coágulo	400 "
	Líquido	340 "		Suero	200 "

Por medio de una sencilla proporción obtendremos el tanto por ciento de los componentes de la sangre, referidos al coágulo:

$$\begin{array}{ccc} \text{Sangre} & \text{c.} & \text{Sangre} \\ 600 & : & 400 \quad :: \quad 100 \quad : \quad X = 66.6 \end{array}$$

Así, pues, en 100 partes de sangre, en este animal, hay 66.6 de coágulo, y 33.4 mm³ de suero.

En el filtrado del ojo tenemos que calcular la proporción de suero que corresponde al coágulo sanguíneo, que fué de 100 mm.

$$\begin{array}{ccc} \text{c.} & \text{s.} & \text{c.} \\ 66.6 & : & 33.4 \quad :: \quad 100 \quad : \quad X = 50.1 \end{array}$$

Así pues a los 100 mm³ de coágulo del filtrado corresponden, 50.1 mm³ de suero. Como la cantidad de líquido del filtrado fué de 340 mm., deduciendo los 50.1 mm³ quedan 289.9 como cantidad de humor acuoso puro mezclado a la sangre. Dividiendo esta cifra por 60 minutos que duró la experiencia, ob-

tendremos $4,8 \text{ mm}^3$ como la cantidad de humor acuoso que filtró por minuto a través de la cámara anterior. (1)

CONSTANCIA DE LA FILTRACIÓN.—Podría objetarse sin embargo, que la filtración calculada no es igual en los sesenta minutos que dura la experiencia y que se trata de un resultado general.

Para probar la constancia de la filtración se dividió la experiencia nº 1. (Véase el cuadro nº I) en dos períodos de tiempo: el primero de treinta y tres minutos y el segundo de treinta y uno.

CUADRO NÚMERO I.

FILTRACION EN OJOS DE CONEJO.

Número de la experiencia.	Peso del conejo.	SANGRE DE LA OREJA		Duración de la experiencia en minutos.	FILTRADO DEL OJO.			Suero que corresponde al coágulo.	Humor acuoso puro.	Filtración en un minuto.	OBSERVACIONES.
		Coágulo p. g.	Suero p. g.		TOTAL.	Coágulo.	Humor acuoso y suero.				
1	1800	66,6	33,4	60'	440	100	340	50,1	289,9	4,8	
2	1800	74,0	26,0	40'	290	128	162	44,9	117	2,9	
3	2800	65,5	34,5	42'	190	50	140	26,3	113,7	2,7	
4	2700	70,7	29,3	60'	220	100	120	41,4	178,6	2,9	
5	1800	71.	29.	40'	200	80	120	32,6	87,4	2,1	
6	1400	58,4	41,6	48'	350	91	259	64,8	194,2	4,0	
7	1800	....	....	50'	180	75	105	37,5	67,5	1,3	{ El animal está enfermo. No se puede extraer sangre de la oreja.
8	1800	80,5	19,5	45'	295	95	200	23	177	3,9	
9	2300	61,5	38,5	45'	345	128	217	80	137	3,0	
10	2200	59,0	41,0	33'	300	50	250	34,7	215,3	6,5	{ Esta experiencia fue dividida en dos períodos para buscar la constancia de la filtración.
11	2600	59,7	40,3	31'	410	114	296	79,2	216,8	6,9	
12	2600	59,7	40,3	60'	500	122	378	82,3	295,7	4,9	
13	1600	66,6	33,4	60'	300	140	160	70,2	229,8	3,8	
14	1200	75.	25.	50'	200	80	120	26,6	93,4	1,8	
15	1800	68.	32.	51'	270	120	150	56,4	93,6	1,8	
16	2800	61,2	38,8	50'	340	112	228	71	157	3,1	
17	1900	58,8	41,2	50'	240	75	165	52,5	112,5	2,2	

Al terminar el primer período, se sacó el ojo del aceite, se limpió y secó perfectamente y se introdujo en otro embudo con aceite limpio. En este se-

(1.) El pequeño traumatismo que se hace sufrir al ojo no altera en nada sus funciones, como lo demuestra el hecho de que pocos días después de la experiencia ha recobrado su aspecto normal a tal grado que se hace difícil saber si un ojo ha sido operado o no.

gundo período la filtración se hizo con mayor salida de sangre por las venas ciliares anteriores. Las gotitas claras se presentaron de nuevo formando una corona completa en todo el contorno del limbo. Los filtrados obtenidos en los dos períodos de tiempo se centrifugaron aparte y las cantidades resultantes se calcularon comparándolas con la sangre de la oreja del animal.

Durante los primeros treinta y tres minutos la filtración resultó igual a 6.5 mm. por minuto. Durante los treinta y un minutos siguientes fué de 6.9 mm. Como se ve, la cantidad excretada fué igual en los dos períodos e indica claramente la constancia de la filtración.

Hay un hecho que es digno de mencionarse: durante el primer período de tiempo la cantidad total del filtrado fué de 300 mm. con 50 mm. de coágulo. Durante el segundo período lo filtrado aumentó a 410 mm; pero como el coágulo fué también mayor e igual a 114 mm., la filtración por minuto quedó casi invariable.

PROMEDIO DE LA FILTRACIÓN EN EL CONEJO VIVO.—En mis experiencias anteriores (1) había yo llegado a obtener para la filtración en el ojo del conejo un promedio de 5.2 mm. por minuto con un mínimum de 3 mm. y un máximo de 8.9 mm.

En esta nueva serie de experiencias, que comprenden quince animales (Véase el cuadro nº I. La observación nº 7 queda excluida por estar enfermo el conejo) el promedio obtenido es mucho más bajo e igual a 3.5 mm³ por minuto, con un mínimum de 1.8 y un máximo de 6.9 mm³.

Como en la primera serie de experiencias no se tomó en todos los conejos la sangre de la oreja al mismo tiempo que se determinaba la filtración del ojo, sino que el cálculo se hizo con el promedio de cuatro observaciones y como las variaciones individuales en la proporción del coágulo y del suero son importantes, creo que son mucho más exactas las cifras obtenidas en la nueva serie de experiencias.

El promedio de 3.5 mm³ por la filtración en un minuto indica que la circulación linfática del ojo es aún más lenta que lo que se había creído. Varía en límites considerables según los individuos sin que su cuantía esté en relación con el peso del animal. Así por ejemplo, un conejo de 2800 gr. de peso dió sólo 2.7 mm³ de filtración (Experiencia 3); mientras que otro de 1400 gr. dió 4 mm³ (Exp. 6).

LA CIRCULACIÓN EN LOS VASOS LINFÁTICOS DE LAS ENVOLTURAS DEL TESTÍCULO Y EN LA SEROSA. HOMOLOGÍA DE LAS CÁMARAS DEL OJO CON LAS CAVIDADES SEROSAS.

El testículo es el órgano que mejor se presta al estudio de la circulación linfática conforme al método que he empleado para el ojo. En efecto, su gran riqueza en vasos linfáticos en las envolturas, la presencia de una bolsa serosa y la facilidad con que puede pedicularizarse e introducirse en aceite, lo hacen fácilmente comparable con el ojo desde el punto de vista que nos ocupa.

(1) Loco citato.

TÉCNICA DE LA EXPERIENCIA.—El estudio se ha hecho en conejos y en perros y se ha procedido por capas.

Colocado el animal con el vientre hacia arriba, después de cortar el pelo y lavar la región cuidadosamente, se toma el testículo y restirando la piel de la parte anterior, se practica una incisión transversal en la mayor parte de su contorno, perpendicular al eje mayor del órgano y como a su parte media, que comprenda sólo la piel y el dartos. Los bordes de la incisión se separan ampliamente dejando a descubierto la túnica celulosa. Esta incisión transversal, tiene por objeto cortar perpendicularmente a su dirección, los vasos linfáticos superficiales que caminan de abajo hacia arriba y van a desembocar a los ganglios inguinales. En seguida se introduce el testículo a través de una abertura practicada en una tela de caucho (*rubberdam* es lo mejor), que siendo elástica, al pasar el órgano se estrecha y viene a aplicarse sobre la circunferencia del cordón. Se fija la tela sobre el abdomen por medio de varios hilos pasados por los bordes, e inmediatamente se invierte el animal de manera que el vientre quede hacia abajo. Se le fija en esta segunda posición y se coloca debajo de la pelvis un apoyo grueso para levantarla.

En los conejos es mejor levantar las dos patas posteriores a una altura de diez o doce centímetros sosteniéndolas por medio de dos barras de fierro, dobladas en ángulo recto en su extremo superior al que se aten las patas. Las barras se introducen en los agujeros del aparato de contención a la distancia conveniente para inmovilizar al animal.

En los perros no es necesaria esta maniobra, pudiéndose sujetar los cuatro miembros a la misma altura sobre la mesa.

Durante la inversión del animal se protege el testículo por medio de una compresa esterilizada seca, impidiendo al mismo tiempo por presión sobre el cordón que el testículo se desaloje hacia el vientre. Detenida la sangre de los pequeños vasos subcutáneos se introduce el testículo en un recipiente lleno de aceite y se anota la hora.

Para mayor comodidad he sustituido el embudo que usaba en el ojo, por una copa de ensaye ordinaria que teniendo un pie sólido conserva mejor su posición y puede ser subida o bajada de manera que siempre se apoye su borde perfectamente sobre la membrana de caucho para no dejar salir el aceite. El testículo no deberá tocar en ninguna parte las paredes del vaso. Si con los movimientos del animal escurre aceite fuera de la copa, debe recogerse colocando debajo una cápsula apropiada.

Al introducir el testículo se coloca de manera que los dos labios de la incisión, especialmente el inferior puedan ser examinados con comodidad.

Durante los primeros diez minutos no se observa salida de linfa. Al cabo de veinte minutos ya se ven en el seno del aceite dos o tres gotitas finas y transparentes. Frotando con un estilete los bordes de la herida y el tejido celular intermedio se desprenden de este último varias gotitas más gruesas y claras, que caen al fondo.

Al cabo de treinta o cuarenta minutos se saca el testículo frotando toda la herida con el estilete para quitar las gotitas adheridas y se centrifuga el aceite en dos tubos graduados por ser mayor la cantidad de aceite. En el que contiene la capa superior de aceite no se encuentra nada de linfa. En el segundo

tubo se observa en el fondo de la probeta un depósito rosado o rojizo muy escaso, que sólo se puede medir aproximadamente con grandes dificultades, absorbiéndolo por medio de una pipeta graduada en milímetros cúbicos.

Suponiendo que sea linfa pura y no haya sangre mezclada, su cantidad es tan pequeña que puede valorarse en 0.5 mm^3 o menos por minuto. (Cuadro número II.)

Esta primera capa, que podremos llamar subcutánea, da una cantidad apenas apreciable de linfa.

Extraído el testículo del aceite, se seca y se profundiza la incisión transversal, dividiendo el tejido celular y el facia cremasteriano en todo el contorno del órgano, para alcanzar los linfáticos profundos de las bolsas. Se introduce el testículo en otra copa con aceite limpio.

CUADRO NÚMERO II.

CIRCULACIÓN LINFÁTICA DEL TESTÍCULO.

Número de la experiencia.	Clase del animal.	SANGRE DE LA OREJA.		Capa en que se hizo la experiencia.	Duración de la experiencia en minutos.	EXCRECION LINFATICA				Linf. pura.	Excreción en un minuto.	OBSERVACIONES.	
		Cóagulo p ^o	Suero p ^o			TOTAL.	Cóagulo.	Linf. y suero.	Suero que corresponde al cóagulo.				
17	Conejo			1 ^a capa	36'	22				22	0.6	Líquido apenas rosado.	
				2 ^a „	40'	18				18	0.5	Líquido rojizo.	
				1 ^a „	30'	....	....	....	....	....	....	Cantidad inapreciable.	
18	id.	73,3	26,7	2 ^a „	40'	125	75	50	27,3	22,7	0.5	Un vasito muscular de sangre.	
				Serosa	28'	100	40	60	14,5	45,5	1,6		
19	id.	„	„	Serosa.	51'	400	235	165	85,6	79,4	1,5	Se tomó para los cálculos el % de la sangre del anterior.	
20	id.	75	25	2 ^a capa	38'	30	....	....	....	30	0.7		
				Serosa	30'	300	100	200	33,3	166,7	5,5		
21	id.	77,7	22,3	Serosa	21'	250	100	150	28,7	121,3	5,7		
22	id.	66,6	33,4	Serosa	30'	225	125	150	62,6	87,4	2,9	Experiencia dividida en dos periodos.	
				id.	30'	1100	375	725	188	537	17,9		
23	id.	68,4	31,6	1 ^a capa	30'	...	....	....	....	....	....	Gotitas no mensurables.	
				Serosa	30'	1150	675	475	311,8	163,2	5,4		Experiencia dividida en dos periodos.
				Serosa	30'	425	225	200	103	97	3.2		
24	Perro	....	....	2 ^a capa	50'	....	....	....	....	....	....	Gotitas no mensurables. Accidente clorofórmico.	
25	id.	80	20	Serosa	32'	550	250	300	62,3	237,7	7,4		
26	id.	80	20	Serosa	45'	1100	280	820	70	750	16,6		

Generalmente algunos vasitos sanguíneos dan gotas gruesas, pero durante mucho tiempo no se ven gotitas claras.

A los veinte minutos ya pueden percibirse estas últimas, especialmente si se frota la herida con el estilete. A los cuarenta o sesenta minutos se saca el testículo, procurando desprender antes todas las gotitas adheridas. Se centrifuga el aceite como en la capa anterior. Existiendo por lo general una cantidad de sangre apreciable que aumenta el volumen del filtrado, es necesario tomar sangre pura de la oreja del animal y hacer los cálculos necesarios para deducir la proporción de linfa que realmente contiene.

En esta segunda capa la cantidad de linfa es también muy pequeña y semejante en proporción a la de la primera.

Con objeto de seccionar mayor número de vasos linfáticos, en otras experiencias he hecho la disección del borde inferior de la incisión en toda la circunferencia del testículo, desprendiendo el tejido celular y el fascia cremasteriano hasta aislar completamente el órgano. De esta manera puede pediculizarse completamente el testículo y hacerlo bañar en el aceite en toda su circunferencia. Los linfáticos son entonces cortados más próximos a su origen. Los resultados, sin embargo, fueron semejantes a los ya relatados.

Continuando la experiencia, hasta la serosa (túnica vaginal propia) se toma el testículo, se seca y se divide la vaginal parietal por una incisión longitudinal que permite observar mejor el testículo y el epidídimo. Inmediatamente los dos bordes de la incisión se retraen dejando a descubierto la serosa visceral en toda su extensión. Se sumerge entonces el testículo en una copa con aceite limpio, cuidando de que no toque a las paredes en ninguna parte. Generalmente escurre sangre de las fibras musculares cortadas. Al principio no aparecen gotitas claras. Pasados veinte o treinta minutos son ya perceptibles algunas sobre el testículo, pero donde principalmente se forman es en la foseta o seno que separa el testículo del epidídimo. Se observan allí muy numerosas gotitas transparentes, que pueden hacerse caer por medio del estilete, siendo reemplazadas por otras al cabo de algún tiempo. Levantando el epidídimo por medio de un gancho, se aprecia con mayor facilidad toda la extensión de la foseta y la formación de las gotitas transparentes.

No sólo es la serosa visceral la que da linfa; también sobre los pliegues de la serosa parietal retraída, cuando queda bien sumergida en el aceite, pueden observarse gotitas finas, en pequeño número.

Haciendo uso de la luz reflejada por un espejo, tangencialmente al testículo, puede observarse mejor la formación de las gotitas.

A los cuarenta minutos se saca el testículo, después de desprender la linfa adherida, y se centrifuga el aceite.

Se tendrá cuidado además de tomar y centrifugar sangre de la oreja del animal. (1)

Como se ve en el cuadro número II, para la serosa la cantidad de linfa

(1) Se hubiera podido intentar la medida de la cantidad de linfa que emana de los vasos linfáticos del testículo que caminan a lo largo del cordón espermático y que reciben la linfa de la red pericanalicular y probablemente de la serosa; pero siendo ya vasos de cierto calibre, su excreción queda fuera de los límites impuestos a este trabajo.

excretada varía, en el conejo, de 1.5 mm^3 por minuto a 5.7; promedio general 3.6 mm^3 por minuto (1).

En el perro la salida de linfa por la superficie de la serosa es todavía más marcada que en el conejo. Las gotitas son visibles en todo el testículo, pero especialmente en la foseta subepididimaria. En dos experiencias practicadas la renovación linfática fué de 7.4 mm^3 en un caso y de 16.6 mm^3 por minuto en el otro. Promedio 12 mm^3

CONSTANCIA DE LA EXCRECIÓN LINFÁTICA.—Tratando de darme cuenta de la constancia de la excreción linfática en períodos de tiempo semejantes, ejecuté las experiencias números 22 y 23, semejantes a las efectuadas en el ojo.

En la número 22 se hizo desde luego una incisión longitudinal hasta la vaginal y enucleado el testículo se introdujo en una copa con aceite. Se dejó allí por espacio de treinta minutos y antes de sacarlo se limpió bien la superficie para desprender las gotitas adheridas. Una vez seco se introdujo en otra copa con aceite limpio. Veinte minutos después aparecen gotitas mucho más numerosas que en el primer tiempo, especialmente en la parte superior, en una parte del canal deferente que ha entrado el aceite. Al cabo de treinta minutos se limpia y se extrae de la copa. Centrifugados los líquidos y hechos los cálculos con la sangre de la oreja, se encontró para el primer tiempo una excreción de 2.9 mm^3 por minuto. Para el segundo tiempo subió a la notable cantidad de 17.9 mm^3 por minuto. Esta segunda cifra es anormalmente alta para el conejo y quizá haya dependido de alguna torsión en el pedículo que produjo éxtasis venoso o de otra causa indeterminada. Deseando rectificar este dato se hizo una nueva experiencia comparativa (número 23 del cuadro). Después de estudiar la filtración en la primera capa obteniendo una cantidad muy escasa de linfa, se dividió la vaginal y se puso en aceite el testículo por treinta minutos. Sale bastante sangre de algún vasito muscular. Se limpia, se saca de la copa y se introduce en otra con nuevo aceite, por otros treinta minutos. Hechos los cálculos se obtuvo una excreción de 4.4 mm^3 para el primer tiempo y de 3.2 mm^3 para el segundo. Como se ve, estas cifras aunque menos constantes que en el ojo, son bastante comparables entre sí, e indican la constancia de la renovación linfática en períodos de tiempo sucesivos y en condiciones semejantes de la circulación sanguínea.

HOMOLOGÍA DE LAS CÁMARAS DEL OJO CON LAS SEROSAS.—Las experiencias que acabo de relatar refutan victoriosamente la objeción de Weiss, para quien los resultados obtenidos en el ojo en cuanto a la excreción linfática, tienen que ser semejantes a los que se obtengan en cualquiera otra región del cuerpo. Ni el tejido celular, ni el tejido muscular dan una cantidad de linfa, en la unidad de tiempo, que pueda aproximarse a la que da el ojo; a pesar de que las envolturas del testículo son muy ricas en vasos linfáticos, tanto superficiales como profundos.

En cambio la corriente linfática en la serosa vaginal se acerca mucho a la del ojo y su cantidad por minuto es análoga.

(1) En este promedio no se ha tenido en cuenta la segunda parte de la experiencia 22 que dió una cifra muy alta, por las razones que se indicarán después.

Hasta ahora los fisiólogos no poseían un procedimiento para medir la cantidad de linfa que se forma en el seno de los tejidos. Habían podido valorar con facilidad la que sale por los vasos linfáticos gruesos, en los cuales es posible aplicar una cánula, pero no tenían idea de la cuantía de la corriente en los pequeños vasos linfáticos y en el seno de los tejidos.

Admitían que las serosas en estado normal, contienen una pequeña cantidad de linfa, suficiente para lubricar sus paredes; pero no habían pensado que existiera una corriente constante de renovación linfática. Se conocía ya la notable rapidez con que las serosas y aun ciertas mucosas, absorben los líquidos coloreados o los corpúsculos sólidos que se depositan en su superficie, pero no se había medido la cantidad que excretan y absorben sus paredes.

Mis experiencias demuestran que existe una corriente linfática en la vaginal del testículo, que posee cierta constancia en la unidad de tiempo, en circunstancias normales. No es exacto, pues, que en la cavidad de las serosas haya líquidos estancados, cuya formación sea únicamente debida a la necesidad de lubricar las paredes. No hay en el organismo líquidos estancados. Todos se renuevan constantemente en forma de corrientes. En la vaginal, parte de la linfa que ha servido para la vida y funciones del testículo, pasa libremente a la cavidad serosa para facilitar los movimientos del órgano y es vuelta a tomar por los numerosos estomas de la pared que la llevan a los vasos linfáticos del cordón.

Mientras en el tejido celular los pequeños vasos linfáticos cortados dan una cantidad mínima de linfa (0.3 a 0.6 mm³ por minuto), en la serosa la circulación linfática alcanza una cifra importante (1.5 a 5.7 mm³ por minuto).

No es exacto, por consiguiente, que la excreción de la linfa endocular se haga en la misma forma que en cualquier otro tejido del cuerpo. En primer lugar existe realmente en el ojo una corriente constante que vierte al exterior el líquido que llena las cámaras; en segundo lugar la cantidad que sale en la unidad de tiempo es análoga a la que daría una cavidad serosa de dimensiones reducidas, la vaginal del testículo, por ejemplo.

En fisiología general hace tiempo que se han considerado las cámaras del ojo como verdaderas cavidades serosas, análogas al peritoneo, al pericardio, a la vaginal de los testículos, a los espacios subaracnoideos, etc.; sólo los oculistas persisten en considerarlas como cavidades especiales; sin analogía con las otras del cuerpo y llenas de un líquido también especial, estancado o poco menos, cuyas vías de absorción se empeñan en buscar por el solo método de las inyecciones colorantes, engañosas e infieles.

LAS VÍAS DE SALIDA DE LA LINFA ENDOCULAR.—EL CANAL DE SCHLEMM ES UN VASO LINFÁTICO.

Si las cámaras del ojo son análogas fisiológicamente a las serosas, la linfa que contienen debe de ser absorbida y excretada por intermedio de vasos linfáticos. Así pasa en las cavidades serosas del peritoneo, la pleura, etc., en condiciones normales. Se puede inyectar fácilmente la red linfática del centrofrénico en el conejo recién muerto por hemorragia y suspendido con la

cabeza hacia abajo, vertiendo en la concavidad abdominal del diafragma una solución de azul de Prusia y facilitando la penetración por medio de la respiración artificial. La sustancia colorante pasa directamente de la serosa parietal a los vasos linfáticos por las estomas.

Si se inyectan granulaciones coloridas en el espacio subaracnoideo, se las encuentra al cabo de algunos días en los ganglios linfáticos del cuello.

Así, pues, en las serosas la linfa es absorbida directamente por el sistema linfático. En el ojo y en el espacio subaracnoideo se ha querido hacer desempeñar por el contrario, el principal papel en la reabsorción, al sistema venoso. Leber y sus discípulos consideran al canal de Schlemm como un seno venoso y sostienen que el humor acuoso pasa directamente de la cámara anterior al interior de las venas.

Para Weiss y Hamburger, el humor acuoso es reabsorbido directamente por las venas del iris y del cuerpo ciliar, cuando disminuye eventualmente la presión en ellas, para Weiss; constantemente aunque en pequeñísima cantidad por arterias y venas, para Hamburger. Este último autor niega todo papel absorbente a los estomas irianos señalados por el profesor Buche y no admite la existencia de vasos linfáticos en las membranas intraoculares.

Si fuéramos a aplicar esta teoría de la absorción directa por las venas a todo el organismo, serían inútiles los vasos linfáticos: los productos de desasimilación de los tejidos, vertidos en los espacios y cavidades linfáticos, serían absorbidos directamente por los vasos sanguíneos sin que hubiera necesidad de otro sistema de evacuación.

Sabemos, por el contrario, que el sistema vascular linfático representa un aparato de perfeccionamiento. En muchos invertebrados el sistema lagunar intersticial, completamente desprovisto de membrana propia endotelial, es el único que existe al lado del sistema vascular sanguíneo. En los vertebrados existe ya un sistema vascular linfático, provisto de paredes propias, que es lógico considerar como un perfeccionamiento, como la canalización y centralización sucesiva del primitivo sistema lagunar o intersticial. (Milne Edwards)(1).

Desgraciadamente nuestros conocimientos están todavía muy poco avanzados en lo que respecta a la circulación linfática en estado normal y sus relaciones con la absorción por los vasos sanguíneos. El sistema vascular linfático ha sido siempre considerado como un sistema de excreción que sirve para recoger todos los materiales de residuo, tanto de la linfa de la sangre, como de la linfa de los tejidos, que han sobrado del cambio de materiales que se produce en la intimidad de los tejidos.

Al lado de esta concepción clásica, la nueva doctrina de la concentración molecular y de los cambios osmóticos entre la sangre y los diversos humores del organismo, ha tratado de explicar la excreción de los líquidos del organismo (y asimismo la de los líquidos oculares), por simples transportes osmóticos del medio menos concentrado al más concentrado.

Considero inadmisibles esta teoría, si se quiere explicar por ella la excreción permanente y constante de los líquidos intraoculares, como pretenden

(1) Citado por Luciani.—Fisiología humana.—1910.

Venemann, Weiss, Hamburger y otros. Los cambios osmóticos entre la sangre y los humores representan sólo un medio de mantener normal la composición de la sangre. El tiro de agua y de moléculas entre el suero sanguíneo y la linfa intersticial o lagunar, responde a los cambios variados e imprevistos de la composición de la sangre. No pueden representar un sistema regular y completo de excreción linfática.

Como las experiencias que acabo de relatar dan la prueba fisiológica de la analogía que existe entre las serosas y las cámaras del ojo, en cuanto a la existencia de una corriente de renovación linfática de cierta cuantía y como en las serosas la excreción de la linfa se hace por los estomas interendoteliales y los vasos linfáticos que a ellos se abocan, véamos si en el ojo existe algún mecanismo semejante para asegurar la continuidad de la excreción; y si hay propiamente vasos linfáticos que conduzcan fuera del ojo la linfa generada en las dos cámaras.

Al relatar mis experiencias he hecho notar ya que se pueden diferenciar claramente sobre el limbo esclerocorneano, las gruesas gotas de sangre mezclada con linfa que salen por las venas ciliares anteriores en el borde de los músculos, de las innumerables gotitas finas que en forma de collar de perlas claras rodean la circunferencia de la córnea. Si se desprenden estas gotitas del limbo por medio del estilete se ven caer en el aceite como una lluvia transparente.

En mi trabajo anterior (1) referí detalladamente una experiencia en la cual se cauterizaron con la punta fina del termocauterio todas las aberturas de las gruesas venas ciliares anteriores que daban sangre en el borde de los tendones.

Obstruidas por la cauterización estas venas, sólo quedaron para la excreción las ramitas finas en el contorno de la córnea.

Puesto el ojo dentro del aceite, la filtración se hizo en forma de gotitas finas. Después de sesenta y cinco minutos se sacó el ojo y se centrifugó el aceite. Como no había coágulo sanguíneo (sólo existía un coágulo fibrinoso blanco arriba del líquido y un punto rojo en el fondo de la probeta) se puede tomar el líquido como linfa pura.

La filtración total fué de 140 mm^3 lo que da para la filtración en un minuto, 2.1 mm^3 inferior en poca cantidad al promedio general.

Así, pues, además de las aberturas de las venas ciliares anteriores en el borde de los tendones, existen en el limbo escleral otra multitud de ramos muy finos por donde escurre una gran cantidad de linfa, ramos tan numerosos que casi se tocan unos con otros.

Todos los autores que se han ocupado de la histología del ángulo irido-corneano han descrito numerosos vasos perforantes. Leber señala seis a ocho arterias y ocho a doce venas ciliares anteriores. No se habían descrito los numerosos ramitos perforantes del borde de la córnea, hasta que Thomson Henderson (2) estudiando en serie de dos a tres mil cortes histológicos de ojos humanos normales y reconstituyendo el trayecto de cada vaso

(1) Loco cit., pág. 263.

(2) T. Henderson. Transactions of the Ophthalmological Society of the United Kingdom. CXXVIII. 1908.

corte por corte hasta su terminación, encontró que en cada milímetro de circunferencia esclerótica interior (42 cortes de 1 milímetro) hay siempre un vaso que perfora la esclerótica y a veces dos o tres.

Todos los vasos perforantes están siempre en comunicación con el canal de Schlemm por una o varias ramas y además unidos unos a otros por anastomosis.

En todos los mamíferos los tres o más tubos que reemplazan al canal de Schlemm único del hombre, se hallan siempre en relación con las venas ciliares anteriores por numerosos ramos que atraviesan la esclerótica. No se había creído nunca que estos ramos fueran tan numerosos; pero la experiencia fisiológica nos enseña que las gotitas finas que salen del limbo casi se tocan unas con otras.

Ahora bien, como todas estas ramitas perforantes están en comunicación con el canal de Schlemm, si éste fuera un seno venoso saldría únicamente sangre por ellas; puesto que sale linfa casi pura, el canal de Schlemm debe contener sólo linfa, y por tanto es un vaso linfático.

Esto nos explica por qué todos los autores lo han encontrado vacío en cortes microscópicos de ojos normales. Sólo cuando hay estancamiento de sangre, por ejemplo en los ahorcados, en los cadáveres en los que después de colgar la cabeza hacia abajo se fija el globo en licor de Müller, y en el glaucoma, se ha encontrado el canal de Schlemm lleno de sangre.

En ojos normales por muy rápida que sea la fijación no se encuentran nunca glóbulos sanguíneos en cantidad suficiente para justificar la naturaleza venosa del canal.

El mismo Leber, en diecisiete ojos normales encontró en quince algunos glóbulos rojos y nada absolutamente en dos casos. Lo primero no debe extrañar, pues es bien sabido que la linfa en condiciones normales contiene siempre algunos glóbulos rojos.

Leber afirma que si se encuentra muchas veces vacío, lo mismo pasa con las venas ciliares anteriores perforantes a las que no puede negarse sus caracteres de venas.

Ahora bien, si el canal de Schlemm es un vaso linfático y en él penetra por filtración la linfa de la cámara anterior, los vasitos eferentes llevan esta linfa a las venas ciliares anteriores o la vierten en los vasos linfáticos conjuntivales.

La primera idea es la que aceptan Leber y otros autores y dan como prueba el hecho de que inyectando una solución colorida en la cámara anterior, se llenan no sólo los espacios de Fontana y el canal de Schlemm, sino las venas ciliares anteriores fuera del ojo.

Los mismos autores aceptan sin embargo que la comunicación del canal de Schlemm con las venas ciliares anteriores no es directa sino indirecta, por medio de ramitos laterales muy finos (Schwalbe les da un calibre de veinticuatro milésimos de milímetro) de manera que puede considerarse el canal de Schlemm como un *divertículo lateral* de la circulación sanguínea.

Tan finos son estos ramitos que con seguridad la sangre tiene mucho menos resistencia que vencer continuando su curso por las venas ciliares anteriores que penetrando en el canal de Schlemm.

No se han estudiado todavía suficientemente las conexiones del ca-

nal con los linfáticos de la conjuntiva y de la órbita. Lo probable es, a mi juicio, y dados los resultados de la experiencia fisiológica, que todos estos ramitos finos perforantes del borde de la córnea, comuniquen directamente con los linfáticos extraoculares. En efecto, sale por ellos, fuera del ojo, la linfa casi pura; esta linfa debe de pasar a los espacios o lagunas linfáticas de la conjuntiva y de allí a los vasos linfáticos de la misma membrana.

No es creíble que si toda la linfa endocular pasara a las venas ciliares anteriores, se la obtuviera casi pura en estas ramitas pericorneanas, que más bien deben considerarse como vasos linfáticos.

La comunicación con las venas ciliares anteriores por ramos excesivamente finos podría representar una precaución de la naturaleza para asegurar el escurrimiento rápido de la linfa en casos de aumento repentino de la presión intraocular e intracanalicular.

En efecto, en las cámaras del ojo como en el espacio subaracnoideo, como en el oído interno, la disposición de la cavidad serosa se modifica para recibir y conservar constantemente cierta cantidad de líquido, indispensable para el funcionamiento especial de los órganos. Mientras que en la vaginal del testículo, en el pericardio, etc., sólo hay una escasa cantidad de líquido, el suficiente, para facilitar los movimientos del órgano, en el ojo es necesario que exista para el desempeño de la función óptica, una cantidad determinada de linfa que conserve la presión interior indispensable para dar forma al globo.

Con objeto de que esta cantidad de linfa se conserve invariable o casi invariable, la absorción no se hace por estomas en comunicación franca con los vasos linfáticos, sino que se hace por filtración a través de una membrana continua, estando la proporción de la filtración subordinada a la altura de la presión intraocular.

Cuando las vías normales de excreción no bastan para dar salida a un aumento repentino de trasudación de los vasos ciliares, por ejemplo, a consecuencia de un aumento repentino de la presión sanguínea, entonces la presión intraocular sube y se hace mayor que la presión en las venas del iris; éstas se pondrán a absorber el humor acuoso hasta que la presión descienda a su cifra normal.

No creo que habitualmente haya absorción del humor acuoso por las venas del iris como pretende Hamburger, porque la presión en ellas es superior a la intraocular. Las criptas descritas por el profesor Fuchs en la superficie del iris parecen más bien cavidades destinadas a facilitar los movimientos de esta membrana, absorbiendo o expeliendo líquidos. Si realmente desempeñaran el papel de estomas, como en las serosas, deberían estar en comunicación con vasos linfáticos; pero casi todos los autores niegan la existencia de estos últimos en el iris.

Sin embargo, Henderson (1) y más recientemente Leboncq (2) han sostenido que existen vasos linfáticos perivasculares al derredor de las venas del iris, de las venas ciliares anteriores perforantes y aun al derredor del canal de Schlemm y que por ellas se hace la excreción linfática.

(1) Loco citato.

(2) Bulletin de la Société Belge D'Ophtalmologie, núm. 35, abril de 1913.

Han llegado a esta conclusión Henderson por sus exámenes anatómicos, Leboncq por medio de inyecciones de aceite en la cámara anterior.

Si esta aserción llegara a confirmarse para las venas del iris y las ciliares anteriores, el curso de la linfa fuera del ojo podría explicarse fácilmente sin intervención del sistema venoso.

Las conexiones entre el canal de Schlemm y las venas ciliares anteriores serían simples vasos linfáticos que desembocarían, no en las venas, sino en las vainas linfáticas perivenosas. En apoyo de esta idea podría invocarse también las opiniones de varios histólogos que han indicado claramente que tanto el canal de Schlemm como los tubos que de él parten difieren de las venas porque son simples tubos endoteliales incluidos entre los haces de la esclerótica, sin que ni siquiera estos haces tomen a su derredor una dirección circular, mientras que los *emisarios de los vasa vorticosa tienen una pared venosa propia, separada* del canal escleral en donde se alojan por una adventicia de tejido conjuntivo flojo.

El paso de la sangre al canal de Schlemm en los ahorcados podría explicarse por la ruptura de la delgada barrera que ofrece la pared de la vena y el derrame de la sangre en el interior de la vaina linfática, que la conduciría al canal.

* * *

De todo lo expuesto podemos sacar las siguientes conclusiones.

1º—Debe abandonarse el método de Leber para medir la filtración en el ojo muerto, porque se apoya en la suposición errónea de considerar igual la cantidad de líquido que se inyecta en la cámara anterior a la que realmente sale por las venas ciliares anteriores.

2º—Para determinar si existe una corriente de excreción linfática fuera del ojo, así como para medirla, es necesario recurrir al ojo vivo.

3º—En el conejo puede demostrarse fácilmente la salida continua de la linfa endocular por las venas ciliares anteriores y por numerosos vasitos en toda la periferia de la córnea, cortando la conjuntiva en su inserción a esta membrana, dividiendo los tendones de los músculos y sumergiendo el globo, luxado fuera de la órbita, en un recipiente lleno de aceite.

4º—Las gotitas de sangre y de linfa trasparante que se recogen en el aceite se someten a la centrifugación. Se centrifuga también sangre tomada de la oreja del animal y se comparan entre sí. En el filtrado del ojo, el líquido trasparante que sobrenada es dos y hasta tres veces mayor en cantidad que el coágulo; en la sangre el suero es generalmente la tercera parte del coágulo. Así pues en el filtrado existe añadida a la sangre una gran cantidad de linfa.

5º—El promedio obtenido para la excreción linfática por el ángulo de la cámara anterior en el conejo, fué, en esta nueva serie de experiencias, de 3.5 mm³ por minuto.

6º—No es exacto, como pretende Weiss, que puede obtenerse igual resultado en cualquiera otra región del cuerpo. En el testículo, en el que, por la gran riqueza de linfáticos en las bolsas, por la existencia de una serosa y

por ser fácilmente pediculizable, puede aplicarse con ventaja el mismo método de medida, se encuentra:

a) que la excreción linfática por los vasos subcutáneos cortados transversalmente, es apenas apreciable e igual a 0.6 mm^3 o menos por minuto.

b) que la excreción por los linfáticos profundos divididos hasta el fascia cremasteriano, es también insignificante e igual a la capa anterior.

c) que cuando se abre la serosa vaginal y se coloca en aceite el testículo, se observa una salida constante de linfa en forma de gotitas transparentes, mucho más numerosas en el seno epidídimo-testicular.

Esta corriente linfática es continua, como el ojo. Se demuestra el hecho de dos maneras: quitando con un estilete las gotitas, que se renuevan poco tiempo después, o midiendo la cantidad de linfa excretada en períodos de tiempo sucesivos.

7º—El promedio de la excreción linfática en la serosa vaginal del conejo es de 3.6 mm^3 por minuto; en el perro es de 12 mm^3 por minuto.

8º—Estas experiencias demuestran que las cámaras del ojo deben asimilarse fisiológicamente a las serosas, pues en ambas existe una corriente de linfa, cuya proporción en la unidad de tiempo es análoga para el ojo y para la vaginal del testículo.

9º—El canal de Schlemm no es un seno venoso como pretende Leber, sino un canal linfático. Si contuviera sangre, como todos los vasos perforantes finos del limbo esclerocorneano están en comunicación con él, saldrían gotitas sanguíneas por las aberturas de los ramitos cortados. Puesto que el líquido que se escapa por ellas es linfa casi pura, el canal debe contener linfa en estado normal.

10º—Los vasitos eferentes del canal de Schlemm que se dirigen al limbo esclerocorneano atravesando la esclerótica deben más bien considerarse como vasos linfáticos, puesto que son simples tubos endoteliales y que por ellos se vierte linfa. Otros ramitos hacen comunicar el canal de Schlemm con las venas ciliares anteriores, pero esta comunicación debe ser sólo una precaución de la naturaleza para asegurar el escurrimiento de la linfa en casos de aumento muy brusco de la presión intraocular.

11º—La presión de la sangre en las venas del iris es mayor que la presión intraocular, por lo cual no es admisible que en estado normal se haga por ellas la excreción del humor acuoso. En las ciliares anteriores durante su trayecto intraescleral la presión debe ser por el contrario inferior a la presión que reina en la cámara anterior y en el canal de Schlemm.

12º—Cuando la presión intraocular suba bruscamente y se haga superior a la de las venas del iris, puede producirse una corriente de excreción por el sistema venoso, hasta que la presión intraocular descienda a la cifra normal.

* * *

Réstame para terminar, dar las gracias al Sr. Dr. Manuel Toussaint, Director del Instituto Patológico Nacional, por haberme facilitado los elementos con que cuenta dicha Institución para llevar a cabo las experiencias relatadas en este trabajo.

México, julio 15 de 1914.

MANUEL URIBE Y TRONCOSO.

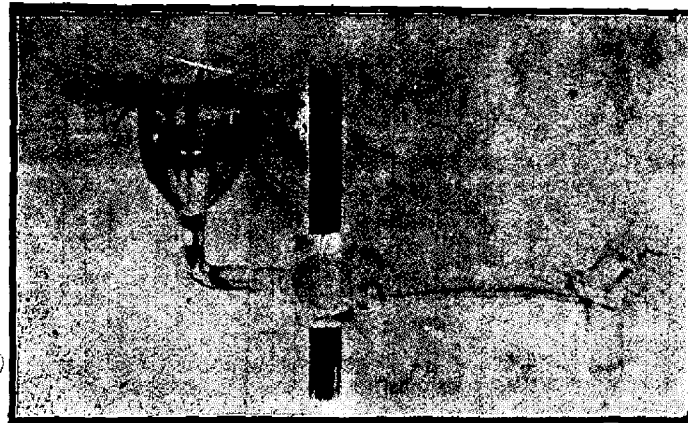


Fig. 1.—Filtración en un ojo de conejo

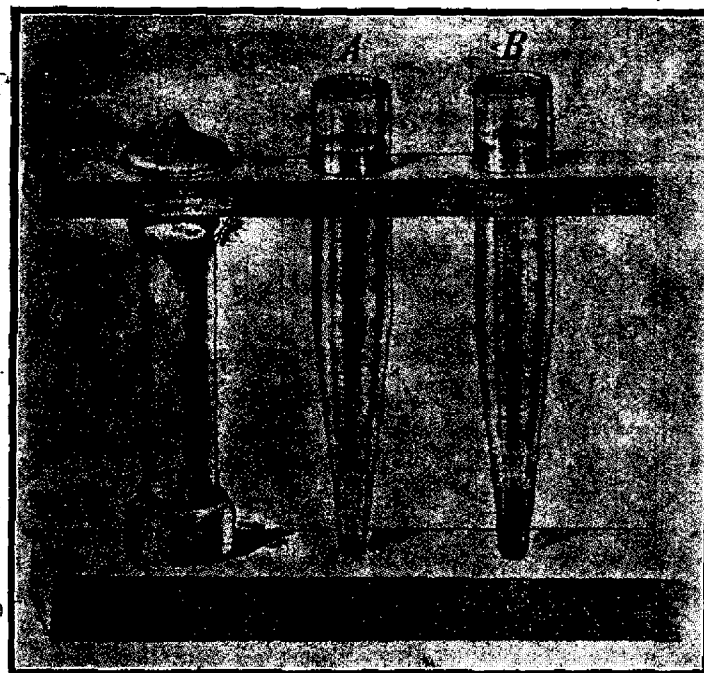


Fig. 2.—Proporción comparativa de la cantidad de coágulo en el filtrado del ojo A. y en la sangre de la oreja B.—(Experiencia núm. 1.)

Nuevas investigaciones acerca de la circulación linfática en el ojo vivo y en otros órganos, y su medida.—*Dr. M. Uribe y Troncoso.*