

REVISTA TRIMESTRAL  
DE  
**Histología Normal y Patológica**

ÓRGANO DEL LABORATORIO DE HISTOLOGÍA

de la Facultad de Medicina de Barcelona

PUBLICADO POR EL

**Dr. Santiago Ramón y Cajal**

CATEDRÁTICO DE HISTOLOGÍA DE DICHA FACULTAD

---

Núms. **3** y **4**.—Con 5 láminas litografiadas, y 5 grabados intercalados en el texto.

---

**1.<sup>o</sup> de Marzo de 1889**

---

**SUMARIO.**—Estructura del lóbulo óptico de las aves, y origen de los nervios ópticos.—Contribución al estudio de la estructura de la médula espinal.—Sobre las fibras nerviosas de la zona granulosa del cerebro y evolución de los elementos cerebelosos.—Novedades técnicas.—Resumen bibliográfico.

---

REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN: Notariado, 7, 2.<sup>o</sup>

BARCELONA

**Tipografía de la Casa Provincial de Caridad**

1889

REVISTA TRIMESTRAL  
DE  
HISTOLOGÍA NORMAL Y PATOLOGIA

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 Fusíri (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 Vègel. *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.<sup>o</sup> 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 rétine 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.<sup>a</sup>, 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.<sup>a</sup> 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  $\mu$ . En su mayor parte, se asocian en grupos de varia dimensión, separados por células neuróglicas, y algunas expansions 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, e 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.<sup>a</sup> hasta la 5.<sup>a</sup> forman un plexo laxo y de mallas irregulares. En la inmediación de la zona 5.<sup>a</sup> 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 Veigert 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 e 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 perseguidos 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 después 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, aplazadas de arriba á abajo y yacentes al nivel de la capa 2.<sup>a</sup>. El segundo piso le forman arborizaciones más extensas y copudas alojadas al nivel de la 3.<sup>a</sup> y 4.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup>, después de haber rellenado con sus abundantísimos giros todo el espesor de la zona ce-

lular 5.<sup>a</sup> (lam. IX, b). Los cortes tangenciales revelan que las supradichas arborizaciones no son aplanadas sino esferoidales ó cuboídeas, 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.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> del lóbulo óptico de los peces, continuadas, según acuerdo general, con los nervios ópticos, pasan á la capa 4.,<sup>a</sup> donde se terminan ramificándose, *weil ich für eine derselben keine directe Fortsetzung, in einen Nervenfortsatz habe constatieren 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.<sup>a</sup> se originan, como sensitivas que son, de una red de fibrillas subyacente constituida en gran parte por expansiones nerviosas de las células de la capa 4.<sup>a</sup> (1).

*Capa 2.<sup>a</sup>*—(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 (lam. IX, c) llega hasta la capa 6.<sup>a</sup>, 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.<sup>a</sup>*—(1.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup>*—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 *cilander* 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.<sup>a</sup>*—(2.<sup>a</sup> molecular.) Posee el mismo aspecto finamente granuloso, á flojos aumentos y francamente reticulado bajo poderosos objetivos que caracteriza á la zona 3.<sup>a</sup> Pero es mucho más espesa que ésta y todavía más pobre en células nerviosas.

Comparando la zona 5.<sup>a</sup> 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. Obsérvese también que está verticalmente cruzada por fibras rectas meduladas con extrangulaciones evidentes (c' lám. VIII.)

*Capa 6.<sup>a</sup>*—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 *cilander*, desciende verticalmente por las zonas 7.<sup>a</sup> y 8.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup>*—(3.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Es probable que intervengan también otros factores, por ejemplo: ramificaciones de cilindros de las capas superpuestas á la 7.<sup>a</sup> (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.<sup>a</sup>*—(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.<sup>a</sup> 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<sup>?</sup>) 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.<sup>a</sup> y 13.<sup>a</sup>

*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.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup>, constituyendo un plexo tupidísimo análogo al de las capas reticulares de la retina.

*Capa 9.<sup>a</sup>*—(4.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> 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 *cilander* que descendía hasta la zona de las fibras nerviosas cerebrales (capa 14.<sup>a</sup>), sin suministrar ninguna ramita colateral.

*Capa 10.<sup>a</sup>*—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 espansiones 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.<sup>a</sup>; sube enseñida en dirección ascendente y rectilínea, casi tocando á la expansión protoplasmática, y al cruzar la zona molecular 3.<sup>a</sup> (capa 7.<sup>a</sup>), suministra, sin perder su individualidad, una rica arborización transversal, aplanada y como rizada, yacente en el espesor de la citada zona 7.<sup>a</sup>, sin traspasar nunca sus límites; después sigue remontándose al través de la formación retiniana, aborda la capa de las fibras ópticas (1.<sup>a</sup> capa), se inflexiona repentinamente, y se continua 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 eleñentos de la capa 10.<sup>a</sup>

Cuanto á la arborización lateral de los referidos cilindros-ejes, trátese probablemente de un sistema de conexión con otras fibras concurrentes á la zona 7.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> y 9.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup>). 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 nerviosos.

*11.<sup>a</sup> 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 mie- lina.

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 espan- siones protoplasmáticas opuestas y tan largas que la superior llega hasta la capa de fibras ópticas y la inferior hasta la de fibras blancas cerebra- les (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 prime- ras 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 protoplas- mática 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 colaterales (q) que se entrelazan con sus homólogas pero sin anasto- mosarse jamás. Cerca de su terminación adquieren gran finura y aspec- to arrosariado.

*Capa 12.<sup>a</sup>* 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 ascen- dente 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 prime- ras 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.<sup>a</sup>*—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  $\mu$ ) de forma estrellada ó triangular, de núcleo vesiculoso y ancho, y de recias y ramificadas expansiones protoplasmáticas. El carmín 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 arroso riado 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.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup>*—(Zona de las fibras cerebrales.) Esta zona es espesa, sobre todo hacia adelante, en la parte en que cesa la cavidad central. Fórmala 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.<sup>a</sup>*—(Zona neuróglica.) 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.<sup>a</sup> la superficial ó de fibras ópticas; 2.<sup>a</sup> la profunda (14.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> y 13.<sup>a</sup> Exceptúanse naturalmente las ascendentes de la 10.<sup>a</sup> A las anteriores descendentes hay que añadir algunas otras que vienen indudablemente de la formación exterior ó retiniana (células de las capas 2.<sup>a</sup>, 3.<sup>a</sup>, 4.<sup>a</sup> y 5.<sup>a</sup>).

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, nótase que son más frecuentes al nivel de ciertas zonas, por ejemplo: la 7.<sup>a</sup> y la 6.<sup>a</sup>. 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.<sup>a</sup>. Es para nosotros indudable que las ramitas colaterales sin mielina suministradas por los cilindros-ejes medulados dimanan 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 mielinica 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 tejido 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 *pia-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 neuróglicas 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.<sup>a</sup> 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 neuróglicas 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 cuadrlongas divergentes también, donde se alojan los corpúsculos nerviosos.

*Desarrollo de los elementos del techo óptico.*—Sobre este punto poquísimamente podemos exponer. El método de Golgi sólo nos ha dado resultado desde el 10.<sup>º</sup> 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.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup>, 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.<sup>º</sup> perfectamente formadas las arborizaciones terminales de las fibras ópticas, y compruébase así mismo su absoluta independencia. 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 hallase en la capa 3.; B, otra cuya arborización final corresponde á la 5.; C, fibra medular rectilínea de la capa 5.; células pequeñas fusiformes de la 8.<sup>a</sup> 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, cortede 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 ( $14^{\text{a}}$ ); 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 óptico del verderón.—Proceder de Weigert, y condiciones iguales que la figura anterior. 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 más que 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.<sup>a</sup>; D, célula de la capa 3.<sup>a</sup>; E, célula de la capa 4.<sup>a</sup>; F, célula fusiforme gruesa de la zona 6.<sup>a</sup>; G, corpúsculo pequeño y globuloso de la capa 8.<sup>a</sup>; H, gruesa célula ganglionar de la capa 9.<sup>a</sup>; I, corpúsculo de la capa 8 cuyo cilinder i' sale de un tallo protoplasmático descendente; J, corpúsculo fusiforme de la capa 10.<sup>a</sup>, cuyo cilinder L, da una arborización aplanada en M, sube por N, y llega hasta la zona 1.<sup>a</sup> de fibras ópticas cortadas de través; J', manifiesta una célula semejante; N, corpúsculo de cilindro descendente de la capa 11.<sup>a</sup>; O, grande célula fusiforme; el cilinder 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.



## CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA DE LA MÉDULA ESPINAL

Los buenos resultados obtenidos por el método de Golgi en el estudio del lóbulo óptico embrionario, donde, como hemos expuesto en otra parte, aparece la estructura fundamental de la sustancia gris con una claridad y una simplicidad que facilitan singularmente el análisis, nos impulsaron á utilizar este mismo recurso en la médula joven de los mamíferos y en la de los embriones de pollo de los últimos días de incubación.

Esperábamos hallar, trabajando en órganos nerviosos jóvenes, una trama estructural que sin diferir sustancialmente de la de los adultos, nos mostrara los rasgos fundamentales de la de éstos, y permitiera abordar con más fruto el estudio de la médula y cerebro humanos.

Los datos que vamos á exponer, aunque harto incompletos, arrojan alguna luz sobre cuestiones tan litigiosas como el origen de las raíces posteriores de la médula, la conexión entre los diversos grupos celulares, el origen de la neuroglia, etc.

Nuestras investigaciones han recaído principalmente en fetos de pollo desde los 5 días de incubación en adelante, y en la médula de mamíferos recién nacidos. Más adelante procuraremos extender nuestras pesquisas á los fetos de mamífero.

El punto de vista que nos ocupará por ahora es el estructural. Una médula de embrión de pollo de 12 días posee perfectamente formados todos sus elementos. Describirlos en sus conexiones será describir en lo fundamental la estructura de la médula adulta de los vertebrados superiores. Del problema evolutivo, tan importante bajo ciertos aspectos, diremos poco, porque, sobre ser insuficientes nuestras observaciones, pensamos ocuparnos de este tema en un trabajo ulterior. Por hoy, expondremos el resultado de nuestras pesquisas sobre: 1.<sup>º</sup> los elementos neurológicos medulares; 2.<sup>º</sup> las fibras de la sustancia blanca; 3.<sup>º</sup> el origen de las raíces, y 4.<sup>º</sup> la disposición de las células nerviosas.

### 1.<sup>º</sup> NEUROGLIA

En la neuroglia es preciso distinguir dos formaciones: el *epitelio ependimal* ó células radiales, y los *corpúsculos estrellados* ó aracniformes.

*Células ependimales.* Golgi (1) ha sido el primer autor que valiéndose de su método ha demostrado por modo evidente la forma y disposición verdaderas de las células epiteliales ó del ependimo. Describelas este autor como células larguísimas, recias en su parte interna donde alber-

(1) Sulla fina Anatomía degli organi centrali, etc., p. 180 y 179.

gan el núcleo, y delgadísimas en su porción periférica, la que después de atravesar radialmente toda la médula, vendría á terminarse debajo de la pía-mater.

Después de Golgi, Magini (1) ha descrito también en el cerebro embrionario de los mamíferos unas fibras radiales semejantes. Por nuestra parte, mucho antes de haberlas observado en la médula las habíamos notado en el lóbulo óptico de la rana y en el embrionario del pollo (2). A decir verdad los métodos corrientes (disociación, cortes, etc.) demuestran ya la existencia de largas expansiones en los corpúsculos epiteliales, y algunas de estas largas células han sido bien descritas por ciertos autores; Vignal por ejemplo (3); pero sólo el método de Golgi ha puesto

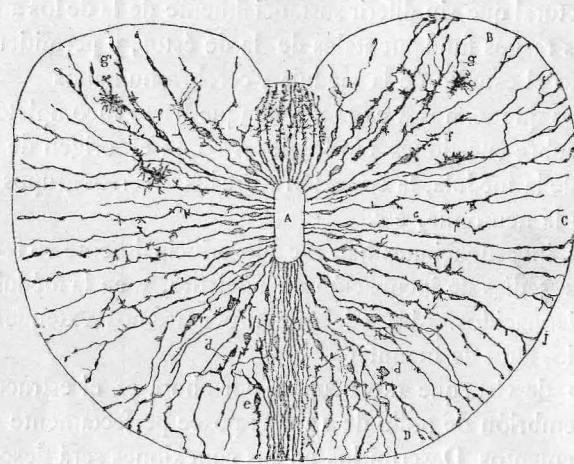


Fig. 1.—Corte de la médula dorsal de un embrión de pollo de 9 días de incubación. Colocación por el método Golgi.—A, conducto central; B, cordón anterior; C, cordón lateral; D, cordón posterior; a, surco posterior; b, surco anterior.

en claro la constancia y generalidad de la disposición mencionada, en las células epiteliales de los centros nerviosos embrionarios.

Nuestras pesquisas en la médula embrionaria del pollo confirman plenamente las descripciones de Golgi y Magini. Pero séanos permitido añadir algunos detalles.

Prescindiendo de la cuestión evolutiva y examinando las células del ependimo ya formadas, por ejemplo, las de una médula del 9.<sup>º</sup> día de incubación (fig. 1.<sup>a</sup>), notamos desde luego que todas ellas no son iguales,

(1) Nouvelles recherches histologiques sur le cerveau du fœtus.—Nota inserta en los *Arch. ital. de Biologie* 1888. 24 nov. fasc. 1, t. X.

(2) Manual de histología y técnica.—Pág. 615 cuad. 7, 1888.

(3) Développement des éléments de moelle épinière chez les mammifères *Arch. de Physiol. nor. et pathol.* 1884.

ni en forma ni en longitud. Cada región del corte medular puede decirse que posee sus especiales células.

Al nivel de la comisura posterior (a) son rectas, delgadas, presentándose asociadas en un haz de fibras paralelas que arrancando del conducto central, vienen á terminar por gruesos mamelones en el fondo (apenas indicado) del surco posterior, es decir, por debajo de la *pía-mater*.

Si examinamos estas células en una fase más temprana del desarrollo (5 días por ejemplo), advertiremos que todas ellas alcanzan por dentro la superficie epitelial; pero si la médula procede de un embrión de 12 ó 14 días se echará de ver que no todas ellas llegan á dicha superficie, pareciendo como que se han retraído hacia la periferia (fig. 1.<sup>a</sup> e). Igual disposición se manifiesta en la comisura posterior de la médula del gato recién nacido (véase lám. XI, b).

Al nivel de la comisura anterior, las células ependimales se presentan del modo que representamos en la fig. 1.<sup>a</sup>, b. Las centrales del grueso haz ó penacho en que se agrupan son rectas ó casi rectas; pero conforme van ocupando una situación más lateral se disponen en arco tanto más pronunciado cuanto más externo. Este arqueamiento de las células ependimales anteriores, se debe probablemente al volumen de los núcleos y al espesor más considerable que el cuerpo protoplasmático presenta cerca del extremo interior. Nótese una particularidad: Cada una de estas células, durante su curso por la zona puramente epitelial de la comisura, conserva su individualidad; pero en cuanto alcanza el trayecto más exterior, en que se ha de ver cruzada y en íntimo contacto con las fibras nerviosas comisurales, cambia de aspecto; tornase granulosa y de sus contornos brotan pequeñas, cortas y varicosas arborizaciones que sostienen á las fibras nerviosas, algo así como los aisladores de un poste á los alambres telegráficos. (Fig. 1.<sup>a</sup>, b.)

Una disposición parecida, aunque no tan evidente, revelan los cortes de la médula lumbar del gato recién nacido. (Lám. XI, fig. 1.<sup>a</sup>, G.) Aquí el surco anterior está sumamente desenvuelto y en el fondo de él vienen á cesar las células ependimales anteriores.

Las células ependimales de los demás radios de la médula embrionaria del pollo, son larguísima y de dirección convergente. (Fig. 1.<sup>a</sup>, c.) El cabo interno, relativamente grueso, constituye la zona epitelial propiamente dicha, sobresaliendo algo de la superficie general del ependimo; y el externo después de ofrecer numerosos espesamientos y pequeñas ramas espinosas en su curso, remata por un espesamiento debajo de la *pía-mater*.

En general, el extremo periférico de las células ependimales es único; pero alguna vez se muestra dicotomizado, disposición relativamente frecuente en los elementos del cordón anterior y posterior (fig. 1.<sup>a</sup>, h y d),

en cuyos parajes es de notar además una orientación menos rigurosa de los mismos.

Desde el 8.<sup>º</sup> día de incubación obsérvanse siempre entre los elementos ependimales largos, otros más cortos, que no alcanzan por su cabo interno la cavidad central. (Fig. 1.<sup>a</sup>, d, f, r, g, e.) Estos elementos cortos son también los más dislocados y representan, como veremos luego, las formas primeras de las células en araña ó de Deiters.

Las células ependimales ó radiales poseen todos un núcleo alargado lanceolar, que sobresale del protoplasma como una dilatación en virola. Como cada fibra tiene su núcleo á altura diferente, de ahí la apariencia de muchas capas nucleares concéntricas que los cortes medulares teñidos al carmín nos suelen presentar. El núcleo no se tiñe por el proceder de Golgi; y como se le ve á través de una capa delgada de protoplasma ennegrecido por el cromato de plata, aparece de color castaño claro.

Alguna vez obsérvanse dos núcleos en una misma célula. (Fig. 1.<sup>a</sup>, r.) La mayor frecuencia de estos elementos binucleados allí donde se ven de preferencia las células ependimales más cortas y periféricas, quizás está en relación con el modo de origen de éstas. Nos parece verosímil que las fibras radiales completas ó primordiales se escindan en su región central, con lo cual podrían originar dos corpúsculos cortos, uno central y otro periférico, corpúsculos que, por otra parte, se encuentran en gran abundancia en las médulas adelantadas (de 10 al 16 día ó más).

Los mamíferos jóvenes (véase la lám. XI) ofrecen las células laterales del ependimo mucho más cortas. Casi todas ellas se ramifican á poco trecho, emitiendo dos ó más ramas divergentes á su vez, recubiertas por una infinidad de expansiones finas, cortas y musgosas. (Lám. XI, fig. 1.<sup>a</sup>, e.) Las ramas divergentes de las células ependimales laterales del gato y perro recién nacidos, no pueden verse bien en los cortes transversales, sino en los longitudinales de la médula. Depende esto, de la dirección de dichas ramas que, en general, son ascendentes ó descendentes, conservando siempre cierta divergencia. En las mejores impregnaciones de la médula del gato, estas fibras divergentes sólo hemos podido seguir las hasta la sustancia blanca. Así, que no sabemos si llegan á la superficie medular.

En general, puede afirmarse que, cuanto más edad tiene un embrión, más cortas y complicadas se presentan las fibras ependimales laterales. Las ramificaciones finales que suelen faltar en las médulas de pollo de 5 y 6 días de incubación, son cosa corriente en los del 10 en adelante días. En cambio, los elementos de las comisuras los hemos encontrado bastante estables, y juzgamos probable que la disposición que muestra el dibujo de la lám. XI (gato recién nacido), y que también hemos ha-

llado en el perro y gato de 20 á 30 días de edad, se conserva con ligeras variantes en la médula adulta.

*Células en araña.*—Las células aracnoides ó de Deiters no son medianamente reconocibles en la médula embrionaria de pollo hasta el décimo día de incubación. El paraje donde se las ve primeramente, es la parte anterior del asta motriz; luego se las halla en la sustancia blanca de los cordones antero-laterales, y por último en el resto de la médula. (Véase la fig. 1.<sup>a</sup>, g.)

¿De dónde provienen estas células en araña? Para nosotros la contestación es bien sencilla. Las células citadas no son otra cosa que elementos del ependimo dislocados y profundamente transformados. Lo prueba de un modo indubitable la existencia, en las preparaciones de médula embrionaria del pollo de 7, 8, 9, 10 y hasta 14 días de incubación, de todas las fases intermedias entre los elementos filamentosos é irradiados del ependimo y los corpúsculos estrellados en araña. (Véase la fig. 3.<sup>a</sup> de la lám. XI.) Estas gradaciones no sólo se refieren á la forma sino á la posición. Cuanto más avanzada se halla la médula en desarrollo, menos alargados y centrales se muestran los corpúsculos neuróglicos. En la médula misma de los mamíferos recién nacidos, una gran parte de los corpúsculos neuróglicos conservan aún, una forma estirada y una orientación convergente. (Véase la lám. XI, fig. 1.<sup>a</sup>, s, r, h, etc.) Es más; la médula adulta del perro, conejo y hombre, exhibe todavía en la sustancia blanca de los cordones, células neuróglicas radiales, en las cuales se distingue á menudo un filamento central negro, de contorno limpio, que puede seguirse hasta muy adentro de la sustancia gris; y uno ó dos filamentos larguísimos irradiados á la periferia. A veces, se presenta uno sólo de estos filamentos más largos, dando á la célula neurógica un aspecto algo semejante al de los corpúsculos nerviosos.

A fin de distinguirlas entre sí, en lo sucesivo daremos nombres especiales á estas diversas expansiones de las células en araña. Al apéndice convergente interno y al externo, denominaremos expansiones *primordiales* distinguidas en *ependimal* y *periférica*. Las demás irradiaciones divergentes, flexuosas y granulosas, de los citados corpúsculos recibirán la designación de apéndices secundarios; pues que secundariamente se desarrollan, es decir, mucho después que las expansiones interna y externa. Podrían llamarse también ramitas de adaptación, pues, merced á ellas, llenan los huecos y se adaptan á los intersticios de los elementos y fibras nerviosas que, por aparecer primero, reglan la forma y disposición que se verán obligados á tomar los corpúsculos neuróglicos.

Las expansiones *primordiales* distingúense con frecuencia no sólo en las células neuróglicas de la médula, sino en la sustancia blanca y gris del cerebro y cerebelo. Así, en el perro, hemos visto muchas veces, entre

las varias expansiones de las células de Deiters de la sustancia blanca una tan larga que, después de atravesar las dos capas grises de la lámina cerebelosa se terminan cerca ó en la misma superficie de ésta. Las células en horquilla descritas por Golgi, es decir, aquellas que yacen al nivel de las de Purkinje, poseen una ó varias expansiones primordiales externas, habiéndose atrofiado la ependimal.

Para estudiar las transiciones por las que las células neuróglicas pasan antes de su definitiva configuración, nada mejor que examinar un corte de médula de un mamífero joven, tal como se ve figurado en la fig. 1.<sup>a</sup> de la lám. XI. Por consecuencia de la adaptación á la forma especial de los elementos nerviosos de cada región medular, las células neuróglicas varían algo en los diversos territorios de la sustancia gris y blanca.

Examínense por ejemplo las de la sustancia gelatinosa de Rolando. Desde luego salta á la vista su extraña configuración, que pudiera compararse, para la mayor parte, á la de un plumero. (Lám. XI, fig. 1.<sup>a</sup>, k.) El mango (expansión primordial externa) es grueso, arqueado, oblicuado hacia afuera en la parte lateral del asta. El cuerpo que yace en el límite mismo de la sustancia gelatinosa, es grueso y emite una infinidad de filamentos tenues, apretados, de los que la mayor parte bajan convergiendo en penacho á través del asta posterior. En el límite externo é interno de la referida sustancia se ven á menudo células neuróglicas arqueadas (lámina XI, fig. 1.<sup>a</sup>, s) que contornean el asta posterior. En la región en que el cordón lateral se encuentra próximo al asta posterior, las células neuróglicas son numerosas y casi todas ellas conservan los apéndices primordiales (h). Los corpúsculos en araña más diferenciados y distantes de su forma primitiva, se hallan en la sustancia del asta anterior (B, y g) y región gris central.

Examinando detenidamente los apéndices secundarios de estas células neurógicas, se advierte que son mucho más cortos y granulosos que los de las adultas. Muchos de ellos tienen aspecto laminar y representan crestas semejantes á las de los corpúsculos corneales.

Como se ve, el problema del origen de los corpúsculos neurógicos no presenta hoy grandes dificultades; pues la filiación ependimal se revela aún en los corpúsculos semi-adultos por la orientación convergente y conservación de los apéndices primordiales. Golgi (1), Ranvier (2), Renaut (3) y Vignal (4), tenían, pues, razón contra la opinión

(1) Loc. cit. p. 180.

(2) De la neuroglie *Arch. de physiol. nor. et pathol.*, 1883.

(3) *Arch. de physiologie nor. et pathol.*: 2.<sup>a</sup> série, vol. IX., 1881.

(4) Développement des éléments de la moelle épinière des mammifères, *Arch. de Physiol. etc.*, 1884.

de aquellos que como Eichhorst (1) suponían en dichas células un origen leucocítico. En cambio, Ranvier, Renaud y Vignal se equivocan, á nuestro juicio, en estimar los corpúsculos neuróglicos como células anastomosadas, en cuyas mallas se contendrían los elementos nerviosos. Nos parece que, al opinar así, han sido movidos de un espíritu de generalización laudable, cual es el de asimilar la textura de la neuroglia á la de las células del cuerpo de Malpighio de la piel y aun á las fibras de Müller de la retina. Por verosímil me incliné yo también en otro tiempo á esta opinión; pero no siempre lo verosímil es cierto; y en el caso actual el método de Golgi y las preparaciones por disociación nos han demostrado palpablemente la individualidad absoluta de todas las células neuróglicas, incluyendo las fibras de Müller, tanto en el estado adulto como en el embrionario.

La sola cuestión que á nuestro juicio queda por resolver es el cómo ocurre y á qué causas obedece la dislocación sufrida por las células en araña en sus fases primitivas.

Pudiéranse aquí invocar movimientos activos; pero esto no explicaría el por qué estas células ciegamente emigradas conservan su orientación y hasta sus apéndices fundamentales. Así que nosotros nos inclinamos á pensar que todo depende de la segmentación de los corpúsculos ependimales. Estos se alargaron primero ocupando todo el espesor medular, luego se escindieron en una porción central y otra periférica. La central conservará su carácter epitelial, formando parte del revestimiento del ependimo, sin otras variaciones que la ramificación y transformación de su expansión periférica; la periférica, una vez desligada de su convergencia forzada, se transformará poco á poco en un corpúsculo en araña. Conspira también en favor de esta opinión: 1.<sup>º</sup> el aumento sucesivo de las células neuróglicas, en los embriones de pollo de 12, 14, 16, etc. días. 2.<sup>º</sup> El encuentro de fases de partición en algunas fibras radiales.

Esto en cuanto á los elementos neuróglicos autóctonos. Respecto de aquellos que en el adulto aparecen insertos sobre los vasos, abri-gamos algunas dudas. Examinando el cerebro de un embrión de pollo de 14 ó 16 días, se echa de ver que á más de los corpúsculos alargados de tipo ependimal, existen otros de cuerpo prolongado y perpendicularmente inserto en la pared de un capilar, mediante un apéndice recio, á veces sumamente corto, y siempre perfectamente confundido con las células endoteliales. Lo más singular es que no siempre se advierte individualidad marcada en tales elementos. Obsérvase á menudo que los

(1) Ueber die Entwicklung des menschlichen Rückenmarkes und seiner Formelemente. *Virchow's Archiv. B. LXIX.*, 1875.

filamentos divergentes emergen no de un corpúsculo suelto, sino de un ligerísimo espesamiento de la pared endotelial. En los capilares que pululan en el cerebro de los embriones de pollo de 14 días de incubación, llegan á faltar hasta los mismos espesamientos, naciendo separadamente del endotelio pequeñas puntas que se dirían apéndices de Golubew por su forma espinosa y dirección perpendicular. Sólo que estos apéndices son mucho más delgados que los de crecimiento vascular y convergen siempre algo á una zona limitada de la pared. Además, las puntas de crecimiento verdaderas se manifiestan en gran número en estos capilares, tiñéndose de castaño claro por el cromato argéntico y mostrándose tan distintas en tamaño y situación que la confusión no es posible. Entre las células endoteliales sin espesamiento y con delgadas expansiones y las que soportan un grueso pedículo de cuyo remate irradian infinidad de fibrillas varicosas, hállanse, en los cerebros de embrión de pollo de los últimos de días incubación, todas las transiciones. En el mismo cerebro humano Golgi ha descrito, y nosotros hemos confirmado repetidas veces, la existencia de esta especie de corpúsculos neuróglicos perivasculares ¿Qué pensar del origen de tales elementos, ó lo que es lo mismo, del de aquellas tenues puntas nacidas sobre el endotelio vascular y las que, andando el tiempo, serán células neuróglicas casi aisladas?

No osaremos pronunciarnos sobre esta delicada cuestión, pues creemos que su resolución demanda nuevas observaciones, y el empleo de métodos cuyos resultados puedan fácilmente compararse con las revelaciones del de Golgi.

A decir verdad, si se nos forzara á emitir una opinión hipotética sobre este asunto, casi nos decidiríamos por un origen francamente endotelial. La circunstancia de que los citados corpúsculos carecen de apéndices primordiales; la de que el pedículo citado y, sobre todo, el pequeño espesamiento que en sus fases primitivas le representa se continúa perfectamente con la pared endotelial; el aparecer dichas puntas, en una época en que los capilares ostentan espinas de crecimiento; la ausencia de núcleo en las fases primeras; la circunstancia de colorarse en pardo lo mismo que los vasos jóvenes por el método de Golgi, siendo así que ni los leucocitos ni las células conectivas se tiñen jamás, dan á la precedente hipótesis cierta verosimilitud.

#### FIBRAS DE SUSTANCIA BLANCA.

Hemos examinado las fibras de los cordones de la médula desde el 5.<sup>º</sup> día de incubación (pues antes de esta época el método de Golgi no las impregna) en adelante, y siempre se nos han manifestado con los mismos caracteres.

Uno de estos y de los más curiosos, consiste en la existencia á lo largo de cada fibra de numerosísimas ramitas colaterales nacidas en ángulo recto (1). Hé aquí un hecho extraño cuyo hallazgo nos produjo una sorpresa extraordinaria; pues es bien sabido que los autores dan las fibras de la sustancia blanca por elementos perfectamente individualizados en todo su trayecto. Las citadas colaterales son mucho más finas que las fibras longitudinales de que proceden; nacen en ángulo recto ó casi recto al nivel de ligero ensanchamiento triangular, dirigense todas convergiendo á la sustancia gris donde se terminan, conservando siempre su dirección transversal ó el plano medular en que nacieron. La

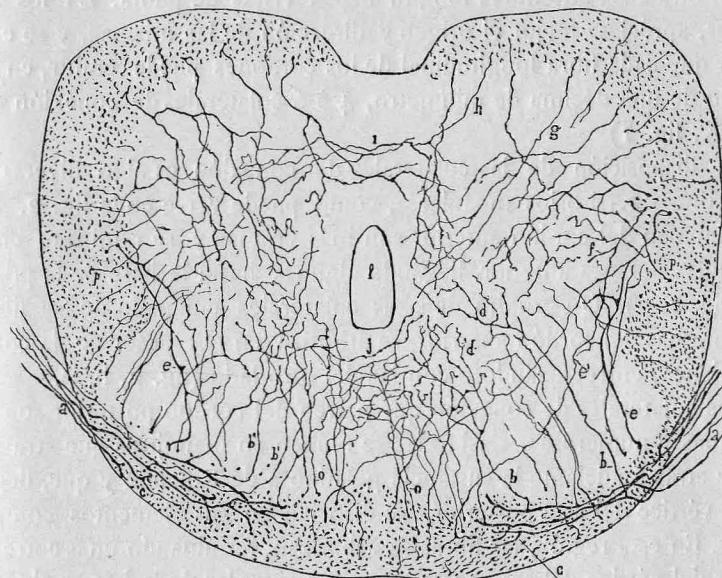


Fig. 2. Corte de una médula de pollo al 9.<sup>o</sup> día de incubación.—Región dorsal —Coloración al método Golgi —a, fibras de la raíz posterior.—b, colaterales de los tallos radiculares.—c, colaterales de las fibras del cordón anterior.—h, colaterales que cruzan la comisura anterior.—d, arborización terminal de las colaterales radiculares.—j, colaterales del cordón de Goll que cruzan en parte la comisura posterior.

terminación tiene lugar por arborizaciones libres; de ramitos varicosos y sumamente flexuosos, los que, juxtaponiéndose en gran número y entre-cruzándose con los procedentes de otras arborizaciones, engendran un plexo tupidísimo en el seno del que hállanse estrechamente abrazadas las células nerviosas (véanse la fig. 2 del texto, y las de la lámina X). Las fibras de que los autores hablan como residentes entre las células, existen realmente, pero no forman red sino plexo, pues jamás el proceder de Gol-

(1) Véase nuestra nota preventiva del 10 de febrero del año actual, sobre la estructura de la médula embrionaria.—*Gaceta médica catalana*.

gi, único que permite la perfecta visión y persecución de estas fibrillas, revela la menor anastomosis ni entre las ramas de una misma arborización, ni entre las procedentes de arborización distinta (véase la fig. 2).

Cuando las susodichas fibrillas, que nosotros llamaremos para abbreviar *colaterales de conexión*, se examinan en médulas embrionarias del 12.<sup>º</sup> día de incubación en adelante (fig. 2), se observa que su número es extraordinario, y que todos sin excepción los tubos de los cordones las suministran. Para estudiarlas de una manera cumplida, es preciso examinar cortes transversales y longitudinales. En los primeros (fig. 2) se advierte que las colaterales proceden de ciertos puntos gruesos que no son otra cosa que fibras longitudinales vistas de punta. En los segundos, apréciase mejor el origen y dirección de las mismas, y se echa de ver que cada fibra longitudinal de los cordones puede emitir, en un espacio de una décima de milímetro, 4 ó 6 colaterales de conexión (lámina X, fig. 1).

La disposición de las colaterales de conexión es algo diversa en los distintos territorios medulares, como puede verse en la fig. 2. Las que dimanan del cordón anterior son más gruesas y se ramifican entre las células del asta anterior, llegando algunas hasta la base de la posterior (fig. 2, g). Un grupito de estas colaterales emanado de las fibras más internas del cordón anterior, se arboriza en el espesor de la comisura blanca, entrecruzándose con las del otro lado (fig. 2, h, i).

Las colaterales de conexión que parten del cordón posterior son las más finas y numerosas. Casi todas se reunen en manojitos que atraviesan de atrás á adelante la sustancia gelatinosa de Rolando y que, llegadas al vértice del asta posterior, se disocian en sus elementos componentes. En esta región, las fibras se arborizan, terminando unas entre las células del vértice del asta posterior, otras entre las de la base y algunas que se prolongan notablemente hacia adelante, llegan hasta el plexo del asta anterior. Muchas de las que nacen del cordón de Goll (fig. 2, o) después de esparcirse por la columna de Clarke se entrecruzan en la línea media, constituyendo el plexo llamado *comisura gris* por los autores.

Las colaterales de conexión constituyen una disposición general constante de la médula de los vertebrados. Aunque no las hemos comprobado en todos ellos, los resultados obtenidos en la médula de los mamíferos jóvenes donde el método de Golgi produce tan buenos efectos como en la embrionaria, vienen en apoyo de esta generalización. Además, el estudio de la médula de los vertebrados adultos y de los jóvenes con ayuda del proceder de Weigert ó de Pal permiten descubrir un sistema análogo de fibras, solamente que, en los mamíferos jóvenes, muchas de ellas carecen de mielina y, en los adultos, la complicación de las mismas hace difícilísimo su estudio. De aquí la necesidad del método

de Golgi, que como es sabido, posee la inmensa ventaja de teñir solamente, en muchos casos, un número limitado de fibrillas.

Para juzgar de la disposición de las mismas, hemos procurado copiar en la lám. X, fig. 2 y 3, la manera como se presentan en los cortes longitudinal y transversal del asta posterior de la médula lumbar de un gato recién nacido. La inspección de estas figuras, demuestra del modo más claro que las colaterales del cordón posterior, atraviesan casi todas, reunidas en manojos, la sustancia de Rolando (fig. 2, b y fig. 3, a), convergen al vértice del asta posterior donde sus arborizaciones constituyen un plexo tupidísimo, extendido hasta la base del asta. Los huecos blancos que en el dibujo quedan (d, fig. 3, lám. X), son los nidos donde se alojan las células nerviosas. Los detalles del nacimiento y arborización final de las colaterales se ven más claramente aún, por hallarse éstas en menor número, en la fig. 2, en la que c y b representan orígenes de colaterales y g arborizaciones terminales.

Las colaterales de conexión que acabamos de describir han sido vistas y descritas por los autores, ya con el nombre de fibras radiculares, ya con el de fibras de los cordones, es decir, tubos medulares que, según común acuerdo de los histólogos, representan comisuras longitudinales entre pisos distintos de células nerviosas. La mayor parte de ellas, sino todas, ofrecen una envoltura de mielina tanto más espesa cuanto más próximo el animal á la época adulta.

El error cometido por los autores, depende de la insuficiencia de los métodos. Ninguno de los agentes que tiñen la mielina, y que permite seguir estas fibras durante su curso transversal, colora el arranque y la terminación de las tales, por la razón sencilla de que al nivel de estos parajes falta aquella envoltura. Así que, en los puntos donde se ven cesar en la periferia, han creído ver un recodo por el cual vendrían á ser fibras longitudinales; y al nivel de su terminación en la sustancia gris han supuesto, ó la existencia de redes de origen, ó la unión con el protoplasma de las células nerviosas.

Hay también fibras que, partiendo de los cordones, ingresan en las células; pero éstas, de las que luego hablaremos, son gruesas, escasas en número, y jamás ó rarísima vez se ramifican en su itinerario por la sustancia gris.

¿Qué representan estas fibras colaterales que acabamos de describir?

A nuestro parecer, se trata aquí de fibras de *conexión celular* que todos los tubos de la sustancia blanca envían á los diversos centros de la gris. Consideramos estas fibras como colaterales de terminación y no de origen: 1.<sup>º</sup> porque jamás las hemos visto provenir de células; 2.<sup>º</sup> porque se ramifican, empequeñeciéndose y adquiriendo sus más diminutos ramúsculos, ese aspecto varicoso propio de toda terminación

nerviosa; 3.<sup>o</sup> porque se aplican á las células, á las que forman un lecho de maleza, como el que constituyen á los cuerpos de los corpúsculos de Purkinje, los fletos descendentes de las células pequeñas de la capa molecular del cerebelo. Finalmente, no estimamos una terminación en red ó en plexo: 1.<sup>o</sup> porque jamás hemos comprobado anastomosis indirectas entre ninguna especie de corpúsculos nerviosos; 2.<sup>o</sup> porque jamás hemos podido demostrarlas aquí.

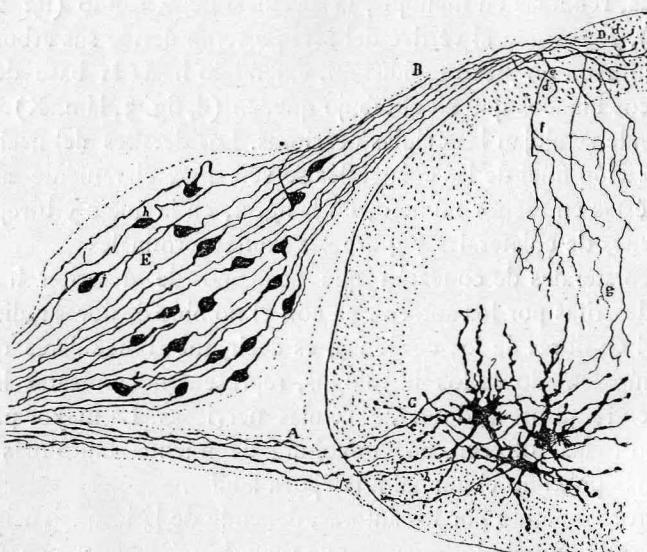


Fig. 3.—Corte de la médula, de las raíces y de un ganglio raquídeo de un embrión de pollo de 9 días de incubación.—A, raíz anterior; B, raíz posterior; C, cilindro eje de las células laterales del asta anterior; D, porción intramedular de las raíces posteriores; E, células ganglionares bipolares; d, bifurcación final de una fibra radicular; e, colateral de conexión del tallo radicular; g, arborización final de ésta; j, célula con una expansión dividida en T.

#### FIBRAS RADICULARES

*Raíces anteriores.* Respecto del origen de las fibras que las componen, hemos comprobado la opinión admitida por todos los autores. Dichas fibras (fig. 3, a, b, c) proceden de las células gruesas del grupo antero-lateral del asta anterior, atraviesan rectilíneamente la sustancia blanca, mostrando gruesas varicosidades, y penetran en la raíz anterior, donde las hemos seguido alguna vez hasta más allá del ganglio raquídeo. En las preparaciones de médula embrionaria de pollo y de gato recién-nacido, jamás hemos visto que tales fibras emitan ramas colaterales.

*Raíces posteriores.* Los hechos más interesantes, relativamente á este punto, los hemos obtenido en las médulas de pollo, desde el 8.<sup>o</sup> hasta el 12 día de incubación. La impregnación de las fibras radiculares, es mucho más difícil en los jóvenes mamíferos y en los embriones de ave de mayor edad.

Las raíces posteriores provienen, como es sabido, de las células del ganglio raquídeo correspondiente. Estas células (fig. 3) son bipolares en la médula embrionaria del pollo, á diferencia de las de los mamíferos, que son unipolares. Esta diferencia es secundaria, pues tanto en las aves como en los mamíferos, la célula suministra en definitiva dos fibras: una central destinada á la médula; otra periférica consagrada á las superficies sensibles del organismo; sólo que en aquéllas, las dos fibras proceden separadamente del cuerpo celular; mientras que en éstos provienen de la bifurcación de un pedículo protoplasmático (división en T de Ranvier). Como puede verse en la fig. 3, donde se ha copiado rigurosamente un ganglio raquídeo embrionario, impregnado por un proceder especial (modificación del de Golgi), las dos ramas, central y periférica de la célula ganglionar, conservan su independencia sin ramificarse en su itinerario á través de la trama ganglionar. Obsérvese que la rama central es más fina y varicosa que la periférica, delgadez que parece exagerarse en la vecindad de la médula. Ciertas células emiten las dos expansiones nerviosas de un mismo lado del protoplasma, á veces del vértice de un pedículo (fig. 3 i, j), disposición que se aproxima á la que presentan los corpúsculos ganglionares de los mamíferos.

Una vez formada la raíz posterior por la reunión de las expansiones celulares internas, dirigese hacia atrás, aplánase transversalmente, aplícase á la cara lateral de la sustancia blanca y penetra oblicuamente en el espesor del cordón posterior. Las fibras radiculares marchan, durante su curso á través de la sustancia blanca, de fuera á dentro, llegan al cordón de Goll, y allí, y en puntos algo distintos para cada fibra, *se dividen en T, es decir, en dos ramas robustas terminales, una ascendente y otra descendente*, las que ni por su curso, espesor y conexiones, pueden distinguirse de las fibras longitudinales del cordón de Goll ó el de Burdach. La bifurcación no tiene lugar en ángulo recto perfecto, sino más bien en Y (véase la fig. 1, lám. X y la fig. 3 del texto, d), arqueándose suavemente las ramas para venir á ser, á poco trecho, rigurosamente longitudinales.

Tanto el tallo principal, como las dos ramas terminales, *suministran finas colaterales de conexión*. *Las del tallo* (fig. 3, e, f, g y fig. 2, b y b') son en número de dos ó tres; nacen de él casi en ángulo recto, mientras cruza transversalmente el cordón de Burdach; cruzan de fuera á dentro y de detrás á adelante la sustancia de Rolando, se dicotomizan alguna vez en su camino, y terminan, finalmente, por arborizaciones finas, varicosas y flexuosas entre las células del asta posterior (g). Con frecuencia se ven algunas colaterales larguísimas llegar hasta los corpúsculos del asta anterior, ya directamente, es decir, marchando por la sustancia gris de su lado, ya dirigiéndose á la del opuesto, después de cruzar la comisura posterior.

Las colaterales de las raínes terminales ascendente y descendente, se comportan en un todo como las de las fibras longitudinales del cordón posterior: es decir, que, de cada rama, emergen en ángulo recto y a diversas alturas, numerosas fibras finísimas que, asociándose en manojos, atraviesan de atrás a adelante la sustancia de Rolando para terminar por arborizaciones entre las células del asta posterior (lám. X, fig. 1, e y d).

¿Cuál es la suerte de las fibras terminales del tallo radicular? No hemos logrado determinarla. Solamente podemos asegurar que en la extensión máxima en que las hemos perseguido a lo largo del cordón posterior, extensión que no bajaba de dos milímetros en algunas preparaciones, no las hemos visto terminar nunca. La cesación de la fibra, marcaba siempre ó la sección del preparado, ó la cesación de la impregnación negra.

Téngase en cuenta que la extensión de dos milímetros es superior a la distancia que separa tres raíces de la médula embrionaria (1), y por tanto equivale en la médula adulta de un mamífero a varios centímetros de longitud. Alguna vez, hemos creído notar que las fibras terminales, a una distancia de 1 m. de su origen, ofrecían tendencia a situarse en plano más interno y aun en la frontera misma de la sustancia de Rolando. Ignoramos si esto es hecho accidental, ó si debe tomarse como indicio de una terminación próxima en el seno del asta posterior.

En los mamíferos recién nacidos, hemos comprobado también la existencia de la bifurcación terminal de las raíces posteriores y la existencia de colaterales; mas la extensión desmedida de los trayectos y lo incompleto de las impregnaciones, impiden por lo común un seguimiento fructuoso de las fibras.

Inútil es decir que nunca hemos podido comprobar esas complicadas disposiciones que los autores describen (véase más adelante). A nuestro juicio, todas las fibras de la raíz posterior terminan lo mismo. En todas ellas, cuando la impregnación ha permitido seguir las suficientemente, hemos comprobado la bifurcación final y las colaterales de conexión. No existen, por tanto, terminaciones por células, cosa tanto más natural cuanto que se trata de cilindros-ejes emanados de células extrarraquídeas. Y si todo cilindro se termina libremente por arborizaciones libres entre células, como nos lo anuncian las únicas terminaciones nerviosas que conocemos bien (las centrífugas y centrípetas), lógico será, guiados por la analogía, que busquemos en la médula, no terminaciones en *células*, sino arborizaciones *entre células*.

Ni debe detenernos la consideración de los enlaces que la fisiología

(1) Médula de embrión de 10 a 12 días.

supone entre las células motrices y sensitivas de los centros. ¿Acaso no cabe otro modo de conexión intercelular que la anastomosis?

Las opiniones que sobre el origen de las raíces posteriores acabamos de exponer, contrarían los pareceres de todos los histólogos. Golgi (1), por ejemplo, supone que las fibras de la raíz sensitiva se terminarían en una red situada entre las células del asta posterior y constituida por las anastomosis de los cilindros-ejes de éstas que, como de tipo sensitivo, pierden á fuerza de ramificaciones y anastomosis su individualidad. Toldt y Kahler (2) y en general la mayor parte de los histólogos describen un origen muy complejo de las raíces posteriores. Comienzan por distinguir dos especies de fibras en la raíz posterior: unas gruesas tempranamente meduladas y situadas por dentro; otras finas, tardíamente meduladas y colocadas por fuera.

Las fibras *finas* se doblan sobre el vértice de la sustancia de Rolando para ascender formando un haz de fibras longitudinales (*Randzone* de Lissauer); pero luego se tuercen y penetran á través de la sustancia de Rolando dispuestas en haces horizontales, para perderse en el asta posterior (parte anterior de la sustancia gelatinosa y parte limitante de la esponjosa), donde constituyen un plexo nervioso. Algunas de las delgadas ingresan quizás, sin ir á la sustancia de Rolando, en el cordón posterior.

Las *gruesas* se dividen en dos manojo, *interno* y *externo*. Este atraviesa la sustancia de Rolando, se dobla hacia arriba y al abordar la sustancia *esponjosa*, se continúa con el *manojo longitudinal* (de Kölliker) del asta posterior. El haz interno consta de fibras ascendentes y descendentes que van á terminar á la parte interna del asta posterior, asta anterior y columna de Clarke. Una parte de las fibras del haz interno, no terminarían en células, sino que pasarian á formar parte del cordón posterior.

Opiniones parecidas vierten en sus recientes memorias Takacs (3), Bechterew (4) y V. Lenhossek (5). Este último autor distingue igualmente dos especies fibrilares en la raíz posterior: *gruesas e internas, delgadas y externas*. Las internas después de accidentado trayecto penetrarían en la sustancia gris del asta posterior para terminar en las células más laterales del grupo principal del asta anterior y en una red de fibras

(1) Sulla fina Anatomia degli organi centrali del sistema nervoso. 1886.

(2) Lehrbuch der Gewebelehre, p. 194. 1888.

(3) Anleitung beim Studium des Baues der Nervösen Centralorgane, etc., p. 187. Wien. 1888.

(4) Ueber den Verlauf der hinteren Wurzelsäsern im Rückenmark. *Neurolog. Centralbl.* 1887.

(5) Ueber die hinterem Nervenwurzeln, ihre Endigung in der grauen Substanz des Rückenmarkes etc, *Arch. f. Anat. u. Physiol.* 1887.

extendida por la porción central de la sustancia gris, columna de Clarke, etc.

El manojo lateral, cruza en ángulo recto la sustancia de Rolando, llega á la parte anterior de ésta, en donde abandona algunas fibras que terminan en células nerviosas; pero la mayor parte se doblan para dirigirse hacia afuera y salir lateralmente después de construir, una especie de herreradura. En definitiva, estas fibras ladeadas se terminan unas en la frontera externa del asta posterior, otras en el cordón longitudinal de ésta, y algunas en la sustancia esponjosa del cordón lateral.

Obersteiner (1) profesa análogo parecer, estableciendo en la raíz posterior idénticas distinciones. Las fibras delgadas, después de formar la *zona limitante* de Lissauer atravesan en ángulo recto la sustancia de Rolando, perdiéndose en el asta posterior.

El manojo de tubos gruesos se divide en dos partes: *interna* y *lateral*. El lateral acaba en la sustancia gris del asta posterior, no sin que envíe antes algunos tubos al asta anterior y otros hacia arriba en sentido longitudinal.

El grupo interno posee fibras de muy diversa distribución. Unas se arquean para ir, en dirección longitudinal, al cordón de Goll; otras marchan á unirse, después de atravesar la parte interna del asta posterior, á las células de la columna de Clarke; algunas, en fin, concluyen en corpúsculos de la comisura posterior. Como medio de unión de las raicillas nerviosas y las células del asta posterior y aun anterior, acepta este autor la red *nerviosa intersticial de muchos autores*.

Edinger (2) ha expuesto últimamente una marcha algo más sencilla. Da por probada la existencia de las dos especies de fibras: *internas* y *laterales* ó gruesas y delgadas. Las internas penetran en el cordón posterior, en donde tuercen para hacerse verticales y ascender á lo largo de él hasta el bulbo, donde terminan en núcleo gris especial (*núcleo del cordón posterior*). Las fibras laterales ó finas con algunas gruesas atraviesan la sustancia de Rolando y piérdense, como dice Lissauer, en una red fibrilar que separa las células del asta posterior. En general, de todas las fibras que se dirigen á la sustancia gris, sólo algunas penetran directamente, es decir, en el plano de la raíz posterior. La mayor parte, antes de terminarse en el asta posterior, ascienden ó descienden un gran trecho, á lo largo del cordón posterior.

Las opiniones expuestas, sacadas de los últimos trabajos publicados

(1) Untersuchungen über die Entwicklung des Markscheide und der Faserverlauf im Rückenmark des Maus.—*Arch. f. mik. Anat.* 1889. Bd. 33.

(2) Ueber die Fortsetzung der hinteren Rückenmarksurzeln zum Gehirn. *Anatomischer Anzeiger*, Feb. 1889.

en esta difícil materia, son en gran parte coincidentes. Desde luego llama la atención el tono de duda, con que los autores hablan al tratar de la *terminación real* de las fibras radiculares. Todos hablan de plexos nerviosos, probablemente unidos á las células, ó de anastomosis directas más ó menos verosímiles, pero ninguno se atreve á decir que ha visto *continuación sustancial entre las raíces y las células*; lo que abona nuestra opinión de la terminación libre de las raíces, es decir, de aquellas colaterales del tallo radicular, que son las que equivocadamente, y faltos de medios analíticos suficientes, han tomado los autores como fibras independientes que atravesarían la materia de Rolando. La comparación de las preparaciones de médula joven teñida por el proceder de Weigert, con las impregnadas por el de Golgi, prueba además que los autores han tomado, en parte al menos, como radiculares directas, muchas de las colaterales de conexión del cordón de Goll, las que si bien pudieran provenir en definitiva de radiculares (recuérdese que las ramas terminales de éstas caminan á lo largo y forman una gran parte de las del cordón de Goll suministrando colaterales), no es menos cierto que no nacen de ellas directa ó inmediatamente, es decir, de la raíz del mismo plano transversal.

Es de notar, por último, que todos los autores hablan de fibras ascendentes que no van á la sustancia gris, viniendo á formar parte del cordón de Goll; y alguno hay (Edinger), que indica que algunas ascienden y otras descienden á su entrada en la sustancia blanca; lo que nos prueba que han entrevisto las ramas terminales de los tallos radiculares, sólo que han tomado por fibras distintas las dos ramas de la bifurcación.

En cuanto á que las fibras radiculares terminan y no nacen en células medulares, nuestra opinión está corroborada por los resultados obtenidos por el método de las degeneraciones medulares experimentales (por sección previa de las raíces), y por las investigaciones de His, que tienden á demostrar que los núcleos de origen de los nervios sensitivos no hay que buscarlos en la médula, sino en los ganglios raquídeos. Edinger, que se inclina á este dictamen, lo limita un tanto cuando dice (1) que quizás existan en el asta posterior, células ganglionares análogas á las del ganglio raquídeo, de donde pudieran arrancar fibras centrales y periféricas (radiculares posteriores), disposición que en parte ya describió Freud en la médula del Petromyzón. Contra esta sospecha, nosotros debemos recordar que, al menos, en los ganglios embrionarios de las aves, nunca hemos visto fibras radiculares posteriores que no provinieran de los corpúsculos ganglionares bipolares.

(1) Loc. cit., p. 122.

### CÉLULAS NERVIOSAS DE LAS ASTAS MEDULARES

Por el comportamiento de su *cilinder* pueden distinguirse en: 1.<sup>a</sup> células comisurales; 2.<sup>a</sup> células de los cordones; 3.<sup>a</sup> células radiculares; 4.<sup>a</sup> células de anexión mediata ó de *cilander* plexiforme.

1.<sup>a</sup> *Células comisurales* (veáse la fig. 4.<sup>a</sup> del texto). Las fibras que se reunen en la comisura anterior provienen, como ya Golgi, Edinger, etcétera, lo han sospechado, de células yacentes en toda la extensión de la sustancia gris. No es posible, pues, señalar, como hace Lenhossek, un grupo especial de células del asta anterior (grupo comisural), de cuyas expansiones nerviosas se formaría la comisura.

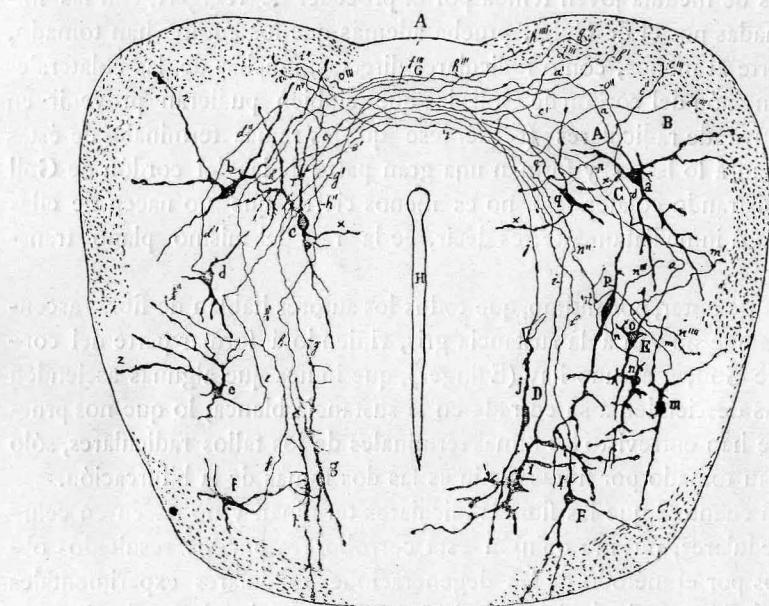


Fig. 4.—Células comisurales de la médula embrionaria del pollo de 7 días de incubación.—A, surco anterior de la médula; B, asta anterior; D, E y F, células del asta posterior.

Como puede observarse por la fig. 4.<sup>a</sup>, las células comisurales afectan diversidad de formas, y como éstas guardan alguna relación con su localidad, convendrá distinguirlas en cuatro grupos: anterior ó del asta anterior (A); medio (E) ó de la base del asta posterior; postero-interno (D) ó de la parte interna de esta región; postero-externo (F) ó de la parte posterior del asta de igual nombre. Estos grupos son arbitrarios, pues no están deslindados en la realidad; pero indican con alguna aproximación los parajes donde parecen residir ciertas variedades de células comisurales. Digamos también que el estudio de las células comisurales sólo hemos podido hacerlo de un modo algo detallado en la médula embrionaria de ave. La figura 4, donde hemos reunido los principales

tipos hallados en diversas preparaciones, representa un corte de médula á los 7 días de incubación. Advirtamos de pasada que las células en ella dibujadas no contienen un solo trazo arbitrario ó de interpretación. Cada uno de sus apéndices, con especialidad el *cilinder*, han sido copiados literalmente de preparaciones irreprochables, como limpieza y aislamiento de las células.

El grupo anterior está formado de células gruesas, estrelladas, residentes en toda el asta anterior y región central de la sustancia gris. (Véanse las células a, b, c, etc., de la fig. 4.) El *cilinder* procede generalmente del cuerpo celular, no se ramifica en su camino, y, después de pasar por la comisura anterior, se termina al nivel del cordón antero-lateral del lado opuesto, continuándose con una fibra longitudinal. En general, esta continuación se nos ha presentado como un simple acodamiento; pero alguna vez, como, por ejemplo, en la célula c, nos ha parecido ser una división en T.

El grupo medio (E) se compone de células algo más pequeñas, de forma triangular, alargada ó en huso, que yacen en la base y parte externa del asta posterior. El *cilinder* procede del cuerpo y con más frecuencia de una rama protoplasmática (véanse células m y n, fig. 4); marcha hacia adelante, trazando grandes flexuosidades, é ingresa en la comisura, continuándose con una fibra del cordón anterior; pero antes (y esto sucede con frecuencia) de su ingreso en el asta anterior suministra una ó más colaterales externas que, dirigiéndose hacia el cordón lateral, parecen continuarse por acodamiento con una de sus fibras (m y n). De donde resulta que una célula *puede continuarse con dos fibras de los cordones*, la una situada en el lado derecho y la otra en el izquierdo.

En este mismo grupo yacen alguna vez células (d), cuyo *cilinder* se bifurca al otro lado de la comisura, para construir dos fibras longitudinales del mismo cordón anterior.

El grupo interno ó postero-interno lo componen células fusiformes, delgadísimas y anteroposteriormente tendidas junto al epitelio (g, h, j). Poseen tales células dos expansiones protoplasmáticas principales: anterior y posterior. La anterior, y á una distancia variable, origina el *cilinder*, el cual es finísimo, diríjese hacia adelante, costeando la formación ependimal, y después de pasar por delante de ésta, ingresa en el cordón del otro lado. La célula h, mostraba el cilindro dividirse en T en el seno del cordón anterior.

El grupo posterior, está formado por células pequeñas, estrelladas, á veces fusiformes (f): su *cilinder* se dispone (por lo menos en algunas) como el del grupo lateral, es decir, que á más de la fibra comisural emite alguna otra que se pierde en el cordón lateral.

*Células de los cordones.* Yacen como las comisurales en toda la sus-

tancia gris. Como es natural, cada una de ellas envía su *cilinder* (comúnmente) á la sustancia blanca más inmediata. Así, las fibras del cordón antero-lateral se constituyen de los cilindros-ejes del asta anterior, y las del posterior, de los cilindros del asta posterior y sustancia gelatinosa de Rolando.

En la fig. 5 hemos representado los principales tipos de células de los cordones, halladas en diversos cortes transversales de médula embrionaria de pollo (de 5 á 8 días de incubación). Como se verá por la inspección del dibujo, no parecen existir verdaderos grupos celulares. No

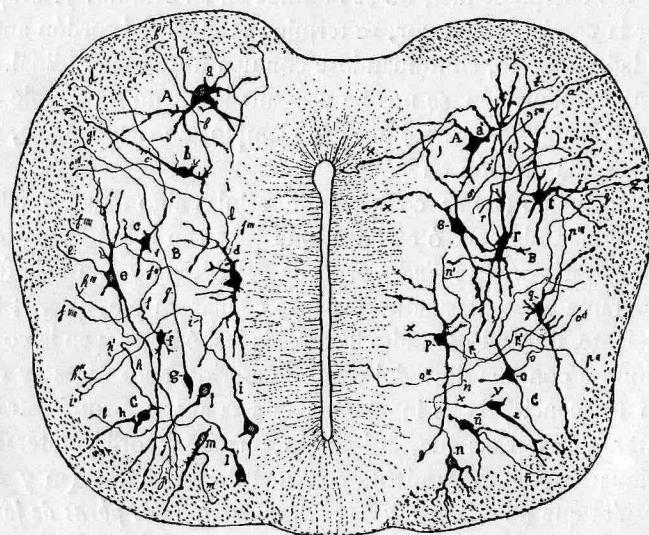


Fig. 5.—Células de los cordones de una médula fetal de pollo de 7 días de incubación.—Coloración por el método de Golgi. En esta figura se han reunido células esparcidas en varias preparaciones.

A, asta anterior; B, región gris central; C, asta posterior.—a, célula radicular anterior; b, célula cuyo *cilinder* se incorpora al cordón anterior; f, célula cuyo *cilinder* se ramifica y marcha al cordón lateral; m, i, j, células cuyos cilindros van al cordón posterior.

Nota: todo *cilinder* lleva en esta figura, la misma letra que la célula de que procede, sólo que se ha dibujado cursiva, para distinguirla de las letras de las células.

obstante, y para facilitar la descripción, dividiremos las células en tres especies: las del asta anterior; las de la región media, y las del asta posterior.

El grupo anterior consta de células gruesas, en su mayor parte estrelladas y provistas de apéndices protoplasmáticos largos y varicosos.

Bajo el punto de vista del *cilinder*, pueden considerarse en este grupo dos variedades: células cuyo *cilinder* no se divide, sino en el espesor mismo del cordón antero-lateral para constituir una fibra longitudinal, es decir, dos fibras, una ascendente y otra descendente (véanse las célu-

las b y r); y células cuyo *cilinder* se dicotomiza antes de llegar al cordón antero-lateral, donde forma, ó dos fibras ascendentes (c) ó una fibra en T y otra ascendente (t, s). Añadamos aún células cuyo *cilinder* único se continúa por acodamiento con una sola fibra. Quizás estos cilindros-ejes, así como los acodados de las variedades anteriores, representen impregnaciones incompletas. Por hoy no podemos hacer otra cosa sino hacer constar la disposición observada.

El grupo central revela disposiciones análogas. Hay células con un *cilinder* no ramificado y acodado al parecer á su arriba en la sustancia blanca (e, d). Se ven otras cuyo *cilinder* se termina dividiéndose en T (q). Hållanse algunas en donde éste emite dos fibras longitudinales del mismo sentido (p), la una situada en el cordón lateral y la otra en el posterior.

Probablemente á esta especie de cilindros-ejes pertenecen unas fibras laterales que emergiendo en ángulo recto de una fibra longitudinal del cordón lateral, terminan atrás en el mismo plano y después de haber cruzado la parte más externa del asta posterior en otra fibra longitudinal del cordón posterior (véase la fig. 2, e). Ocasiones hay en que son tres fibras longitudinales las emitidas por el referido *cilinder*, una para el cordón lateral y dos algo alejadas para el posterior. La existencia de un tallo corto y más grueso en la parte interna de estas fibras, precisamente al nivel del grupo latero-central, indica que se trata probablemente de un *cilinder* de alguna de las células de este grupo, célula que por una singularidad de acción del proceder de Golgi no se impregna al mismo tiempo que aquél.

El grupo posterior, encierra células pequeñas, fusiformes, globosas ó estrelladas. Las que habitan en el vértice del asta, se distinguen por su aspecto fusiforme y cierta convergencia de orientación que recuerda su origen ependimal (células n, ñ, v, c, m, h). El *cilinder* proviene en algunas del cuerpo celular (n, o); pero más á menudo de una rama protoplasmática (m, j, i, etc.). Adviértense desde luego, que el *cilinder* no va en todas las células al cordón posterior; puede dirigirse al lateral (t, g), y en cuanto á su terminación, unas veces se continúa con una sola fibra (m, n, e); otras termina en T (i, j), y con frecuencia se bifurca en su camino para terminar en paraje distinto, continuándose con dos fibras longitudinales (n, f). Cilindros-ejes hay que presentan tres ramas colaterales (f), de las cuales dos parecen ir á los cordones y una á la comisura anterior. Por último, en la fig. 5 (o) se ve uno que emitía á más de la rama del cordón un filamento interno, ependimal, que penetraba entre los corpúsculos epiteliales.

Es indudable que muchos de estos cilindros-ejes, no estaban completamente impregnados; por lo que, á la descripción precedente, habrá

que hacer muchas adiciones y correcciones; pero los resultados obtenidos prueban ya: 1.<sup>º</sup> que muchos cilindros-ejes terminan por una división en T ó sea por un filamento ascendente y otro descendente; 2.<sup>º</sup> Que algunas células se continúan con más de un filamento longitudinal de la médula; 3.<sup>º</sup> Que algunas otras se continúan (mediante una rama comisural y otra lateral) con dos ó más fibras, situadas en cordones de opuesto lado.

*Células radiculares.*—Las únicas que aparecen continuadas con raíces nerviosas son las que moran en el grupo externo del asta anterior. El *cilinder* no se ramifica, é ingresa directamente en la raíz anterior. No hemos podido ver nunca célula alguna del asta posterior en continuación con tubos radiculares (fig. 3).

Por lo demás, las células radiculares del asta anterior son gruesísimas, ricas en prolongaciones que irradian en todos sentidos, algunas de las que terminan en la misma superficie libre de la médula, por abultamientos redondeados. Dichas ramas, se distinguen por sus varicosidades y por la multitud de espinas ó filamentos secundarios, que á manera de musgo las recubre (véase la fig. 3, c y fig. 5, a y a').

*Células de cilinder plexiforme.*—A esta variedad pertenecen casi todas las células de la sustancia gelatinosa de Rolando, vértice del asta posterior y algunas de la columna de Clarke.

El estudio de esta especie celular, lo hemos hecho de preferencia en la médula del perro y gato recién nacidos. En las médulas embrionarias de pollo, quizás por consecuencia del atraso evolutivo en que algunas de estas células se hallan, los resultados obtenidos no han sido tan decisivos.

Véase la fig. 1 de la lámina XI. En una mitad de la médula están representados los elementos nerviosos y en la otra los conjuntivos. Examinando los corpúsculos del asta posterior, se verá que el diámetro de ellos va creciendo de atrás adelante, hasta confundirse con los de la región central. Exceptúanse no obstante las células marginales posteriores, cuya talla es mucho mayor que la de los elementos de la sustancia de Rolando.

Entre los elementos del asta posterior de los mamíferos jóvenes, algunos deben verosímilmente corresponder á las variedades comisural y de los cordones antes descritas; pero la dificultad de seguir los *cilindros*, hace punto menos que imposible su determinación. Así, que en el estudio del asta posterior de los mamíferos, tendremos que abandonar toda idea de clasificación por conexiones y atenernos á un criterio puramente topográfico. Por tal motivo, describiremos las células por orden de situación, de atrás á adelante, sin preocuparnos, por ahora, de sus propiedades fisiológicas.

La primera hilera celular, es decir, aquella que está en el mismo lí-

mite posterior de la sustancia de Rolando, la forman células gruesas ( $30 \text{ á } 40 \mu$ ) fusiformes ó estrelladas. Su dirección es transversal ó arqueada, contorneando la superficie posterior de la mencionada sustancia (lám. XI, 30) que separan del cordón de Burdach. El *cilinder* es grueso, sale de un extremo de la célula y se dirige horizontalmente ya hacia adentro, ya hacia fuera, aproximándose y aun penetrando alguna vez, después de un trayecto horizontal largísimo, en la sustancia blanca del cordón posterior. Como todos los cilindros de las células marginales llevan una dirección análoga y están situados en la misma zona, constituyen allí, es decir, en el límite posterior de la sustancia de Rolando, una capa de fibras arciformes, varicosas, transversalmente dirigidas. No hemos podido comprobar en ellas ni ramificaciones, ni continuación con fibras del cordón de Goll ó de Burdach, bien que su ingreso en la sustancia blanca, hace probable una terminación en ellas.

Más adelante (14) y concéntrica á la precedente, yace una capa de corpúsculos alargados piriformes orientados de atrás adelante, que por ofrecer algún parecido con los espongioblastos de la retina los nombraremos *espongioblastos medulares*. El diámetro del cuerpo protoplasmático oscila en el gato de 1 á 20 días, entre  $7 \text{ y } 8 \mu$ . El cuerpo celular, está situado hacia atrás y toca casi la sustancia blanca, no emitiendo ramas protoplasmáticas posteriores. En cambio, hacia adelante se prolonga en un tallo recio que, cruzando gran parte de la sustancia de Rolando, se termina por un penacho de hilos varicosos, y de curso sumamente irregular. En los mamíferos más adelantados (gato y perro de 25 á 30 días), el número de ramas aumenta, emergiendo no sólo del tallo principal, sino de las partes laterales y aun de la posterior del cuerpo celular. Obsérvese también que en éstos, los espongioblastos forman más de una hilera, confundiéndose paulatinamente sus formas con las de los corpúsculos fusiformes subyacentes. El *cilinder* es fino, procede de la parte posterior del cuerpo celular (31 y 32), marcha hacia atrás, en dirección oblicua, asociándose á menudo por su horizontalidad á la capa de fibras transversales limitantes, y en las fronteras de la sustancia blanca se bifurca ó da una ramita colateral. El *cilinder* entonces toma una dirección longitudinal, dentro mismo de la sustancia gelatinosa. Algunas veces hemos visto estos *cilindros* recodar penetrando bastante adentro en el espesor de esa sustancia; por lo que, no habiendo podido seguirlos en todo su curso, nos abstendremos de calificarlos (véase la lám. XI, fig. 1, 14 y 19).

Las células que ocupan una línea inmediatamente concéntrica á las anteriores, poseen una forma fusiforme ó estrellada. Aun en las estrelladas, domina un cierto alargamiento de atrás á adelante (véase la lámina XI, fig. 1, 17, y la fig. 3 y 4). Las células fusiformes son diminutas (de  $6 \text{ á } 8 \mu$  de espesor), diríjense hacia adelante, y poseen dos

tallos protoplasmáticos principales, anterior y posterior. El *cilinder* parte unas veces del cuerpo, pero más á menudo del arranque de una rama protoplasmática, dirigese luego hacia adelante y se divide á poco trecho, en numerosas ramas, cuyo curso no hemos logrado seguir completamente. En alguna célula hemos creído notar que el *cilinder* se dirigía hacia adelante, alcanzando hasta la parte interna de la columna de Clarke (17, fig. 1 y fig. 4).

Las estrelladas (fig. 1, 19 y fig. 3) se distinguen de las anteriores por el gran número de ramas que suministra el cuerpo celular y por el aspecto enmarañado y varicoso de las mismas. El *cilinder*, como puede verse en la fig. 3, lám. XI, es de gran complicación (a). Procede del cuerpo celular ó del arranque de alguna rama protoplasmática, y, á poco trecho, comienza á emitir tantas ramas y ramitas, que es difícilísimo apreciar toda la extensión de la arborización.

El plexo así formado, ocupa la mitad anterior de la sustancia de Rolando y quizás algo del vértice del asta posterior, y sus mallas, aunque extendidas en todas direcciones, propenden á estirarse en el sentido de la longitud de la médula. Así que, solamente en los cortes radiales de la sustancia de Rolando puede apreciarse bien el referido plexo.

En cuanto á la terminación de las ramitas, parécenos efectuarse al nivel de ciertas arborizaciones cortas y varicosas, situadas entre todos ó los más de los corpúsculos de la sustancia de Rolando.

De lo expuesto resulta que la referida sustancia de Rolando está muy principalmente compuesta de células nerviosas. El aspecto finamente granuloso que presenta en los cortes teñidos al carmín ó á la hematoxilina, depende del estrecho entrecruzamiento de las innumerables y delicadas expansiones protoplasmáticas de los corpúsculos fusiformes estrellados, espongioblastos y marginales, expansiones que son sumamente flexuosas y enmarañadas.

Añadamos á este plexo tupidísimo, los plexos longitudinales formados por los cilindros-ejes ramificados de las citadas células, los tubos de conexión que llegados del cordón posterior cruzan hacia adelante, y los penachos algodonosos y convergentes de las células neuróglicas, y se tendrá la explicación de la apariencia granulosa indescifrable que en las preparaciones ordinarias ofrece la sustancia de Rolando.

Las células que moran en el vértice del asta posterior (lám. XI, figura 1, o) son estrelladas con expansiones que divergen en todas direcciones.

El *cilinder* suele dirigirse hacia adelante y ramificarse en su camino á través de la base del asta. No hemos podido determinar bien sus conexiones. Quizás entre estas células haya alguna de tipo comisural ó de los cordones. Desgraciadamente el método de Golgi (y menos los de-

más) no consiente seguir sus cilindros-ejes en la médula de los mamíferos con la facilidad que en la embrionaria de pollo.

En la parte externa del vértice del asta posterior, se ven siempre en la médula lumbar del gato células estelares ó triangulares gruesas (11 y 18, fig. 1, lám. XI), cuyas ramas protoplasmáticas limitan y contornean una porción externa, como cilindroide de la sustancia gelatinosa. El *cilinder* de estos corpúsculos dirígete hacia adelante, y por lo menos el de la célula 11.<sup>a</sup>, parece marchar á la comisura anterior.

En la columna vesiculosa de Clarke (12, fig. 1.<sup>a</sup>, lám. XI), existen células estelares gruesas (24 y 25) y elementos pequeños, fusiformes ó estrellados, prolongados de arriba á abajo (fig. 2, lám. XI).

El *cilinder* de las gruesas, en unas nos ha parecido comisural y en otras podía seguirse hasta el cordón de Goll. El de las fusiformes ó pequeñas estrelladas (12) se dirige en sentido longitudinal, dentro de la misma columna, y á seguida se ramifica, construyendo un plexo tupido, de finísimos hilos, que llena, literalmente, el espesor de la columna de Clarke. Este plexo se nota claramente en los cortes longitudinales.

En cuanto á las restantes células del asta posterior, y las de la anterior, nada tenemos que añadir sin repetir datos ya expuestos anteriormente, con ocasión del estudio de la médula embrionaria. En la figura 1, lám. XI, podrán verse algunos de los tipos celulares del asta anterior y región central de la médula del gato recién nacido.

El *cilinder* puede seguirse en las comisurales, hasta delante del epéndimo (5, 4, 9, etc.), advirtiéndose que esta especie celular, se halla hasta en la base del asta posterior (20). Las células 1 y 2 representan las radiculares anteriores. Por desgracia, las de los cordones no se han impregnado igualmente bien, por lo que nos es imposible saber si en la región antero-externa del asta posterior, existen aquellas curiosas células, con *cilinder* prolongado con dos ó más fibras de los cordones, que la médula fetal del pollo nos ofrecía.

El estudio que acabamos de hacer de la médula de los mamíferos jóvenes, es harto incompleto. Las deficiencias hacen de lo difícil que es, dada la extensión considerable de los cortes, y la multitud de elementos, el perseguimiento de las fibras. Pero, incompleto y todo, este pequeño estudio basta para valorar el alcance analítico de las revelaciones del método de Golgi en las médulas embrionarias de pollo; donde la limitación del terreno y la simplicidad estructural favorecen singularmente la persecución del trayecto de los cilindros-ejes.

#### MÉTODO DE INDAGACIÓN.

Hemos dicho ya repetidas veces, que el método que nos ha servido en nuestras investigaciones es el de Golgi. Lo vulgar y conocido de este

modo analítico y el haberlo descrito repetidas veces en anteriores publicaciones nuestras, nos releva de la tarea de detallarlo una vez más.

No obstante, debemos hacer aquí algunas indicaciones, que serán apreciadís quizás por los que deseen comprobar los hechos que anunciamos.

El proceder de induración utilizado, es el que nosotros llamamos rápido (1), que consiste en macerar las piezas por 24, 20 ó 30 horas lo más, en una mezcla de 4 partes de solución de bicromato al 3 ó al 3  $\frac{1}{2}$  por 100, y una de ácido ósmico al 1 por 100. Conseguido el endurecimiento, se las sumerge por 30 horas en una solución (ligeramente acedulada con ácido fórmico) de nitrato de plata al medio ó al 75 centígramos por 100. Los baños viejos de plata son mejores que los nuevos. Las piezas nitratadas se indurarán una media hora en alcohol y se reducirán á cortes gruesos entre dos trozos de médula de saúco. Los lavatorios al alcohol de 40° deben ser rápidos: de otro modo piérdese la finura de la impregnación.

La reacción de Golgi se obtiene ya en las médulas de 5 días de incubación, es decir, cuando el tejido epitelial se ha diferenciado en nervioso. El *máximo* de acción oscila entre el 8.<sup>º</sup> y 12.<sup>º</sup> día. Los resultados varían según la cantidad del líquido indurante, el volumen y número de las piezas, y, sobre todo, el tiempo de induración. Sobre esto no pueden darse reglas: la práctica sólo hace maestros. En general, puede decirse que las induraciones rápidas (de 12 á 20 horas de acción), facilitan la impregnación de la neuroglia; las semirrápidas (de 20 á 24 horas), la de las células nerviosas; y las lentas (de 24 á 36 horas), la de las fibras de sustancia blanca, raíces posteriores y colaterales de conexión. Estos resultados sólo son valederos aproximadamente para temperaturas de 15 á 20 centígrados. Téngase en cuenta, que sobre todas las demás condiciones domina la del tamaño y número de las piezas.

Imposible obtener una mediana impregnación con piezas voluminosas y poco líquido. Nosotros sumergimos de ordinario tres ó cuatro trozos de columna vertebral embrionaria, despojada lo más posible de los órganos que la rodean, en 20 c. c. de líquido ósmico-bicrómico. El trozo más largo no pasa de 3 ó 4 milímetros. Tenemos cuidado además de limpiarlos en gran parte de sus cubiertas cartilaginosas, ó de reducirlos á más pequeños trozos á virtud de secciones transversales, en el momento de sumergirlos en el baño de plata. Porque es preciso recordar que el cromato de plata sólo se suele depositar en las capas más superficiales de las piezas.

(1) Véase nuestro *Manual de Histología normal y técnica micrográfica*, p. 625.

Iguales procederes y precauciones utilizamos para la impregnación de la médula de mamíferos recién nacidos. Sólo hay que alargar un tanto más el tiempo de induración (36 á 48 horas). En todo caso, la reacción deja de presentarse pasados los tres días de acción de la mezcla ósmico-bicrómica. Añadamos aún que el único paraje donde se obtienen buenas preparaciones es la médula lumbar, cerca de su extremidad, es decir, en lo más embrionario de la médula.

El método que hemos utilizado para impregnar los ganglios espinales de los embriones de pollo, es mucho más incierto. Es indudable que se nos escapan algunas de las condiciones determinantes de una buena impregnación, pues sólo alguna que otra vez, entre muchas tentativas, logramos preparaciones irreprochables. Esta irregularidad es tanto más de lamentar, cuanto que no poseemos otro recurso analítico capaz de tener las células ganglionares y sus prolongaciones axiles.

De todos modos, hé aquí nuestro *modus operandi*: Las piezas de médula embrionaria que ya han sido ensayadas en el nitrato de plata, y en las cuales no se ha obtenido reacción completa (quizás por un exceso de induración en la mezcla ósmico-bicrómica), son abandonadas al sol, durante dos ó tres días, en una solución saturada de bicromato potásico. Trasládanse después á la solución ordinaria de nitrato de plata acidulado, donde permanecen 24 horas. Procédese luego á su partición, lavado y montaje, como en el método corriente.

Examinadas al microscopio estas preparaciones, si la reacción ha salido bien, se advierte que las células y fibras medulares, se han impregnado en gran extensión, así como los ganglios y nervios espinales. Los nervios periféricos pueden seguirse á través de los músculos hasta sus arborizaciones de terminación. Por cierto que cabe ya ver las ramitas del *cilinder* en lo que con el tiempo será placa de Rouget. Y, por último, aparecerán teñidas diversas células de tejido, como conjuntivas, vasculares, cartilaginosas y musculares.

#### EXPLICACIÓN DE LAS LÁMINAS X y XI.

##### LÁM. X.

*Fig. 1.*—Corte longitudinal y tangencial de los cordones posteriores de la médula del embrión de pollo de 11 días.—Coloración por el método de Golgi.

—a, fibra radicular posterior; b, bifurcación de una de estas fibras; c, colateral de conexión salida de una rama de bifurcación; d, otra colateral de conexión; e, otra colateral.

—*Fig. 2.*—Corte sagital del cordón posterior de la médula lumbar de un perro recién nacido.

—a, fibras longitudinales del cordón posterior; b, colateral de conexión emanada en ángulo recto; otro origen de fibra de conexión; d, haz de fibras de conexión que atraviesa en sentido postero-anterior la sustancia gelatinosa de Rolando; g, ramificación terminal de una colateral de conexión; f, fibras longitudinales varicosas del vértice del asta posterior, probablemente emanadas de los cilindros-ejes de las células de esta región.

—Fig. 3.—Corte antero-posterior de la médula lumbar del perro recién nacido. Comprende la figura solamente el territorio del asta posterior, sustancia de Rolando y cordón posterior. Impregnación por el método de Golgi.

—a, haz de fibras colaterales de conexión que, naciendo de fibras longitudinales del cordón posterior, atraviesa la sustancia de Rolando para terminar en el vértice del asta posterior; b, fibras de marcha arciforme; c, fibra colateral emanada del cordón de Goll; e, ramificación de una colateral de conexión; d y d, huecos donde se alojan las células del asta posterior; f, arborizaciones flexuosas de fibras colaterales; g, epéndimo.

#### LAM. XI.

Fig. 1.—Corte de la médula lumbar (cerca de su terminación) del gato recién nacido. Proceder de Golgi. En una mitad del corte medular se han representado los elementos neuróglicos, y en la otra los nerviosos.

—A, asta posterior; B, asta anterior; C, cordón anterior; D, cordón posterior; E, cordón lateral; a, epéndimo; b, células ependimales de la comisura posterior (las partes engruesadas representan los núcleos); c, células ependimales de la comisura anterior; d, surco anterior de la médula; e, células ependimales laterales; f, células neuroglícias orientadas de la columna de Clarke; g, células neuróglicas estrelladas de la sustancia gris central; h, células neurógicas alargadas de la parte posterior del cordón antero-lateral; i, células estiradas del cordón anterior; j, células en festones de la sustancia de Rolando y cordón posterior; k, células en forma de plumero con un grueso apéndice periférico; l, célula alargada de la sustancia de Rolando; m, célula arciforme del límite de esta sustancia; —n, célula radicular anterior; o y p, otras células radiculares; q, r y s, células comisurales antero-internas; t y u, células de los cordones; v, w y x, células comisurales laterales; y, células fusiformes verticales de la columna de Clarke; z y aa, espongioblastos de la sustancia de Rolando; bb y cc, cilindro-eje de un espongioblasto; dd, célula marginal de la sustancia de Rolando; ee, el cilindro marginal de estas células; ff, célula fusiforme de la sustancia de Rolando; gg, célula estrellada de la misma región; hh y ii, gruesas células estrelladas de la columna de Clarke; jj, células del vértice del asta posterior; kk y ll, pequeñas células de la región central de la sustancia gris.

—Fig. 2.—Célula alargada de la columna vesiculosa de Clarke de la médula del gato recién nacido: a, cilindro eje; b, ramas protoplasmáticas, tortuosas y granulosas.

—Fig. 3.—Célula estrellada de la mitad interna de la sustancia de Rolando: a, cilindro-eje que suministra numerosas ramas colaterales que forman un plexo a lo largo de la médula; b, punto de ramificación del cilindro; c, ramitas varicosas terminales; d, rama protoplasmática.

Fig. 4.—Célula fusiforme ó alargada de la mitad interna de la sustancia de Rolando: a, cilindro-eje; b, ramificaciones de éste; c, ramas protoplasmáticas varicosas y enredadas.

## SOBRE LAS FIBRAS NERVIOSAS DE LA CAPA GRANULOSA DEL CEREBELO.

(LÁM. XII)

Las fibras nerviosas que atraviesan la zona roja ó de los granos del cerebro de los mamíferos, son de dos especies: 1.<sup>a</sup>, unas que llegan de la sustancia blanca y se terminan libremente en la gris; 2.<sup>a</sup>, otras que parten de las células cerebelosas, dirigiéndose hacia la sustancia blanca.

A la primera especie corresponden los siguientes tipos de fibras: 1.<sup>o</sup>, las que terminan en *nidos cerebelosos* alrededor de las células de Purkinje; 2.<sup>o</sup>, las que acaban por arborizaciones musgosas en todo el espesor de la capa granulosa; 3.<sup>o</sup>, las que cesan en la capa molecular por anchas arborizaciones divergentes. Todas estas fibras poseen un revestimiento de mielina, á excepción de las arborizaciones terminales y quizás de los arranques de las colaterales que suministran en su trayecto.

1. *Fibras musgosas*.—Al tratar en otra ocasión de la estructura del cerebro de las aves, hicimos ya presente que la mayor parte de las fibras gruesas que, llegando de la sustancia blanca, se ramifican en la zona-granulosa, ofrecen una particularidad interesante. De trecho en trecho y á manera de esflorescencias, emiten ciertas arborizaciones cortas, varicosísimas libremente terminadas. Decíamos, que al nivel de ellas la fibra aparecía engruesada y que á menudo dichas arborizaciones constituyán la disposición terminal de los tubos que las presentan (1).

Nuevos trabajos emprendidos en el cerebro de los mamíferos, nos han asegurado de la realidad del hecho mencionado, y nos permiten añadir hoy algunos detalles.

Desde luego, conviene hacer constar que la referida disposición se observa exagerada en el cerebro de los mamíferos jóvenes, especialmente en el del perro recién nacido. Las ramitas son aquí mucho más largas; la disposición en roseta más acentuada, y se echa de ver fácilmente, que las tales esflorescencias no sólo se hallan en el curso de los tubos, sino en la mayor parte de las dicotomías de éstos, y de un modo constante, en su terminación.

El área de distribución y ramificación de cada tubo es extensísima, tanto, que se cuentan á veces 20 y 30 ramificaciones secundarias, que llenan con sus giros y revueltas, casi toda una mitad de laminilla ce-

(1) Estructura del cerebro de las aves, *Rev. trim. de Histología*, núm. 1, 1888.

rebelosa. Las más diminutas ramas concluyen por arborizaciones esfiorescentes, situadas en todo el espesor de la capa granulosa, pero más especialmente en la zona de las células de Purkinje.

Jamás hemos logrado demostrar, á pesar de haber estudiado con la mayor atención muchísimas buenas preparaciones, ni anastomosis entre las ramificaciones de los citados tubos, ni enlace alguno con cualquiera de las células de las capas cerebelosas. Si, juzgando por analogía, fuera lícito asignar á estas fibras un carácter fisiológico, diríamos que son terminaciones sensitivas de cilindros-ejes llegados de ganglios periféricos. Para justipreciar esta hipótesis es preciso recordar dos observaciones nuestras: 1.<sup>o</sup>, el nervio óptico (sensorial) termina no en células, sino por arborizaciones en su ganglio de terminación; 2.<sup>o</sup>, las raíces sensitivas de la médula terminan asimismo muy probablemente y de un modo exclusivo mediante arborizaciones libres tendidas á lo largo de la sustancia gris.

2. *Fibras que terminan en nidos pericelulares.*—Se recordará que en trabajos anteriores hemos demostrado la existencia de todo un sistema de filamentos dispuestos en apretado cogín, y rodeando la parte lateral é inferior de las células de Purkinje (*pinceles descendentes*). Pues bien, ulteriores indagaciones en el cerebelo de mamíferos recién nacidos ó de pocos días, nos han mostrado una disposición algo semejante, pero en fibras de distinto origen (véase lám. XII, fig. 1, a y b).

De la sustancia blanca vienen á la capa granulosa fibras recias, ramificadas aunque no tan repetidamente como las anteriormente descritas, y sin las esflorescencias de éstas. En su curso ascendente, que alterna con direcciones varias, alcanzan la zona molecular, llegan á la parte lateral y superior de las células de Purkinje y allí se terminan por una maleza de fibras que rodean el cuerpo celular, constituyendo á fuerza de ramificaciones una trama inestricable (fig. 1. a, b, c). El parecido que ofrecen estas malezas con un nido de ave nos ha sugerido la denominación de nidos cerebelosos.

Un nido se forma alguna vez por las ramificaciones de un solo ramo terminal; pero es más frecuente que se asocien para construirlo dos ó más fibras llegadas de muy distante paraje de la sustancia blanca.

Tenemos, pues, si como suponemos verosímil, tal disposición existe también en el cerebelo adulto, dos nidos ó malezas fibrilares en torno de las células de Purkinje: el que constituyen debajo de éstas los pinceles descendentes; y el que, por cima y en torno de las mismas, construyen las fibras especiales que acabamos de describir; disposición complicadísima que nos enseña cuán á oscuras nos hallamos sobre las verdaderas conexiones de los elementos de los centros nerviosos y cuán pueriles y prematuras son todas nuestras hipótesis tocante á estas difíciles cuestiones.

3. *Fibras terminadas en la capa molecular por figuras estrelladas.*— Entre las fibras que cruzan la sustancia de los granos, hállanse algunas que, después de un curso tortuoso por cima de las células de Purkinje, terminan por arborizaciones divergentes y de gran extensión en el seno de la capa molecular. Hemos descrito ya estas arborizaciones en anteriores trabajos (1); ahora sólo añadiremos alguna particularidad. En el cerebro de los mamíferos la arborización terminal de estas cifras no se muestra tan estrellada como en las aves. De ordinario, la fibra, después de corto curso ascendente á través de la zona molecular, suministra dos ramas arqueadas, divergentes y descendentes, las que se dividen en varias ramitas secundarias, la mayor parte de las que se adosan á los ramos de bifurcación, siguiéndoles en su curso y ramificándose con ellos. Este paralelismo en la marcha de tantas ramitas, produce la impresión de la existencia de dos ó más arborizaciones análogas y superpuestas. Las dudas que en otra ocasión abrigábamos sobre la procedencia de los hilos duplicados se han disipado ya; pues hemos observado repetidas veces que todos ellos proceden del mismo tallo ó de alguna de las ramas principales de la arborización. En cambio, juzgamos menos verosímil el parecer que en un trabajo anterior habíamos expuesto sobre la identificación de estas fibras con las que el método de Weigert, el de Freud, etc., revelan en la parte inferior de la zona molecular, es decir, con esos tubos medulares de marcha longitudinal ó paralela á las láminas cerebelosas que parecen provenir de la sustancia blanca. Fundábamos tal dictamen, en el curso análogo de las dos especies de fibras en el espesor de la zona molecular y en que el método de Golgi no permite seguir desde la sustancia blanca al interior de la molecular más fibras que las terminadas por arborización divergente. Ulteriores investigaciones nos han hecho saber que son pocas las fibras en estrella que tienen curso longitudinal; pues la mayor parte después de trazar alguna flexuosidad de gran arco por entre las células de Purkinje, marchan resueltamente hacia arriba (fig. 5, a).

Las fibras medulares longitudinales de la parte más inferior de la capa molecular del cerebro, son muy probablemente las ramas más elevadas de aquellas fibras musgosas que cruzan la zona de los granos cerebelosos, ramas que llegadas á la capa molecular, toman dirección longitudinal, terminándose verosímilmente por arborizaciones terminales.

Esta continuidad no hemos logrado, á la verdad, demostrarla en el cerebro adulto; pero la hemos advertido en el embrionario, como po-

(1) Sobre las fibras nerviosas de la capa molecular del cerebro. *Rev. trim.*, número 2.

drá verse en la fig. 1, j, de la lám. XII, que representa un corte transversal del cerebelo del perro recién nacido.

Quizás habrá que agregar á las citadas ramas otras ascendentes emanadas del *cilinder* de las células de Purkinje (véase más adelante).

Las fibras terminadas por arborizaciones divergentes ó asteriformes hemoslas seguido hacia abajo hasta la misma sustancia blanca, bien que debemos hacer notar la rareza con que en tales parajes se impregnan. Durante el curso tortuoso á través de la zona granulosa, no ofrecen espesamientos ni esflorescencias musgosas. Por último, hemos creído notar que la arborización terminal en la zona molecular es aplanada, y el aplanamiento se dirige en el mismo sentido que el de la arborización protoplasmática de las células de Purkinje.

Las fibras nerviosas de procedencia celular que cruzan la capa granulosa, son: 1.<sup>a</sup>, los cilindros-ejes ramificados de las grandes células estrelladas; 2.<sup>a</sup>, los de las células de Purkinje; y 3.<sup>a</sup>, los ascendentes de los granos.

1.<sup>a</sup> *Cilindros-ejes de las grandes células estrelladas.*—Habíamos visto en las aves que las innumerables ramificaciones de estos cilindros-ejes se terminan por unas arborizaciones cortas, varicosas y como arciformes (fig. 2, g, lám. XII). Disposición idéntica hemos hallado en el cerebelo del gato, perro, conejo, rata, etc.

A nuestro modo de ver, todas las ramitas de estos cilindros se terminan libremente entre los granos, á cuya superficie aplican sus arborizaciones finales varicosas. Jamás se descubre ni una prolongación continuada con fibras de la sustancia blanca, ni una anastomosis con cualquiera de las expansiones nerviosas de procedencias diversas que cruzan la capa de los granos. La forma de la ramificación total de uno de estos cilindros-ejes es redondeada ó cubóidea, abrazando los giros y revueltas de sus innumerables ramitas todo el espesor de la capa de los granos.

Cuando en una preparación aparece completamente impregnado un cilindro-eje de éstos, es casi imposible seguir (tan abundantes, flexuosas y recurrentes son sus ramitas) la totalidad de la arborización. Sólo en las impregnaciones incompletas de los animales adultos, y sobre todo en las parciales de los mamíferos jóvenes, donde las fibras son algo más recias y menos numerosas, cabe estudiar la marcha y divisiones del *cilinder* (fig. 2, g, h).

No hay que añadir que la individualidad del cilindro-eje se pierde por completo á fuerza de dicotomisarse, circunstancia que ya señaló Golgi. Alguna vez puede perseguirse un tallo algo más grueso que los otros hasta el límite de la sustancia blanca; pero al llegar aquí recoda

casi siempre á lo largo de ésta, agotándose, á consecuencia de infinitas ramificaciones.

2.<sup>a</sup> *Cilindros-ejes de las células de Purkinje*.—Nada podemos añadir á la descripción de Golgi y á la que nosotros mismos hemos hecho en el cerebelo de las aves. Unicamente cabe indicar que algunas de las ramitas colaterales de estos cilindros-ejes ascienden hasta la capa molecular, en cuyo espesor recodan para hacerse longitudinales.

No hemos logrado precisar la terminación de tales fibrillas, cuya marcha ascendente por otra parte, había sido señalada ya por Golgi (fig. 2, e).

Y nada diremos tampoco de los cilindros-ejes de los granos, pues quedan ampliamente descritos en publicaciones anteriores.

**Evolución de los elementos cerebelosos.**—Como algunas de nuestras investigaciones han tenido lugar en mamíferos recién nacidos, hemos tenido ocasión de observar alguna particularidad evolutiva, que vamos á comunicar brevemente. Prometemos ocuparnos más adelante del desarrollo del cerebelo, asunto que, á nuestro juicio, es de la mayor importancia, y sólo ha sido objeto de trabajos incompletos ó realizados con métodos insuficientes.

Cuando se somete un corte fino del cerebelo del gato ó perro recién nacido á la coloración al carmín ó hematoxilina, se advierte que la capa molecular, está dividida en tres estratos bien distintos: 1.<sup>a</sup> (de fuera á adentro) zona de los granos superficiales; 2.<sup>a</sup> zona molecular; y 3.<sup>a</sup> zona de las células de Purkinje.

La zona granulosa superficial, que Vignal (1) llama de *células emigrantes*, está constituida por unos corpúsculos poliedríticos, pequeños, íntimamente ligados entre sí por una especie de cemento análogo al de los epitelios. El núcleo es relativamente voluminoso y ocupa casi todo el cuerpo celular.

Esta zona de granos no se tiñe por el proceder de Golgi, al menos de un modo correcto; así que no es posible afirmar si las células que la forman son ó no de naturaleza nerviosa.

Sólo excepcionalmente las hemos visto impregnadas en los embriones de pollo de los últimos días de incubación, apareciendo alargadas y provistas de dos apéndices, ascendente y descendente, que sólo pueden seguirse en reducida extensión. No osamos, sin embargo, afirmar de un modo absoluto la existencia de estos apéndices, pues aparte la rareza con que se revelan, es preciso advertir que la impregnación que los diseña es siempre algo tumultuosa.

(1) Recherches sur le développement des éléments des couches corticales du cerveau et du cervelet, etc.—Archiv. de Physiol. nor et pathol. 1888, n.º 7.

Entre los granos poliédricos de esta zona, el proceder de Weigert, y aun el mismo carmín, denuncia la presencia de otros más refringentes de forma estrellada, que yacen entre aquéllos y que poseen todas las apariencias de células neuróglicas en araña. No hemos podido teñirlas por el cromato argéntico; así que desconocemos los detalles de su forma y conexiones. (Véase fig. 2, a, lám. XII.)

La capa de los granos que estudiamos está cruzada por multitud de fibras ascendentes que se fijan superficialmente en la *pía-mater*, por un ensanchamiento cónico (fig. 3, h, y). Estas fibras no son otra cosa que las expansiones terminales de los elementos neuróglicos en horquilla que yacen al nivel del cuerpo de las células de Purkinje.

Es difícil comprender la significación de los corpúsculos poliédricos de esta primera zona de la capa molecular. No parecen ser elementos nerviosos ni neuróglicos. Por otra parte, conforme el animal avanza en edad, disminuyen en número, hasta desaparecer del todo.

Vignal opina que se trata aquí de células emigrantes; pero la presencia de un núcleo globuloso, sin esas jibas y abolladuras propias del de la mayor parte de los leucocitos, contrarían un tanto semejante hipótesis, la que por otra parte, de ser cierta, constituiría un hecho aislado en la historia de la ciencia. Por lo demás, la existencia de dicha capa es demostrable en los embriones de mamífero y de ave, desde el instante en que las laminillas cerebelosas se diseñan.

En ella no se ven nunca esas transiciones de infiltración de elementos emigrantes, que debieran existir, durante el curso del desarrollo, si como cree Vignal, los corpúsculos que la pueblan vinieran paulatinamente de los vasos de la *pía-madre*. Por otra parte, como luego veremos, los varios elementos de la capa molecular no se extienden nunca hasta la zona granulosa superficial; zona que representa una formación casi independiente de las demás capas cerebelosas.

A medida que la evolución del cerebelo avanza, la zona granulosa superficial se adelgaza, constando de menor número de elementos. Así, el espesor de esta zona es de 40 á 50  $\mu$  en el perro recién nacido, y de 24 á 28 en el de un mes. A los dos meses apenas se dan vestigios de la misma.

2.<sup>a</sup> *Zona molecular propiamente dicha*.—Esta capa está perfectamente deslindada en el embrión de pollo desde el 12 día de incubación, y es tanto más delgada cuanto más reciente. El proceder de Golgi (que sólo nos ha dado resultados ó en los embriones de los últimos días ó en los recién nacidos) demuestra en ella la misma composición que en el cerebelo adulto, es decir, que contiene: 1.<sup>a</sup>, las expansiones de las células de Purkinje, que constituyen una arborización recia, corta (fig. 2, d, lámina XII) y que por arriba concluye en la cara inferior de la primera

capa granulosa. 2.<sup>a</sup> Las fibrillas longitudinales ó ramificaciones de los cilindros-ejes de los granos. 3.<sup>a</sup> Las transversales ó cilindros-ejes de las células pequeñas. 4.<sup>a</sup> Estas mismas células con sus expansiones protoplasmáticas divergentes. La mezcla y entrecruzamiento de todas estas partes dan á la zona molecular examinada en las preparaciones ordinarias, ese aspecto reticulado indescifrable, propio de todas las zonas moleculares de los centros. Los pinceles descendentes son ya apreciables en el cerebelo del gato de 15 días; bien que todavía son delgadas y constan de corto número de fibras.

3.<sup>a</sup> *La zona tercera ó de las células de Purkinje* está muy bien desen-  
vuelta en los mamíferos recién nacidos, así como en los embriones de pollo de los últimos días de incubación. Presentanse estas células con una talla notable (de 25 á 30  $\mu$  de longitud en el gato de quince días), forma de pera y una arborización protoplasmática recia, grosera y pobre en ramificaciones secundarias y terciarias. Casi todas sus ramas (fig. 2, B) poseen ligeras espinas perpendicularmente insertas en su contorno. Estas espinas, aparecen teñidas en café claro, y son más grandes que las de las ramitas terminales de los corpúsculos adultos.

La arborización de las células de Purkinje es aplanaada ya, como en el estado adulto, desde el principio de su desarrollo, extendiéndose á manera de láminas de hojarasca en el sentido transversal de las circunvoluciones. Por la parte superior sus ramas terminales libres rematan por debajo de la zona granulosa superficial en los límites de la formación molecular (fig. 2).

El cilindro-eje de estas células es más grueso é impregnable que en las adultas; y desde la parte inferior del cuerpo protoplasmático descien-  
de casi verticalmente, engruesándose un tanto, al llegar cerca de la sus-  
tancia blanca. Sus ramas colaterales, en número de dos ó tres, ofrecen  
también un espesor notable (fig. 2, e).

En cuanto á la zona de los granos, poco podemos añadir á lo que ya sabemos. Sólo en los mamíferos de 15 días hemos logrado impregnarla bien, y por esta fecha ya exhiben todas las particularidades propias de los adultos.

Adviértense, no obstante, algunas diferencias. La forma es alargada en muchos de ellos, y tanto más cuanto más retrasados se hallan en su evolución, dirigiéndose perpendicularmente á la superficie de la lámina cerebelosa.

El diámetro nos ha parecido algo mayor en los granos jóvenes que en los adultos. Así, en el gato de 15 días las mensuraciones han dado por término medio de 8 á 9  $\mu$  y en el de un mes de 6,5 á 8  $\mu$ . Es de notar, además, que ya poseen en la época del nacimiento todas sus expansiones; solamente que la arborización proto-plasmática final apenas está indica-

da, estando á menudo representada por un espesamiento proto-plasmático ó por una bifurcación corta y sencilla (véase lám. XII, fig. 2, i).

En cuanto á las grandes células estrelladas de esta capa (fig. 2 f.) nos han parecido algo mayores que en el adulto. La expansión nerviosa, comúnmente dirigida hacia abajo (g, fig. 2), es más gruesa que de ordinario, y la riquísima ramificación que suministra, remata por cabos libres varicosos y ligeramente ensanchados (h, fig. 2). En las figuradas en la lámina 12, copiadas del cerebelo de un gato de 15 días, todavía no se han desarrollado las arborizaciones cortas finales y arciformes.

Los *elementos neuróglicos* han alcanzado también en los animales recién nacidos un gran desarrollo, distinguiéndose en general por dos caracteres: el tamaño relativamente considerable del cuerpo celular; y el aspecto recio, varicoso y como grosero de las expansiones divergentes.

Estúdiense, por ejemplo, los corpúsculos dibujados en la fig. 3, lámina XII. Todas las células neuróglicas visibles por el método de Golgi, yacen ó en la sustancia blanca ó en la zona de los granos. En la sustancia molecular no se las halla, y en cuanto á la granulosa superficial, si realmente lo son aquellos elementos estelares en otra ocasión descritos (fig. 2, lám. XII, a), el proceder de coloración negra es impotente para evidenciarlos. Los de la zona de los granos pueden distinguirse en dos especies: 1.<sup>a</sup>, elementos cortos, estrellados, de expansiones recias, varicosas y divergentes en todos sentidos, pero de curso limitado (fig. 3, d); 2.<sup>a</sup>, elementos alargados, situados cerca y á veces en la misma zona de las células de Purkinje, los que envían casi todas sus expansiones hacia la zona molecular, llegando hasta la misma superficie cerebelosa (fig. 3, e y c). Las expansiones ascendentes de estos últimos corpúsculos forman á menudo un arco en el punto de su origen; luego suben casi paralelamente, ofreciendo aspecto varicoso; llegadas á la zona de los granos superficiales se hacen tortuosas para acomodarse á las curvas de estos corpúsculos, y por fin, rematan en la cara inferior de la *pía-mater* por un espesamiento cónico, á la manera de las fibras de Müller de la retina (fig. 3, a y b).

Las expansiones descendentes de estas células neurógicas son más cortas, espesas y varicosas. En los cerebelos de un mes pueden llegar á faltar, y de hecho no existen ó están atrofiadísimas en el adulto. Para nosotros, es indudable que la expansión inferior, así como la superior ó superiores que tales corpúsculos ofrecen, tienen carácter ependimal y denuncian su origen epitelial del mismo modo que los apéndices primordiales de los elementos neuróglicos de la médula. Por lo demás, el volumen y la situación de tales células varía algo en un mismo corte de cerebro joven: hay células alargadas, cortas y pequeñas (c) que representan indudablemente los corpúsculos en horquilla descritos por Golgi

en el cerebelo adulto; y las hay también mucho más recias, más bajamente situadas y con menor número de expansiones ascendentes (figura 3, e).

*Fibras de mielina.*—Como es bien sabido, el cerebelo adulto presenta gran número de fibras de mielina, denunciables por los métodos de Exner, de Freud, del ácido ósmico, de Weigert, etc., etc. Dichas fibras constituyen un plexo tupidísimo entre los granos, y algunas pocas, pasando entre las células de Purkinje, alcanzan hasta la zona molecular (cuarto inferior), donde terminan después de disponerse de un modo longitudinal. Estas nociones son fácilmente asequibles, sobre todo, utilizando el proceder de Pal á la hematoxilina, que no es más que una modificación del de Weigert. Pero cualquiera que sea el método utilizado, el número infinito de fibras que al nivel de la capa granulosa se entrecruzan, impide la observación del curso de cada una y de la determinación de su origen.

¿Cuáles entre todas las diversas fibras que el método de Golgi denuncia en la capa granulosa poseen revestimiento de mielina?

En primer término, es indudable que lo poseen los cilindros-ejes de las células de Pinkinje, como algunos autores han descrito, adivinando más que demostrando tal particularidad. Y decimos esto, porque habiendo recaído el examen generalmente sobre cereblos adultos de mamífero donde la distinción entre los cilindros-ejes de las células de Purkinje y las demás fibras medulares es imposible, forzosamente han tenido que proceder los autores por conjetura, más bien que por vía de observación directa. Por nuestra parte, solamente después de haber estudiado el cerebelo de los pájaros tratado por el ácido ósmico, pudimos apreciar cuáles fibras, en esa confusión de tubos que cruzan la sustancia granulosa, pertenecen realmente á las células de Purkinje. Y es que en estos animales, el curso de tales fibras es casi recto, y su espesor bastante mayor que el de las demás. Aun así y todo, el tubo medular no se ve abordar el cuerpo de la célula sino el vértice de un pincel descendente, á cuyo nivel cesa la mielina, continuándose una fibra pálida que es la que realmente ingresa en el protoplasma.

Una disposición semejante puede comprobarse en el cerebelo de gato y perro desde el 10 al 30 días de edad. Las fibras de mielina están ya formadas, pero son mucho menos numerosas que en el adulto. Sobre la multitud de fibras delgadas que constituyen entre los granos un plexo irregular, descuellan algunas recias, de curso casi rectilíneo, que terminan á cierta distancia por debajo, pero siempre en la dirección del polo inferior de las células de Purkinje (lám XII, fig. 4, e, g). No se ve aquí el pincel robusto, descendente, granuloso, característico de los pájaros; pero se advierte una pequeña masa granulosa situada debajo del cuerpo celular (fig. 4, i), que representa indudablemente un pincel rudi-

mentario, y en vías de desarrollo. Notemos de paso algunos detalles de estas fibras medulares. Todas ó casi todas ellas ofrecen extrangulaciones (fig. 4, g). Algunas presentan dos bien características, á cuyo nivel falta la mielina, mas no el *cilinder*, que puede verse con un buen objetivo 1,40 apochr. Zeiss, bajo la forma de un puente pálido y delgado. Las hay también con sola una extrangulación, y en alguna que otra, la capa de mielina no parece interrumpirse en todo el espesor de la zona granulosa. En el punto en que cesa totalmente la vaina medular, es decir, á 40 ó 50  $\mu$  de la célula correspondiente de Purkinje, la fibra se adelgaza (fig. 4, e) y continúa con una fibra pálida que apenas se trasluce en su marcha ulterior, á causa de la refringencia y apretamiento de los granos cerebelosos.

¿Existen núcleos en los segmentos interanulares de estas fibras? En las adultas jamás hemos podido observarlos; pero en las de cereblos jóvenes (fig. 4, h) se advierte hacia la parte media del segmento mielínico un núcleo redondeado, granuloso, más pequeño y oscuro (por el proceder de Pal) que el de los granos, el cual parece como superpuesto á la vaina medular, sin deprimirla en foseta.

La constancia de este corpúsculo, de una parte, y su estrecha superposición á la vaina de mielina, por otra, nos inclinan á considerarlo como el núcleo del segmento interanular, núcleo que, andando el tiempo, podría quizás desaparecer por atrofia.

No hemos podido demostrar por el proceder de Weigert ó el de Pal ninguna ramificación colateral en los cilindros-ejes de las células de Purkinje; lo que depende, á nuestro juicio, ó de que tales colaterales (demostradas por el método de Golgi) carecen de mielina, ó de que quizás nacen al nivel de una extrangulación. Esta última hipótesis parece tanto más verosímil, cuanto que en el cerebelo del gato joven existe proporcionalidad entre el número de ramas colaterales y el de extrangulaciones. Hasta la posición de éstas y el punto de origen de aquéllas, parecen coincidir, si se comparan las preparaciones ejecutadas por el método de Weigert con las obtenidas con el de Golgi.

Las demás fibras medulares son más delgadas, y no presentan una orientación bien determinada. Imposible saber á qué fibrillas de las reveladas por el proceder de Golgi corresponden, pues nunca puede perseguírselas sino en cortísima extensión, á causa de lo tortuoso del curso y de las frecuentes interrupciones de la mielina. Alguna vez, se advierte, no obstante, la continuación de una de estas delgadas fibras con el *cilinder* de aquellos gruesos elementos estrellados yacentes en el mismo plano de los de Purkinje (fig. 4, b). De las otras, sólo por su extremada abundancia y por seguir un curso irregular y tortuoso, cabría sospechar que son las fibras musgosas tan perfectamente tingibles por el método de

Golgi. A éstas quizás corresponden también las fibrillas medulares que cruzan longitudinalmente la parte inferior de la zona molecular, donde terminan, por una fibra pálida.

Carecen de revestimiento mielinico muchas de las fibras cerebelosas, tales como los cilindros-ejes de las células estrelladas de la capa molecular, los de los granos y verosímilmente todas las ramitas colaterales de las expansiones nerviosas de las grandes células estrelladas de la zona granulosa.

Pocos son é incompletos los datos evolutivos que acabamos de exponer. Su escasez depende de lo raro que es obtener con el método de Golgi impregnaciones cerebelosas en los fetos de pollo. Así que, para inquirir las transformaciones que preceden á la disposición semi-adulta de los elementos cerebelosos de los animales recién nacidos, se precisa realizar un número considerable de tentativas de impregnación; cosa que hasta hoy no hemos podido realizar. El método de Weigert, no es apenas aplicable; pues la mielina de las láminas cerebelosas aparece muy tardíamente, y en ocasión en que la textura cerebelosa puede darse por terminada.

#### EXPLICACIÓN DE LA LAMINA XII.

*Fig. 1.*—Corte de una circunvolución cerebelosa del perro recién nacido.—Proceder de Golgi.

—A, trozo de la zona molecular; B, zona de los granos; a, nido cerebeloso formado por la ramificación plexiforme y tupida de una fibra ascendente llegada de la sustancia blanca. En el centro del plexo se advierte un hueco donde se aloja la parte alta de una célula de Purkinje; b, otro nido cerebeloso formado por la concurrencia de varias fibras; c, nido constituido por la arborización de una fibra de curso muy tortuoso; d, fibra musgosa rica en ramificaciones ascendentes; e, esflorescencias musgosas; f, ramitas más altas de las fibras musgosas; j, otras fibras de estos mismos tubos que llegadas á la zona molecular parecen bifurcarse y marchar longitudinalmente.

*Fig. 2.*—Corte de una circunvolución cerebelosa del gato de 15 días.—Impregnación por el método de Golgi. En esta figura se han reunido los elementos nerviosos más típicos espaciados en muchas preparaciones correctas.

A, zona de los granos superficiales; B, zona molecular; C, zona de los granos propiamente dichos; a, célula ó grano superficial de forma estrellada (neuroglia); b, grano redondeado; c, célula estrellada pequeña de la capa molecular con su cilindro-eje ó fibra transversal; d, célula de Purkinje; e, rama ascendente del cilindro-eje de esta célula; f, gruesa célula estrellada de la zona de los granos; g, cilindro-eje recto, emanado de esta célula y abundantemente ramificado; h, últimas ramitas varicosas del mismo; i, grano alargado con su *cilinder* ascendente.

*Fig. 3.*—Corte de una lámina cerebelosa del gato de 15 días. En esta figura se han representado algunos corpúsculos neurógllicos; a, pía-mater; b, fibra ascendente

neuróglica terminada superficialmente en cono; c, corpúsculo neuróglico alargado superior; e, célula neuróglica alargada é inferior; d, célula neuróglica estrellada.

*Fig. 4.—Corte vertical de parte de una circunvolución cerebelosa de un perro de un mes.—Coloración de la mielina por el proceder de Weigert modificado por Pal.—Observación con el objetivo apochr. 1.30, Zeiss, pero dibujo á menor aumento.*

a, célula de Purkinje; b, gran célula estrellada yacente en el mismo plano que la anterior; c, fibra longitudinal de mielina cortada de través; d, célula neuróglica que el proceder de Weigert (decoloración imperfecta) tinge en pardo; e, terminación de la mielina de un cilindro-eje de célula de Purkinje; f, gran célula estrellada de la capa granulosa; g, estrangulación de una fibra medular; h, núcleo globuloso de la misma masa granulosa ó fleco descendente, situado debajo de una célula de Purkinje; i, otras fibras medulares delgadas.

Fig. 5.—Pedazo de un corte transversal de la capa molecular del cerebelo del gato de 15 días. Método de Golgi.

a, tallo de una fibra ascendente; b, división de ésta y formación de una arborización complicada y como plexíscime; c, ramas terminales varicosas de la arborización

## NOVEDADES TÉCNICAS

### *Proceder de Pal para el teñido de las fibras nerviosas medulares (1).*

Este autor ha modificado el método de Weigert del modo siguiente: Los cortes dispuestos para la decoloración, es decir, previamente teñidos por la hematoxilina de Weigert, son lavados con agua alcalinizada por el carbonato de litina (1 á 2 por 100) y llevados luego á una solución al 5 por 100 de hipermangánato de potasa. En este baño deberán permanecer solamente de 20 á 30 segundos, siendo transportados después á una solución decolorante compuesta de: ácido oxálico, 1; sulfuro de potasa, 1; agua destilada, 200.000. Al cabo de pocos segundos (en ocasiones, sobre todo si los cortes son algo recios, dos ó tres minutos) los cortes se aclaran, fijándose la hematoxilina en las fibras médulares; se lavan después y deshidratati, con lo que están listos para montarse en bálsamo. Antes del montaje, cabe teñir los cortes con el carmín, obteniéndose de este modo preparaciones con doble coloración.

Al cabo de pocos segundos (en ocasiones, sobre todo si los cortes son algo recios, dos ó tres minutos) los cortes se aclaran, fijándose la hematoxilina en las fibras médulares; se lavan después y deshidratati, con lo que están listos para montarse en bálsamo. Antes del montaje, cabe teñir los cortes con el carmín, obteniéndose de este modo preparaciones con doble coloración.

Nosotros hemos ensayado con éxito este método, que tiene sobre el de Weigert la ventaja de la rapidez de la decoloración. Las piezas deben ser induradas en el líquido de Müller ó de Erlicki y englobadas, si el tratamiento ulterior por el alcohol no les prestara dureza suficiente, en la celoidina. Este englobamiento hace los cortes más elásticos y manejables, sin perjudicar la virtud selectiva de la mielina.

*Coloración de los centros nerviosos por la zafranina, según Adamkiewicz y Nikiforow (2).* Adamkiewicz ha descubierto la propiedad que posee la zafranina de teñir en rosa la mielina, y en violeta los núcleos y las paredes vasculares de los cortes de centros nerviosos indurados en las sales crómicas. Es de notar que la mielina de las porciones enfermas de los centros deja de colorarse, con lo cual cabe distinguir perfectamente lesiones que con otros métodos hubieran quizás pasado desapercibidas.

Nikiforow ha mejorado este método dándole mayor eficacia diagnóstica en el estudio de las lesiones centrales. Indura los centros en líquido de Müller y en el alcohol según el método corriente; y los cortes son llevados desde el alcohol (no deben tratarse por el agua) á una so-

(1) Ein Beitrag zur Nervenfärbetechnik. *Medizinische Jahrbücher.* 1887 y 1886.

(2) Mikroskopisch-technische Notizen. *Zeitschrift f. Wissenschaft. Mikroskopie, etcetera.* 1888, p. 337.

lución concentrada de zafranina en agua, donde permanecerán 24 horas. Despues lava los cortes en alcohol, hasta que la sustancia gris se aclare y los traslada á una solución de cloruro de oro ó de platino al 1 por 500 ó por 100. Permanecerán aquí algunas horas (hasta que la sustancia gris aparezca con manchitas violetas) y se lavarán en agua y alcohol (aqui hasta que la sustancia gris resalte en violeta sobre la blanca que debe quedar roja) para montarse en bálsamo.

*Coloración negra de las fibras elásticas según Martinotti y Ferria (1).* Este proceder descansa también como el anterior en las modificaciones de afinidad creadas en los tejidos por los compuestos crómicos. Los cortes de tejidos fijados y macerados en solución de ácido crómico, son abandonados por 24 horas en un baño de zafranina. Las fibras elásticas se tiñen de negro, resaltando perfectamente sobre el fondo incoloro de los cortes. La reacción puede obtenerse también, según Ferria, en cortes practicados en piezas endurecidas en alcohol, con tal que éstos hayan permanecido previamente, á temperatura de 37°, en una solución de ácido crómico al 1 por 1000.

*Conservación de las preparaciones de microbios por desecación.* En uno de los números anteriores de nuestra revista, anunciábamos la posibilidad de conservar por el mismo proceder de montaje de los preparados de sistema nervioso (coloración de Golgi) los cortes colorados con las anilinas y especialmente los microbios de teñido más inestable.

Después de largas y pacientes experiencias hechas sobre la duración de las coloraciones microbianas, nos hemos convencido de una verdad, que, entrevista por muchos, no sabemos haya sido expuesta y aplicada sistemáticamente por nadie.

Hé aquí nuestro pensamiento: Los colores orgánicos usados en micrografía son todos más ó menos inestables á causa de la liquidez de los vehículos conservadores (glicerina, esencias, bálsamos y resinas liquidadas, etc.) en que se los encierra; pero si el montaje se verifica en un menstruo absolutamente sólido, como el bálsamo privado de esencia, etcétera, las moléculas de la materia colorante, quedan inmóviles, como vitrificadas y toda alteración química es imposible.

Suprimir la blandura de un vehículo conservador es fijar, fosilizar sobre los objetos teñidos la materia del color; es suprimir los dos grandes agentes perturbadores: aire y agua; es poner al agente colorante y á las materias orgánicas celulares al abrigo del ataque químico de las sustancias alterantes, ácidos, álcalis ó sales con los que, de ordinario, andan revueltas.

(1) Martinoti, *Zeitschrift f. Mikroskopie*, 1887, p. 442, y Ferria, *Zeitschrift, etc.* 1888, p. 341.

Toda sustancia sólida pero atacable por el agua de la atmósfera, se conserva menos que aquéllas que resisten la influencia de la humedad. Una negativa fotográfica al colodión (sustancia no higroscópica é impermeable al aire) es inalterable; mientras que otra negativa al gelatino-bromuro (vehículo higroscópico), por bien ejecutada que esté, por asiduos que hayan sido los cuidados de lavado, etc., está condenada á alterarse, á menos que no se la barnice ó colodionada; en cuyo caso, se la pone en las mismas condiciones de resistencia que la otra. Una prueba positiva á la albúmina (higroscópica), con ser la imagen de oro y plata puros, se conserva mucho menos que una prueba igual barnizada ó colodionada (positivas esmaltadas).

Desde hace tres años venimos corroborando estos principios en los preparados micrográficos. Citemos algunos ejemplos: Hace dos años y medio ejecutamos varias preparaciones de hueso, en que los canáculos habían sido inyectados con soluciones alcohólicas de los colores de anilina. Las conservadas según los consejos de Ranvier (glicerina salada) perdieron el color al poco tiempo; palidecieron también las montadas en acetato de potasa; duraron algo más, pero perdieron mucho, las montadas en solución líquida de resina Damar en bencina; mientras que hoy se muestran irreprochables y tan ricas de color como el primer día las montadas en bálsamo seco.

Durante la epidemia de cólera del 84, hicimos gran número de preparados del microbio vírgula (teñido en violado de Dalia, decoloración al agua). Las preparaciones en bálsamo tierno, ó disuelto en cloroformo, se perdieron antes del año. Las montadas en solución de resina Damar en bencina, han resistido hasta hoy, pero han palidecido mucho ya, mientras que las preparaciones encerradas en bálsamo seco están hoy absolutamente inalteradas. Hemos hecho también pruebas comparativas con la hematoxilina, sustancia que como es sabido se altera rápidamente. El resultado ha sido enteramente igual. De todas las preparaciones coloradas con tal sustancia (fórmula Böhmer, sin ácido), hace seis ó ocho años, sólo se nos conservan las del bálsamo seco. En la glicerina la coloración no suele durar más de dos años. Lo mismo podemos decir del picro-carminato, bien que este color es algo más fijo en los vehículos acuosos.

De algunas preparaciones de microbios no hay que decir cuán pronto se decoloran si se conservan en el bálsamo, ya disuelto en bencina ya en xilol. Entre todas, las más alterables sin duda son las de los microbios de la tuberculosis y los de la lepra. Como es bien sabido, Unna ha aconsejado para estos últimos la conservación en bálsamo seco, y en cuanto á los de la tuberculosis (tan alterables en los montajes al bálsamo líquido), nosotros hemos visto una preparación al bálsamo seco

admirablemente conservada á pesar de datar de cerca de cuatro años.

Cabe, pues, resolver el problema de la conservación de las preparaciones microbianas é histológicas teñidas con anilinas ó hematoxilina con sólo practicar el montaje en bálsamo seco. Pero esta maniobra tiene grandes inconvenientes. No pueden someterse á ella los cortes de tejidos, porque se retraen y oscurecen, alterándose gravemente los elementos. Los mismos microbios, aislados y secos en cubre-objetos, al ser sometidos al bálsamo liquidado por el calor, sufren un principio de decoloración á causa de que el bálsamo derretido es un regular disolvente de las anilinas.

No queda, pues, más recurso que montar las preparaciones al descubierto, dejando secar el bálsamo por evaporación, del mismo modo que se opera en la conservación de los cortes de tejido nervioso, impregnados por el cromato argéntico. Este método de conservación posee las ventajas siguientes: no altera los elementos anatómicos ni retrae los cortes; aumenta la transparencia del preparado, facilitando la busca de microbios; y conserva, una vez seco el barniz (cosa lograda en pocos días de evaporación espontánea), el color de las anilinas de un modo perfecto.

El barniz empleado debe ser tal, que durante el tiempo preciso para la desecación espontánea no disuelva las anilinas. Esta cualidad la reúnen todas las resinas, y el bálsamo seco disueltos (en proporción del 10 ó 12 por 100) en el xilol ó en la bencina anhidra. La capa de barniz en que la preparación ha de lubricarse, deberá ser lo más delgada posible. Tratándose de cortes, se les privará antes del montaje, y á beneficio del xilol ó bencina, del resto de esencias alterantes utilizadas, bien para darles transparencia, bien para disolver la celoidina (esencia de trementina, de clavo, de cedro, etc.). Algunas de estas esencias, como la de bergamota, de cedro, etc., no disuelven por de pronto las anilinas, pero impiden, mezcladas al bálsamo, la rápida desecación de éste, haciendo posible, al cabo de algún tiempo, la decoloración más ó menos completa de la preparación, por la semiliquidez en que la mantienen, sobre todo si los cortes son algo espesos.

Como es de suponer, la conservación de los cubre-objetos portadores de preparaciones libres, exige un montaje especial. Nosotros usamos porta-objetos de cristal, tamaño ordinario, pero agujereados en su centro. Sobre este agujero pegamos, á beneficio del betún y de la rueda giratoria, un cubre-objetos redondo provisto de la preparación al descubierto. Los que hallen poco manejables tales preparados, pueden fácilmente transformarlos en ordinarios. Para ello, cuando la capa de barniz esté seca (de 8 á 15 días, según la temperatura y el espesor de capa), se montan á beneficio de bálsamo seco y derretido al calor, so-

bre un porta-objetos común. Si la maniobra se realiza con ligereza, á fin de no dar tiempo á que se reblanzezca la capa de barniz protectora de la preparación, ésta no se alterará en lo más mínimo.

Montadas al descubierto poseemos, después de más de un año, magníficas é inalteradas preparaciones del microbio de la lepra y del de la tuberculosis. En cambio, hace más de seis meses que desapareció todo rastro de color (violado de genciana) en preparaciones iguales, pero montadas según la manera corriente en bálsamo ó damar, disueltas en xilol.

Este proceder de montaje en seco, al descubierto, nos parece indispensable en toda preparación rara, de carácter documental, y, con especialidad, en las de microbios.

En las de histología, sólo un defecto hallamos á este método. El índice de los bálsamos secos es muy grande y solamente lo teñido puede discernirse al microscopio. Falta, pues, hallar una materia transparente y sólida, cuyo índice sea comparable á la glicerina, ó al menos al bálsamo tierno. Nuestros ensayos sobre este particular, no han terminado aún; pero podemos anunciar desde luego que las mezclas de las soluciones de colodión normal con esencias y barnices (Damar en bencina, etc.), dan resultados que permiten esperar confiadamente en la resolución del problema.

## Sección bibliográfica

### LIBROS DE HISTOLOGÍA HUMANA Y ANATOMIA COMPARADA

- Krause, W.**—*Manuel d'Anatomie humaine*. Traducción del alemán por L. Dollo. 2.<sup>o</sup> fascículo. Myologie. Bruxelles, Imp. A. Manceaux.
- Heitzmann, C.**—*Die deskriptive und topographische Anatomie des Menschen*. Obra ilustrada con 636 grabados, 5.<sup>a</sup> edición. Viena, Libr. W. Braumüller.
- Landois, I.**—*Lehrbuch der Physiologie des Menschen, einschliesslich der Histologie und mikroskopischen Anatomie etc.* (6.<sup>a</sup> edición). Sección 4.<sup>a</sup>, con numerosos grabados. Viena, Librer. Urban y Schwarzenberg.
- Gegenbaur, C.**—*Traité d'Anatomie humaine*. Traducción francesa de la 3.<sup>a</sup> edición alemana, por Julin. Ilustrada con 600 figuras, 2.<sup>a</sup> parte. París, Libr. Reinwald.
- Orth, J.**—*Kursus der normalen Histologie, etc.* 5.<sup>a</sup> edición, aumentada é ilustrada con 118 figuras. Berlin, Lib. Hirchwald.
- Duval, M.**—*Atlas d'Embriologie*. París. Con 40 láminas que comprenden 692 figs. (48 francos).
- Klein, E.**—*Nouveaux éléments d'histologie*. Traducidos al francés de la 5.<sup>a</sup> edición inglesa, por G. Variot. Nueva edición francesa con 185 grabados. París, C. Doin.
- Schafer (E.)**—*Histologie für Studierende*. Traducida al alemán de la 2.<sup>a</sup> edición inglesa, por W. Krause. Libr. de G. Thieme, Leipzig. (9 marc.).
- Lang, (Arnold)**—*Lehrbuch der vergleichenden Anatomie*. 1.<sup>a</sup> parte con 197 grabados. Jena, G. Fischer. (5 marc.)
- Henle, J.**—*Grundriss der Anatomie des Menschen*. 3.<sup>a</sup> edición aumentada y publicada por Fr. Merkel, é ilustrada con numerosos grabados y un Atlas. Braunschweig, Libr. de Wieweg et Sohn. (20 marc.)
- Belzung, E.**—*Anatomie el Physiologie Animales*. París 1888. Con 522 grabados.
- Solá, (E.)**—*Tratado elemental de Histología é histoquímia normales*. Barcelona, Espasa y C.<sup>a</sup>
- Grundzüge zum Studium der mikroskopischen Anatomie des Menschen und der Thiere*.—2.<sup>a</sup> parte: La estructura de

- los órganos, por Hoyer, Komozki, Stieda, Lawdowski, Peremeschko, Erlizki, Rosenbach, Bechterew, Arnstein, Welini, Dogiel y Geberg. Con 391 grabados, 2 láminas. San Petersburgo, C. Ricker. (en ruso).
- Stohr, (Phil.)**—*Lehrbuch der Histologie und der microscopischen Technik*. 3.<sup>a</sup> edición mejorada. Jena, G. Fischer. (con 209 grabados).
- Ramón y Cajal, (S.)**—*Manual de Histología normal y técnica micrográfica*. Con 203 grabados. (último cuaderno). Valencia, Librería P. Aguilar.
- Hyrtl, (J.)**—*Lehrbuch der Anatomie des Menschen*, 20.<sup>a</sup> edición mejorada y aumentada. Wien, W. Braumüller. (9 florines)
- Bock, (C. E.)**—*Hand-Atlas der Anatomie des Menschen*. 7.<sup>a</sup> edición, colaborada por A. Brass. Leipzig, Libr. Renger.

## Técnica micrográfica.

- Vogt, (C.)**—*Lehrbuch der praktische vergleichenden Anatomie*. Tomo 1.<sup>o</sup>, con 425 grabados. Braunschweig, Libr. Vieweg et Sohn. (28 marc.)
- Ruge, (G.)**—*Anleitung zu dem Präparierübungen and den menschlichen Leiche*. 1.<sup>a</sup> parte, con 34 fig. Leipzig, Engelmann.
- Kultschitzky, (N.)**—*Grundzüge der practischen Histologie*. 1.<sup>a</sup> parte. (El microscopio y los métodos de investigación), con 24 grabados. Charkow, 1889. (en ruso).
- Renaut, (J.)**—*Traité d'Histologie pratique*. Fascículo 1.<sup>o</sup>. El medio interior y el tejido conjuntivo laxo y modelado. Con 101 figuras. Paris, Libr. Lecrosnier et Babé.

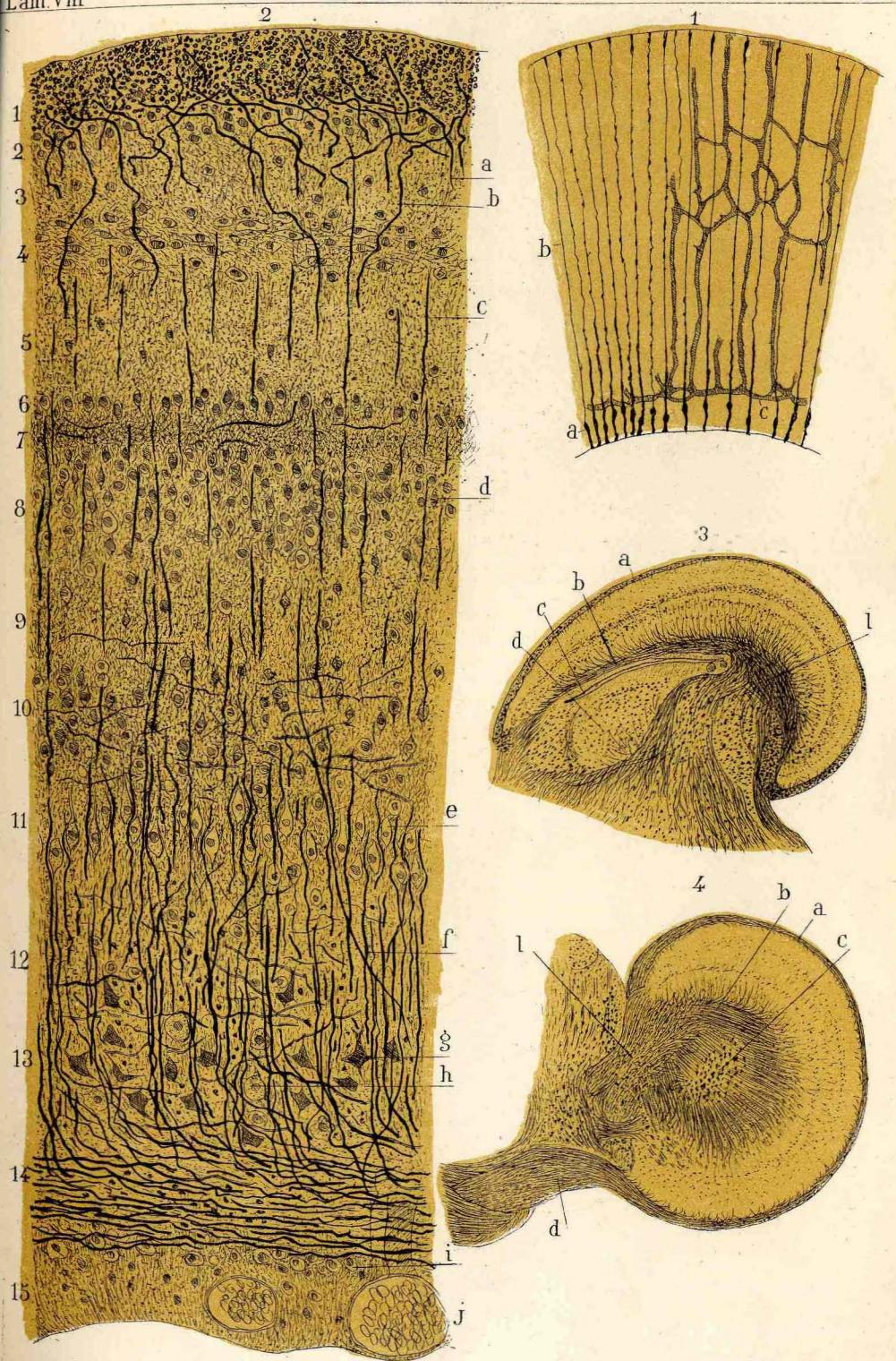
## Células y tejidos

- Kölliker, (A.)**—Zur Kenntnis der quergesstreiften Muskelfasern *Zeitschrift f. wissensch. Zoologie*, Bd. XLVII. H. 4, 1888.
- Joseph**—Ueber einige Bestandteile der peripheren markhaltigen Nervenfasern. *Sitzungsber. d. Kgl. Preuss. Akad. d. Wissenschaftl.* 1888, n.<sup>o</sup> 50 á 51.
- Gebuchten, (A.)**—Structure intime de la cellule musculaire striée chez les vertébrés. *La cellule*. Tom. IV, 2 fasc.
- Biondi**—Ueber Entwicklung der Samenfäden beim Menschen. Breslau, 1888.

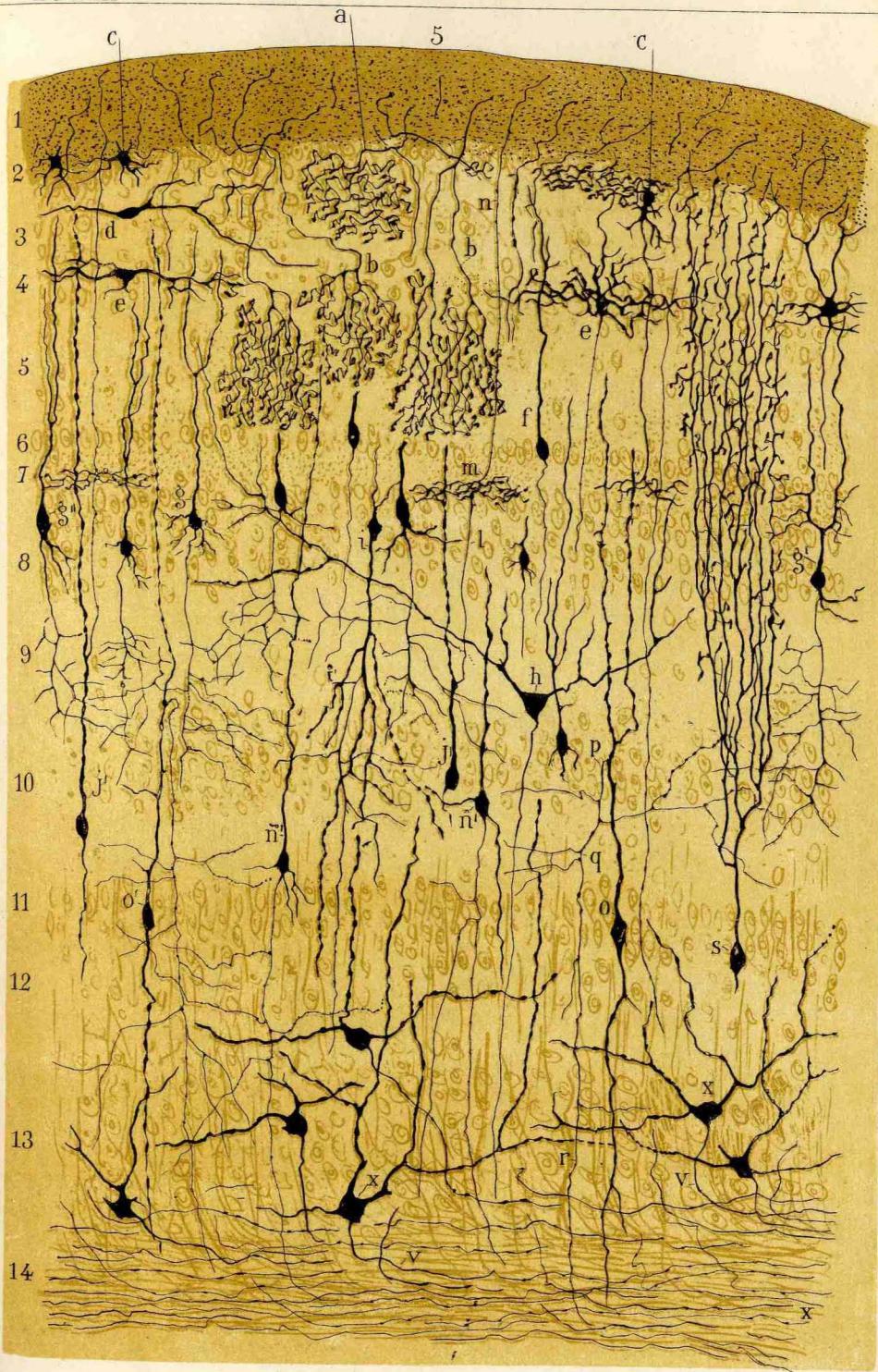
- Recklinghausen.**—Ueber die Saftkanälchen der Hornhaut *Anat. Anz.* 1888, n.º 19.
- Viacovich, (G. P.)**—Sulle fibrille del tessuto connettivo. Oserv. *Atti dell' Inst. Veneto.* 1888.
- Bergonzini, (C.)**—Contribuzione allo Studio della spermatogenesi. *Atti della Soc. dei Naturalisti di Módena.* 1888.
- Boberi, (Theod.)**—Zellen-Studien. 2 cuadernos con 5 láminas. Jena, G. Fischer.
- Rollett, (A.)**—Ueber die Flossenmuskeln des Seepferdchens und über Muskelstruktur im allgemeinen. *Arch. f. mikr. Anat.* Tomo 32, 1888.
- Benett, F. J.**—The structure of Dentine. *The Lancet.* 1888, n.º 25.
- Ranvier, (L.)**—Les éléments et les tissus du système conjonctif. *Jour. de Micrographie.* 1888, n.º 16.
- Ciaccio, (G.)**—Terminaisons nerveuses dans les plaques électriques de la Torpille. *Journ. de Microgr.* n.º 14, 1888.
- Prenant, (A.)**—Contribution a l'histogénèse du tube séminifère, Con 1 lám. *Intern. Monatschr f. Anat.* 1888.
- Cattaneo.**—Organes nerveux terminaux, musculo-tendineux, etcétera. *Arch. ital. de biol.* Tomo X. 1888, fasc. 2.
- Ramón y Cajal, (S.)**—Sur la morphologie et les connexions des éléments de la retine des oiseaux. *Anat. Anzeiger.* 1889, n.º 4.
- Brand (E.)**—Die Nervendigungen in der Hornhaut. *Arch. f. Augen keilkunde.* B. XIV, 1888. H. 3.
- Buzzi**—Keratohyalin und eleidin. *Monasthefte für prakt. Dermat.* 1888, n.º 16,
- Denys (S.)**—La structure de la moelle des os et la génèse du sang chez les oiseaux. *La cellule.* Tom. IV, 1888,
- Leidig (T.)**—Pigmente der Hautdecke und der Iris. Würzburg 1888,
- Rabl. (C.)**—Ueber Zellteilung. *Anat. Anzeiger* 1889, n.º 1.
- Torok. (L.)**—Die Teilung der roten Blutzellen bei Amphibien. *Arch. f. mikros Anat.* B. XXXII, 1888. H. 4.
- Gehuchten.**—Les noyaux des cellules musculaires striées de la grenouille adulte. *Anat. Anzeiger*, 1889, n.º 2.
- Lenhosseké (M.)**—Untersuchungen über die Entwicklung des Markscheiden und den Faserverlauf im Rückenmark des Maus. *Arch. f. mikr. Anat.* B. XXXIII. H. 1. 1889.
- Petrone (L.)**—Sulla structura della neuroglia dei centri nervosi cerebro-spinali. *Gazzetta degli Ospitali*, 1888, n.º 98, 99 y 100. Milano.
- Falzacapa, (E.)**—Genesi della cellula specifica nervosa é intima

- strutura del sistema centrale nervoso degli uccelli. *Boll. d. Soc. di Naturalisti in Napoli.* 1888, fas. II.
- Pansini, (S.)—Delle terminazione dei nervi sui tendini nei vertebrati. *Riforma Medica.* Roma. Tomo IV, 1888.
- Waldeyer, (W).—Ueber Karyokinese und ihre Beziehungen zu den Betrachtungsvorgangen. Bonn. 1888. Libr. Cohen
- Straub (M).—Beitrag zur Kenntnis des Glaskörpergewebes. *A von Graefe's Arch. f. Ophtalm.* Bd. XXXIV, 1888.
- Strassburger (E).—Ueber das Wachstum vegetabilischer Zellhaute. Con 4 litog. Jena, G. Fischer.
- Hertwig. Ueber Kernstructur und ihre Bedeutung für Zellteilung und Befruchtung. *Sitzungber. der Gesellsch. f. Morphologie u. Phys. in München* 1888. Hy. 2.
- Malassez. Volume des globules rouges du sang. *Le progres medical.* 1889, tom. IX, n.<sup>o</sup> 2.
- Ramón y Cajal, (S.)—Sur l'origine et la direction des prolongations nerveuses de la couche moléculaire du cervelet. *Intern. Monatsch. f. Anat. u. Phys.* Bd. VI. H. 4, n.<sup>o</sup> 5.
- Ramón y Cajal, (S.)—Coloración por el método de Golgi de los centros nerviosos de los embriones de pollo. *Gaz. méd. Catalana.* 1.<sup>o</sup> enero 1889.
- Ramón y Cajal, (S.)—Nota preventiva sobre la estructura de la médula embrionaria. *Gaz. méd. catalana.* 1889

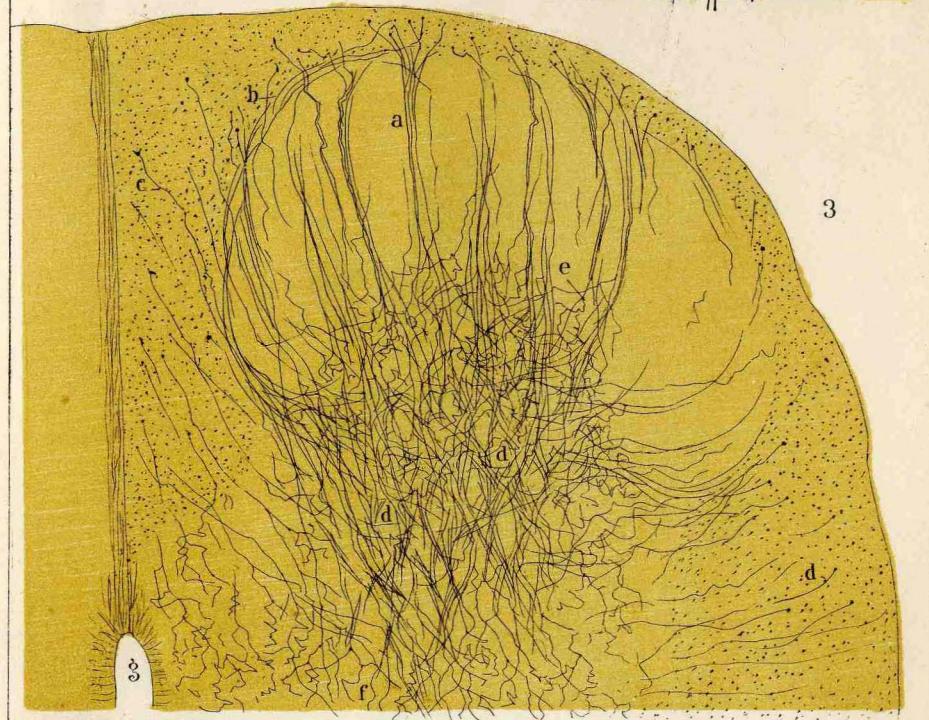
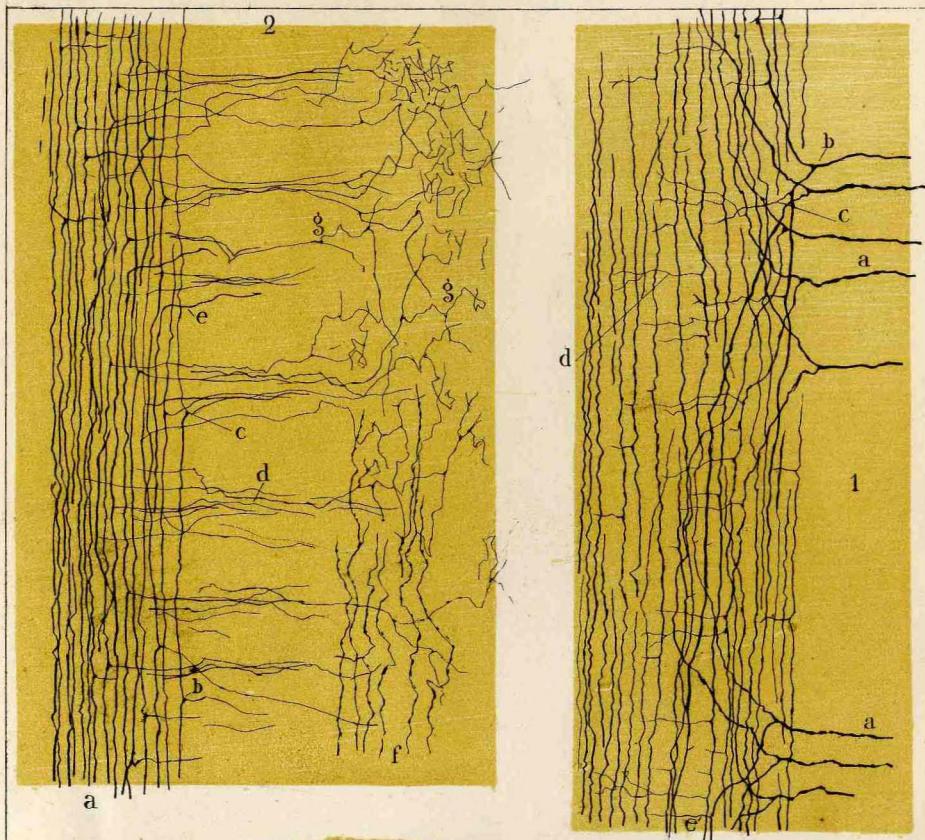
Lam. VIII



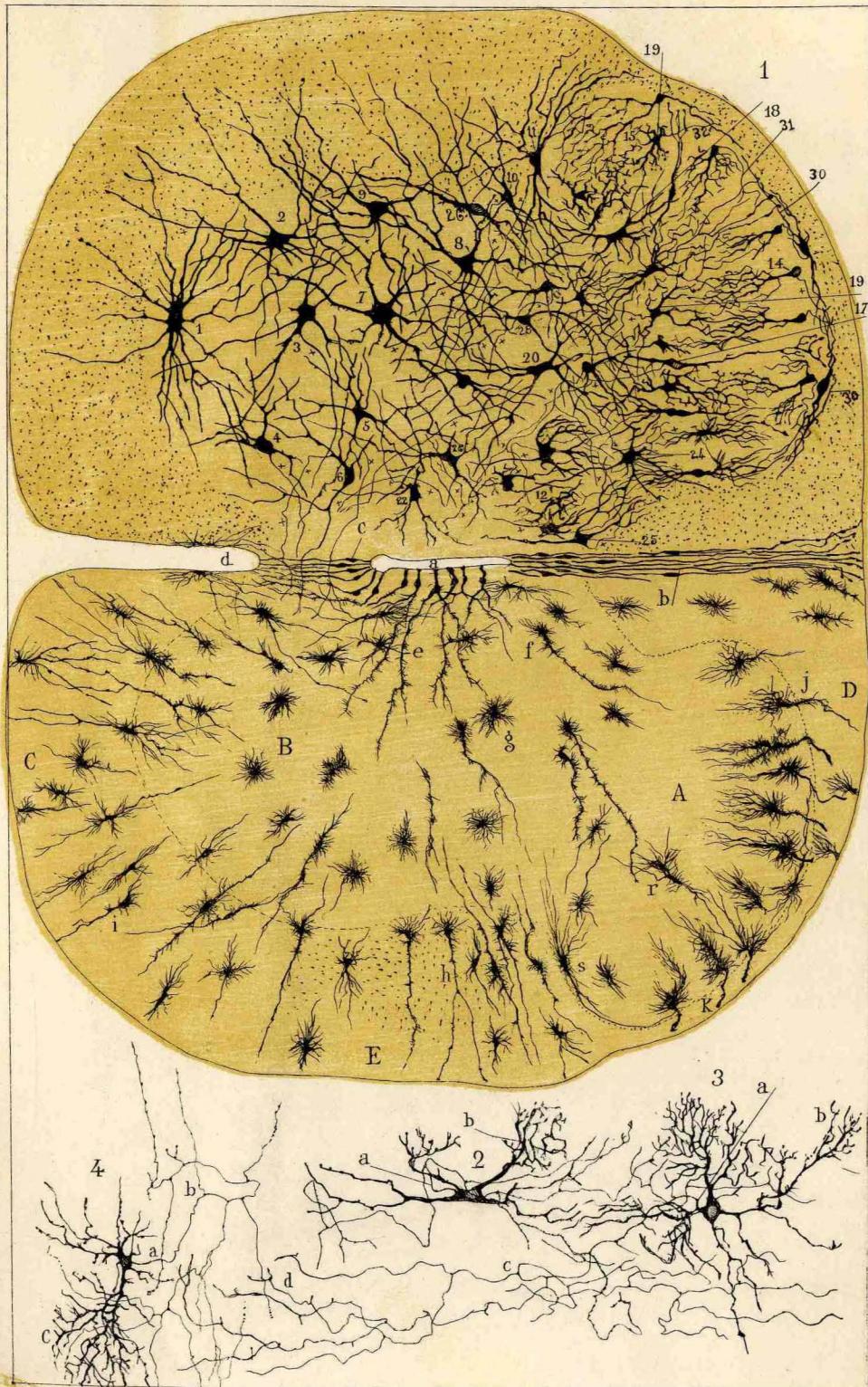
Lam. IX



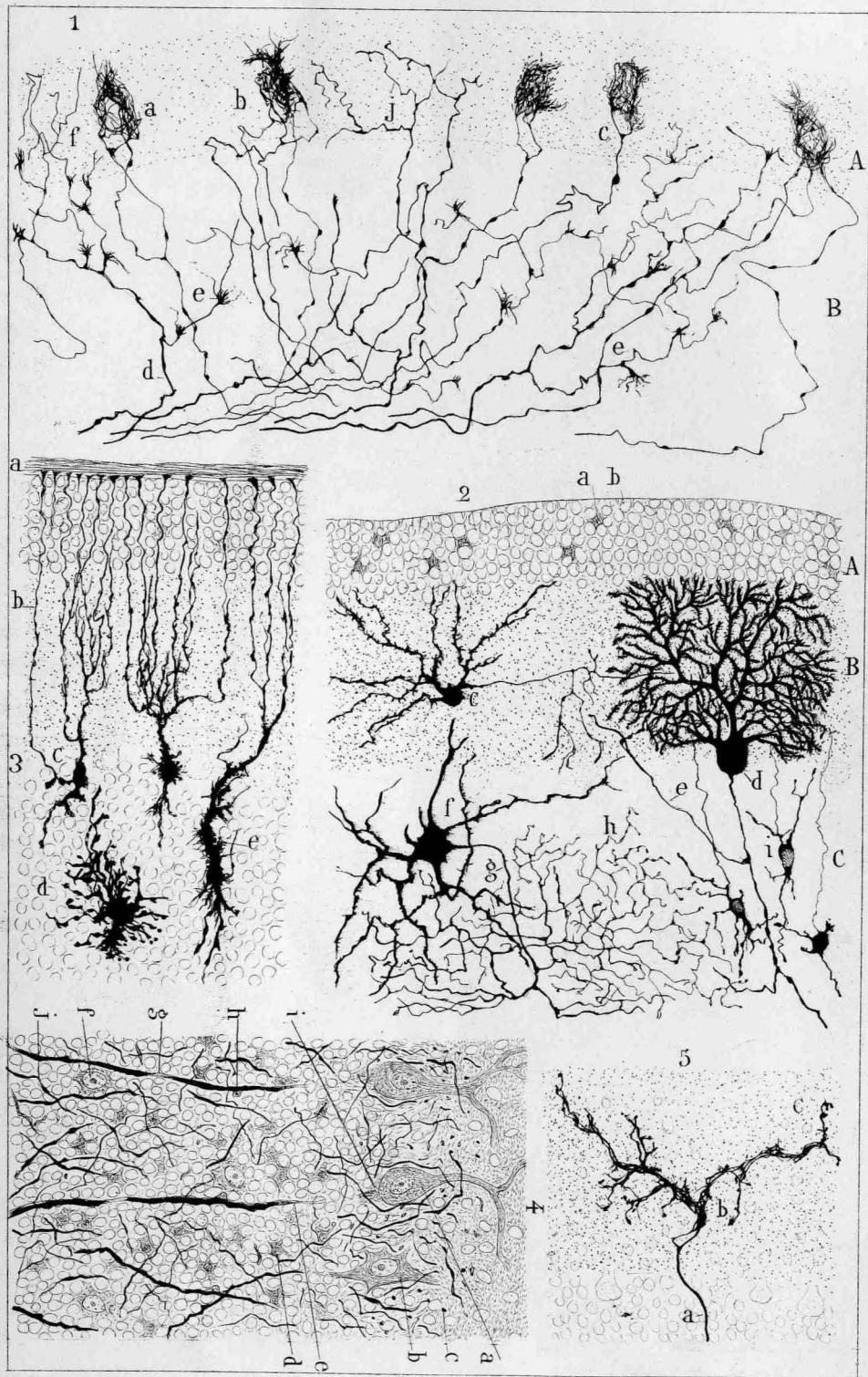
Lam. X



Lam.XI.



Lam. XII.



# LA REVISTA TRIMESTRAL DE HISTOLOGÍA

publicará trabajos originales de Micrografía, Histología humana comparada, Histología patológica, Microbiología y Fisiología experimental. Publicará además noticias técnicas y juicios críticos de las principales obras y Memorias que sobre las precedentes materias vayan apareciendo.

Cuando la abundancia de original lo exiga, se darán á luz números extraordinarios.

El importe de la suscripción anual será de **12** pesetas en España y **15** en el extranjero.

A los señores que gusten colaborar en esta revista se les regalarán 25 ejemplares de su Memoria.

---

NOTA.—Suplicamos á nuestros suscriptores dispensen la demora que ha sufrido la impresión de los dos últimos números. Escrito el original á fines del año último, nos vimos obligados á suspender la confección del periódico, á consecuencia del mal estado de nuestra salud.