

MORFOLOGÍA Y CONEXIONES DE LOS ELEMENTOS DE LA RETINA DE LAS AVES

Hace más de un año que emprendimos una serie de investigaciones sobre la retina de los mamíferos, aves, reptiles y batracios, ayudándonos de los métodos comunes y últimamente del de Golgi. Pero los resultados obtenidos en los mamíferos son tan análogos á los recientemente publicados por Tartuteri, que nos ha parecido ocioso consignarlos en este trabajo, en el cual expondremos por ahora los hechos de textura que el método de Golgi nos ha permitido hallar en la retina de las aves (gallina, paloma, pato, etc.) La disposición y forma de los elementos retinianos en las diversas especies de aves que hemos estudiado nos han parecido tan concordantes, que no vacilamos en involucrarlas en una descripción común. En esta sucinta exposición que vamos á hacer, seguiremos la nomenclatura de las capas retinianas expuesta por Schwalbe (1).

a *Capa de las células visuales* (bastones y conos). El proceder de Golgi impregna de negro el segmento interno y raras veces el externo. Los granos coloreados de los conos no se tiñen, mostrándose de un color negro ó moreno, si en la induración de la retina se empleó la mezcla ósmico-bicrómica. Al llegar el segmento interno á la limitante, posee un ligero ensanchamiento. Por lo demás, los conos se distinguen de los bastones en ser algo más gruesos y como panzudos en su artículo interno (fig. 3, A y B).

b *Granos externos ó fibras y granos de los conos y bastones*. Tíñense de negro intenso las fibras de los bastones y conos, pero no el núcleo que aparece de color de castaña, sin duda por verse á través de una delgada capa de protoplasma impregnado. Tanto los conos como los bas-

(1) No es nuestro ánimo dar aquí la bibliografía de la retina, que es riquísima y que, por otra parte, se hallará en las obras especiales. Citaremos, no obstante, como los trabajos más modernos y los que han servido de punto de partida á los nuestros: el tratado clásico de Schwalbe: *Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane*. Erlangen, 1887. La Memoria de Krause: *Die Retina*. *Internationale Monatsschrift f. Anat. und Histologie* Helf 1 und 2, Band. III, 1886; la de Fleisch; inserta en el *Zeitschr. f. wissenschaftl. Mik.* I; la de Lenox, publicada en el *Graeff's Arch. f. Ophthalmologie* 32 B Not. I; la de Tartuteri: *Sull anatomia della retina*. *Monat. Intern. f. Anat. und Phys.* Bd, IV Helf. 10 1887; la de Dogiel: *Ueber das Verhalten der nervösen Elemente in der Retina der Ganoiden, Reptilien, Vögel und Säugethiere*.—*Anat. Anzeiger*, 1 Feb. 1888, etc.

tones rematan sobre la capa reticular externa ó plexo subepitelial en un cono de cuya base arrancan varias fibras varicosas, como rizadas, extendidas casi horizontalmente en el espesor de la zona mencionada. No hemos podido comprobar las anastómosis de estas fibras con las emanadas del extremo superior de las células bipolares; al contrario, siempre que la impregnación ha sido fina y completa, las hemos visto terminar libremente.

En la retina de los pájaros (gorrión) no todas las fibrillas del pie del cono se esparcen por la zona reticular; existe á menudo una más gruesa que atravesando los granos internos, llega hasta la capa reticular interna, más allá de cuyo punto nuestras preparaciones no la muestran impregnada. ¿Será esta fibrilla un cilindro eje del cono prolongado hasta la zona de fibras del nervio óptico?

Verosímil parece esta opinión, que no afirmaremos como hecho positivo sino en presencia de más perfectas impregnaciones (fig. VIII).

c *Capa reticular externa.* Está constituida por las fibras emanadas de los pies de los granos de los bastones y conos, por las que parten de las células bipolares, y por las llegadas de las células estrelladas (subepiteliales), todas las que se entrelazan formando un plexo apretadísimo, pero no una red como sostiene Tartuferi.

d *Capa de los granos internos.* Consta de las células estrelladas (subepiteliales), las bipolares y los esponjioblastos.

Las *estrelladas ó subepiteliales* están situadas inmediatamente por debajo del plexo subepitelial, y ofrecen la forma y disposición descritas por Tartuferi y Dogiel. Las prolongaciones de estas células corren horizontalmente, á veces en una grande extensión. De la parte inferior del cuerpo celular surge una prolongación descendente que, aunque no hemos logrado seguirla hasta las fibras del nervio óptico, creemos con Tartuferi que es una expansión nerviosa.

Células bipolares. Corresponden bastante bien á las descripciones hechas por Tartuferi y Dogiel. Sólo debemos añadir dos hechos que nos parecen muy interesantes: del penacho de hilos divergentes en que remata la expansión externa de estas células arranca una fibra gruesa, varicosa que, penetrando entre los granos externos, termina unas veces debajo de la limitante, otras todavía más allá entre los artículos internos de los bastones y conos. Dogiel (1) ha puesto de manifiesto esta prolongación en la retina de los reptiles con ayuda del método del azul de metilo; pero el método de Golgi la tiñe muchísimo mejor. Por lo demás, esta expansión corresponde evidentemente á la descrita por Landolt en

(1) Loc. cit. p. 138.

el triton y salamandra, y á la cual Ranvier (1) que confirmó su existencia y relaciones con las células bipolares, llamó *maza* de Landolt. La prolongación inferior es delgada flexuosa, atraviesa gran parte de la zona reticular interna y termina, unas veces por una sólo arborización varicosa yacente á variables alturas, y otras por dos ó tres arborizaciones dispuestas en pisos distintos correspondientes á las líneas horizontales que se ven en la zona reticular interna, teñida al carmín y examinada en glicerina. Las anastomosis que Dogiel describe entre las arborizaciones inferiores de las células bipolares, no han podido ser comprobadas por nosotros, por lo cual nos inclinamos á pensar que este autor ha tomado por anastomosis los casos frecuentes de superposiciones y contactos de los extremos de fibras emanadas de elementos bipolares distintos. Quizás pueda explicarse por la misma facilísima equivocación la red horizontal (*rete dei fiochetti*) que señala Tartuferi en la zona más interna del estrato reticular interno y constituida por las citadas anastomosis.

Espongioblastos. Las células así calificadas por los autores no parecen ser todas de igual naturaleza. En la retina de los pájaros, donde particularmente hemos podido estudiarlas, se encuentran tres tipos diversos: 1.º Espongioblastos gigantes: son células gruesas (de 12 á 15 μ) esferoidales ó prolongadas, provistas de recias y ramificadas expansiones descendentes, entre las que se halla una, relativamente gruesa, que baja perpendicularmente hasta la capa de las fibras nerviosas, y presenta todos los caracteres de un cilindro eje, como lo ha hecho notar Dogiel. 2.º Hay otra especie de espongioblastos mucho más pequeños y numerosos que los anteriores, caracterizados por presentar un tallo descendente que, después de atravesar en línea recta toda la capa reticular interna, termina por una arborización extensa y aplanada situada encima de las células ganglionares. Entre las ramitas de la arborización existe una que desciende hasta la capa fibrosa y que podría ser un cilindro eje; 3.º Espongioblastos neurogliformes: son también de pequeña talla, y su cuerpo, que yace en un plano más externo que el de los anteriores, emite por abajo dos ó más prolongaciones varicosas de curso primero casi horizontal y luego vertical, las que, ramificándose en hebras finísimas y descendentes, terminan sobre las células ganglionares. La delgadez y flexuosidad de estos hilos y el color café que adquieren por la plata, presta á las citadas células aspecto de elementos neuróglícos. No hemos logrado percibir el filamento nervioso, por lo que suspendemos nuestro juicio relativamente á la significación de estos corpúsculos hasta

(2) *Traité technique d' histologie*, p. 959.

que nuevas pesquisas nos aleccionen sobre el particular. (Véase la figura VIII.) (1).

e *Capa reticular interna.* Está en gran parte formada por los hilos descendentes de las células neuróglícas (fig. 3) á los que se asocian las ramas protoplasmáticas de los elementos de la capa ganglionar, las arborizaciones de las prolongaciones internas de los corpúsculos bipolares y las expansiones descendentes de los espongioblastos.

Las expansiones de las células ganglionares y las de las bipolares no se ramifican ni marchan indistintamente por todas las capas retinianas, sino que se disponen en planos de ramificación y entrecruzamiento, que son en número de cuatro ó cinco, según las especies animales estudiadas. Pero antes de indicar la disposición de estos planos, hablemos de las células ganglionares.

f *Capa de las células ganglionares.* Está compuesta de una ó dos hileras de elementos de vario tamaño, alojados entre los filamentos descendentes de las células neuróglícas. Pueden distinguirse estas células, á ejemplo de lo que ciertos autores hacen, en grandes y pequeñas. Las pequeñas (fig. 3, J) son globulosas y emiten por su parte externa una sola prolongación que á poco trecho y en el seno de la zona reticular interna se dicotomiza, dividiéndose las ramas en una arborización finísima, varicosa, que se diría está construída de granos sueltos dispuestos en plano. Las células grandes emiten dos ó más expansiones protoplasmáticas gruesas que, ramificándose sucesivamente, llegan hasta la hilera de los espongioblastos. Las ramas secundarias que parten de dichas expansiones se disponen en dos ó tres planos horizontales, en donde se entrecruzan con las arborizaciones de las células bipolares. Hé aquí de qué modo se asocian comunmente todas estas fibras en la retina de la paloma y gallina, donde generalmente se ven cuatro estrías granulosas. La estría más interna situada junto á la capa ganglionar es poco aparente y contiene solamente las arborizaciones terminales de algunas células bipolares muy largas (fig. 3, L) y las ramas terminales de los espongioblastos de prolongación única y rectilínea. La segunda estría encierra las ramificaciones granulosas de las células ganglionares pequeñas, el piso de expansiones más inferior de los corpúsculos ganglionares grandes y algunas arborizaciones, casi siempre terminales de células bipolares. La tercera estría ó plano de entrecruzamiento, comprende por lo común un piso de ramas de las células ganglionares grandes, y algunas ramificaciones laterales y terminales de corpúsculos bipolares. Por último, la cuarta estría que es la más extensa y toca á los espongioblastos, contiene el piso más alto de

(1) Esta lámina que representa un corte de la retina del gorrión, se publicará en el n.º próximo.

las ramas de los corpúsculos ganglionares grandes, muchas arborizaciones laterales de células bipolares, y alguna que otra arborización terminal de elementos bipolares cortísimos. Esta disposición y este número de capas es muy común; pero no sabríamos decir que es constante, pues las impregnaciones por el método de Golgi son á menudo incompletas y pudiera suceder que allí donde ciertas preparaciones no muestran ramificaciones, otras las presentaran. El conocimiento perfecto de estas zonas retinianas, exige la ejecución de numerosísimas preparaciones y de largos estudios comparativos que todavía no hemos logrado realizar, no sólo por el tiempo que exigen, sino por la dificultad é inconstancia con que se obtiene en la retina de las aves la coloración negra.

9 *Capa de las fibras del nervio-óptico.* Las fibras de esta zona son varicosas, se tiñen de negro intenso y se las ve continuar alguna vez con la prolongación central de las células ganglionares (fig. 3, I).

n *Células de neuroglia.* Se tiñen perfectamente por el método de Golgi, especialmente en su trayecto por la zona de los granos internos y por la reticular interna. Comienzan en la limitante externa por una placa de la que salen expansiones finas hacia afuera, se moldean á los granos externos á los que forman montañas, emiten algunas prolongaciones laterales á su paso por la capa reticular externa, cruzan los granos internos á los que también se acomodan y, cerca de la zona reticular interna, se descomponen en dos ó más ramos que se dividen inmediatamente en numerosísimas fibrillas ondeadas, granulosas y descendentes que, después de recorrer en pincel ó mechón de cabello la zona reticular y la de células y fibras del nervio óptico, terminan en la limitante interna por pequeños abultamientos cónicos. El número de estas fibrillas disminuye algo en las zonas de las fibras y células del nervio óptico, donde con frecuencia parecen engruesarse (fig. 3, M).

(Continuará.)

EXPLICACIÓN DE LA FIG. 3 y 5.

Fig. 3.—Corte de la retina del pollo.—Impregnación argéntica por el método de Golgi. (En esta figura se han reunido elementos de la retina observados en diversas preparaciones).—Las llaves del margen señalan: A. capa de los bastones.—B, limitante externa.—C, capa de los granos externos.—D, capa reticular externa.—E, capa de los granos internos.—F, capa reticular interna.—G, capa ganglionar.—I, capa de las fibras del nervio óptico.—H, limitante interna.

—A, artículo interno de un cono.—B, artículo interno de un bastón.—G, filamento emanado de una célula bipolar.—C, célula estrellada ó subreticular.—D, espongioblasto de gran talla.—E, espongioblasto pequeño.—F, célula bipolar.—H, arborización lateral de un corpúsculo bipolar.—L, arborización terminal de uno de estos elementos.—N, arborización lateral de otro corpúsculo bipolar.—K, célula ganglionar grande, con dos pisos de arborizaciones.—J, célula ganglionar pequeña, con arborización granulosa y copuda.—M, células neuróglícas ó fibras de Müller.

Fig. 5.—Representa una fibra de Müller del carnero impregnada por la plata.— Esta figura demuestra las diferencias que separan los elementos neuróglícos de los mamíferos y los de las aves.



TERMINACIONES NERVIOSAS EN LOS HUSOS MUSCULARES DE LA RANA.

El proceder de coloración de las fibras nerviosas vivas descubierto por Ehrlich (1) y aplicado con éxito brillante al estudio de las terminaciones nerviosas por Arnstein (2), Dogiel (3), Smirnow (4), etc., es un recurso de técnica valiosísimo destinado á reemplazar en muchos casos y servir de medio de contraprueba en todos al método de impregnación al cloruro de oro.

Nosotros hemos estudiado á beneficio del método de Ehrlich las terminaciones nerviosas motrices tanto de los músculos de fibra lisa, como de los de fibra estriada, y los resultados nos han plenamente satisfecho, habiéndonos permitido confirmar nuestras anteriores observaciones (5) y las más recientes de Arnstein sobre esta misma materia.

Las ventajas y comodidades que para el examen posee el músculo pectoral cutáneo de la rana nos le han hecho preferir como campo de investigación. Para impregnar los tubos nerviosos (cuyo cilindro eje es la única parte que se tiñe de azul), comenzamos por inyectar debajo del citado músculo, y en una rana inmovilizada por sección de la médula, una ó dos gotas de solución bastante concentrada de azul metileno. Al cabo de una hora, estirpamos el músculo que aparece de un matiz azul pálido y con las más de las fibras y sus arborizaciones finales impregnadas. Si la coloración es incompleta, lubricamos el músculo cuidadosamente extendido sobre un porta-objetos, con una gota de la solución azulada, y esperamos algunos minutos á que la impregnación sobrevenga. Obtenida ésta, se cubre la preparación con una laminilla y se ob-

(1) Ueber die Methylenblaureaktion der lebenden Nervensubstanz. *Deutsche. med. Wochenschrift.*, n.º 4, 1886.

(2) Die Methylenblaufärbung als histologische Methode. *Anatomischer Anzeiger* 1887 n.º 17.

(3) Ueber das Verhalten der nervösen Elemente in der Retina der Ganoiden, Reptilien, Vogel und Säugtiere *Anat. Anzeiger* Feb. 1888.

(4) Ueber Nervenendknäuel in der Froschlunge *Anat. Anzeiger*. April 1888.

(5) Observaciones microscópicas sobre las terminaciones nerviosas en los músculos voluntarios, 1881.

