

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DEL PLEXO
EPIESCLERAL EN EL APARATO DE FILTRACION
DEL OJO HUMANO. SU IMPORTANCIA EN
RELACION CON EL GLAUCOMA*

DR. SADÍ DE BUEN**

CONSIDERO la designación de miembro de la Academia Nacional de Medicina, la corporación médica de mayor prestigio y tradición científica en México, como una alta distinción, por la cual me siento muy honrado.

El motivo de mi trabajo es presentar a la consideración de ustedes el aspecto histológico del plexo epiescleral, que es una parte del aparato de filtración del ojo humano, hasta ahora mal estudiada y cuyo conocimiento facilitará el comprender mejor las causas de algunos tipos de glaucoma de ángulo abierto, las cuales hasta el momento actual han permanecido en la obscuridad.

El aparato de filtración sirve para regular el drenaje del humor acuoso y mantener la presión intraocular en condiciones adecuadas para el buen funcionamiento del órgano de la visión. Por esta razón, numerosos investigadores se han preocupado por conocer mejor su estructura, para poder entender mejor su funcionamiento, tanto en condiciones normales como en estados patológicos. En los últimos años han hecho importantes contribuciones a su conocimiento Flocks¹ y Dvorak-Theobald² en los Estados Unidos de Norteamérica y Ashton^{3, 4, 5} en Inglaterra; sin embargo, la mayoría de los autores han dedicado su atención primordialmente al estudio del aparato trabecular y conducto de Schlemm, o sea a su porción inicial y, muy poca, a sus conductos más externos.

Para facilitar mi exposición ulterior creo conveniente hacer primero una breve descripción de la conformación histológica del aparato de filtración en el ojo humano. Se inicia en el ángulo de la cámara anterior del ojo (Fig. 1), que está limitado por la superficie posterior de la córnea y la superficie anterior del iris.

* Trabajo de ingreso a la Academia Nacional de Medicina, leído por su autor el 25 de agosto de 1965.

** Del Departamento de Histología de la Facultad de Medicina, UNAM. Consultor en Patología Ocular del Registro Nacional de Anatomía Patológica, S.S.A.

Se extiende a través del espesor del limbo esclerocorneal y esclerótica vecina, hasta las venas conjuntivales y sirve de vía de drenaje al humor acuoso, el cual es un líquido tisular modificado que se origina en los procesos del cuerpo ciliar. El humor acuoso alcanza la cámara anterior a través del orificio pupilar y de aquí pasa al aparato trabecular que constituye la porción inicial del aparato de filtración (Fig. 2).

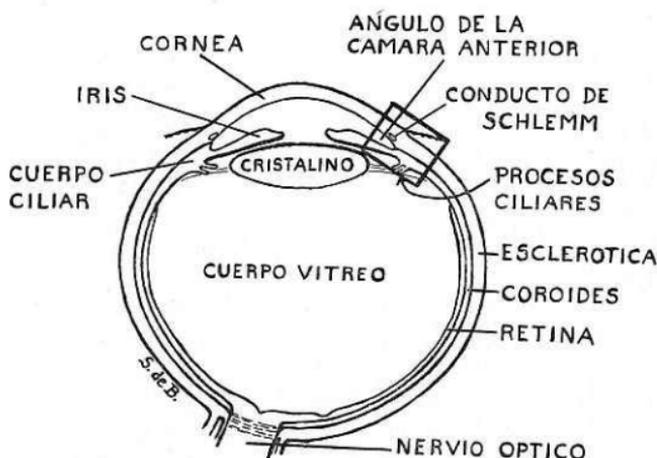


FIG. 1. Esquema del globo ocular para señalar la situación del ángulo de la cámara anterior y del conducto de Schlemm.

El aparato trabecular está formado por numerosas láminas de tejido conjuntivo, tapizadas por un endotelio. Entre ellas quedan numerosos espacios que comunican la cámara anterior con el conducto de Schlemm, el cual también está tapizado por endotelio. De este conducto parten entre 25 y 30 canales colectores que se anastomosan con el plexo escleral profundo. De aquí unas ramas se dirigen hacia las venas del cuerpo ciliar y otras hacia el plexo intraescleral. Este se continúa con el plexo episcleral que a su vez termina en el plexo conjuntival, tributario de las venas ciliares anteriores (Fig. 2).

HISTOLOGÍA DEL PLEXO EPIESCLERAL

Material y métodos. Se han empleado para este estudio 300 oculares humanos los cuales se obtuvieron en la autopsia entre una y cinco horas después del fallecimiento y se colocaron inmediatamente en formol al 10%. Varios días después se lavaron durante 10 a 15 horas con agua de la llave y se colocaron en alcohol

al 60%. Luego se seccionaron siguiendo dos planos paralelos anteroposteriores, pasando uno a dos milímetros por dentro del limbo esclerocorneal y algo por fuera del nervio óptico, para obtener un segmento principal y dos casquetes o calotas.⁶

El segmento principal es, el que se usa en el laboratorio para preparar los cortes histológicos con fines de diagnóstico y, dada la orientación de los mismos,

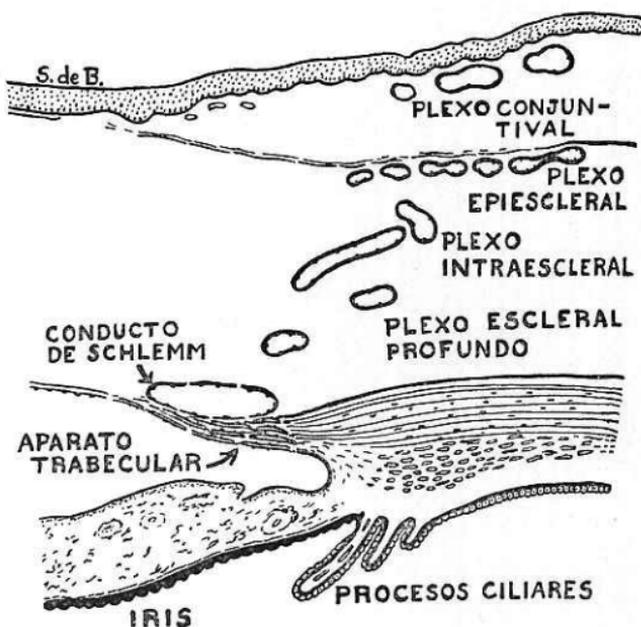


Fig. 2. Esquema de las diferentes partes del aparato de filtración humano. Corresponde a la porción limitada por el rectángulo en la figura anterior.

muestra las estructuras en un plano anteroposterior. En cada uno de los casquetes queda parte de la periferia de la córnea, el limbo esclerocorneal y una porción de tamaño variable de conjuntiva bulbar.

Estas dos últimas estructuras por lo general faltan o resultan muy dañadas en los ojos que se enuclean quirúrgicamente, pues el cirujano oculista trata de conservar la mayor parte posible de conjuntiva bulbar para obtener una mejor prótesis y facilitar la reparación de la herida quirúrgica. Por esta razón, los ojos enucleados por el cirujano no se prestan para este estudio, pues ya no contienen

esta estructura. A esta razón tribuyo la falta de descripciones histológicas previas del plexo epiescleral, ya que pocos investigadores disponen de ojos de autopsia.

Para estudiar el aparato de filtración en un plano tangencial y siguiendo las indicaciones de Flocks¹ se usaron los casquetes a los que se recortó la parte posterior de la esclerótica para facilitar su manejo. Al incluirlos en parafina caliente se colocó su superficie interna hacia abajo y se hizo ligera presión sobre la externa,

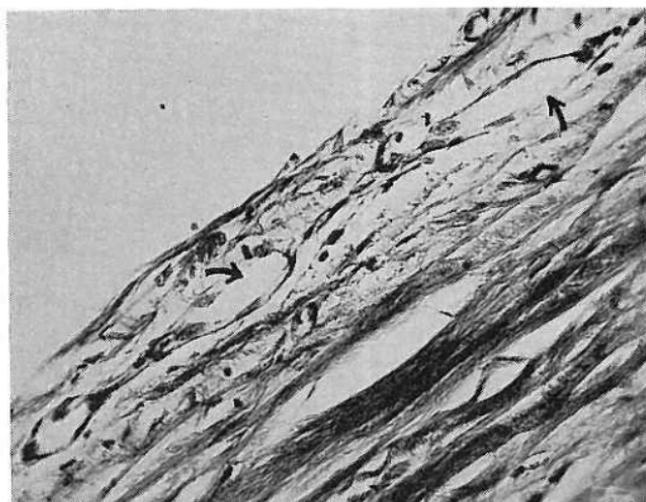


FIG. 3. (De Buen). Corte anteroposterior del ojo. El plexo epiescleral aparece constituido por pequeños vasos (flechas). Tricrómico de Masson. X 300.

convexa, para aplanarlos. Después se prepararon cortes seriados empezando por la superficie interna y terminando en la externa. Los mejores cortes para demostrar el plexo epiescleral fueron los cercanos a la superficie externa, antes de llegar al tejido conjuntival.

Se hicieron las siguientes tinciones: hematoxilina y eosina, tricrómicos de Masson y Gallego, azul de toluidina, ácido peryódico de Schiff, la técnica de Alvarez Fuertes que tiñe células cebadas y mucopolisacáridos ácidos, y diversas impregnaciones argénticas para terminaciones nerviosas.

RESULTADOS

El plexo epiescleral, como lo indica su nombre, está situado en la parte más externa del tejido escleral, lindando con el tejido subconjuntival y aparenta ser una estructura muy sencilla en los cortes convencionales (Fig. 3). Pero cuando

se estudia en cortes tangenciales, de acuerdo con la técnica descrita previamente, aparece constituido por una red muy compleja de vasos de aspecto sinusoidal, que rodea por completo al globo ocular en la región del limbo esclerocorneal.

Los sinusoides presentan un diámetro muy irregular debido a la alternación de zonas dilatadas con zonas estrechas. Hay además abundantes anastomosis (Fig. 4). La pared de estos vasos está compuesta de dos capas de células. La in-



FIG. 4. (De Buen). A-521-S.L.P. Vasos sinusoidales del plexo episcleral vistos en corte tangencial. Están rodeados por tejido conjuntivo laxo. Tricrómico de Masson. X 195.

terna está constituida por una membrana endotelial cuyas células muestran núcleos ovalados, bien visibles y citoplasma pálido (Fig. 5). Cuando se ven en corte tangencial se aprecia mejor la cromatina nuclear dispuesta en pequeños acúmulos. Las células endoteliales están más aplanadas en las porciones dilatadas y son más prominentes en los tramos estrechos. La capa externa de los vasos es discontinua. Está formada por células que, por su situación, debemos catalogar como pericitos o células adventiciales, cuyo núcleo fino y alargado, con abundante cromatina, está situado en el centro del citoplasma, el cual es muy alargado y con los extremos adelgazados (Fig. 5).

Por lo general no hay glóbulos rojos en la luz, pero ocasionalmente pueden verse, lo que debe interpretarse como un reflujo de la sangre desde las venas subconjuntivales. En casos patológicos puede encontrarse sangre en mucha mayor cantidad.

Entrecruzados con los vasos sinusoidales no es raro hallar vasos de luz estre-

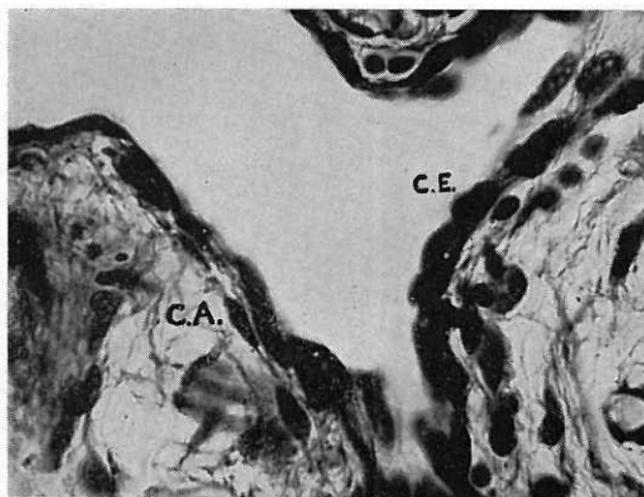


FIG. 5. (De Buen), A-521-S.L.P. Pared de un vaso sinusoidal. Se aprecian las células endoteliales (C.E.) y las células adventiciales (C.A.). Tricrómico de Masson. X 630

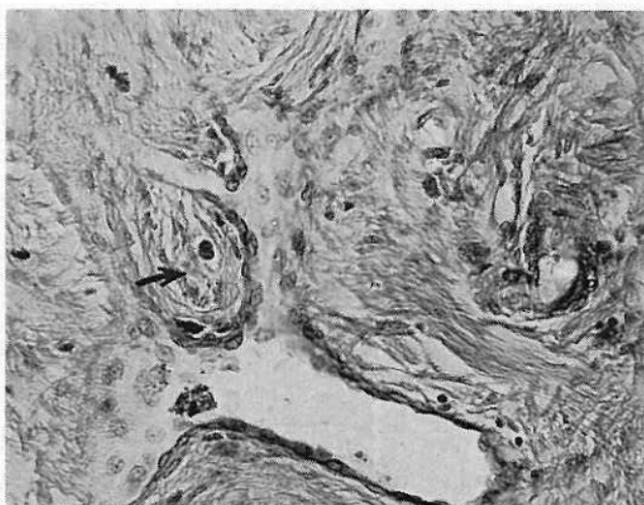


FIG. 6. (De Buen), A-661-S.L.P. Cojinete de tejido conjuntivo que estrecha parcialmente la luz de un vaso sinusoidal (flecha). Tricrómico de Gallego. X 300.

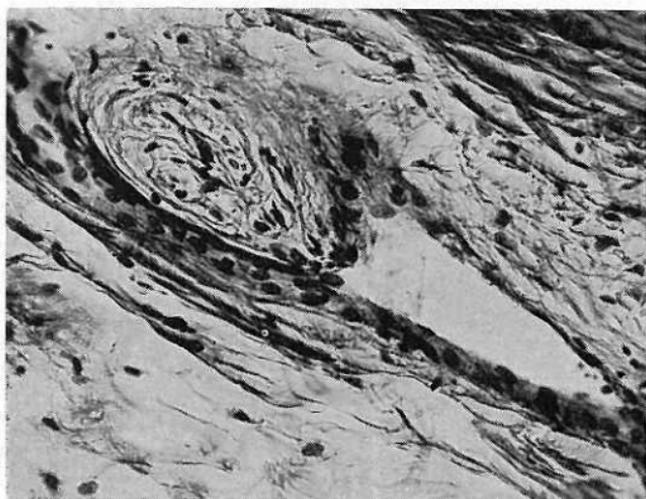


FIG. 7. (De Buen). A-528-S.L.P. Cojinete de tejido conjuntivo que ocluye la luz de un vaso sinusoidal. Tricrómico de Masson. X 300.



FIG. 8. (De Buen). A-661-S.L.P. Células cebadas (flechas) en la vecindad de los vasos sinusoidales del plexo episcleral. Tricrómico de Gallego. X 630.

cha y uniforme, con escasas fibras muculares lisas en su pared, que representan vías directas de comunicación entre los distintos plexos esclerales. A veces se les ve desembocando en un sinusoide del plexo episcleral.

Los vasos sinusoidales del plexo episcleral están situados en el seno de un tejido conjuntivo laxo, rico en mucopolisacáridos ácidos (Fig. 4). Es frecuente encontrar cojinetes de tejido conjuntivo que hacen protrusión hacia la luz de los vasos y la estrechan parcialmente (Fig. 6), o la ocluyen casi por completo (Fig. 7). En la vecindad de los cojinetes suele haber pequeños troncos nerviosos y en el tejido conjuntivo laxo que rodea a los vasos sinusoidales existen numerosas células ce-

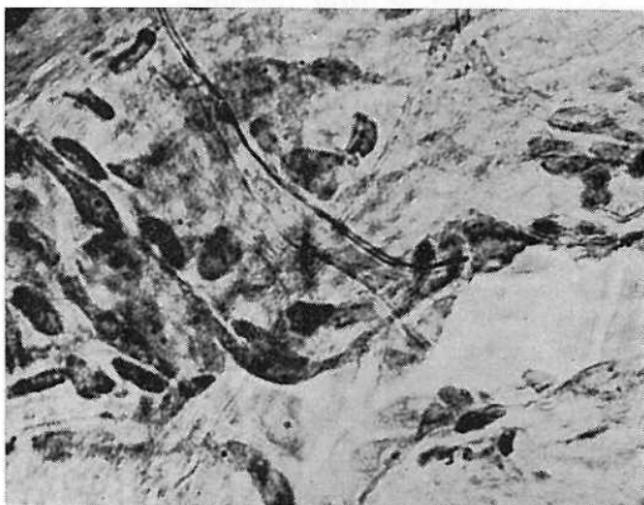


FIG. 9. (De Buen). A-745-S.L.P. Terminaciones nerviosas en la pared de los sinusoides del plexo episcleral. Impregnación argéntica. X 575.

badas (Figs. 6 y 8). La mayoría están cerca de la pared vascular y algunas en íntimo contacto con ella. Contienen numerosas granulaciones metacromáticas en el citoplasma como lo demuestran la tinción con azul de toluidina. El número de las granulaciones es variable. Hay células que las muestran en abundancia, mientras que otras tienen pocas y dispersas. A veces las células están en degeneración.

Hay numerosos nervios y fibras nerviosas libres que terminan en la pared de los vasos del plexo como se demuestra por medio de las impregnaciones argénticas en corte por congelación (Fig. 9).

COMENTARIO

El plexo episcleral debe entenderse como un complejo aparato vascular-químico-nervioso constituido por vasos sinusoidales, células cebadas y terminaciones nerviosas, colocado entre el conducto de Schlemm y las venas conjuntivales.

De su compleja estructura y por su situación anatómica es lógico inferir que su función esté relacionada con la regulación del drenaje del humor acuoso.

La alternación en el diámetro de la luz de sus vasos sinusoidales sugiere su capacidad de contracción y dilatación, si bien, por los cortes histológicos únicamente, no sea posible deducir si ésta es rápida o lenta, activa o pasiva.

Aunque no demostrable por este estudio, es sugestivo pensar que pueda tratarse de una contracción activa, lo cual implicaría el drenaje del humor acuoso también en forma activa. Los cojinetes de tejido conjuntivo probablemente actúan como dispositivos especiales para impedir el regreso del humor acuoso y facilitar su progreso hacia las venas conjuntivales.

Si los vasos dotados de células musculares que desembocan en los vasos sinusoidales se comportan como reguladores del volumen del humor acuoso, este fenómeno por sí solo podría explicar las variaciones en el calibre de los sinusoides, pero en ambos casos la importancia de los cojinetes para impedir el reflujo parece obvia. La mayor o menor protrusión de los cojinetes hacia la luz de los sinusoides podría explicarse por una mayor o menor imbibición acuosa regulada por su contenido en mucopolisacáridos ácidos (probablemente ácido hialurónico).

No hay razón para pensar que las células cebadas del ojo difieran en su estructura o funciones de las que se encuentran en otros tejidos,^{7, 8, 9} por lo tanto si se acepta que son capaces de elaborar histamina, serotonina y heparina, me siento autorizado a pensar que dada su abundancia en la vecindad de los vasos sinusoidales del plexo episcleral deben representar un mecanismo adicional para facilitar el progreso del humor acuoso al provocar dilatación y aumento de la permeabilidad de los vasos y al impedir la coagulación de la sangre cuando hay un reflujo desde las venas conjuntivales.

Mis hallazgos sobre la histología del plexo episcleral también pueden relacionarse con algunos tipos de glaucoma.

Bajo el término de glaucoma se reúne un grupo complejo de enfermedades que tienen en común la elevación de la presión intraocular. Esta elevación suele deberse a alteraciones en el aparato de filtración que reducen la salida del humor acuoso.¹⁰

Por lo general la alteración acontece en el aparato trabecular y conducto de Schlemm, cuando hay oclusión del ángulo de la cámara anterior. Si se conoce la causa se trata de un glaucoma secundario y cuando no se sabe, se habla de glaucoma primario, con sus dos variedades, de ángulo cerrado y de ángulo abierto.

En la última variedad se han invocado diversas causas, entre ellas la obstrucción de los plexos esclerales¹¹ que drenan el humor acuoso.

El presente trabajo, al agregar nueva información sobre la estructura del plexo epiescleral, facilitará el entendimiento de esa posibilidad, pues es concebible que la fibrosis del tejido conjuntivo laxo que rodea al plexo epiescleral provoque la disminución y hasta el cese del flujo del humor acuoso al limitarse su capacidad funcional específica impidiendo la dilatación de los vasos sinusoidales y posiblemente el mecanismo valvular descrito con anterioridad. Los procesos patológicos capaces de provocar la disminución en la población de células cebadas o de reprimir la elaboración de su secreción o de lesionar las terminaciones nerviosas, serían otros factores que por separado o sumados al anterior contribuirían a alterar el filtrado.

Landesberg¹² y otros investigadores han demostrado que el uso de la hialuronidasa produce el descenso de la tensión intraocular en la variedad de glaucoma primario de ángulo abierto sin alteración demostrable en la porción inicial del aparato de filtración. Nuestros hallazgos facilitan el substrato anatómico para comprender el por qué de este fenómeno.

Sin embargo, hasta el momento actual, los datos morfológicos presentados no permiten sino esbozar algunas hipótesis sobre la función y patología del aparato epiescleral. Es necesario el estudio histopatológico de casos de glaucoma primario de ángulo abierto y el desarrollo de trabajos experimentales para confirmar o rechazar estas ideas.

Por fortuna el trabajo experimental puede hacerse en el mono (*Macacus rhesus*) pues he encontrado que este animal tiene un aparato epiescleral semejante al del hombre,¹³ por lo que los resultados podrán ser valiosos para la especie humana, lo cual no es aplicable en otros animales de laboratorio de especies inferiores, por no tener desarrollado este aparato de filtración en la misma forma.

RESUMEN

Se presentan nuevos datos sobre la estructura histológica del plexo epiescleral del aparato de filtración del ojo humano. Se emiten algunas hipótesis sobre su funcionamiento y se señala su importancia en relación con algunos tipos de glaucoma de ángulo abierto.

SUMMARY

New data about the histological structure of the epiescleral plexus of the filtration apparatus in the human eye are presented. Several hypothesis on the function of this plexus are offered and its probable relations with some types of primary open angle glaucoma are indicated.

BIBLIOGRAFÍA

1. Flocks, M.: *The anatomy of the trabecular meshwork as seen in tangential section*. Arch. Opth. 56: 708-718, 1956.
2. Dvorak-Theobald, G.: *Further studies of the canal of Schlemm: Its anastomoses and anatomic relations*. Am. J. Opth. 39: 65-89, 1955.
3. Ashton, N.: *Anatomical study of Schlemm's canal and aqueous veins by means of neoprene casts. Part. I. Aqueous veins*. Brit. J. Opth. 35: 291-303, 1951.
4. ———: *Anatomical study of Schlemm's canal and aqueous veins by means of neoprene casts. Part II. Aqueous veins, continued*. Brit. J. Opth. 36: 265-267, 1952.
5. Ashton, N. y Smith, R.: *Anatomical study of Schlemm's canal and aqueous veins by means of neoprene casts. Part. III. Arterial relations of Schlemm's canal*. Brit. J. Opth. 37: 577-586, 1953.
6. De Buen, S.: *Reglas para hacer el estudio macroscópico de los globos oculares*. Rev. Lat. Am. Anat. Pat. 2: 163-167, 1958.
7. Smelser, G. K. y Silver, S.: *The distribution of mast cells in the normal eye. A method of study*. Exp. Eye Res. 2: 134-140, 1963.
8. Riley, J. F.: *The mast cells*. Edinburgh & London, 1959, E. & S. Livingstone Ltd.
9. Rocha e Silva, M.: *Histamine. Its role in Anaphylaxis and Allergy*. 1955. Charles C. Thomas.
10. Adler, F. C.: *Physiology of the eye*. Saint Louis, 1965. C. V. Mosby Co., pág. 139.
11. Sugar, H. S.: *The Glaucomas*. New York, 1957. Hoeber & Harper, pág. 132.
12. Landesberg, J.: *Primary glaucoma: open angle type. An experimental investigation of a new therapeutic approach in the treatment of simple chronic glaucoma*. Am. J. Opth. 48: 81-83, 1959.
13. De Buen, S.: Observación no publicada.

El autor agradece al Dr. Tomás Velázquez, Jefe del Departamento de Anatomía Patológica de la Escuela de Medicina de San Luis Potosí el envío de los globos oculares y al Dr. Gabriel Alvarez Fuertes, Director del Registro Nacional de Anatomía Patológica, S. S. A. y a la Dra. Rosario Barroso Moguel, del Departamento de Anatomía Patológica del Instituto Nacional de Cardiología, su colaboración en la preparación de algunas de las tinciones.

Las Sras. Angeles B. de De Buen y Guadalupe Q. de Casillas del Laboratorio de Histología de la Facultad de Medicina, U.N.A.M., colaboraron en la elaboración de las preparaciones histológicas.

Las microfotografías fueron tomadas por el autor en el Instituto de Patología de las Fuerzas Armadas, Washington, D. C., E.U.A.