

NOTAS PREVENTIVAS

SOBRE

LA ESTRUCTURA DEL ENCÉFALO DE LOS TELEÓSTEOS,

POR

D. S. RAMÓN Y CAJAL.

(Sesión del 9 de Mayo de 1894.)

I. — CEREBELO.

El cerebelo de los peces ha sido estudiado estos últimos años por Fusari, mi hermano Pedro, Schaper y Falcone. La conclusión más general que de estos trabajos se desprende es la perfecta uniformidad estructural de la corteza cerebelosa en todos los vertebrados, puesto que la mayor parte de los detalles de textura descubiertos por Golgi y por mí en el cerebelo de los mamíferos y aves han sido confirmados en los peces, batracios y reptiles. Quedan, sin embargo, algunos puntos dudosos. Uno de ellos es averiguar si en los peces existen también los *pinceles descendentes* (*Endkörben* de Kölliker) que nosotros descubrimos en las aves y mamíferos; y otro problema por resolver se refiere á los corpúsculos de Golgi, cuyo cilindro-eje no ha sido suficientemente determinado.

La presente nota, que más adelante ampliaremos en un trabajo extenso, ilustrado con láminas, tiende á disipar estas dudas, y tiene por objeto además dar cuenta de algunos detalles sobre la marcha y origen de los pedúnculos cerebelosos. Digamos, desde luego, que el material de estudio lo han constituido el salmón y trucha de pocas semanas (*Salmo fontinalis*, *Trutta iridea*, *Trutta lacustris*), el barbo y *Cyprinus carpio*, de cortas dimensiones.

Contiene el cerebelo de los peces, como el de los mamíferos,

tres zonas superpuestas: *zona molecular*, *zona de los granos* y *zona de substancia blanca*.

Capa molecular. Está constituida esencialmente por la arborización protoplásmica ascendente de las células de Purkinje y las innumerables fibrillas paralelas, hijas del cilindro-eje ascendente de los granos. Estas fibrillas, descubiertas por mí en los mamíferos y aves, confirmadas en los mamíferos por Kölliker, van Gehuchten, Retzius, etc., han sido vistas en los peces primeramente por mi hermano y después por Schaper y Falcone. En el salmón se presentan erizadas de granitos ó pequeñas espinas colaterales (P. Ramón); y en las partes laterales del cerebelo, dichas fibras acaban libremente á favor de una varicosidad.

Contiene, además, la capa molecular pequeños elementos nerviosos, fusiformes, correspondientes á las células estrelladas de los mamíferos y numerosos elementos de neuroglia.

La *neuroglia* exhibe disposición diferente en los segmentos anterior y posterior del cerebelo. En el anterior, *valvula cerebelli*, la neuroglia conserva un carácter netamente epitelial, pues consiste en células cuyo cuerpo limita la cavidad ventricular y cuya expansión única, después de cruzar indivisa ó poco ramificada la zona de los granos, se resuelve en los linderos de la capa molecular en un penacho de fibras ascendentes, terminadas en la *pia mater* por otros tantos ensanchamientos cónicos. Del trayecto intra-molecular de estas fibras, proceden infinidad de excrecencias granuladas que sirven verosímelmente para separar y mantener las fibrillas paralelas. En la porción espesa del cerebelo (segmento principal posterior), las células de neuroglia corresponden exactamente á las de los mamíferos. Estas células, que ya fueron indicadas por Fusari, residen al nivel de las células de Purkinje, y sus expansiones en número de dos, cuatro ó más, suben á la capa molecular, terminando bajo la *pia* de la manera indicada. Hállanse también esparcidas en medio de la capa de los granos, y á diferentes distancias del ventrículo, células epiteliales dislocadas, cuya expansión periférica se divide y subdivide como las células neuróglicas supradichas en la zona molecular. Estas células establecen el tránsito morfológico y genético entre los corpúsculos del epéndimo y la neuroglia cerebelosa de la capa molecular.

Las células nerviosas de la capa molecular, son fusiformes ó triangulares; su cilindro-eje, de marcha más ó menos paralela, parece acabar en el espesor de la zona molecular sin contribuir á constituir los pinceles descendentes. Las células que originan estos últimos residen más abajo, encima ó al nivel mismo de las células de Purkinje; su cilindro-eje marcha horizontalmente por la línea misma de estos últimos corpúsculos, abarcando en su dirección antero-posterior una gran parte del cerebelo. Estas expansiones emiten, de trecho en trecho, unos ramitos, ya ascendentes, ya oblicuos, ya horizontales, que se resuelven inmediatamente en un penacho de hilos varicosos y muy próximos. Estos penachos, en unión de otros procedentes de cilindros-ejes semejantes, se adosan á la superficie de los cuerpos de las células de Purkinje, á los que sin duda transmiten, por contacto ó por influencia, la acción nerviosa engendrada en los corpúsculos estrellados. Las *cestras terminales* existen, pues, en el cerebelo de los peces, pero no tienen la regularidad de las de los mamíferos, ni la terminación en punta de pincel tan acusada en el cerebelo de las aves.

En cuanto á las células de Golgi, muéstranse en su mayor parte fusiformes, con largas expansiones protoplásmicas polares, las cuales penetran en la capa molecular, constituyendo una ramificación terminal muy rica, cuyas ramitas secundarias son ascendentes y espinosas. El plano de la arborización nos ha parecido dirigirse en el sentido de la de los corpúsculos de Purkinje. El cilindro-eje procede ordinariamente de una expansión protoplásmica y no tarda en descomponerse entre los granos en una arborización extensa, pero menos tupida que la ofrecida por los mismos corpúsculos de los mamíferos y aves.

Los demás elementos del cerebelo, tales como los granos, fibras musgosas, se comportan, como ha descrito mi hermano, conformando en un todo con la disposición tan conocida de estas partes en los mamíferos y aves.

Pedúnculos cerebelosos. Los cortes antero-posteriores y frontales del encéfalo de los peces, muestran claramente tres clases de hacecillos de fibras nerviosas aferentes ó eferentes de la substancia blanca del cerebelo. Ínterin resolvemos la cuestión de la homología de estos hacecillos, los llamaremos para evitar prejuicios y errores y atendiendo á su posición;

pedúnculo anterior, pedúnculo posterior y pedúnculo externo.

Pedúnculo anterior. El grueso de las fibras nerviosas que salen del cerebelo por su cara inferior y parte lateral, ingresa en un ganglio más ó menos redondeado situado á los lados del ventrículo cerebeloso, en el punto de unión del bulbo con el cerebelo. Las células de este ganglio son, ora bipolares, ora unipolares. De ordinario, poseen una expansión protoplásmica descendente, terminada libremente en el espesor mismo del ganglio, y una finísima prolongación ascendente, nacida ya directamente del cuerpo celular, ya del apéndice protoplásmico. La reunión de todas las prolongaciones nerviosas por encima del ganglio, constituye un grueso haz que, penetrando en el eje del cerebelo, se esparce por la capa de los granos. De este haz hemos visto salir muchas fibras musgosas, pero no nos atreveremos á asegurar que estas fibras sean continuación de las células citadas, por cuanto en el paraje del haz de donde se desprenden las musgosas ya se le han incorporado hacecillos provenientes de otras partes del bulbo.

Este ganglio está unido al bulbo mediante dos clases de colaterales: *cortas*, nacidas en las fibras del fascículo longitudinal posterior, que yace vecino en la cara posterior del bulbo; y *largas* y de gran finura, las cuales emanan de un manojito de fibras longitudinales, situado en la parte inferior del bulbo. Este manojito es hijo á su vez, por bifurcación fibrilar, de un robusto fascículo descendente que, desprendiéndose de la zona de las fibras profundas del techo óptico, se dirige al lóbulo inferior del cerebro donde se termina á beneficio de extensas arborizaciones. El haz secundario, del cual parten las colaterales para el ganglio cerebeloso, acaba en la cara inferior del bulbo en un foco superficial de substancia gris, cuya homología con los de la protuberancia y bulbo de los mamíferos no osamos todavía establecer. Añadamos aún, que dicho ganglio *subcerebeloso* recibe colaterales de fibras especiales de paso, bastante recias, que desde el bulbo van al cerebelo y cuyo origen y terminación no hemos podido reconocer.

El *ganglio subcerebeloso* yace delante y debajo del cerebelo, en plena substancia de éste, por lo cual cabría compararle á la oliva cerebelosa de los mamíferos. Mas como ésta parece depender de los lóbulos cerebelosos laterales y estos no existen

en los peces, acaso corresponda más bien el citado ganglio al que en los mamíferos se designa con el nombre de *ganglio del techo*. Para resolver este punto son precisas nuevas observaciones que todavía no hemos logrado realizar. Una de ellas y de las más eficaces sería ver si, de las células yacentes en la oliva y foco gris del techo de los mamíferos, proceden fibras nerviosas penetrantes en el cerebelo.

Pedúnculo posterior. Del centro mismo de la substancia blanca del cerebelo procede un haz de fibras más espesas que, pasando por detrás del ganglio subcerebeloso y sin suministrarle colateral ninguna, ingresa en el bulbo, dirigiéndose hacia abajo, afuera y adelante entre las fibras nerviosas de éste. Por su curso y situación, este manojito nos ha parecido corresponder á los pedúnculos cerebelosos superiores de los mamíferos (*Bindearm* de Eninger en el cerebro de los selacios). Pero nada podemos decir todavía del origen y terminación de sus fibras.

Detrás del ganglio subcerebeloso existe una acumulación de células multipolares por entre las cuales pasa el pedúnculo cerebeloso posterior. Los cilindros-ejes de estas células dirigense hacia adelante, ingresando en el bulbo. En dicho ganglio acaban muchas colaterales ascendentes, llegadas de fibras del inmediato fascículo longitudinal posterior. Ignoramos la homología de este ganglio, que no aparece descrito por ningún autor, y que no tiene probablemente conexiones dinámicas con el cerebelo, por más que se halla en continuidad con éste y con el ganglio subcerebeloso ya mencionado.

Pedúnculo cerebeloso lateral. Así llamaremos á un haz espeso, á menudo múltiple, que aparece en los cortes transversales del cerebelo y bulbo en la parte más lateral de ambos órganos, y que se termina mediante arborizaciones libres en un foco gris situado superficialmente en las porciones laterales del bulbo. Acaso corresponda esta masa gris á la oliva bulbar, y el manojito ó pedúnculo en cuestión que á ella se dirige, al pedúnculo cerebeloso medio. La resolución de este punto reclama aún nuevas y más profundas indagaciones. A este fascículo arriban probablemente muchos cilindros-ejes de las células de Purkinje.

Habenula. Nuestros estudios sobre el ganglio de la habenula confirman y amplían los recientes trabajos de Eninger y

van Gehuchten. En el salmón de pocas semanas, la mayor parte de las células de este centro son unipolares, y de la rama protoplásmica única procede el cilindro-eje, el cual, en unión de los demás, forma el *manejo retroreflejo* de Meinert. Este haz termina efectivamente, como han reconocido los citados autores, en el ganglio interpeduncular, el cual, además de las arborizaciones de las citadas fibras, contiene numerosas células estrelladas, cuyo cilindro-eje nos ha parecido ingresar en el bulbo.

El ganglio de la habenula recibe dos clases de fibras nerviosas terminales, unas ascendentes, derivadas del nervio óptico, otras antero-posteriores y ascendentes, arribadas del pedúnculo cerebral, ó *fascículo basal* de Edinger, y cuyas células de origen yacen en el cerebro. Estas dos clases de fibras constituyen en torno de las células de la habenula un plexo intersticial muy rico, representado por arborizaciones libres fuertemente varicosas.

Recientemente hemos visto también arborizaciones libres semejantes en la habenula del ratón y rata blanca. Las fibras terminales descendían de la *Stria pinealis*, y acababan por flecos ó rosáceas granuladas, que recordaban las ramificaciones llamadas excrecencias musgosas de las fibras de este nombre en el cerebelo.

Bulbo olfatorio. El bulbo olfatorio de los peces ha sido bien estudiado recientemente por van Gehuchten, quien ha demostrado una textura análoga á la que Golgi, nosotros, mi hermano, etc., habíamos reconocido en los mamíferos, aves, reptiles y batracios. Del resultado de nuestros estudios haremos aquí sólo breves indicaciones.

Las fibras olfativas se terminan en el salmón por breves arborizaciones libres, tan sencillas algunas que semejan una horquilla de ángulo redondeado. Cada arborización se pone en relación con un penacho terminal de una célula de la substancia gris inmediata.

Las células empenachadas son pisiformes, y más á menudo fusiformes; sus expansiones protoplásmicas, en número de dos, generalmente, no tardan en suministrar ramos secundarios, cada uno de los que se termina en los glomérulos olfativos á beneficio de un breve y sencillo penacho, comparable, por su simplicidad y figura, á la arborización nerviosa de

una placa motriz. Todas las expansiones protoplásmicas terminan en penacho, y no faltan penachos hasta en el trayecto de las mismas. En general, el número de penachos por célula oscila entre tres y seis. El cilindro-eje procede casi siempre de una rama protoplásmica, dirígese hacia abajo y hacia atrás, y, en unión de los otros, constituye un haz antero-posterior situado en el plano inferior de la vesícula cerebral. Después de suministrar estas fibras algunas colaterales á la substancia gris superpuesta, el haz olfatorio parece acabar, en su mayor parte, en un foco gris situado un poco por delante y debajo de la comisura inferior. No hemos podido confirmar la penetración de fibras olfativas en esta comisura. La mayor parte de las fibras comisurales provienen de células yacentes en el ganglio fundamental del cerebro; en algún caso hemos notado que no se trata de cilindros-ejes directos, sino de colaterales ó de ramas secundarias de fibras destinadas á otras partes de la vesícula anterior, acaso de las continuadas con el fascículo basal.

Finalmente, los granos se comportan como mi hermano ha reconocido en los reptiles y batracios, es decir, que son células unipolares, y su única expansión, dirigida hacia la periferia, se resuelve en un penacho de ramas espinosas.