

REVISTA TRIMESTRAL
DE
HISTOLOGÍA NORMAL Y PATOLOGÍA

Estructura del lóbulo óptico de las aves,
Y ORIGEN DE LOS NERVIOS ÓPTICOS

I.

El lóbulo óptico de las aves no ha sido objeto, que sepamos, de ningún trabajo de textura. Los autores que de él se han ocupado, como Meckel (1), y antes que éste, Carús (2), Magendie (3), Serres (4), etcétera, han escogido de preferencia el punto de vista macroscópico, dándonos pocos ó ningunos datos acerca de la constitución íntima de un órgano, que por las facilidades que ofrece para seguir el origen de las fibras del nervio óptico merece seguramente, mucho más que el lóbulo óptico de los peces, recientemente investigado por Fusari (5), una atención preferente.

En nuestras investigaciones nos hemos servido especialmente de los dos métodos más en boga actualmente: el de Golgi y el de Weigert.

Con el primero, hemos logrado observar la forma de las células y la marcha y conexiones de sus expansiones nerviosas; con el segundo, que tiñe, como es sabido, la mielina de un negro de tinta, hemos estudiado la situación y dirección de las fibras meduladas.

Los resultados obtenidos, aunque incompletos, revisten cierto interés, pues demuestran: 1.º que las células nerviosas ofrecen una gran variedad de formas con relación al modo de origen y distribución del

(1) Anat. des Gehirns des Vögel. *Deutsch. Arch. f. Physiol.* B. II.

(2) Darstellung des Nerven systems, 1814.

(3) Anatomie du système nerveux des animaux à vertebres. 1825.

(4) Anatomie comparée du cerveau. 1827.

(5) Untersuchungen über die feinere Anatomie des Gehirnes des Teleostier. *International Monatschrift. für Histol. und Physiol.* 1887.

cilindro del eje; 2.º que lo que se llama comúnmente origen de las fibras ópticas, es en realidad una verdadera terminación por arborizaciones libres.

La idea que nos estimuló á emprender esta pesquisa fué la siguiente:

En la retina de las aves y quizá en la de los mamíferos las fibras del nervio óptico terminan de dos modos (1): por células, es decir, continuándose con el cilindro eje de los elementos de la capa ganglionar y espongioblastos; y por arborizaciones libres yacentes en el encuentro de las capas reticular interna y la de los granos externos. De estas dos especies de terminaciones, sólo las últimas pueden reputarse tales; pues las primeras deben ser tenidas no por remates sino por orígenes de fibras cuya terminación arborizada debe hallarse en el lóbulo óptico. Partíamos al discurrir así de la suposición (que todos los trabajos recientes tienden á probar ó por lo menos á prestarle caracteres de verosimilitud) de que todo *cilinder axis*, cualquiera que sea su disposición y longitud conserva su individualidad en toda su extensión sin anastomosarse jamás con otros *cilinders* ni constituir redes de terminación.

El trabajo actual, así como los demás que en esta revista insertamos, prueban que no nos equivocábamos en nuestros presentimientos.

II.

El lóbulo óptico de las aves es de forma globulosa y aplanada, sobresaliendo notablemente á los lados del istmo del encéfalo. Un corte antero-posterior de él demuestra que su trama se compone de dos capas blancas, una interior, otra exterior, separadas por una zona espesa de sustancia gris. Dichas capas, que se prolongan por la casi totalidad del órgano, rodean una cavidad central abierta hacia adentro en el pasadizo que junta el ventrículo medio y el tercero.

Por delante y abajo, la capa superficial de sustancia blanca se concentra y espesa para constituir las cintas y el kiasma de los nervios ópticos.

No es nuestra intención hacer aquí una descripción macroscópica del lóbulo óptico; se hallará en los tratados de anatomía comparada del sistema nervioso. Por ahora, expondremos solamente la estructura de las capas de sustancia blanca y gris que rodean la cavidad central, ó sea el *techo óptico* de ciertos autores. Por otra parte, esto es lo más característico del lóbulo óptico, y en las citadas capas se encuentran los orígenes de las fibras del nervio de la visión,

(1) Véase nuestro trabajo: *Sur la morphologie et les connexions des éléments de la retine des oiseaux*. Anatomischer Anzeiger. núm. 4, 1889, y los números anteriores de nuestra revista.

III.

Supongamos un corte antero-posterior del lóbulo óptico tal como lo muestra la fig. 3. de la lám. VIII, y escojamos para el examen la parte de corteza situada por cima de la cavidad central. En ella y á débiles aumentos podremos observar, tanto en los cortes colorados al carmín como en los impregnados por el proceder de Weigert, numerosas capas concéntricas, las cuales pueden reducirse á 15. Varía algo el número y dimensiones de las capas en las diversas aves. En las de gran talla (pollo, pato, etc.) nos ha parecido advertir menos distinción entre algunas zonas que el lóbulo óptico de los pájaros nos exhibía con notable separación. Así, por ejemplo, la zona celular 6.^a, tan limpiamente deslindada en el gorrión, verderón, pinzón, etc., apenas si cabe discernirla en la gallina. Y es que la transición de las capas está en este animal ocupada por numerosos elementos que borran las líneas separatorias. Por tal motivo, es decir, por la mayor simplicidad arquitectural del sistema, nuestras descripciones se referirán principalmente al lóbulo óptico de los pájaros, donde, por otra parte, hemos obtenido también las mejores impregnaciones por el método de Golgi.

Empezaremos la enumeración y descripción de las capas de la superficie al centro. Las nombramos por simples números ordinales por no ser posible asignar á cada una, en el estado actual de nuestros conocimientos, una designación nacida de la disposición anatómica ó funcionalidad especial de sus elementos.

1.^a *Capa ó de las fibras ópticas.*—(Lám. VIII, fig. 2, 1, y lám. IX, capa 1.) Es la más superficial y consta casi exclusivamente de fibras medulares espesas, casi paralelas, transversalmente dirigidas y llegadas de las cintas ópticas. Cuanto más próximo el corte al origen de éstas, más espesa se muestra la capa. En los cortes antero-posteriores verticales los tubos aparecen cortados de través, y á lo largo en los transversales, sobre todo, si son algo convergentes hacia abajo y adelante.

El espesor de las fibras es algo desigual, oscilando entre 2 á 4 μ . En su mayor parte, se asocian en grupos de varia dimensión, separados por células neuróglícas, y algunas expansiones protoplasmáticas de las células nerviosas de la capa subyacente.

Durante su itinerario por el espesor de la zona citada, las fibras ópticas conservan su individualidad sin anastomosarse ni ramificarse; y después de un trayecto variable, trazan un codo, descienden vertical y flexuosamente, é ingresan en la sustancia gris situada por debajo donde tienen su terminación real. Los referidos recodos, así como el descenso de las fibras ópticas, se advierten clarísimamente en los cortes transversales

del lóbulo óptico impregnados por el proceder de Weigert. Por este mismo proceder se demuestra también la marcha flexuosa variada que tales fibras emprenden á través de la sustancia gris, en cuyas capas desde la 2.^a hasta la 5.^a forman un plexo laxo y de mallas irregulares. En la intermediación de la zona 5.^a ó en el espesor mismo de ésta, cesa la mielina por una punta espinosa de ordinario verticalmente orientada. (Véase lám. VIII, fig. 2. a y b.)

Hasta aquí las revelaciones del método de Weigert que, como se sabe, sólo tiñe la vaina de mielina.

Imposible sería saber la manera como tales fibras se terminan, una vez despojadas de la mielina si, afortunadamente, el método de Golgi no viniera á suplir las deficiencias del de Weigert. Como puede verse en la lám. IX (a y b), en que se representa el mismo corte figurado en la VIII pero impregnado por el proceder de Golgi, estas fibras se terminan, inmediatamente que se despojan de su cubierta medular, por una riquísima, varicosa y notablemente extensa arborización. Es de notar que la mayor parte de las ramitas que la forman descienden verticalmente, pero con tales recodos é inflexiones que cuesta trabajo seguir la dirección general de las mismas. Las puntas finales de cada ramúsculo exhiben un espesamiento que con frecuencia adquiere configuración en asa ó en semicírculo. Los mas asiduos y cuidadosos perseguimientos de los giros y revueltas de cada fibra, con ayuda de fuertes objetivos, jamás han consentido observar anastomosis ni entre las ramitas de una misma arborización, ni entre las de arborizaciones próximas. Tampoco hemos logrado nunca advertir la menor señal de terminación en células ó en cilindros-ejes emanados de corpúsculos nerviosos. La cuestión es ardua, implicando quizás la resolución del problema de origen de todos los nervios sensoriales; razón por la que, sólo despues de numerosas y prolijas indagaciones en preparados irreprochables, hemos osado afirmar que *la mayor parte de las fibras del nervio óptico terminan en su centro de origen, por arborizaciones libres.*

Dichas arborizaciones (que son tan abundantes y apretadas que llenan literalmente las cinco primeras capas del lóbulo óptico) se disponen en tres pisos, bien que algo confundidos en sus límites. El primero ó más superficial lo componen arborizaciones cortas, aplanadas de arriba á abajo y yacentes al nivel de la capa 2.^a El segundo piso le forman arborizaciones más extensas y copudas alojadas al nivel de la 3.^a y 4.^a capas celulares (lám. IX, a). El piso tercero, el último y más profundo, se construye por las arborizaciones de las fibras ópticas que alcanzan nivel más inferior; su arborización es la más rica y se alarga verticalmente, cesando bruscamente al nivel de la capa 6.^a, después de haber rellenado con sus abundantísimos giros todo el espesor de la zona ce-

lular 5.^a (lam. IX, b). Los cortes tangenciales revelan que las supradichas arborizaciones no son aplanadas sino esferoidales ó cubóideas, abrazando un radio de varias centésimas de milímetro. Por entre las mallas del plexo apretadísimo que forma cada arborización óptica pasan la mayor parte de las expansiones ascendentes protoplasmáticas de las células del lóbulo óptico y algunos cilindros-ejes, cuyo curso y terminación más adelante examinaremos.

La arborización del piso inferior termina en plano y de un modo riguroso al nivel de la capa 6.^a De ahí para abajo la mayor parte de las fibras axiles que se encuentran convergerán á la sustancia blanca inferior. He aquí por qué nosotros designamos á las primeras capas hasta la 5.^a inclusive, con el nombre de *formación retiniana*, y á las restantes situadas por debajo con el de *formación cerebral*.

La terminación por arborizaciones libres que acabamos de describir es muy posible que constituya un hecho general de estructura. Aunque no hemos analizado estas fibras en los peces, la lectura del trabajo de Fusari ejecutado también con el método de Golgi, nos hace sospechar que este autor se ha visto en presencia del mismo hecho, sólo que las exigencias de escuela y el prejuicio de las redes nerviosas (hipótesis no confirmada y que sin embargo goza de gran predicamento entre muchos sabios), le han impedido ver claro en el asunto. Aun así y todo, Fusari, rastrea de muy cerca la verdad cuando dice: que las fibras de la zona 5.^a del lóbulo óptico de los peces, continuadas, según acuerdo general, con los nervios ópticos, pasan á la capa 4.^a donde se terminan ramificándose, *weil ich für eine derselben keine directe Fortsetzung, in einen Nervenfortsatz habe constatteren können*. Desgraciadamente, este autor, en vez de sacar como consecuencia de esta observación la idea de una terminación libre de las fibras ópticas, dice más adelante que las fibras de la capa 5.^a se originan, como sensitivas que son, de una red de fibrillas subyacente constituída en gran parte por expansiones nerviosas de las células de la capa 4.^a (1).

Capa 2.^a—(Lám. VIII y IX, n, 2.) Está formada de una ó varias hileras de pequeños corpúsculos nerviosos que aparecen redondeados ó poliédricos en las preparaciones al carmín. El método de Golgi demuestra que son estrelladas y que sus expansiones son flexuosas, cortas y abundantes. Sólo alguna vez hemos visto entre ellas un *cilinder* que descendiendo verticalmente (lám. IX, c) llega hasta la capa 6.^a, donde emite algunas ramitas. La rareza con que estas células se impregnan por el método de coloración negra, nos ha privado de hacer sobre ellas un estudio completo.

(1) Loc. cit. p. 296 y 298.

Capa 3.^a—(1.^a capa molecular.) Posee aspecto finamente granuloso á la manera de las capas reticulares de la retina. Tal apariencia se debe á que casi toda ella se forma por la reunión y entrecruzamiento de las arborizaciones del primer piso. De trecho en trecho, se advierten algunos elementos de pequeña talla, fusiformes unos, estrellados otros, cuyo *cilinder* desciende verticalmente hasta la formación cerebral. También son raras las buenas impregnaciones de los cilindros-ejes de esta capa, por lo cual, debemos mantenernos respecto de sus verdaderas conexiones en una prudente reserva. (Lám. VIII, fig. 2, capa 3, y la lám. IX, 3, d.)

Capa 4.^a—Á su nivel se halla en las preparaciones al carmín ó por el proceder de Weigert, una acumulación de células nerviosas sobre las que descuellan algunas gruesas transversalmente colocadas (lám. IX, e.) Las hay también estrelladas y con expansiones múltiples y flexuosas. El *cilinder* unas veces se dispone horizontalmente ó sea según el plano de la capa, y otras se le ve descender hasta perderse en la formación cerebral. A estas últimas fibras corresponden quizás muchas de las medulares que el proceder de Weigert denuncia en la referida zona (lám. VIII, fig. 2, c.)

Capa 5.^a—(2.^a molecular.) Posee el mismo aspecto finamente granuloso, á flojos aumentos y francamente reticulado bajo poderosos objetivos que caracteriza á la zona 3.^a Pero es mucho más espesa que ésta y todavía más pobre en células nerviosas.

Comparando la zona 5.^a de la lámina VIII con la del mismo número de la IX se ve que el aspecto reticulado y la palidez que muestra en los preparados al carmín son debidos á su construcción eminentemente fibrilar. En ella vienen á terminar y esplayarse las más voluminosas y ricas arborizaciones de las fibras ópticas. Obsérvase también que está verticalmente cruzada por fibras rectas meduladas con extrangulaciones evidentes (c' lám. VIII.)

Capa 6.^a—Es quizás la más delgada de todas. En aquellos parajes en donde aparece bien distinta se constituye por una sola hilera de células gruesas, fusiformes y apretadas (lám. VIII, 6.) La extremidad ascendente y varicosa penetra en las capas suprayacentes, llegando hasta cerca de las fibras del nervio óptico; y la inferior fina y lisa, con todas las apariencias de un *cilinder*, desciende verticalmente por las zonas 7.^a y 8.^a No hemos alcanzado á seguirla hasta su terminación, lo que depende de la rareza con que tales corpúsculos se colorean por el cromato de plata (lám. IX, f.)

Capa 7.^a—(3.^a capa molecular.) Es estrecha, bien limitada, de aspecto delicadamente reticulado, y carece de células nerviosas. La disposición aparentemente reticulada en las preparaciones ordinarias resulta, según demuestran las obtenidas por el proceder de Golgi, de la reunión y entrecruzamiento de unas ricas arborizaciones transversales pro-

venientes de los cilindros-ejes de los corpúsculos de la capa 10.^a Es probable que intervengan también otros factores, por ejemplo: ramificaciones de cilindros de las capas superpuestas á la 7.^a (lám. IX, c.) Surcan además dicha zona algunas fibras medulares de curso arciforme y casi transversal, las que se dibujan claramente en las preparaciones de Weigert (lám. VIII, 7 y IX, m, 7).

Capa 8.^a—(Lám. VIII, 8 y IX, 8) Es espesa y aloja multitud de células pequeñas, globulosas (g, lám. IX) y fusiformes. En medio de todos estos diminutos corpúsculos resalta uno que otro de gran tamaño y de aspecto ganglionar, como los de la capa 13.^a El proceder de Golgi revela con gran claridad los elementos de este estrato. Bajo el punto de vista de la forma de éstos y disposición general del *cilinder*, pueden distinguirse en dos tipos principales:

Primer tipo (lám. IX, i). De un cuerpo elipsóideo parten escasas y cortas expansiones ascendentes y un grueso tallo descendente abundantemente arborizado. El *cilinder* (i') procede del tallo de este penacho protoplasmático inferior, desciende verticalmente en seguida, suministra colateralmente y en ángulo recto algunos ramúsculos y va á perderse á las fibras de las capas 12.^a y 13.^a

El *segundo tipo* (lám. IX, g.), que está representado por células fusiformes ó globulosas con escasas expansiones descendentes y una ó dos varicosas largas y ascendentes, muestra el *cilinder* emergente de la parte inferior del protoplasma, siguiendo un curso vertical, sin ramificaciones mientras cruza por entre los elementos de la misma zona, y terminado al llegar á la 9.^a por una rica y delicada arborización, cuyas fibras corren en su mayor parte horizontales. Como estas ramitas no tienen tendencia á descender ni alcanzan un área muy considerable aun en las mejores preparaciones, creemos que terminan realmente en la zona 9.^a, constituyendo un plexo tupidísimo análogo al de las capas reticulares de la retina.

Capa 9.^a—(4.^a molecular.) Como acabamos de decir, esta zona, de aspecto finamente granuloso, se compone esencialmente de la reunión de las arborizaciones de los cilindros-ejes nacidos de los corpúsculos de la zona 8.^a En ella existen algunas pocas células fusiformes, y acá y allá alguna gruesa de carácter ganglionar. La figurada en la lámina IX, h., exhibía un *cilinder* que descendía hasta la zona de las fibras nerviosas cerebrales (capa 14.^a), sin suministrar ninguna ramita colateral.

Capa 10.^a—Casi tan espesa como la precedente, consta de elementos pequeños en su mayor parte fusiformes ó globulosos. El método de Golgi demuestra en muchas de estas células una disposición sumamente interesante. El cuerpo es globuloso y de sus dos polos parten expansiones protoplasmáticas dirigidas opuestamente (lám. IX, j). La inferior

es corta, y como rudimentaria, á veces falta por completo, ó está representada por dos ó tres expansiones menudas, rizadas y divergentes. La superior es única, más espesa, moniliforme, y asciende verticalmente á través de todas las capas superpuestas hasta la de las fibras del nervio óptico.

El cilindro eje (y esto es lo notable) nace, no del cuerpo celular, sino de un punto muy alto de la expansión protoplasmática ascendente (lám. IX, l, m), al nivel poco más ó menos de la capa 9.^a; sube enseguida en dirección ascendente y rectilínea, casi tocando á la expansión protoplasmática, y al cruzar la zona molecular 3.^a (capa 7.^a), suministra, sin perder su individualidad, una rica arborización transversal, aplanada y como rizada, yacente en el espesor de la citada zona 7.^a, sin traspasar nunca sus límites; después sigue remontándose al través de la formación retiniana, aborda la capa de las fibras ópticas (1.^a capa), se inflexiona repentinamente, y se continúa con una de éstas (lám. IX. m y n). Como acabamos de ver, aquí encontramos ya orígenes celulares de algunas fibras ópticas, las cuales bien podrían ser aquellas que según nuestras investigaciones en la retina de los pájaros, rematan en la capa granulosa, por arborizaciones libres. Ignoramos si existen, entre las fibras del nervio óptico, algunas más de origen lobular. En nuestras preparaciones siempre se nos han mostrado ó terminadas por arborizaciones (la inmensa mayoría) ó arrancando de los interesantes elementos de la capa 10.^a

Cuanto á la arborización lateral de los referidos cilindros-ejes, trata-se probablemente de un sistema de conexión con otras fibras concurrentes á la zona 7.^a Á veces, al mismo plexo vienen á parar también ramitas colaterales onduladas de la expansión protoplasmática engendradora del *cilinder*. (m).

Las preparaciones obtenidas por el método de Weigert completan los datos anteriores, enseñándonos que desde la capa de fibras ópticas descienden tubos medulares rectos con extrangulaciones que se extienden hasta la zona 8.^a y 9.^a La escasez de tales tubos, que guarda relación con el corto número de las fibras ascendentes descritas y la analogía de dirección (ambas marchan perfectamente rectilíneas) inducen á pensar que son una misma cosa.

Junto al interesante tipo que acabamos de exponer existe otro quizás menos frecuente (lám. IX, ñ y ñ'). Trátase de células elipsóideas provistas de una expansión protoplasmática ascendente, de varias pequeñas más ó menos descendentes de la propia naturaleza, y de un *cilinder* fino, descendente, que arranca de la parte inferior del cuerpo celular, prolongándose, previa ramificación colateral abundante, hasta la zona de las fibras cerebrales (capa 14.^a). Es indudable que algunas de las rami-

tas colaterales de estos cilindros-ejes, llegan también á la misma zona fibrilar después de un curso un tanto descendente y oblicuo, pudiendo por tanto suceder que una sola célula se continúe con dos ó más tubos erviosos.

11.ª capa.—Está formada de una ó dos hileras de células gruesas, fusiformes, yacentes en un magma finamente granuloso (lám. VIII, fig. 2, 11, e). En los cortes carminados, resalta el cuerpo de estas células por claro sobre un fondo algo teñido, y en las preparaciones teñidas por el proceder de Weigert, obsérvase que están separadas y estrechamente costeadas longitudinalmente por numerosas fibras descendentes de mielina.

Pero el estudio de estas células sólo puede hacerse por el proceder de Golgi. En las buenas impregnaciones, se presentan como elementos fusiformes gruesos, paralelamente dispuestos, provistos de dos expansiones protoplasmáticas opuestas y tan largas que la superior llega hasta la capa de fibras ópticas y la inferior hasta la de fibras blancas cerebrales (lám. IX, o y o'). Lo más interesante que hay que notar en dichos corpúsculos es el origen y dirección del cilindro-eje. En nuestras primeras tentativas de impregnación buscábamoslo, como es natural, en el cuerpo de la célula, hasta que, después de muchas pesquisas infructuosas, vimos con sorpresa que procedía de lo alto de la expansión protoplasmática ascendente (lám. IX, p). Una vez nacido, se dobla bruscamente, desciende paralelamente al tallo protoplasmático de que procede y marcha á reunirse con las fibras de la zona blanca cerebral (lám. IX, r). En su trayecto suministra casi en ángulo recto multitud de ramitas laterales (q) que se entrelazan con sus homólogas pero sin anastomosarse jamás. Cerca de su terminación adquieren gran finura y aspecto arrosariado.

Capa 12.ª Por debajo de la zona de las grandes fusiformes, hállase un espacio rico en fibras medulares, y cuyos elementos, muy varios en tamaño y no muy abundantes, no hemos logrado impregnar nunca de un modo completo. Alguna vez el método de Golgi nos ha hecho ver corpúsculos fusiformes (lám. IX, s), pero no habiendo podido seguir bien sus expansiones nerviosas ignoramos cuál sea su naturaleza. Con todo, no deja de ser interesante la arborización protoplasmática exterior que ofrecen algunos de ellos (s). Un tallo protoplasmático grueso y ascendente se divide y subdivide repetidamente en ramos también ascendentes y casi paralelos que alcanzan hasta la zona de fibras ópticas. De cada ramificación primaria salen otras más cortas y como rizadas que prestan á la arborización un aspecto verdaderamente laberíntico. En medio de este enjambre de ramificaciones que llenan literalmente las 8 ó 9 primeras capas, yacen estrechamente hacinados todos los demás elementos.

La rareza con que se observa en las preparaciones de Golgi el cuerpo protoplasmático de tales corpúsculos (casi siempre aparecen solas las arborizaciones ascendentes) nos ha impedido saber si se las halla, además de la zona citada, en otros estratos más altos ó más bajos.

Capa 13.^a—Es una de las más espesas del techo óptico. Las preparaciones carminadas y las obtenidas por el método de Weigert permiten ya observar que se halla compuesta esencialmente de células muy gruesas (de 30 á 40 μ) de forma estrellada ó triangular, de núcleo vesiculoso y ancho, y de recias y ramificadas expansiones protoplasmáticas. El carmin permite distinguir estas células en dos especies: unas que se tiñen intensamente por él; otras que resisten á su influencia (véase lám. VIII, fig. 2. g y h). Ignoramos si las células pálidas ofrecen especial configuración. En cuanto á las oscuras, el proceder de Golgi nos las presenta con todos sus detalles (véase lám. IX, 13, x). Desde luego llama la atención su falta de orientación, pues que de la parte lateral y superior del cuerpo celular irradian las expansiones protoplasmáticas en casi todos los sentidos. Danse á conocer estos apéndices por su aspecto arrosariado y por su extraordinaria longitud.

El cilindro-eje nace ordinariamente de la parte inferior del cuerpo celular, se acoda suavemente y constituye, después de marchar paralelamente á la capa celular, una de las fibras del estrato subyacente. Es de notar que estos cilindros-ejes no suministran ninguna rama colateral, siendo en un todo comparables á los de las células de la capa ganglionar de la retina. De aquí el nombre de zona ganglionar con que designamos la referida capa (13.^a por situación).

El proceder de Weigert muestra esta capa surcada verticalmente de multitud de gruesas y paralelas fibras medulares. En ciertos parajes se las ve asociadas en haces que se continúan, evidentemente, después de acodarse en su parte inferior, con las fibras de la zona subyacente. (Véase la lám. VIII, fig. 2, 13, f.)

Capa 14.^a—(Zona de las fibras cerebrales.) Esta zona es espesa, sobre todo hacia adelante, en la parte en que cesa la cavidad central. Fórmanla multitud de fibras medulares de vario calibre, dirigidas en su mayor parte en sentido antero-posterior. Así que, mientras en los cortes antero-posteriores aparecen á lo largo, en los transversales se notan seccionadas de través. A estos tubos vienen á parar todos ó casi todos los cilindros-ejes descendentes de las capas del techo óptico; lo que no sólo se observa en las preparaciones impregnadas por el método de Golgi, sino en las teñidas por el de Weigert. (Véase lám. VIII, fig. 2.)

Capa 15.^a—(Zona neurógica.) Es de aspecto finamente granuloso y no posee afinidad ni por el carmín ni por la hematoxilina. Ninguna fibra nerviosa medular la cruza. En su seno se ven englobados algunos

núcleos pequeños, á veces rodeados de delgada capa protoplasmática. En la unión de la zona citada con la de fibras cerebrales, se encuentran en ciertos puntos células mayores de naturaleza nerviosa. (Lám. VIII, fig. 2, 15, i.) El proceder de Golgi no nos ha consentido seguir las expansiones nerviosas de estas células, que por su forma pudieran asimilarse á las de la capa ganglionar.

Fibras medulares.—Han sido indicadas parcialmente en el estudio de las capas del techo óptico. Aquí añadiremos solamente algunos datos.

En la corteza ó techo óptico existen dos capas de sustancia blanca: 1.^a la superficial ó de fibras ópticas; 2.^a la profunda (14.^a capa) ó de fibras cerebrales. A la primera, continuada con el nervio óptico, vienen á parar todas ó casi todas las fibras flexuosas que caminan por las capas 3, 4, 5 y 6, como puede observarse en la figura 2 de la lámina VIII, que representa un corte antero-posterior teñido por el proceder de Weigert. Además de las fibras citadas, nótanse otras más largas que, después de atravesar las capas 2, 3, 4, 5, 6 y 7, descienden más ó menos, pero sin que puedan seguirse nunca más allá de la 9. Ya hemos dicho de ellas anteriormente que quizás corresponden á los cilindros-ejes ascendentes de los corpúsculos de la capa 10 (lám. IX, j).

A la segunda zona blanca (14.^a capa), compuesta de multitud de tubos medulares, cuya marcha profunda hacia el istmo del encéfalo anuncia su conexión quizás con importantes centros cerebrales, etc., llegan todas ó casi todas las fibras nerviosas comprendidas entre las capas 6.^a y 13.^a Exceptuáanse naturalmente las ascendentes de la 10.^a A las anteriores descendentes hay que añadir algunas otras que vienen indudablemente de la formación exterior ó retiniana (células de las capas 2.^a, 3.^a, 4.^a y 5.^a).

Las fibras meduladas de las zonas 4, 5, 6, 7, 8 y 9, cuyo curso es generalmente rectilíneo, exhiben del modo más evidente extrangulaciones á cuyo nivel falta la mielina. Aunque éstas se observan en distintos puntos del itinerario de las fibras, nótese que son más frecuentes al nivel de ciertas zonas, por ejemplo: la 7.^a y la 6.^a Comparando las fibras reveladas por el método de Golgi con las que dibuja el de Weigert, se viene en conocimiento de que la mielina sólo reviste los tronquitos de los cilindros-ejes; pues jamás se ven en las últimas los ricos plexos que el cromato de plata denuncia en las zonas 4, 5, 7 y 9, ni las numerosas colaterales emitidas por los cilindros-ejes en cayado de los corpúsculos fusiformes gigantes de la 11.^a Es para nosotros indudable que las ramitas colaterales sin mielina suministradas por los cilindros-ejes medulados dimanen de éstos precisamente al nivel de una extrangulación. Así se explica como ni en la médula, ni en el cerebelo ni en

el lóbulo óptico que estudiamos pueda hallarse nunca una dicotomía ó ramificación miélnica visible (véase más adelante nuestro estudio de la médula joven), por más que alguna vez hay que reconocer que las ramas colaterales de los cilindros-ejes poseen vaina de la referida materia.

Neuroglia.—Nada más fácil que estudiarla en el lóbulo óptico del embrión de pollo, de 8, 10, 14, etc. días de incubación. Los cortes de este órgano teñido previamente por el proceder de Golgi, revelan la existencia de multitud de células radiadas á la manera de fibras, que naciendo de la superficie de la cavidad central terminan, después de haber atravesado todo el órgano, por ligeros espesamientos debajo de la *pla-mater*. (Lám. VIII. fig. 1, a y b.) El núcleo de tales fibras reside en una parte más espesada del protoplasma cercana á la cavidad central. Por sus cabos profundos tócanse estas células, constituyendo un verdadero epitelio, pero á medida que divergen se separan para ofrecer espacio á los elementos nerviosos en vías de formación. No hemos tenido ocasión aún de estudiar las transformaciones que las citadas células ependimales sufren, para convertirse en adultas; porque desgraciadamente el proceder de Golgi jamás las tiñe en el adulto de un modo completo. Alguna vez hemos visto en verdad células ependimales, limitando la cavidad central y extendiéndose hacia afuera en delgado apéndice, pero nunca hemos podido seguirle en toda su extensión. Así que estamos en la imposibilidad de afirmar si, como en el embrión, el lóbulo óptico de las aves adultas contiene fibras radiales completas.

En la superficie exterior del lóbulo óptico adulto, se advierten ciertas células neuróglícas recias, conóideas que, á poco trecho, y durante su tránsito convergente por la zona de las fibras ópticas, se descomponen en un haz de filamentos descendentes. La forma cónica con base exterior de tales elementos, recuerda algo el espesamiento de la terminación periférica de las fibras radiales embrionarias. ¿Es que proceden de éstas por segmentación, habiéndose separado del resto de la célula primitiva el cono exterior ó superficial? No lo sabemos; sin embargo, la analogía (en la médula sobreviene un fenómeno de segmentación parecido) da ciertos caracteres de probabilidad á semejante hipótesis.

Finalmente, entre las fibras nerviosas de la 1.^a capa y en parajes próximos al origen de las cintas ópticas, así como en las porciones más espesas de la zona blanca profunda, hemos observado alguna vez células neuróglícas en araña, semejantes á las comunes.

Vasos.—Muéstranse impregnados en la fig. 1 de la lám. VIII. De una red de tallos gruesos situada paralelamente á la cavidad central y en el espesor de la zona epitelial, parten ramas divergentes que constituyen un conjunto de mallas cuadrilongas divergentes también, donde se alojan los corpúsculos nerviosos.

Desarrollo de los elementos del techo óptico.—Sobre este punto poquísimo podemos exponer. El método de Golgi sólo nos ha dado resultado desde el 10.º día de incubación, época en la cual todos los elementos del lóbulo óptico están constituidos. Obsérvase solamente que son más irregulares los cuerpos de las células nerviosas, más pobres y moniliformes los apéndices protoplasmáticos, más espesos y fáciles de seguir los cilindros-ejes. En estas preparaciones es donde hemos logrado seguir en grandísima extensión á través de la zona 14.ª los cilindros de las gruesas células ganglionares. Muestran estos de un modo clarísimo la ausencia de ramificaciones colaterales, y la presencia de trecho en trecho, de granos elipsóideos con apariencia nuclear, semejantes á los que con otros métodos han hallado los autores en las fibras nerviosas embrionarias de los centros.

Los cilindros en cayado de los elementos de la capa 11.ª, tan difíciles de ver en el lóbulo adulto, se presentan aquí con un espesor y una limpieza tal que nada hay más fácil que su enfocamiento hasta la zona profunda de sustancia blanca.

Vense igualmente desde el día 12.º perfectamente formadas las arborizaciones terminales de las fibras ópticas, y compruébase así mismo su absoluta independencía. Diferéncianse solamente de las arborizaciones adultas, por ser menos ricas en ramitos y por el curso menos flexuoso y complicado de los mismos.

Más adelante, haremos observar que el examen de los órganos nerviosos embrionarios por el método de Golgi, tiene una importancia decisiva como medio de averiguación de la textura de los órganos adultos. Todo lo que en estos hay se observa ya en ellos (se entiende en embriones poco tempranos), pero con la ventaja de que el mayor espesor de los cilindros-ejes, la mayor facilidad de su impregnación aun en extensísimos proyectos á causa quizás de la no existencia de mielina, y la cortedad de las distancias dan á las preparaciones obtenidas el carácter de verdaderos esquemas. A la luz que tales preparaciones arrojan se logrará, en gran parte al menos, aclarar muchos de los puntos oscuros que ofrece la complicada anatomía de los centros nerviosos.

EXPLICACIÓN DE LAS LÁMINAS VIII Y IX.

LÁM. VIII.

Fig. 1.—Corte antero-posterior de un trozo del techo óptico de un embrión de pollo de 10 días. Proceder de Golgi.—A, núcleo de las células radiales; B, fibra radial; C, red vascular.

Fig. 2.—Trozo de un corte antero-posterior del lóbulo óptico del gorrión.—Coloración por el método de Weigert modificado por Pal. Los números del lado iz-

quierdo indican el de las capas de que el techo óptico se compone.—A, fibra medular óptica, cuya arborización final hállase en la capa 3.^a; B, otra cuya arborización final corresponde á la 5.^a; C, fibra medular rectilínea de la capa 5.^a; células pequeñas fusiformes de la 8.^a zona; E, células fusiformes grandes de la capa 11; F, fibras medulares gruesas de la zona 12; G, corpúsculos ganglionares oscuros de la zona 13; H, corpúsculos ganglionares claros; I, células ganglionares; Y, corte de un vaso sanguíneo.

Fig. 3.—Corte antero-posterior del lóbulo óptico del verderón.—Coloración por el proceder de Weigert. Las líneas oscuras representan territorios de fibras medulares; y las partes claras ó punteadas zonas de sustancia gris.—A, corteza de sustancia blanca ó fibras ópticas cortadas de través; B, capa de fibras medulares (14.^a); C, cavidad central ó ventricular; D, núcleo de sustancia gris con gruesos elementos nerviosos.

Fig. 4.—Corte transversal y algo inclinado hacia adelante y abajo del lóbulo del verderón.—Proceder de Weigert, y condiciones iguales que la figura 3. La sección pasa según el plano que marca la línea 1.—A, corteza de sustancia blanca; B, fibras de la capa 14; C, núcleo gris; D, cinta óptica con parte del kiasma óptico.

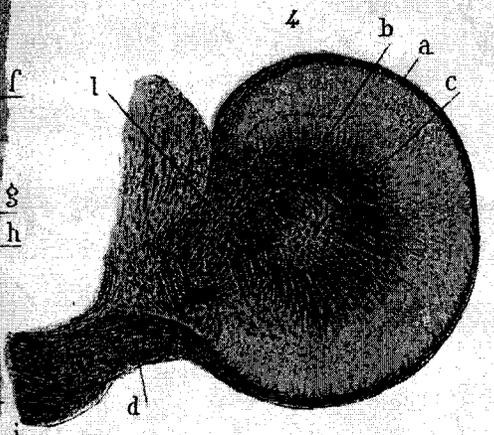
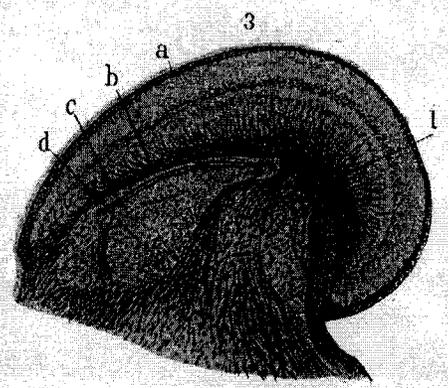
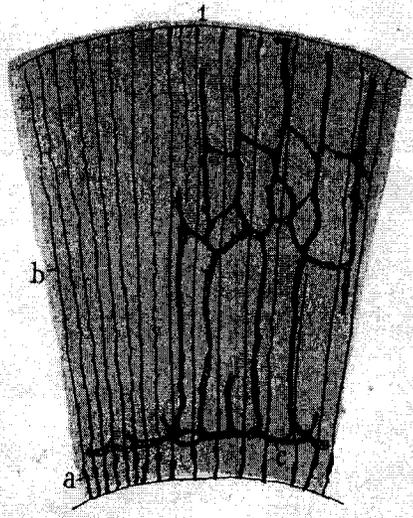
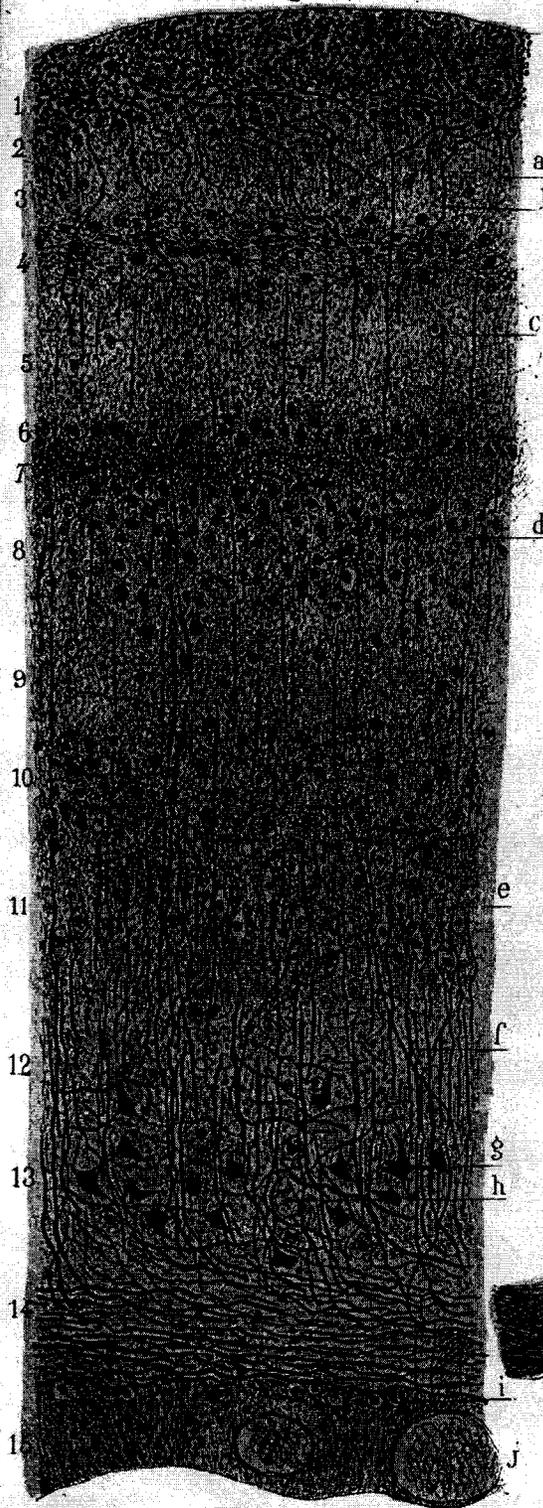
LÁM. IX.

Corte antero-posterior del lóbulo óptico del gorrión. Impregnación por el método de Golgi.—En esta figura se han reunido detalles esparcidos en varios cortes de la misma zona.

Los números de orden colocados en la margen izquierda, expresan las zonas, como los de la lám. VIII, fig. 2.—A, arborización de una fibra óptica al nivel de la zona 3; b y b', arborizaciones más bajas (piso inferior) de otras fibras ópticas; C, corpúsculo nervioso de la capa 2.^a; D, célula de la capa 3.^a; E, célula de la capa 4.^a; F, célula fusiforme gruesa de la zona 6.^a; G, corpúsculo pequeño y globuloso de la capa 8.^a; H, gruesa célula ganglionar de la capa 9.^a; I, corpúsculo de la capa 8 cuyo cilindro sale de un tallo protoplasmático descendente; J, corpúsculo fusiforme de la capa 10.^a, cuyo cilindro L, da una arborización aplanada en M, sube por N, y llega hasta la zona 1.^a de fibras ópticas cortadas de través; J', manifiesta una célula semejante; Ñ, corpúsculo de cilindro descendente de la capa 11.^a; O, grande célula fusiforme; el cilindro sale en P, de su tallo protoplasmático ascendente, da ramitas en Q y llega por R hasta la sustancia blanca inferior (capa 14); O', otra célula semejante; S, gruesa célula con riquísimo penacho protoplasmático ascendente; X, células gigantes de la zona ganglionar; V, cilindro-eje de estas células.



2



Lam. IX

