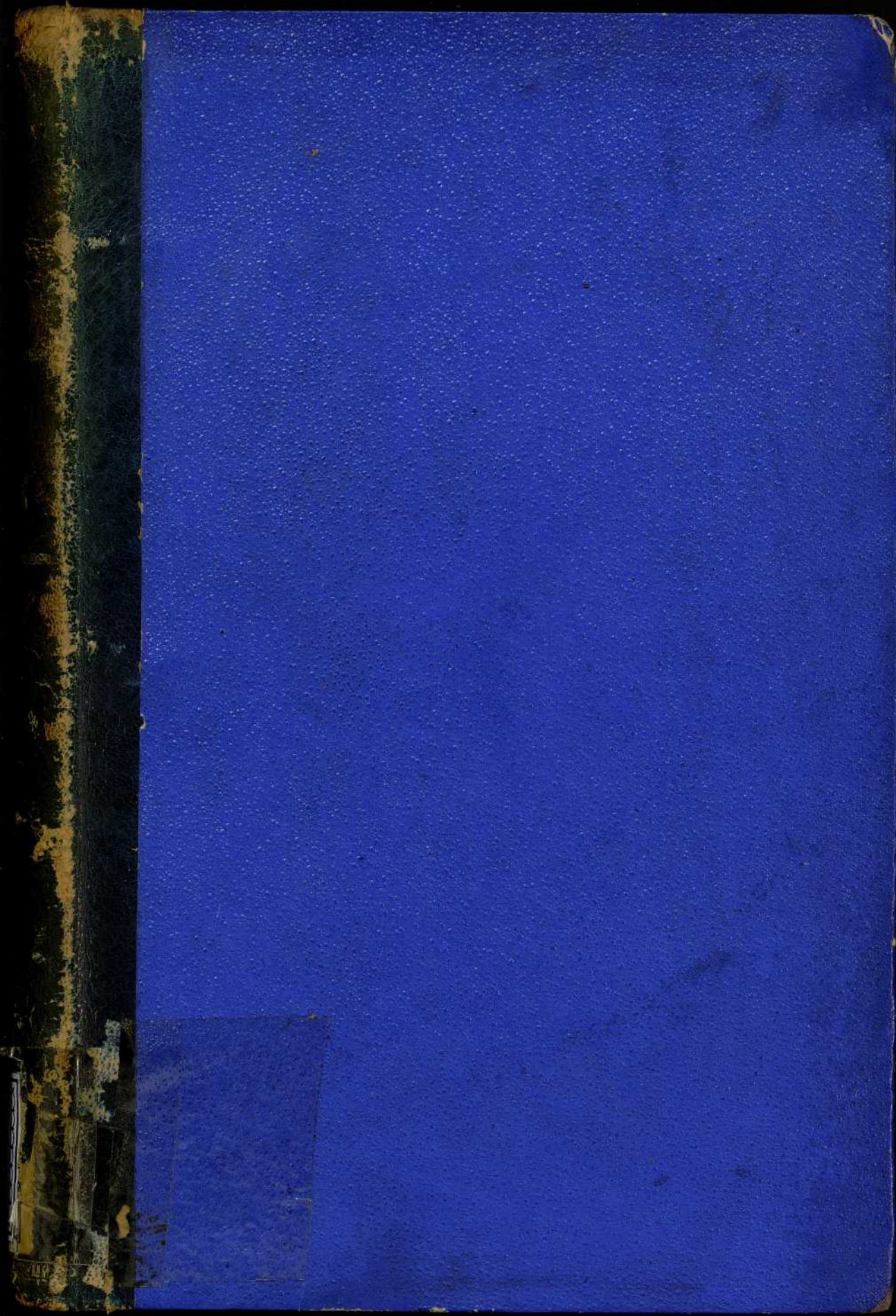


IMP 5 13

Catal

SISTEMA
NERVIOSO

IMP
5
13





CAJA IMP-5-13

~~Biblioteca Universitaria
Facultad de Ciencias
GRANADA
Sala D
Botante 47
Tabla
Número 27~~

EXPL. LIBRADOS

2 400 40

Jafar

MADE IN SPAIN



CAJA IMP-5-13

Biblioteca Comunal Facultad de Medicina GRANAD	
Sala	D
Estante	47
Tabla	
Número	27

611-018

FME/FA 3331

TEXTURA DEL SISTEMA NERVIOSO
DEL
HOMBRE Y DE LOS VERTEBRADOS



BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

N.° Doc.	882338
N.° Copia	926487

124850780

X B. 4. 223

TEXTURA DEL SISTEMA NERVIOSO

DEL

HOMBRE Y DE LOS VERTEBRADOS

ESTUDIOS SOBRE EL PLAN ESTRUCTURAL
Y COMPOSICIÓN HISTOLÓGICA DE LOS CENTROS NERVIOSOS
ADICIONADOS DE CONSIDERACIONES FISIOLÓGICAS
FUNDADAS EN LOS NUEVOS DESCUBRIMIENTOS

POR

S. RAMÓN CAJAL

Catedrático de Histología en la Universidad de Madrid.

~~~~~

Con numerosos grabados en negro y en color.

—  
TOMO II  
PRIMERA PARTE  
—

MADRID  
IMPRENTA Y LIBRERÍA DE NICOLÁS MOYA  
*Carretas, 8, y Garcilaso, 6.*

—  
1904

*Es propiedad del autor.*

# HISTOLOGÍA DEL SISTEMA NERVIOSO DE LOS VERTEBRADOS

## CAPÍTULO PRIMERO

### BULBO RAQUÍDEO

#### Conformación exterior del mismo.

El *bulbo raquídeo*, llamado también *médula oblongada*, es el segmento espesado y cónico del eje cerebro-espinal, en que se termina superiormente la médula al juntarse con la protuberancia y cerebelo. Reside en parte dentro de la cavidad craneal y sus límites son, por arriba, el borde posterior de la protuberancia, é inferiormente, el nacimiento del primer nervio cervical.

Representa el bulbo raquídeo una prolongación de la médula espinal, pues consta, como ésta, de raíces sensitivas y motoras, de substancia blanca periférica y de focos grises ó astas anterior y posterior; pero todas estas partes han sufrido dislocaciones y mudanzas que imprimen á la estructura del bulbo un sello particular. Antes de exponer detalladamente tales mutaciones conviene dirigir una ojeada sobre la morfología exterior del órgano que estudiamos.

Considérase al bulbo, para comodidad descriptiva, como un órgano de forma de pirámide de base superior cuadrangular, con cuatro facetas ó caras, que son anterior, laterales y posterior.

**Cara anterior** (fig. 207). — Dirigida hacia adelante y abajo, presenta en el rafe un surco medio vertical, llamado *surco anterior*, el cual se continúa con el de la médula, y exhibe en lo alto, al juntarse con la protuberancia, una depresión ó foseta (*agujero ciego* de Vicq d'Azyr). Hacia abajo este surco pierde profundidad y queda casi interrumpido por consecuencia de la aparición de numerosos manojos de substancia blanca, que se entrecruzan en ángulo agudo pasando desde las profundidades de la médula al cordón anterior del bulbo (fig. 207, G). Esta importante disposición llámase *entrecruzamiento ó decusación* de las pirámides. Por fuera del citado surco resalta una eminencia ó haz de substancia blanca, espeso, adelgazado inferiormente y designado *pirámide anterior* (fig. 207, A). Este cordón se continúa aparentemente por abajo con el anterior de la médula, pero en realidad se prolonga con la vía pira-

midal ó motriz cruzada y directa; por arriba perfora la protuberancia é ingresa en el pedúnculo cerebral y cerebro. Por fuera de las pirámides se dibuja un surco vertical, continuado con el antero-lateral de la médula; de él emergen las raíces del hipogloso (fig. 207, XII); en su porción inferior se halla cruzado por algunas fibras arciformes llegadas de la cara posterior del bulbo (fig. 207, C). En fin, en plano más externo resalta una eminencia blanca, oblongada, de extremos redondeados, limitada superiormente por la protuberancia y acabada libremente por abajo, no lejos del nivel de la decusación piramidal; tal es la *oliva bulbar* (figura 207, B), uno de los órganos más importantes del bulbo, y cuya robustez parece proporcional al volumen del cerebelo. Hacia atrás, la oliva tiene por frontera un surco superficial confluyente en el antero-lateral antes citado.

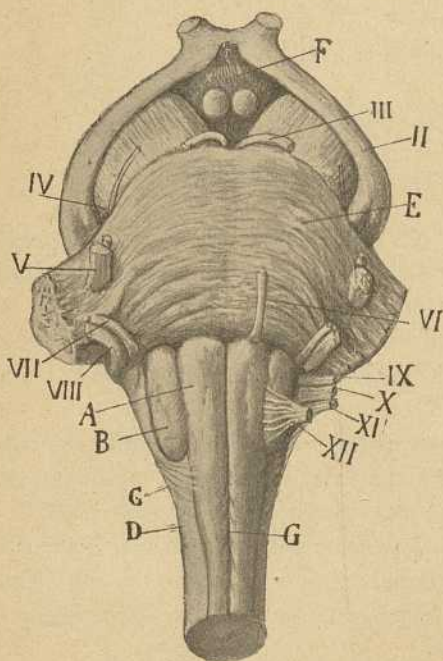


Fig. 207.—Cara anterior del bulbo y de la protuberancia del hombre. — A, pirámides; B, olivas; C, fibras arciformes; D, cordón lateral; E, protuberancia; F, *tuber cinereum*; G, surco medio anterior y cruce de las pirámides; II, cinta óptica; III, motor ocular común; IV, patético; V, trigémino; VI, motor ocular externo; VII, facial; VIII, auditivo; IX, glossofaríngeo; X, vago; XI, espinal; XII, hipogloso.

decir, los nervios mixtos del bulbo raquídeo (fig. 207, IX, X, XI).

**Cara posterior.** — Ofrece una fisonomía muy especial por causa de la apertura del epéndimo, cuyas paredes, dilatadas y extendidas transversalmente, constituyen el suelo del cuarto ventrículo ó ventrículo cerebeloso. En ella conviene distinguir dos porciones: inferior ó infraventricular y superior ó ventricular.

**Porción infraventricular.** — Esta porción ofrece de dentro á fuera: el *surco medio posterior* (fig. 208), continuación del homónimo de la mé-

superiormente por la protuberancia y acabada libremente por abajo, no lejos del nivel de la decusación piramidal; tal es la *oliva bulbar* (figura 207, B), uno de los órganos más importantes del bulbo, y cuya robustez parece proporcional al volumen del cerebelo. Hacia atrás, la oliva tiene por frontera un surco superficial confluyente en el antero-lateral antes citado.

**Cara lateral.** — Visto lateralmente exhibe el bulbo un delgado cordón, pequeña porción exterior visible de un manajo muy importante profundamente situado, continuado con el lateral de la médula. Detrás de este cordón aparece el surco *colateral posterior*, continuado con el de igual nombre de la médula y por el cual brotan tres nervios, el glossofaríngeo, el vago y el espinal bulbar, es

dula; la *pirámide posterior* (fig. 208, A), eminencia alargada de arriba abajo, de forma triangular con base superior espesada en forma de maza y con vértice inferior prolongado con el cordón de Goll; el *surco intermediario posterior*, que separa dicha pirámide del cordón posterior propiamente dicho; y, en fin, el *cuerpo restiforme* (fig. 208, B), grueso manojito redondeado, aparentemente continuado con el cordón posterior de la médula, pero formado en realidad de fibras nacidas del bulbo y de otras prolongadas con el cordón lateral del eje espinal. Superiormente, el cuerpo restiforme se ensancha y aparta progresivamente de la línea media, encuadra lateralmente el suelo del cuarto ventrículo y se termina continuándose con el pedúnculo cerebeloso inferior (fig. 208, D). Hacia afuera aparece limitado por un surco, continuación del colateral posterior de la médula ó surco de emergencia de las raíces sensitivas (fig. 208, C). Su frontera interna es asimismo la continuación de otro surco medular: el separatorio de los cordones de Goll y de Burdach (fig. 208, P). No lejos del surco colateral posterior, el cuerpo restiforme muestra posteriormente una mancha gris saliente, oblonga, más aparente en el niño recién nacido que en el adulto, la cual se designa *tubérculo ceniciento de Rolando*; corresponde al vértice del asta posterior de la substancia gris bulbar (foco de terminación de la raíz descendente del trigémino).

*Porción superior de la cara posterior.*—Está casi enteramente ocupada por una fosa romboidal de color generalmente grisáceo, que no es otra cosa que el suelo del cuarto ventrículo, del cual sólo la parte inferior corresponde al bulbo; la superior constituye la cara dorsal de la protuberancia. Ya hemos dicho que este suelo ventricular representa el interior del epéndimo, cavidad que al abrirse se ha ensanchado notable-

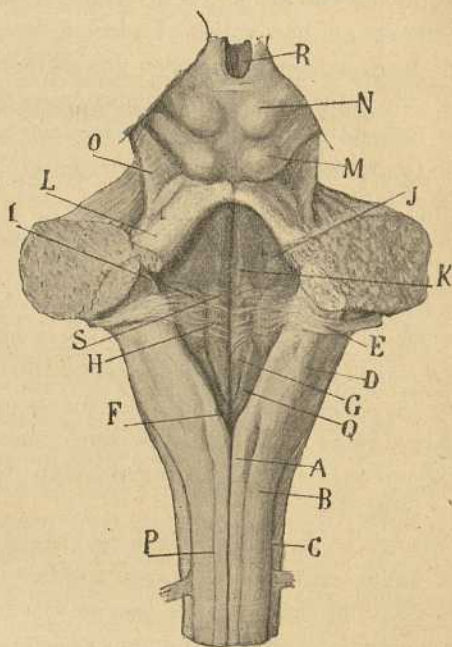


Fig. 208.—Cara posterior del bulbo y protuberancia del hombre.—A, pirámide posterior; B, cordón posterior; C, surco colateral posterior; D, cuerpo restiforme; E, acústico; F, punta del *calamus*; G, ala blanca interna; H, barbas del *calamus*; I, tubérculo acústico; K, eminencia *teres*; L, pedúnculo cerebeloso superior; M, tubérculo cuadrigémimo posterior.

mente, quedando por detrás y arriba limitada, á falta de pared posterior, por la válvula de Viusens y el cerebello.

Posee el suelo ventricular diversos accidentes que traducen, aunque de modo imperfecto, los relieves de varios focos motores y sensitivos. Las particularidades más interesantes, son las siguientes. En el rafe se ve un surco medio extendido desde el epéndimo medular hasta el acueducto de Silvio (fig. 208). El aspecto que la porción inferior de este surco ofrece, combinado con el de ciertas estrías blancas transversales situadas superiormente, le han valido el nombre de *calamus scriptorius* (fig. 208, F). Por fuera del surco aparecen dos eminencias prolongadas (*funiculus teres*), de color gris claro, anchas en su segmento central, donde ostentan un pequeño abultamiento (*eminencia teres*) (fig. 208, K), correspondiente al núcleo del motor ocular externo, y delgadas por sus cabos superior é inferior (fig. 208, K). La parte inferior de dicha faja, llamada también *ala blanca interna*, traduce posteriormente el núcleo de origen del hipogloso (fig. 208, G). Por fuera del *funiculus teres* se advierten tres manchas grises de forma triangular: una superior vecina del acueducto de Silvio (*locus ceruleus*) (J); otra media excavada en foseta (*foseta anterior*), y otra inferior situada á los lados del *calamus* y llamada *ala gris* (fig. 208, Q). Todavía en plano más lateral y en la vecindad del cuerpo restiforme, destacan una gruesa eminencia semilunar que corresponde al núcleo de terminación del acústico (*tubérculo acústico*) (fig. 208, I).

En fin, en sentido transversal y resaltando claramente del fondo gris del suelo ventricular, cruzan algunos hacecillos de substancia blanca llegados del contorno del cuerpo restiforme y terminados en el rafe ó surco medio posterior: llámanse *barbas del calamus scriptorius* (H).

---

## CAPÍTULO II

### CONFORMACIÓN INTERIOR DEL BULBO

Idea general de la distribución de la substancia blanca y gris.—Estudio de los cortes transversales seriados.

Hemos consignado más atrás que el bulbo raquídeo encierra los mismos factores de composición que la médula espinal: una corteza de substancia blanca situada periféricamente, y masas grises centrales, continuación de las astas del eje raquídeo y en las cuales nacen y terminan respectivamente los nervios motores y sensitivos. Pero la posición de estos focos grises, así como la situación y dirección tanto de los cordones de substancia blanca como de los nervios emergentes del bulbo, sufren grandes mudanzas que deben atribuirse á la acción combinada de las siguientes causas: 1.<sup>a</sup>, la presencia de núcleos nerviosos nuevos, tales como la oliva bulbar, los focos del cordón de Goll y de Burdach, etc., los cuales interponiéndose á las vías llegadas de la médula, producen en la substancia blanca muchas dislocaciones; 2.<sup>a</sup>, el notable desarrollo que alcanzan los núcleos de origen y terminación de los nervios que animan territorios de exquisita sensibilidad ó movilidad (trigémico y vago, glosófaringeo, hipogloso, etc.); 3.<sup>a</sup>, la apertura y ensanche del epéndimo que, rajado al nivel del surco medio posterior de la médula, ha dislocado hacia los lados y relegado al suelo del cuarto ventrículo, los núcleos de origen de los pares raquídeos; 4.<sup>a</sup>, el cambio de lugar y decusación de las vías motriz y sensitiva ocurridos en la porción inferior de este órgano, y por cuya virtud se acrece notablemente la masa de substancia blanca situada delante de los focos grises; 5.<sup>a</sup>, el establecimiento de numerosas vías transversales arciformes tendidas entre algunos focos bulbares y el cerebelo; 6.<sup>a</sup>, en fin, la creación de varias vías sensitivas y sensoriales centrales de gran robustez que se añaden á las sensitivas arribadas de la médula, por detrás y á los lados de las cuales se colocan.

Por lo que atañe á las astas de substancia gris, las causas referidas han obrado de suerte que los focos motores, continuación del asta ventral, ocupan una posición posterior é interna, y los sensitivos, representantes del asta dorsal, una situación postero-externa. Además, los grupos celulares reunidos de que consta cada asta medular, aparecen en el bulbo disociados y apartados por haces de substancia blanca. Así las dos



pléyades gangliónicas principales del asta motriz, se dispersan en dos columnas, de las cuales *la interna* situada cerca del rafe posterior, da origen al hipogloso, á los primeros pares cervicales, al motor ocular externo, motor ocular común y patético ; y *la externa*, subdividida á menudo en subnúcleo anterior y posterior, engendra las porciones motrices del espinal, glosio-faríngeo, vago, facial y trigémino. Las fronteras superiores de ambas columnas no están á igual altura: la columna motriz interna se remonta hasta el tubérculo cuadrigémino anterior, pero la externa no va más allá de la protuberancia (núcleo masticador).

En cuanto á las astas posteriores ó sensitivas, forman la mayor parte de la substancia gris del suelo del cuarto ventrículo, debiéndose también reconocer en cada una dos columnas, *anterior* y *posterior*. La *anterior*, representación de la substancia de Rolando y vértice y centro del asta posterior, constituye un foco lateral superficial de gran longitud en donde se arboriza la raíz sensitiva del trigémino y una parte del vago y glosio-faríngeo ; y la *posterior* cuya masa es considerable y representa acaso la región de la base del asta posterior, es punto de arribo y ramificación del acústico y porción principal sensitiva de los nervios glosio-faríngeo, vago y la totalidad del intermediario de Wrisberg.

En fin, la substancia gris intermediaria, el núcleo intersticial y los elementos exclusivamente funiculares directos ó cruzados del asta anterior de la médula cervical, están probablemente representadas en el bulbo por las grandes células intersticiales de la substancia blanca (substancia reticular blanca y gris) emplazada á los lados del rafe y por delante de los focos sensitivos. En el bulbo, pues, como más adelante haremos notar, los focos motores no suelen tener sino neuronas de una sola especie, es decir, que carecen de células funiculares, origen de vías cortas.

#### ESTUDIO DE LA CONFORMACIÓN INTERIOR BULBAR EN LOS CORTES SERIADOS

Para comprender más exactamente la conformación macroscópica de las masas grises y blancas del bulbo, es indispensable examinar cortes transversales seriados de este órgano, comparándolos entre sí y persiguiendo en cada uno de ellos la situación de las vías principales bajadas del encéfalo ó ascendidas de la médula.

Este estudio debe practicarse en buenas preparaciones teñidas con el método de Weigert, y procedentes tanto del hombre como de los mamíferos superiores. Las figuras que siguen reproducen algunos cortes interesantes de una doble serie obtenida del hombre adulto y del niño de pocos días. La serie del hombre adulto pertenece á un hemiplégico, en el cual había desaparecido la vía piramidal de un lado, aplastándose por consecuencia algo las regiones limítrofes de la misma. Este descarte de

la vía piramidal permite estudiar más cómodamente en el bulbo las fibras arciformes y comisurales que cruzan el área de dicho cordón motor.

Región de transición entre el bulbo y la médula (Fig. 209). — El corte, reproducido en la figura 209, pasa por la porción superior de la médula cervical, no lejos del primer par raquídeo, y á 2 ó 3 milímetros por debajo de la decusación de las pirámides. Examinemos en él la disposición de las dos substancias, la gris y la blanca.

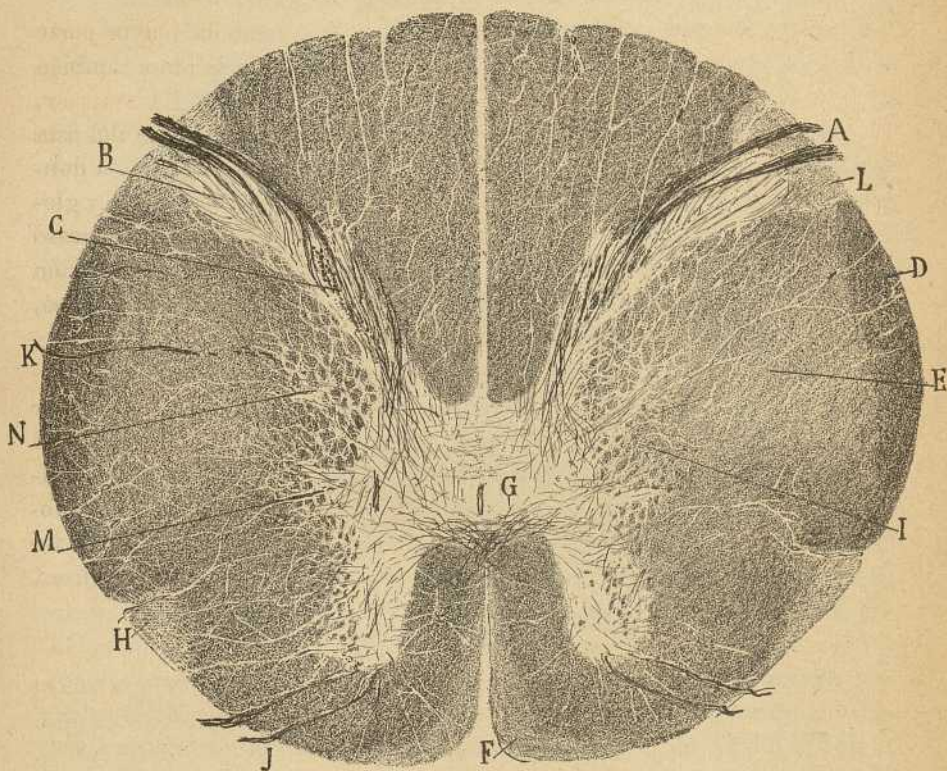


Fig. 209.—Porción superior de la médula cervical de un niño de quince días. (Método de Weigert-Pal).—A, raíces posteriores ; B, vértice del asta posterior ; C, haces longitudinales de radicales ; D, cordón cerebeloso de Flechsig ; E, vía piramidal cruzada ; F, vía piramidal directa ; G, comisura anterior ; J, raíz anterior ; K, nervio espinal ; L, zona marginal de Lissauer ; M, asta lateral ; N, núcleo intersticial.

*Substancia gris.* — En ella llama desde luego la atención la gran delgadez y alargamiento del asta posterior, que consta : de un pedículo invadido en gran parte por haces de substancia blanca dislocadas del cordón de Burdach (C), y de una porción terminal ensanchada en forma de maza, formada por la substancia de Rolando y el vértice del asta dorsal. Sobre esta cabeza yace una área cuadrangular poco medulada aun

en el niño de quince días, que no es otra que la zona marginal de Lissauer (fig. 209, L). La dirección general del asta dorsal ha cambiado también, desviándose lateralmente, lo que proviene del inusitado incremento adquirido por los cordones de Goll y Burdach.

El asta anterior ha experimentado menos transformaciones que la posterior, apreciándose solamente en ella la exageración de ciertas disposiciones ya iniciadas en la médula cervical. Como en ésta, se advierte un foco motor anterior, de donde parte el primer par cervical (J), y otro posterior ó postero-lateral, situado en frente de la comisura ventral, y del cual brotan las raíces del espinal inferior ó nervio accesorio, raíces que se dirigen hacia atrás y afuera para emerger en pleno cordón lateral (figura 209, K).

Detrás del plano de la comisura anterior, la substancia gris emite lateralmente una prolongación ramificada en pleno cordón antero-lateral, compuesta de acúmulos de células nerviosas y de hacesillos laxos, verticales, de substancia blanca (*asta lateral* de los autores); disposición que se repite también más posteriormente en frente de la substancia gris de la comisura posterior (N). Por lo demás, la forma de estas expansiones grises marginales (expansiones que corresponden al *ganglio intersticial* de la médula) presentan muchas variantes. En torno del epéndimo la substancia gris gelatinosa hállase notablemente desarrollada, como hace notar Kölliker.

*Substancia blanca.*—Las raíces presentan una desviación marcada de su dirección, que se torna muy oblicua y casi transversal, particularidad que se aprecia tanto en las ventrales, como en las dorsales. En éstas obsérvase todavía un cambio interesante: una parte de sus hacesillos, después de costear por fuera el cordón de Burdach, penetra en el centro y base del asta posterior y se continúa (verosíblemente por bifurcación) con ciertos manojos longitudinales que obstruyen en gran parte el pedículo de dicho territorio gris. Las colaterales sensitivas proceden, por tanto, lo mismo de estos haces dislocados que del cordón de Burdach.

En cuanto á los cordones, hay que notar el enorme desarrollo adquirido por los haces de Goll y de Burdach; el tamaño no menos excepcional del cordón lateral, cuya vía piramidal se aproxima algo hacia la línea media, estrechando la base del asta posterior; el aspecto reticulado de la porción externa del cordón anterior, etc.

Corte al nivel del entrecruzamiento de las pirámides. — Los cortes que pasan (fig. 210) por el entrecruzamiento de las pirámides, revelan ya cambios de transcendencia.

*Substancia gris.*—El asta posterior se muestra cortada en dos porciones: apical y basal; esta separación parece motivada por la penetración en el centro del asta de numerosos haces nerviosos dislocados del cordón de Burdach, y por el gran desarrollo del cordón del asta posterior, que se

corre hacia atrás y adentro, empujado por la dislocación de la vía piramidal. También contribuye á ello esta misma vía, cuya posición se ha hecho muy interna y anterior (fig. 210, C.).

La porción cefálica ó apical del asta dorsal afecta figura redondeada (fig. 210, F) y consta de la substancia de Rolando y de las células centrales del vértice de aquélla. El número de manojitos meridianos que cruzan dicha substancia es considerable, y este incremento se debe al refuerzo de la zona marginal de Lissauer y demás territorios inmediatos

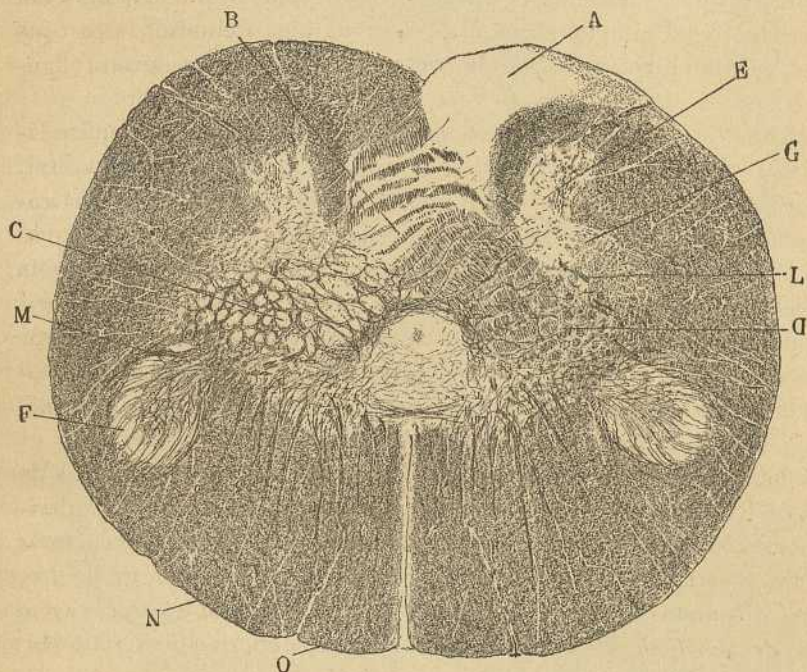


Fig. 210. — Corte del bulbo de un hemipléjico á la altura del entrecruzamiento de las pirámides. — A, pirámide degenerada; B, haces de la misma situados en la región comisural y llegados de C, porción de la vía motriz cruzada no decusada aún; D, vía piramidal sana; E, asta anterior; F, asta posterior; L, M, oncenno par; N, cordón de Burdach; O, de Goll.

del cordón posterior, de donde brotan las colaterales sensitivas, por un nuevo contingente de fibras longitudinales: la raíz descendente sensitiva del trigémino.

La porción basal del asta dorsal representa un vasto espacio irregular, comunicante con la comisura posterior. Sus fronteras son: por delante, los manojos cruzados de la vía piramidal; por fuera, el cordón, dividido en numerosos manojos, del asta posterior, y, por detrás, los cordones de Goll y de Burdach. De esta frontera posterior, y en el punto de unión de ambos cordones, parte una expansión gris ó golfo, que se insinúa en pleno cordón de Burdach y que no es otra cosa que la porción inicial del

*ganglio del cordón de este nombre.* En la figura 210, dicha expansión aparece poco desenvuelta aún; pero en los cortes más superiores de esta *región bulbar*, alcanza mayor extensión (fig. 212). En fin, en el espesor del cordón de Goll, que la figura 210, nos revela exclusivamente formado de substancia blanca, secciones más altas nos le muestran salpicado en su centro por tabiques y conglomerados de substancia gris, que dislocan hacia la periferia los tubos nerviosos longitudinales; esta substancia gris, no enlazada todavía con la base del asta posterior, representa la primera avanzada de los elementos del *núcleo del cordón de Goll*. En la fig. 211, A, procedente del niño de pocos días, véase ya bien delineado este núcleo, que todavía no comunica con la substancia gris del asta dorsal.

Aparte el citado golfo gris, que invade por delante el cordón de Burdach, muéstrase constantemente en el espesor de éste unos núcleos muy claros, redondeados ó piriformes, de substancia gris, que por su posición cabe distinguir en interno y externo. El interno, que llamaremos *núcleo redondo interno* del cordón de Burdach, es más pequeño que el externo y yace cerca del ganglio de Burdach, no lejos del vértice de éste; á veces falta en un lado, sobre todo en la médula adulta, ó sufre cambios de posición y confluencias con la substancia gris vecina. El *núcleo redondo externo*, más robusto y constante que el compañero, mora no lejos de la substancia de Rolando del asta posterior, se inicia en plano más bajo que el interno y se mantiene aún hacia lo alto, al nivel de la decusación sensitiva. En ocasiones, un puente de unión le reúne á la substancia de Rolando, de cuyos caracteres micrográficos participa (fig. 211, D). Añadamos todavía para ser completos, la existencia, algo inconstante en zonas superficiales del cordón de Burdach, de unas masas grises irregulares dispuestas en arco (fig. 212, R). Llámense *foco accesorio del ganglio de Burdach*. Este foco accesorio adquiere enorme desarrollo por encima de la decusación sensitiva.

También el asta anterior ha sido decapitada por su base (fig. 210), perdiendo su continuidad con la substancia gelatinosa central y la gris intermediaria. La figura 211 revela bien á las claras que esta segregación del asta anterior resulta del entrecruzamiento de la vía piramidal. Además, la aparición de las nuevas fibras longitudinales de esta vía en la región fisural del cordón anterior, ha estrechado transversalmente dicha asta, y el hueco progresivamente formado en el cordón lateral por el abandono de los tubos motores, parece haberse llenado por la emigración hacia fuera de numerosas células cordonales y comisurales. Los elementos, pues, del asta anterior, dispónense en tres focos principales: dos motores, uno anterior destinado al primer par cervical y otro posterior ó postero-externo, de donde brota el espinal; y uno latero-externo amplio, ramificado en el espesor del cordón antero-lateral (fig. 210, G), y continuado hacia atrás con numerosos tabiques grises, separatorios de la

vía piramidal aún no cruzada y de los manojos del cordón del asta posterior.

En la substancia blanca se han operado asimismo algunos cambios. El cordón anterior, notablemente grueso por la incorporación de la vía pi-

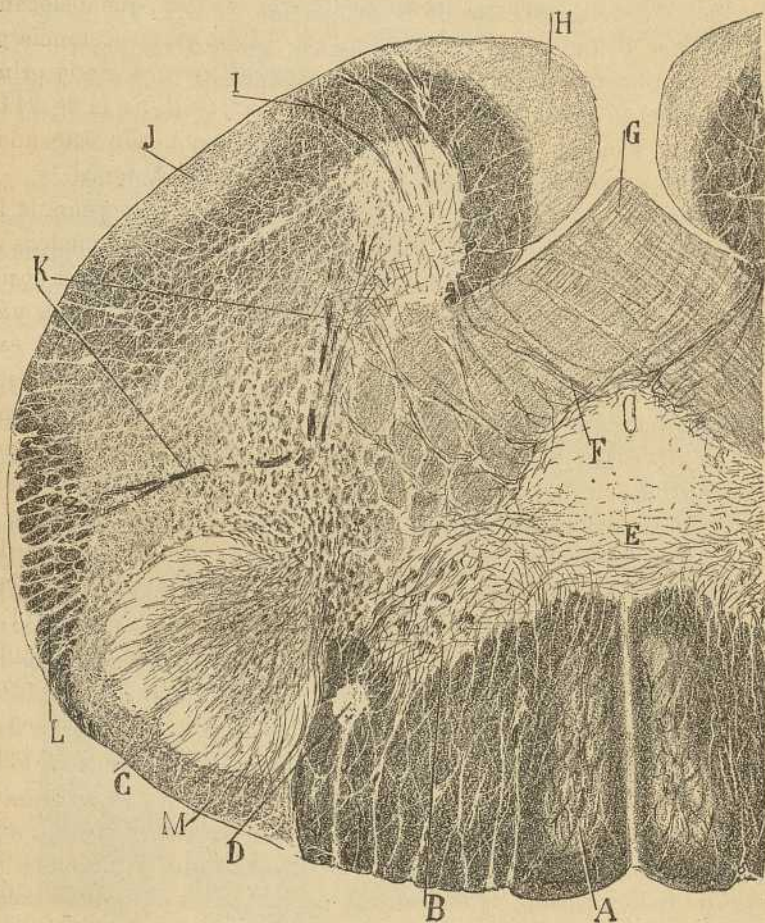


Fig. 211. — Corte de la región del entrecruzamiento de las pirámides del bulbo del niño de quince días. (Método de Weigert-Pal). — A, núcleo del cordón de Goll; B, comisura del núcleo del cordón de Burdach; C, substancia de Rolando; D, núcleo redondo externo; E, comienzo posterior; F, fibras gruesas meduladas de la comisura anterior; G, punta de la decusación piramidal; H, porción cruzada de las pirámides; I, raíces anteriores; J, manajo de Gowers; K, nervio espinal; L, cordón cerebeloso ascendente.

ramidal, consta ahora de dos áreas: interna ó fisural, formada de fibras finas ó motrices (fig. 211, H); externa ó de fibras gruesas, continuadas con las del cordón anterior de la médula. El cordón comisural, bastante desarrollado, ocupa un plano sucesivamente más posterior y externo,

presentándose adelgazado y como oprimido entre la vía piramidal y el asta motriz.

Subsiste todavía la comisura anterior, delante del epéndimo, pero no forma un plano macizo de fibras transversales, como en la médula cervical, sino un plexo de hacecillos finos ondulados, insinuados y esparcidos por entre los gruesos manojos de la decusación motriz. En la fig. 210, que reproduce el bulbo de un hemipléxico, estas fibras comisurales se muestran claramente en la vía piramidal degenerada, pudiéndoselas perseguir fácilmente hasta la porción profunda del haz comisural del cordón anterior. También son visibles en la fig. 211, F.

En cuanto al cordón lateral, una vez dislocada la vía motriz, se achica considerablemente, perdiendo sobre todo en dimensión antero-posterior, y quedando reducido á cuatro órdenes de fibras: el manajo cerebeloso de Flechsig, el cual se aplasta en sentido dorso-ventral, resultando triangular (fig. 211, L), el fascículo de Gowers, las fibras no motrices ó vías cortas del cordón lateral, y el cordón del asta posterior.

Tocante al cordón posterior, hay que observar una reducción notable en su espesor antero-posterior, á causa del comienzo de los ganglios de Goll y de Burdach y de la terminación en estos focos de numerosas fibras longitudinales.

En fin, el cruce de la vía motriz preséntase con entera evidencia, como se ve en las figs. 210 y 211. La decusación se verifica mediante fascículos generalmente gruesos, que se aproximan al rafe en ángulo recto ó casi recto, para inclinarse luego y hacerse verticales en la porción fisural del cordón anterior del otro lado. Las primeras fibras que se cruzan corresponden al plano más interno del fascículo motor del cordón lateral, y ocupan, por lo menos en su mayoría, la porción anterior de la vía piramidal del bulbo; las fibras cuya decusación se verifica en lo alto corresponden al plano más lateral de dicho fascículo, y se sitúan en el bulbo en las capas más profundas de la pirámide. No es posible saber si este orden se mantiene también más arriba, cuando la pirámide bulbar, ya del todo formada, se estrecha de delante atrás y adquiere sección triangular (fig. 212). Consecuencia natural de la decusación de las pirámides es la poca profundidad del surco medio anterior del bulbo y la aparición de un espolón triangular (*processus mamillaris*), cuyo espesor crece de abajo arriba (fig. 211, G). Al iniciarse la decusación sensitiva, dicho surco adquiere su antigua profundidad y el espolón de la pirámide se desvanece.

**Entrecruzamiento sensitivo.—Ganglios de Goll y de Burdach.**— En la fig. 212, que reproduce un corte bulbar que pasa inmediatamente por encima del cruce de las pirámides, aparece ya bien iniciada la decusación sensitiva, y en pleno desarrollo los núcleos de los cordones de Goll y de Burdach.

*Substancia gris.*—*Asta posterior.*—Como en los cortes precedentes, nos presenta dos regiones: la apical gruesa, redondeada, portadora de la substancia de Rolando y del vértice del asta dorsal y la basal, sumamente amplia, continuada sin límites acusados con la región comisural posterior, la substancia gris intermediaria, el ganglio intersticial del cordón lateral, etc., etc. Del borde posterior de este territorio gris basal surgen, á manera de golfos penetrantes en el cordón posterior, los dos núcleos de Goll y de Burdach.

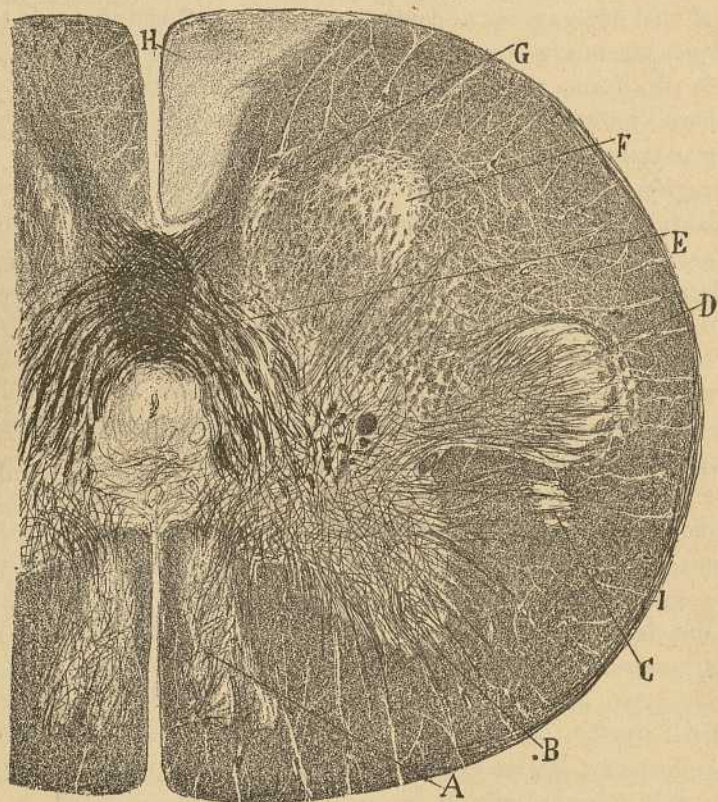


Fig. 212. — Corte del bulbo de un hemipléjico al nivel del cruce de la vía sensitiva. (Método de Weigert-Pal). — A, núcleo del cordón de Goll; B, núcleo de Burdach; C, núcleo redondo externo; D, substancia de Rolando subyacente á la raíz descendente del quinto par; E, vía sensitiva; F, porción externa del asta anterior; G, porción interna ó motriz de la misma; H, vía piramidal degenerada.

El *foco de Goll* se inicia antes que el compañero, apareciendo en los cortes más inferiores, á la altura todavía del cruce piramidal, como un núcleo gris salpicado de manojos nerviosos longitudinales y rodeado casi enteramente por la substancia blanca del citado cordón. En planos más altos crece el número de las células nerviosas, se alarga notablemente en



sentido antero-posterior y confluye, mediante un largo pedículo, que se va progresivamente ampliando, con la región gris comisural. En ningún caso pierde su aspecto plexiforme, que debe al gran número de tubos nerviosos que en él tienen su terminación.

El *núcleo del cordón de Burdach* se inicia ya en los cortes precedentes á guisa de ligera depresión del cordón de su nombre ; pero su entero desarrollo lo alcanza en plano más alto que el de Goll (fig. 214). Una vez formado, se presenta á la manera de una escotadura profunda, triangular ó semi-esférica, que penetra de delante atrás en el cordón de Burdach, al cual adelgaza en su centro y separa lateralmente en dos tramos ó tabiques medulares, interno y externo. El aspecto de este núcleo es también plexiforme por la enorme cantidad de hacecillos medulados que en él nacen y terminan. En concepto de núcleos accesorios de este foco, pueden contarse los *esféricos, interno y externo* antes citados.

La región comisural del asta posterior es muy espesa y contiene una gran cantidad de fibrillas transversales, según veremos más adelante.

El *asta anterior* aparece muy angosta en sentido transversal, y puede considerarse dividida, por consecuencia de la invasión de numerosos hacecillos de substancia blanca emigrados del cordón anterior, en dos territorios : interno (fig. 212, G), donde se hallan exclusivamente las células motrices, punto de partida del nervio espinal y primer par cervical ; y el externo, semilunar ó falciforme, mal limitado hacia fuera, y donde parecen habitar los elementos comisurales y cordonales (F). Por fuera y detrás de este foco externo, se halla un área considerable que interesa toda la porción profunda del cordón lateral, y en la cual se asocian para formar un todo complicado, haces verticales de substancia blanca y acúmulos grises de aspecto reticular. Esta infiltración gris representa el comienzo de una importante región del bulbo, donde se albergan infinidad de células comisurales y funiculares de gran talla, y que ha sido llamada *substancia reticular gris*. Su producción parece resultar de una emigración hacia afuera, por causa de la decusación motriz y sensitiva ó de otras influencias, de las innumerables células funiculares y comisurales de la región intermediaria de las astas medulares.

*Substancia blanca. — Fibras arciformes internas y decusación sensitiva.*—Esta decusación marca la aparición de un factor muy importante de la arquitectura bulbar : las *fibras arciformes* que representan, como veremos más adelante, conductores sensitivos cruzados de segundo orden, continuados hacia arriba con la vía sensitiva general de la protuberancia y pedúnculos cerebrales.

El contingente principal de las fibras arciformes internas, nace sin duda alguna, de los núcleos de los cordones de Goll y de Burdach, reuniéndose en manojitos que se cruzan á menudo en ángulos agudos en su curso inicial ; ganan después, describiendo arcos de concavidad interna,

la substancia gris central ó peri-ependimal, y una vez arribadas á la región de la comisura anterior, se cruzan con las del opuesto lado para hacerse longitudinales, situándose en pleno cordón anterior, por detrás de la vía piramidal, y por dentro y atrás del haz comisural de este cordón.

Las primeras fibras que se entrecruzan emanan del foco de Goll, que es también el núcleo que primeramente hallan en su curso ascendente los tubos del cordón posterior; las fibras nacidas en el núcleo de Burdach, se suman después.

En los cortes bulbares próximos á la decusación piramidal (fig. 212, E), los haces de tubos sensitivos cruzados son espesos, están muy próximos y forman delante del epéndimo, al nivel del rafe, un macizo de fibras ó plexo inextricable de poca altura; pero á medida que se estudian secciones más altas, los haces son más delgados, disponiéndose en arcos concéntricos que ocupan un área considerable (fig. 213, M). En estas regiones más elevadas del bulbo, el sucesivo arribo de fibras arciformes ha engendrado un doble y espeso muro de conductores verticales, que costea los lados del rafe y se extiende desde la substancia gris peri-ependimal hasta la vía motriz. Más arriba, ocupará esta importante corriente sensitiva el espacio que media entre las dos olivas bulbares.

En resumen, la vía sensitiva llegada de los núcleos de Goll y de Burdach, se instala detrás de la vía motriz, manteniéndose esta relación de un modo constante hasta la protuberancia. Dicha vía sensitiva tomará en adelante el nombre de *cinta de Reil* ó *lemnisco interno*.

*Fibras arciformes externas.*—Las fibras arciformes sensitivas forman, según llevamos dicho, un sistema de arcos interiores concéntricos á la substancia gris central; en virtud de esta posición profunda, han recibido el nombre de *fibras arciformes internas*. Pero desde la altura de los núcleos de Goll y de Burdach, comienza otro sistema de fibras, las *arciformes externas*, las cuales parecen desprenderse de la substancia blanca del cordón de Burdach, marchan marginales hacia adelante, ganan, pasando por delante de las pirámides, la cisura media anterior, para incorporarse en definitiva á la vía sensitiva principal (fig. 213, I, J, L).

En el cordón anterior sigue y se acentúa la dislocación lateral; el cordón propiamente lateral, mengua progresivamente, acercándose de cada vez más hacia adelante la substancia de Rolando; crece en robustez la substancia blanca que recubre la cabeza del asta posterior (raíz sensitiva del trigémino); en conjunto, disminuye también el cordón posterior, así como la profundidad del rafe medio dorsal, acentuándose esta disminución en la corteza del ganglio de Goll, en cuyo interior acaba gran canal de tubos sensitivos largos, etc.

En cortes algo más altos, como el reproducido en la fig. 213, la decusación sensitiva continúa, dilatándose todavía más el área ocupada

por los núcleos de Goll y de Burdach. En tales secciones resaltan, además, algunos focos grises nuevos que conviene conocer.

Desde luego llama la atención la desaparición del asta anterior, cuyos restos celulares parecen haber emigrado, constituyendo islotes separados por haces de sustancia blanca.

Los principales de estos focos, son :

a) *El resto del núcleo interno del asta anterior.* — Llamado *núcleo del cordón anterior* por Obersteiner, este foco, continuación de la por-

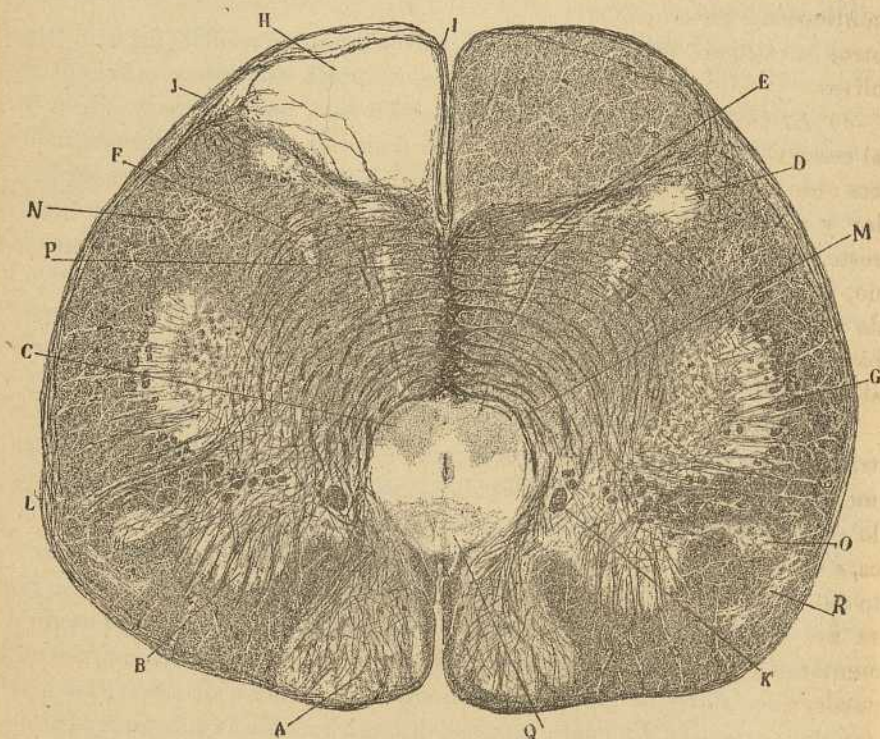


Fig. 213. — Corte del bulbo de un hemiplégico inmediatamente por debajo de la oliva. (Método de Weigert-Pal). — A, núcleo de Goll; B, núcleo de Burdach; C, comienzo del núcleo del hipogloso; D, E, núcleos post-piramidales; F, resto del foco externo del asta ventral; P, resto del núcleo interno del asta ventral; G, sustancia de Rolando; H, pirámide degenerada; I, J, L, fibras arciformes anteriores; M, fibras sensitivas ó arciformes internas; N, núcleo del cordón lateral; K, fascículo solitario; O, núcleo redondo externo.

ción antero-interna del asta ventral, ha sido tomado erróneamente por Kölliker como dependencia de la oliva accesoria interna. En realidad, representa un acúmulo gris especial, que sólo tiene relación de vecindad con dicha formación olivar. Hacia arriba, y antes de que la verdadera oliva accesoria interna haga su aparición, el citado residuo del asta anterior achica su perímetro y se pierde como disolviéndose en la sustancia reticular blanca.

b) *El resto del núcleo externo del asta ventral.* — Trátase de un acúmulo de células, más espeso y constante que el precedente, continuado con la substancia gris de la mitad externa del asta (fig. 213, F). Esta pléyade ganglionar de sección elipsoidea, se inicia mucho antes de aparecer la oliva, detrás y por fuera de la cual se coloca, cesando cuando este ganglio llega á su apogeo. Aunque el núcleo á que aludimos yace en la región donde surgirá *la oliva accesoria externa*, no nos parece tener relación ninguna con ella, dado que ni existe analogía de estructura, ni continuidad de substancia entre ambos cuerpos; Kölliker, Obersteiner y otros la estiman, sin embargo, como una dependencia del citado ganglio olivar.

c) *El núcleo del cordón lateral* (fig. 213, N). — Hemos dicho ya que al cesar el asta anterior, sus células se dispersan para formar diversos focos: un buen contingente de ellas, probablemente de naturaleza funicular y comisural, dirígense hacia afuera, ganan las zonas centrales del resto del cordón lateral, entre la oliva y la raíz descendente del trigémino, y constituyen un foco extenso de aspecto reticulado, por estar cruzado por haces longitudinales de substancia blanca. Este foco se presenta bien diferenciado en la región olivar, pero se advierte ya debajo de ésta al nivel del entrecruzamiento de las pirámides.

d) *Ganglio post-piramidal.* — Antes de aparecer la oliva, nótanse detrás de la pirámide (fig. 213, D, E), dos acúmulos gangliónicos, más ó menos independientes por abajo, pero que no tardan en soldarse hacia lo alto, formando una tira oblicua, extendida entre las pirámides y la cara anterior de la vía sensitiva. A veces, parecen continuarse con el resto del núcleo interno del asta ventral (fig. 213, P). Al presentarse la oliva accesoria interna, este foco disminuye de extensión y parece fragmentarse, pero subsiste aún en las regiones olivares superiores, como puede comprobarse en la fig. 215, A. También los autores estiman este ganglio como dependencia de la *oliva accesoria interna* (véanse las figuras y descripciones de Obersteiner, Kölliker, Edinger, etc.); pero un estudio cuidadoso de la textura y conexiones del mismo en las series de cortes, nos ha persuadido de que se trata en realidad de un foco especial situado por debajo y en un plano más anterior que la verdadera oliva accesoria interna. Este último cuerpo no aparece sino en regiones más altas del bulbo, exhibiendo una textura genuinamente olivar, lo que no ocurre con el ganglio que estudiamos.

d) *El núcleo arciforme ó pre-pirámide (núcleo pre-pirámide ventral de Kölliker).* — Foco gris irregular situado por delante de la vía piramidal, cuyo cabal desarrollo sólo ocurre en cortes más altos.

e) En fin, el *núcleo ambiguo, ó foco de Clarke*, el cual está situado por detrás del ganglio del cordón lateral (fig. 214, m), ocupando diversas alturas de una línea oblicua extendida de delante atrás en la subs-

tancia reticular gris. Este foco preséntase aquí muy reducido ; su apogeo hállase más arriba coincidiendo con la aparición de las radicales del vago.

En torno y delante del epéndimo se inicia un ganglio importante (fig. 213, C), el *núcleo del nervio hipogloso*, del cual nos ocuparemos más adelante. En plena comisura dorsal, aparece un acúmulo ganglionar medio, muy desarrollado en los roedores, sin que falte tampoco en el hombre : es nuestro *ganglio comisural* (fig. 213, Q). Hacia afuera, este ganglio comisural se continúa con una masa gris vertical que costea un manojo descendente de tubos nerviosos, manojo que se inicia ya, aunque no siempre puedan discernirse sus fibras, al nivel del cruce piramidal, y que aumenta notablemente en los segmentos superiores del bulbo. Semejante haz vertical, á veces formado de dos ó tres haces más ó menos próximos, representa la continuación de las fibras descendentes de los nervios vago, glosio-faríngeo y nervio de Wrisberg, y ha tomado el nombre de *cordón solitario ó fascículo respiratorio* (Krause) (fig. 213, K y 214, D).

**Región olivar del bulbo.** — Para estudiar convenientemente esta región es preciso examinar varios cortes que pasen por distintos planos de la oliva.

El primer corte, que reproducimos en la figura 214, interesa el tercio inferior de la oliva, y nos presenta, con relación al precedente, varias importantes transformaciones. Una de ellas es la desaparición de la pared posterior del epéndimo, y por consiguiente del rafe medio posterior y substancia blanca del cordón de Goll. Por virtud de esta transformación del epéndimo en suelo del cuarto ventrículo, ha ocurrido una dislocación lateral de los tres acúmulos de substancia gris de la porción posterior del bulbo, á saber : el foco motor *vago-espinal* (*e*), el ganglio del cordón de Goll (*b*) y el ganglio del cordón de Burdach (*H*), todos los cuales están ahora colocados en el suelo de dicho ventrículo en este mismo orden y según una línea transversal.

Otra importante mudanza es la aparición de la oliva y el notable incremento del núcleo del hipogloso. Pero expongamos ahora más detalladamente los objetos que aparecen en dicha sección, comenzando por la substancia gris.

**Substancia gris.** — **Oliva bulbar.** — Este ganglio, uno de los más importantes del bulbo, surge en pleno cordón antero-lateral, es decir, en medio del resto de las vías cortas de este cordón, cuyas fibras, rechazadas hacia afuera por la vía sensitiva, están situadas detrás y fuera de la vía piramidal (fig. 214, *e*). Consiste la oliva en una lámina gris bien limitada, plegada verticalmente y cerrada por delante y afuera, así como por sus cabos superior é inferior. En su región central ó intermedia posee un hileo ó abertura, por la cual penetra en dicho ganglio el principal contingente fibrilar ; este hileo mira hacia adentro y atrás, y yace enfrente

del *núcleo post-piramidal* y de la *oliva accesoria interna*. En el hombre, como en todos los animales dotados de cerebelo voluminoso, el ganglio olivar es enorme, mostrando muchos y complicados repliegues; al contrario, en los vertebrados de cerebelo exíguo, tales como los roedores, dicho ganglio es diminuto y sencillas sus plegaduras. La oliva se muestra rodeada de una capa de fibras nerviosas, que ha tomado el nombre de *cápsula olivar*.

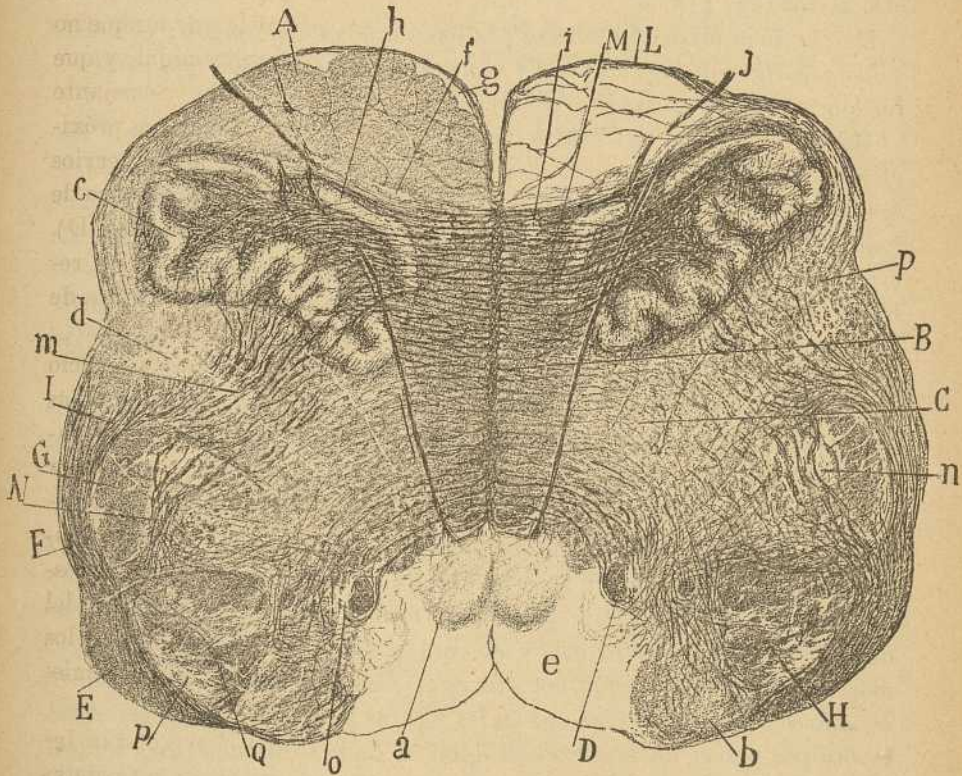


Fig. 214. — Corte del bulbo al nivel del tercio inferior de la oliva. (Weigert-Pal). — A, pirámide; B, substancia reticular blanca; C, substancia reticular gris; D, cordón solitario; E, cuerpo restiforme; F, fibras olivares; G, raíz descendente del trigémino; H, restos del cordón de Burdach; J, hipogloso; L, fibras arciformes anteriores; M, haces transversales de fibras interolivares; N, fibras olivares post-trigeminales; P, resto del cordón lateral; a, núcleo del hipogloso; b, núcleo de Goll; c, oliva; d, núcleo del cordón lateral; e, foco vago-espinal; f, núcleo post-piramidal; h, oliva accesoria interna; i, focos erráticos del núcleo arciforme; g, núcleo arciforme principal; m, núcleo antiguo; n, foco del quinto par.

Delante de la vía motriz resalta el *núcleo arciforme* (g), ahora ya plenamente desarrollado y formado á menudo de varios acúmulos de substancia gris, extendidos por dentro y delante de la pirámide. Existen también núcleos grises erráticos, quizás de análoga significación, singu-

laramente uno, aplanado transversalmente, que habita detrás de la vía piramidal en las fronteras de la cinta de Reil (fig. 214, *f*). No es raro hallar algunos también en el espesor de esta misma cinta (fig. 214, *i*). De la misma naturaleza nos parece ser otro núcleo laminar situado en pleno rafe entre las dos vías sensitivas (*núcleo del rafe*) de ciertos autores.

Cerca de la oliva, y por delante y dentro de la misma, aparece un foco prolongado oblicuamente, dirigido hacia adentro y atrás. Es la *paraloliva interna* ú *oliva accesoria interna*, cuyo máximo desarrollo ocurrirá más arriba (fig. 214, *h*).

Detrás de la oliva adviértense dos focos que ya conocemos: el *núcleo del cordón lateral* (fig. 214, *d*) y el *núcleo ambiguo*, ahora más perceptible que en los cortes anteriores (*m*).

Rayano del suelo del cuarto ventrículo, y fronterizo del rafe y fascículo longitudinal posterior, resalta un foco gris grueso, formado de robustas neuronas. Tal es el *núcleo de origen del hipogloso* que se extiende longitudinalmente por toda la región olivar del bulbo (fig. 214, *a*). En este corte aparece muy robusto, sorprendiéndose también uno de los haces del nervio que, saliendo de él, marcha hacia adelante, insinuándose entre la oliva principal y la accesoria interna, para emerger del bulbo por el lado externo de la vía piramidal.

En los roedores, donde la vía motriz, así como la oliva, son más delgadas que en el hombre, la emergencia del duodécimo par ocurre por fuera del ganglio olivar ó á través de su tercio lateral.

En los lados y posteriormente, resalta un gran foco gris oblongo, llamado *núcleo dorsal del vago* ó mejor *vago-espinal*. Este foco se inicia ya más abajo, cuando todavía no se ha abierto el epéndimo; en el corte que estudiamos reside en frente del ángulo formado por el remate posterior de la substancia reticular gris y el cordón solitario. La substancia gris más vecina de este cordón constituye el *foco descendente de los nervios décimo y noveno par*, foco que en las figuras 214 y 215 no aparece claramente por poseer un aspecto casi igual al de la substancia gris central.

Más atrás aún vese un foco gris plexiforme, desprovisto casi del todo de fibras longitudinales, que no es otra cosa que el *ganglio del cordón de Goll* (*b*). Todavía más afuera destaca un grueso núcleo de sección triangular, que contiene robustos fascículos longitudinales de substancia blanca, separados por grandes acúmulos de células nerviosas. Tal es el *núcleo del cordón de Burdach*, que se conserva todavía muy robusto y con un aspecto muy irregular (H). Esta irregularidad de su disposición proviene de que, además de los islotes grises que ya ofrecía en los cortes anteriores, se han desarrollado otros nuevos en diversos lugares de la substancia blanca limitante.

Uno de ellos, de cada vez más pujante, representa la ampliación del núcleo accesorio del ganglio que estudiamos (fig. 214 *p*, y fig. 215, T).

En fin, mencionemos aún la substancia gelatinosa del asta posterior, irregularizada, y como segmentada en islotes por el paso de fibras arciformes, y convertida ahora en foco de terminación del trigémino (*n*); y un pequeño foco gris, que costea por delante y fuera al fascículo solitario (fig. 214, *o*). y que nosotros designamos *foco intersticial* ó *columna gris externa* del cordón solitario.

*Substancia blanca. — Fibras longitudinales.* — Se mantienen con algunas variantes como en el corte anterior. Mencionemos solamente: la *vía piramidal* (A); la *vía sensitiva* ó *lemnisco interno*, es decir, la substancia blanca longitudinal, que ocupa el espacio interolivar (M); la *raíz descendente del trigémino*, formada ahora por varios haces verticales bien deslindados (G); el *cordón solitario*, cuya robustez crece de abajo á arriba (D); la *vía cerebelosa de Flechsig*, colocada delante y por fuera de la raíz descendente del trigémino y unida ya en parte con el cuerpo restiforme; el resto del manojito lateral, conjunto de haces de substancia blanca, emplazados ahora superficialmente por fuera de la oliva, entre ésta y la raíz descendente del quinto par (P); y finalmente, un nuevo manojito, de espesor creciente, *el cuerpo restiforme* ó pedúnculo *cerebeloso inferior*, cordón blanco de sección falciforme, que aparece detrás del resto del núcleo de Burdach, y que resulta de la confluencia de dos corrientes: las fibras finas llegadas de la oliva bulbar, y el manojito cerebeloso ascendente de Flechsig (fig. 214, E).

*Fibras horizontales.* — Distínguense tres especies: 1.<sup>a</sup> Las *arciformes* externas ó periféricas, bien visibles, sobre todo por delante y dentro de las pirámides, entre las cuales se insinúan corriendo á lo largo del rafe, para perderse en la substancia reticular blanca (L). En el área blanca de la fig. 214, correspondiente á una pirámide degenerada, se echa de ver que existen también fibras arciformes intrapiramidales onduladas, de origen y terminación análogas. 2.<sup>a</sup> Las *arciformes internas* ó *posteriores* situadas en la porción profunda del bulbo, y llegadas de los focos grises de Goll, Burdach, del trigémino y substancia gris adyacente al fascículo solitario, etc. 3.<sup>a</sup> Y, en fin, una nueva especie de arciformes, las *arciformes olivares* ó *arciformes intermedias*, conductores muy numerosos que cruzan reunidos en manojitos la substancia reticular gris, las olivas y el rafe, entrecruzándose con las del opuesto lado. En su *trayecto interolivar*, estas fibras forman un sistema apretado de manojitos transversales, que segmentan en haces aplanados la *vía sensitiva* (figura 214, M); por fuera de la oliva ó en su *trayecto post-olivar*, los citados haces arciformes son más espesos, y convergen detrás de la raíz descendente del quinto par (I), pasando al cuerpo restiforme. Estas últimas fibras se distinguen, según que pasen por delante, al través ó por detrás de la raíz del trigémino en *pre*, *intra* y *post-trigeminales*.

Merece especial mención la substancia blanca profunda del bulbo. Esta



substancia blanca, compuesta en gran parte de vías sensitivas cortas, representa la continuación de la porción fundamental de los cordones anterior y lateral (vías cortas comisurales); pero en el bulbo, no consta sólo de tubos nerviosos, sino que contiene una mezcla de hacecillos longitudinales y de neuronas intersticiales. Como la extensión de este territorio de substancia blanca vetada de gris es muy grande, conviene segmentarlo en campos ó áreas de límites convencionales. En general, se la divide en dos campos: 1.º uno interno, que se llama *substancia reticular blanca*, por dominar en ella los haces verticales de tubos nerviosos, y cuyos límites son: el rafe por dentro, las raíces del hipogloso y la oliva por fuera, el núcleo del hipogloso por detrás y la vía piramidal por delante (fig. 214, B); y 2.º, *substancia reticular gris*, campo extensísimo que tiene por frontera interna las raíces del hipogloso, por linde posterior la substancia gris central y núcleo de los pares duodécimo y noveno; por límite externo los focos del cordón de Burdach y la substancia gelatinosa que bordea la raíz descendente del trigémino (C).

Aunque la substancia reticular gris y blanca tienen las células diseminadas entre los haces, hay parajes en que éstas se concentran de un modo especial. Así, por detrás de las olivas y fuera del hipogloso, Kölliker halla abundancia de células de gran tamaño (*núcleo magnocelular difuso* de este autor, *nucleus reticularis tegmenti* de Bechterew). Delante del núcleo del hipogloso se ve también un acúmulo celular especial (núcleo de Roller) (fig. 215, P).

Examinando un corte más alto de la región olivar (región olivar media), observaremos substancialmente las mismas partes que en el anterior, pero con algunas variantes (fig. 215).

El órgano más variado es la *oliva*, que sorprendemos ahora en todo su apogeo, extensa y rica en plegaduras. La *oliva accesoria interna*, delgada, y más claramente diferenciada que en el corte anterior, se nos muestra ahora situada más atrás, y bajo la forma de una semiluna espesa de convexidad interna, paralela al rafe y cruzada por numerosos hacecillos horizontales de fibras interolivares (C). Por fuera de la oliva, un foco nuevo ha surgido: la *oliva accesoria externa ó para-oliva externa* (D), lámina casi recta y delgada de substancia gris, cruzada de manojos arciformes, y dirigida de tal modo, que parece una cuerda del arco trazado por la pared externa de la oliva principal. Ambas olivas accesorias se mantienen cierto trecho hacia arriba; pero desaparecen en plano más bajo que la oliva principal, por lo cual no son ya visibles en los cortes del cabo superior de este ganglio.

Entre la vía sensitiva y la pirámide, percíbense dos acúmulos ganglionares, no continuos con la oliva accesoria, que corresponden probablemente al núcleo post-pirámide (fig. 215, A).

El núcleo de Goll ha disminuído de extensión; no así el de Burdach,

que se mantiene robusto, bien que muy empobrecido de fibras del cordón de su nombre; entre las que subsisten, llama la atención un grueso manojo (fig. 215, G) de sección ovoidea que corresponde á aquel ángulo ó muro externo de substancia blanca, que separa en cortes más inferiores del bulbo este ganglio de la cabeza del asta posterior. También las fibras arciformes emanadas de estos focos han menguado algo; ahora una buena

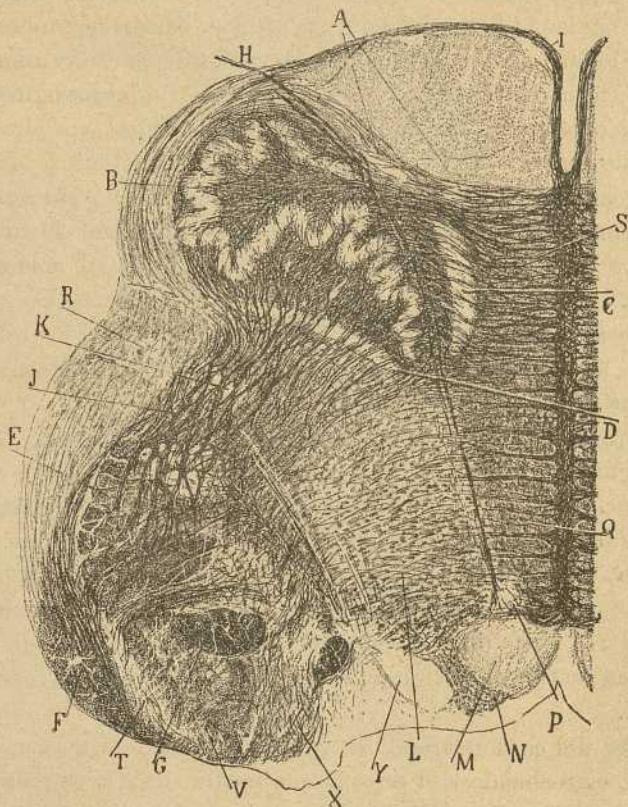


Fig. 215. — Corte del bulbo por el tercio medio de la oliva. (Método de Weigert-Pal). — A, núcleos post-piramidales; B, oliva; C, oliva accesoria interna; D, oliva accesoria externa; E, porción descendente del trigémino; F, cuerpo restiforme; G, grueso manojo del cordón de Burdach; H, hipogloso; I, fibras arciformes anteriores; J, fibras olivares; K, núcleo ambiguo; L, substancia reticular gris; Q, substancia reticular blanca; M, núcleo del hipogloso; N, núcleo intercalado; P, núcleo de Röllner; R, núcleo del cordón lateral; S, región del lemnisco interno; T, núcleo accesorio del cordón de Burdach; X, resto del núcleo del cordón de Goll; Y, núcleo dorsal del vago.

parte de las arciformes internas provienen de los focos de terminación del trigémino, vago y glosa-faríngeo y substancia reticular gris. En cambio, crece todavía el foco del hipogloso, que adquiere figura cuadrangular con una punta gris dirigida hacia adelante, de donde brotan los hacecillos del nervio. En esta punta ó área triangular, que penetra en plena substancia

reticular blanca, existe un acúmulo particular de pequeñas células, que ha tomado el nombre de *núcleo de Roller*. Como veremos más adelante, este foco no tiene conexión alguna con las raíces del hipogloso (fig. 215, P).

Detrás y fuera del núcleo del hipogloso, véase un núcleo prolongado, formado por pequeñas células separadas por finos haces medulados de hebras longitudinales; es el *núcleo intercalado de Standerini* (fig. 215, N). En fin, por fuera de éste y por detrás de la substancia reticular gris, nótese un núcleo oblongo de pequeñas células, pobrísimo en fibras meduladas, por lo cual aparece en las preparaciones de Weigert más claro que las partes circundantes (fig. 215, Y). Este foco importante del cual hemos hablado ya, es el *núcleo dorsal motor del vago*, que ocupa ahora una posición más externa y alcanza superior desarrollo.

En lo relativo á la substancia blanca, notaremos: el aumento del cuerpo restiforme producido por arriba de fibras arciformes olivares; la sucesiva disminución del cordón lateral; el crecimiento de las fibras constitutivas del haz solitario y raíz descendente del trigémino, etc. En cuanto á las fibras arciformes olivares ó medias, han sufrido todavía nuevo incremento; no así las arciformes superficiales ó prepiramidales, cuyo contingente ha experimentado algunas mermas.

Los cortes que pasan por el tercio superior de la oliva (fig. 216), exhiben las siguientes partes:

*Substancia gris.*— La *oliva* se mantiene muy robusta, desarrollándose sobre todo la hoja olivar anterior, la cual se acerca á las fronteras de la vía sensitiva ó interolivar. Las *olivas accesorias* han desaparecido, mostrándose sólo en la entrada del hileo de la principal unos acúmulos grises irregulares, dispuestos á veces en una doble línea paralela al rafe, y que parecen no tener relación alguna con la oliva accesoria interna (figura 216, f).

El núcleo del cordón lateral, así como las fibras de éste, han disminuído mucho, estrechándose el espacio que media entre la raíz descendente del trigémino y la oliva. El *núcleo ambiguo* subsiste y se muestra todavía más aparente que en cortes más bajos (fig. 216, d).

En el suelo del cuarto ventrículo es donde más mudanzas han ocurrido. En primer término, han desaparecido los núcleos de Goll y de Burdach, reemplazándolos un foco gris surcado de estrías blancas, que ocupa el espacio que media entre la raíz descendente del vago y glosio-faríngeo ó fascículo solitario y el cuerpo restiforme. Este nuevo núcleo, cuyo perímetro irá desarrollándose hacia arriba, es el *núcleo descendente del nervio vestibular* (fig. 216, b).

El *núcleo principal ó dorsal del vago* se muestra todavía, pero su posición es ahora más lateral y profunda, apartándose más también del foco del hipogloso por razón del gran desarrollo del *núcleo intercalar* de Standerini (fig. 216, e).

Notemos además que la *substancia gris central* ó peri-endimal se ha dilatado transversalmente, abriéndose más el ángulo ó surco del rafe posterior.

El *foco del hipogloso* subsiste aún, pero ha menguado notablemente,

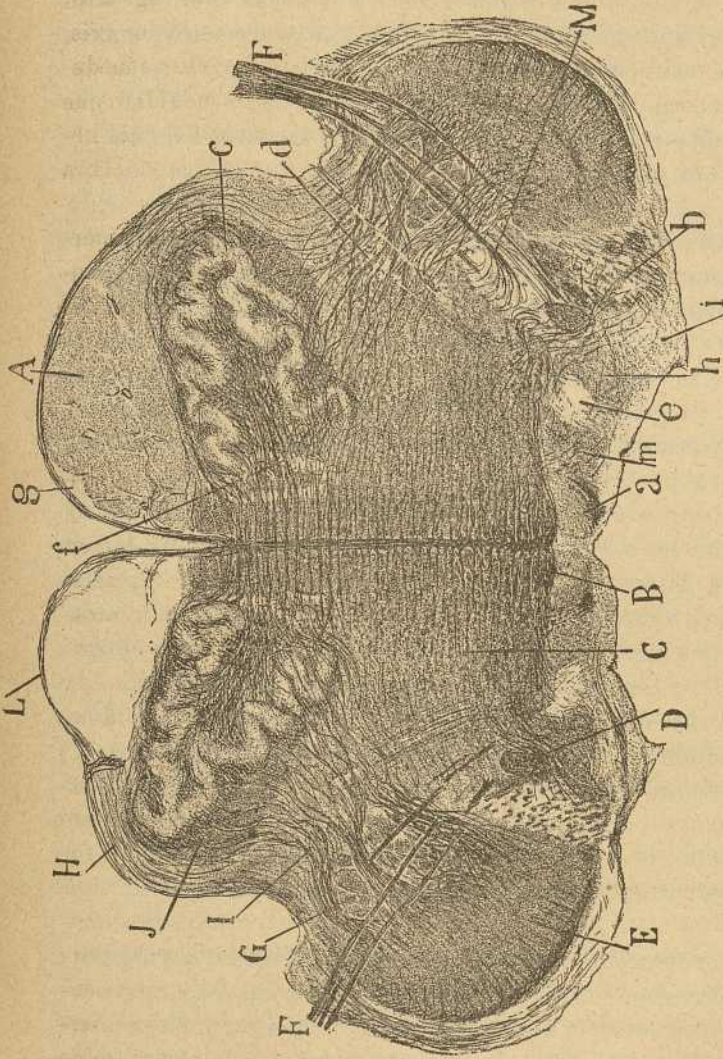


Fig. 216. — Corte del bulbo de un hemipléjico al nivel del tercio superior de la oliva. (Weigert-Pal). — A, pirámide sana; B, substancia reticular blanca; C, substancia reticular gris; D, cordón solitario; E, cuerpo restiforme; F, nervio vago; G, porción descendente del trigémino; H, fibras arciformes externas; I, fibras olivares pretrigeminales; J, capsula de la oliva; L, fibras arciformes que van al rafe; M, porción del vago destinada al núcleo ambiguo; a, núcleo del hipogloso; b, foco descendente del vestibular; c, oliva; d, núcleo ambiguo; e, foco dorsal del vago; f, oliva accesoria interna; g, núcleo arciforme; h, núcleo sensitivo del décimo par; i, núcleo dorsal del vestibular; m, núcleo intercalado.

notándose que su frontera dorsal forma eminencia en el suelo ventricular.

En fin, delante de la vía piramidal se conserva el núcleo arciforme (*g*), manteniéndose asimismo la substancia gris de la raíz descendente del quinto par.

*Substancia gris.—Fibras longitudinales.*—Ningún cambio importante ha sobrevenido en las vías piramidal, inter-olivar ó sensitiva, y substancia reticular blanca (B) y gris (C). La raíz descendente del trigémino gana en robustez, apareciendo á menudo seccionada por las fibras olivares en dos ó tres segmentos transversales (G). Lo mismo ocurre con el fascículo solitario, que presenta una sección más ancha. Pero el incremento mayor corresponde al cuerpo restiforme, cuya sección está ahora representada por vasto campo semilunar que forma un gran relieve en la porción más lateral del bulbo. Conforme revela la fig. 216, E, el cuerpo restiforme recibe infinidad de fibras olivares ó arciformes medias.

*Fibras horizontales.*—Entre ellas destacan, sobre todo, las raíces de los nervios vago y glosó-faríngeo, las cuales nacen en el fascículo solitario y sus inmediaciones, diríjense después, reunidas en hacecillos independientes, hacia afuera, cruzando la raíz descendente del trigémino y porción anterior del cuerpo restiforme, y emergen, finalmente, del bulbo por delante de dicho cuerpo y por detrás del resto del cordón lateral (fig. 216, F). Algunos hacecillos no se incorporan al haz solitario, sino que, llegados cerca de él, trazan arcos que se pierden en unos acúmulos grises situados detrás del núcleo del cordón lateral, es decir, en el núcleo ambiguo (M).

En cuanto á las fibras arciformes, consérvanse los tres sistemas expuestos más atrás: las arciformes externas, que se sumergen hondamente en el rafe (L), después de rodear exteriormente la oliva y la pirámide; las arciformes medias ú olivares, las cuales se presentan ahora dispuestas en robustos haces extendidos desde las dos olivas hasta el cuerpo restiforme (I), y, en fin, las arciformes internas ó posteriores, que nacen, á esta altura, del núcleo del vestibular, así como de la columna gris aneja al cordón solitario y de la gelatinosa del trigémino, etc., y que después de cruzar la substancia reticular gris y blanca, pasan el rafe y se continúan con tubos longitudinales de estas substancias del opuesto lado. Por lo común, las arciformes emanadas del foco del vestibular forman hacecillos robustos que rodean por dentro el cordón solitario (figura 216, D).

Región del borde protuberancial.—Núcleos del facial, vestibular y coclear.—El corte reproducido en la fig. 217 revela los órganos principales de esta importantísima región del bulbo. La preparación proviene de un niño de quince días, donde las vías nerviosas y focos grises se presentan con mucha claridad y sin las dimensiones colosales (impropias para una reproducción demostrativa en pequeño) del bulbo del adulto. Al examinar dicha figura, llama desde luego la atención la gran dilatación transversal sufrida por el bulbo, así como la considerable extensión adquirida por el suelo del cuarto ventrículo.

*Substancia gris.*—Entre los focos visibles en este corte, ya estudiados

en otros, se cuentan : la *oliva superior*, muy empedequecida, desprovista de íleo (*c*) y sin focos accesorios ; y la *substancia gris gelatinosa del trigémino*, que ahora abarca un área mayor y no aparece fragmentada por las fibras olivares (*g*). El *núcleo del cordón lateral* falta ya ó está á punto de desaparecer ; del *núcleo ambiguo* no se ve ni rastro ; también ha cesado el fascículo solitario y la columna gris que lo escoltaba.

Un núcleo nuevo muy importante se presenta en la fig. 217, *a*; es el *foco de origen del facial*, que yace superficial por debajo del resto, aquí muy adelgazado, del cordón lateral y por dentro de la raíz descendente del trigémino (*a*). En cortes más altos, su yacimiento resulta mucho más profundo á causa de la gran cantidad de fibras de la protuberancia que le cubren. Siendo tales fibras relativamente escasas en los pequeños mamíferos, se comprende que dicho foco sea en estos superficial (fig. 219, D).

La forma del núcleo facial es irregularmente globulosa, accidentada por varias lobulaciones, cada una de las cuales corresponde, según resulta de modernos trabajos, á núcleos parciales rectores de determinados músculos fisionómicos.

En la parte lateral del bulbo han surgido otros dos ganglios : Uno es anterior, ovóideo, formado de gruesas células y enlazado directamente con el nervio coclear : llámase *núcleo ventral del acústico* (fig. 217, *b*). El otro está colocado más atrás y afuera, consta de neuronas finas y ha tomado el nombre de *ganglio lateral* ó *tubérculo acústico* (fig. 217, *f*). Este foco resalta en el suelo del cuarto ventrículo, formando una eminencia que rodea por fuera y detrás al cuerpo restiforme ; de él nacen las barbas del *calamus scriptorius*. Por lo demás, estos dos focos acústicos alcanzarán mayor desarrollo en planos más altos.

En fin, en la región del foco del vestibular, las células se han hecho más voluminosas, creciendo también el área por ellas ocupada : este núcleo, punto principal de terminación del nervio vestibular, se designa *ganglio de Deiters* (fig. 217, *d*).

*Substancia blanca.—Fibras longitudinales.*—Son casi las mismas que en los cortes anteriores. Entre las olivas aparece la vía sensitiva (*C*), que en el bulbo del niño recién nacido se destaca claramente por contener fibras gruesas, perfectamente meduladas. Delante de esta vía se aprecia la piramidal un poco aplanada de delante á atrás (*A*). Más hacia el dorso, y á lo largo del rafe, aparecen dos largas fajas de substancia blanca (*substancia reticular blanca*), que se prolongan hasta cerca del suelo del cuarto ventrículo. El cabo dorsal, notablemente ensanchado de esta faja blanca, adquiere cierta individualidad, que se marca sobre todo en regiones más altas ; se conoce con el nombre de *fascículo longitudinal posterior* (fig. 217, *B*).

Por fuera de esta zona antero-posterior blanca hállase bien desarrollada la substancia reticular gris, notablemente rica en células, algunas de

tamaño considerable. En fin, mencionemos aún el pedúnculo cerebeloso inferior ó cuerpo restiforme (E), rodeado exteriormente por los ganglios cocleares, y en contacto por dentro con el nervio vestibular.

*Fibras horizontales.* — Prescindiendo de las fibras protuberanciales

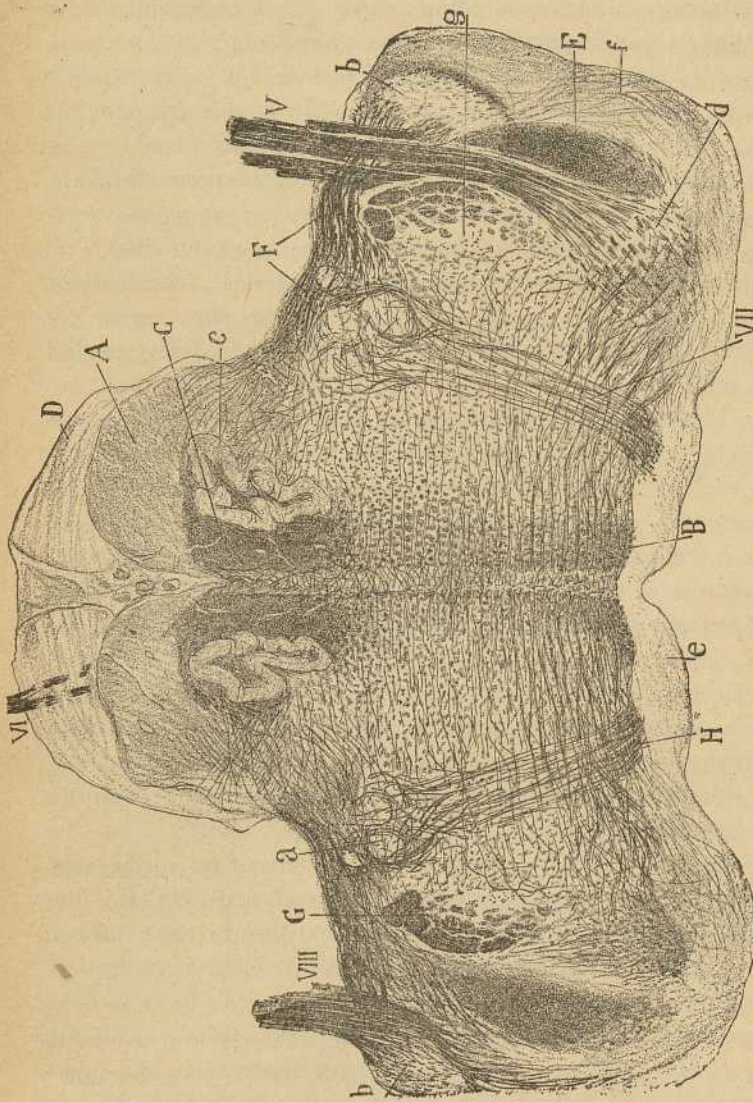


Fig. 217.—Corte del bulbo del niño de quince días al nivel del borde posterior de la protuberancia. (Weigert-Pal).—A, pirámides; B, cordón longitudinal posterior; C, vía sensitiva; D, protuberancia; E, pedúnculo cerebeloso inferior; F, fibras del cuerpo trapezoide; G, porción descendente del trigémino; H, fibras del facial; a, núcleo del facial; b, núcleo ventral del coclear; c, oliva; d, núcleo descendente del vestibular; e, substancia gris central; f, tubérculo acústico; g, substancia gelatinosa del quinto par; VI, motor ocular externo; VII, facial; V, nervio vestibular; VIII, nervio coclear.

que asoman ya en D, llaman la atención en este corte tres cordones nerviosos, dirigidos en sentido antero-posterior, y una vía robusta, de dirección transversal. Los cordones nerviosos son: el *nervio facial* (VII), conjunto de haces que, emanando del núcleo de su nombre, dirigen-

se hacia atrás, ganan el contorno posterior de la substancia reticular gris, y allí se condensan en un robusto cordón vertical ascendente el *nervio coclear*, que brota lateralmente de la superficie del ganglio ventral del acústico (VIII); y el *nervio vestibular*, cordón grueso y largo, que penetrando en el bulbo, entre el ganglio ventral acústico y raíz ascendente del trigémino, y corriendo luego por el intersticio que media entre éste y el cuerpo restiforme, gana el ganglio de Deiters, donde se termina, continuándose en parte con fibras longitudinales (fig. 217, V). Una vía robusta, formada por fibras transversales, aparece apenas iniciada en el corte que estudiamos (F); llámase *cuerpo trapezoide*, y representa una importante corriente acústica, nacida de los ganglios coqueares y entrecruzada en el rafe. De ella trataremos en seguida.

**Cortes que interesan el cuarto posterior de la protuberancia.**—**Cuerpo trapezoide y sus núcleos anejos.**—**Focos del facial y motor ocular externo.**— El corte que reproducimos en la fig. 218, interesa el borde posterior del puente de Varolio (en un lado la sección es más distal que en el otro), y presenta en pleno desarrollo el cuerpo trapezoide y sus focos nerviosos anejos, á saber: la oliva superior ó principal, la oliva accesoria y el núcleo del cuerpo trapezoide. En la fig. 219, F, G, donde representamos la sección de esta misma región bulbar del gato, se muestran todavía más aparentes todos estos focos acústicos de segundo orden. Pero expongamos ordenadamente los objetos que tales secciones nos ofrecen:

*Substancia gris.*—Reparemos desde luego que la adición por delante de los pedúnculos cerebelosos medios y ganglios protuberanciales, ha modificado mucho el aspecto general del bulbo, que aparece fuertemente aplanado en sentido dorso ventral. Por este motivo, los núcleos de los nervios residen más profundamente, y el trayecto de las fibras radiculares resulta mucho más largo.

Entre las masas grises, merecen mención:

a) La *oliva superior*, foco gris de reducidas dimensiones, constituido á la manera de la oliva bulbar, por una lámina vertical plegada (d). Este foco se presenta en los animales (gato, conejo, perro), más desarrollado y mejor deslindado que en el hombre.

Así, en el gato, como muestra la fig. 219, G, la oliva superior, más superficial que en el hombre por no estar cubierta por la protuberancia, afecta la forma de una S, y está situada inmediatamente por encima y algo por dentro del núcleo del facial, entre la porción emergente de este nervio y la oliva superior accesoria.

b) La *oliva superior accesoria*, lámina antero-posterior delgada, de sección semilunar ó falciforme con la concavidad hacia afuera, encierra una trama gris algo diversa que la ofrecida por la oliva principal; yace por dentro de este foco, á cuyo lóbulo interno se acomoda (fig. 219, F, y





fig. 118, *e*), y desciende más que aquél, como lo prueba la fig. 119, C, uno de cuyos lados muestra la oliva principal desaparecida y en pleno desarrollo la accesoria.

*c*) Siguiendo hacia adentro, hasta llegar á la vecindad de las raíces del motor ocular externo, se divisan varios acúmulos de células, el principal de los cuales se llama *núcleo del cuerpo trapezoide* (fig. 119, E).

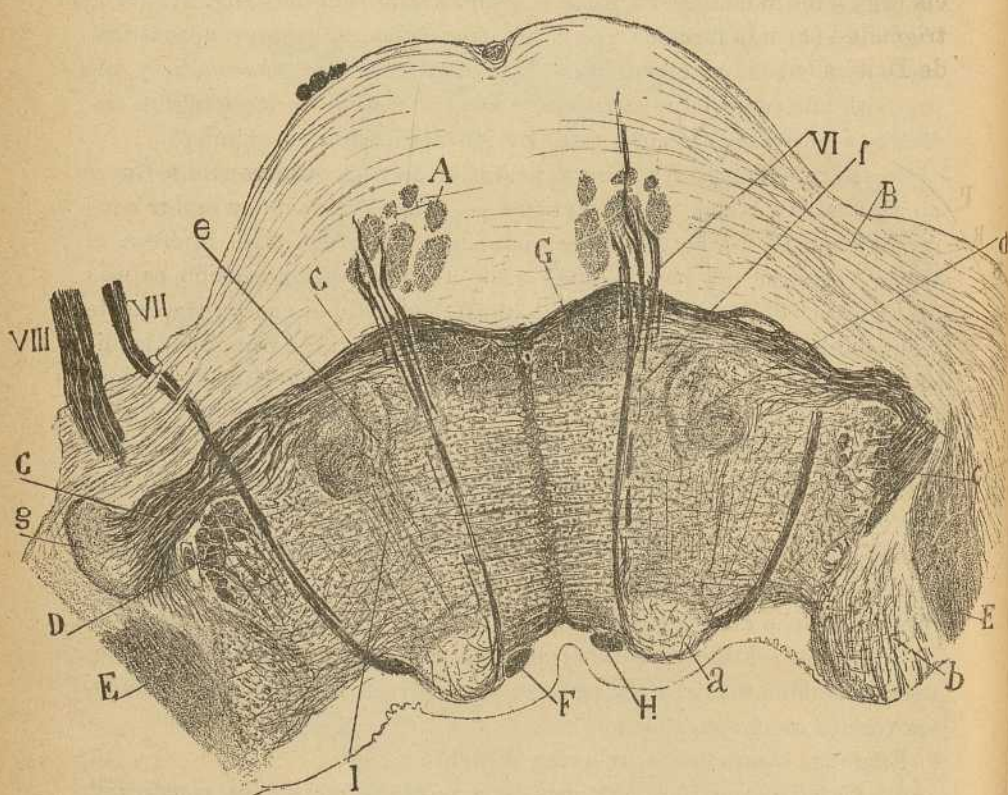


Fig. 218. — Corte del bulbo del niño recién nacido al nivel del cuarto posterior de la protuberancia. (Weigert-Pal). — A, pirámides; B, pedúnculos cerebelosos medios; C, cuerpo trapezoide; D, trigémino; E, cuerpo restiforme; F, porción ascendente del facial; G, vía sensitiva central; H, fascículo longitudinal posterior; I, mango de la oliva; *a*, núcleo del motor ocular externo; *b*, núcleo de Deiters; *c*, substancia gelatinosa del trigémino; *d*, oliva superior; *e*, oliva accesoria superior; *f*, núcleo del cuerpo trapezoide; *g*, ganglio ventral del coclear; VI, motor ocular enfermo; VII, facial; VIII, auditivo.

*d*) En los mamíferos, y singularmente en el gato, se distinguen todavía otros dos focos acústicos emplazados por delante de la oliva: uno, de forma semilunar, situado delante de la oliva principal, que nosotros hemos designado *núcleo semilunar ó preolivar externo*; y otro, irregular, colocado por delante de la oliva accesoria y fronterizo del núcleo del

cuerpo trapezoide, en el cual, sin duda, ha sido comprendido por los autores ; es nuestro *núcleo preolivario interno*.

Otro foco importante, el *núcleo de origen del nervio motor ocular externo*, muestra la fig. 218. Yace este núcleo, de forma redondeada, en la vecindad del suelo ventricular, detrás de la substancia reticular gris, é inmediatamente por fuera del fascículo longitudinal posterior (fi. 218, a).

En fin, mencionemos aún las grandes masas grises de la protuberancia (fig. 218, B), la substancia gris que costea la raíz descendente del trigémino (c) y la cual ha experimentado pocas mudanzas, y el ganglio de Deiters (b).

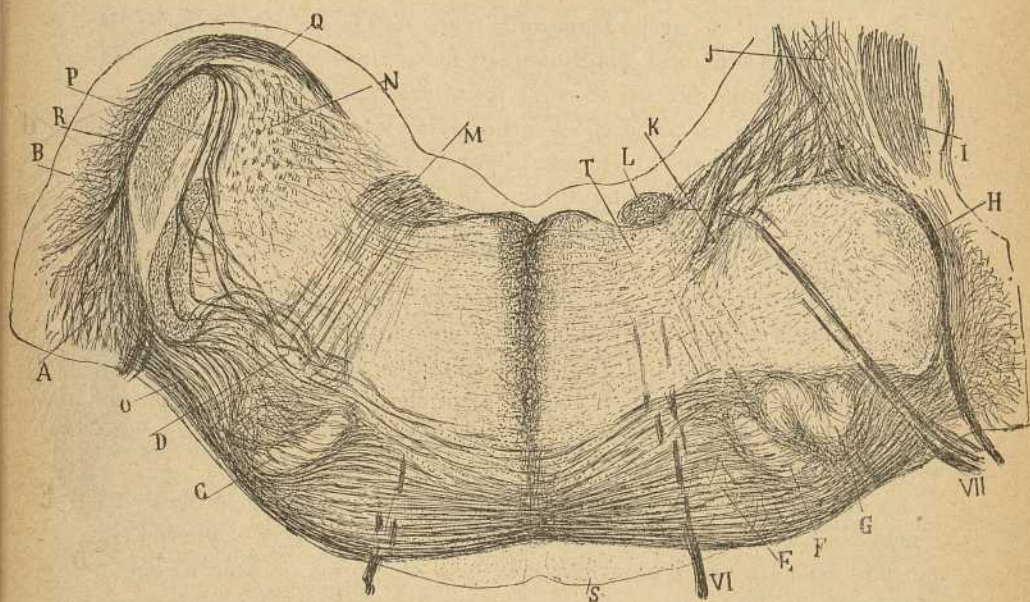


Fig. 219.—Corte transversal de la región del cuerpo trapezoide del gato de ocho días. (Método de Weigert-Pal). (El lado derecho de la figura representa un plano más alto que el izquierdo). — A, núcleo ventral del coclear ; B, tubérculo acústico ; C, F, oliva accesoria superior ; G, oliva principal ; D, núcleo del facial ; E, núcleo del cuerpo trapezoide ; H, porción descendente del trigémino ; I, pedúnculo cerebeloso inferior ; J, cordón cerebeloso-acústico ; K, vía central del núcleo de Deiters ; L, porción ascendente del facial ; M, primer recodo de este nervio ; N, núcleo de Deiters ; O, fibras trapezoides externas ; P, fibras trapezoides posteriores ; Q, estria acústica ; R, cuerpo restiforme ; S, pirámide ; T, foco del motor ocular externo ; VI, motor ocular externo ; VII, facial.

*Substancia blanca.* — Las variaciones ocurridas en ella no son menos importantes.

Entre las fibras horizontales figuran las siguientes : Por delante, es decir, en plena substancia gris protuberancial, se descubren numerosos paquetes de fibras meduladas finas, transversalmente dirigidas y continuadas con los pedúnculos cerebelosos medios. Estas fibras protuberan-

ciales, se medulan tardíamente, por lo cual en la fig. 218, que copia un corte de la protuberancia de un niño recién nacido, se muestran todavía sin mielina, y son, por tanto, poco visibles. En la fig. 220, tomada de la protuberancia del niño de quince días, resultan más aparentes.

Pero la principal formación de fibras transversales, es el *cuerpo trapezoide*, al cual hemos aludido ya al hablar de cortes anteriores. Trátase de una ancha faja comisural, que corre transversalmente desde los ganglios cocleares de un lado á los del otro. Esta faja aparece dividida en multitud de hacesillos horizontales, entre los cuales destaca, cerca del rafe y fragmentado en láminas y fascículos verticales, la vía sensitiva central ó lemnisco interno.

En el hombre, el cuerpo trapezoide yace detrás de la protuberancia, cubierto por los acúmulos ganglionares y fibras transversales más profundas de este órgano. No así en otros mamíferos (perro, gato, conejo, ratón, etc.), en los cuales dicho cuerpo reside en plano más bajo que el puente, traduciéndose exteriormente por un relieve transversal de substancia blanca, que se distingue bien de la protuberancia, no sólo por su aspecto de cinta más delgada, sino por su situación que es posterior á las pirámides.

Mas adelante veremos que el cuerpo trapezoide representa principalmente una vía acústica central cruzada, mediante la cual los focos acústicos de un lado se comunican con los ganglios acústicos accesorios del opuesto (oliva superior, oliva accesoria, núcleos preolivares, núcleo del cuerpo trapezoide) y, en definitiva, y por intermedio del lemnisco lateral, con el tubérculo cuadrigémino posterior.

La dirección del cuerpo trapezoide es en los pequeños mamíferos casi transversal, como puede notarse en la fig. 219, que copia el cuerpo trapezoide del gato; pero en el hombre, esta vía forma un arco de convexidad superior, por cuyo motivo no es posible mostrar completamente el cuerpo trapezoide en un solo corte. Así, en la fig. 217, se sorprende el nacimiento de esta vía bajo la forma de gruesos haces de substancia blanca, nacidos del ganglio ventral y lateral del coclear (fig. 217, F); en la fig. 218, obsérvase una gran parte de su trayecto por delante de la oliva superior y del lemnisco interno (C); y, finalmente, en la fig. 220, muéstrase la porción central del cuerpo trapezoide en todo su apogeo, exhibiendo numerosos y robustos haces transversales que, según dejamos dicho, segmentan la cinta de Reil en capas horizontales (fig. 220, C).

Añadamos, para finalizar la reseña de las fibras transversales: las innumerables fibras arciformes posteriores ó internas, que llegadas de los focos del vestibular, trigémico y substancia reticular gris, cruzan el rafe para continuarse con las vías longitudinales de esta substancia y la de la reticular blanca.

*Fibras longitudinales.* — Comenzando el examen de delante atrás,

aparece la *vía piramidal*, que, en vez de formar, como en el corte anterior, una masa apretada, constituye un grupo de haces diseminados y apartados unos de otros por tabiques de la substancia gris de la protuberancia.

Detrás de las pirámides, apréciase la *vía sensitiva ó lemnisco interno* que ocupa el espacio que media entre los nervios motores oculares externos (figura 220, D). Más dorsalmente aún, obsérvase, la substancia reticular blanca, poco cambiada, y en el confin posterior de ésta, el *fascículo longitudinal posterior*, cuya individualización va acentuándose (fig. 218, H). Casi tocando á este haz, y en el límite interno del núcleo del motor ocular externo, hállase un paquete de tubos nerviosos recios, verticales, apretados, que representa la sección de la porción ascendente de la raíz del facial (fig. 219, L). Para explicarse este hecho, es preciso recordar que el nervio facial no emerge directamente desde su núcleo de origen, sino que traza antes, en el espesor del bulbo, una gran revuelta, en la cual pueden distinguirse tres trayectos: el *inicial*, el *ascendente* y el *terminal ó emergente*. El *trayecto inicial* es ventro-dorsal, marchando el nervio desde el foco de origen, situado delante de la substancia reticular gris, hasta cerca del suelo del cuarto ventrículo, en cuyo paraje cambia de dirección; llegado cerca del suelo ventricular, dicho cordón camina primeramente algo hacia adentro, hasta aproximarse á la frontera del fascículo longitudinal posterior, donde comienza el *trayecto ascendente*; en fin, tras breve recorrido vertical, el cordón nervioso se hace nuevamente horizontal (*porción emergente ó radicular externa*), marchando ahora hacia afuera y abajo para salir del bulbo por delante de la raíz descendente del quinto par, en el surco que separa el bulbo de la protuberancia, cerca del paraje en donde brotan el nervio vestibular y el intermediario de Wrisberg. El vértice del ángulo descrito por el nervio entre los trayectos vertical y emergente, se conoce con el nombre de *rodilla del facial*. En la concavidad de esta rodilla y por delante del trayecto ascendente, reside el *núcleo del nervio motor ocular externo* (fig. 219, T, y 218, a).

En la parte lateral del bulbo echaremos de ver dos gruesos haces verticales: el *cuervo restiforme* (fig. 218, E) cuya dirección tiende á cambiar para marchar hacia afuera é ingresar en el cerebelo, y la *porción descendente del trigémino*, costeadá siempre por la substancia gelatinosa de Rolando (D).

*Fibras antero-posteriores.* — Están representadas por dos cordones nerviosos, uno situado lateralmente entre la oliva superior y la raíz descendente del trigémino (fig. 218 VII) y que corresponde al *segmento terminal ó emergente del facial*; y otro, emplazado en el borde lateral de la substancia reticular blanca (fig. 218 VI) y dirigido hacia la protuberancia, la cual atraviesa, emergiendo por su borde posterior, en el surco que media entre ésta y la pirámide (véase la fig. 207, VI) y el cual no es otro

que el *nervio motor ocular externo*. En fin, aunque no modeladas en cordón, sino dispuestas en haces laxos y no siempre bien acusados, la fig. 218 revela también en I una vía antero posterior que parece comunicar la oliva superior con el foco del sexto par.

Corte de la protuberancia á la altura del trigémino (fig. 220).—Focos del quinto par.—Duran todavía, en este corte, muchos de los órganos estudiados en los descritos; por ejemplo, la *vía piramidal* que aparece ahora

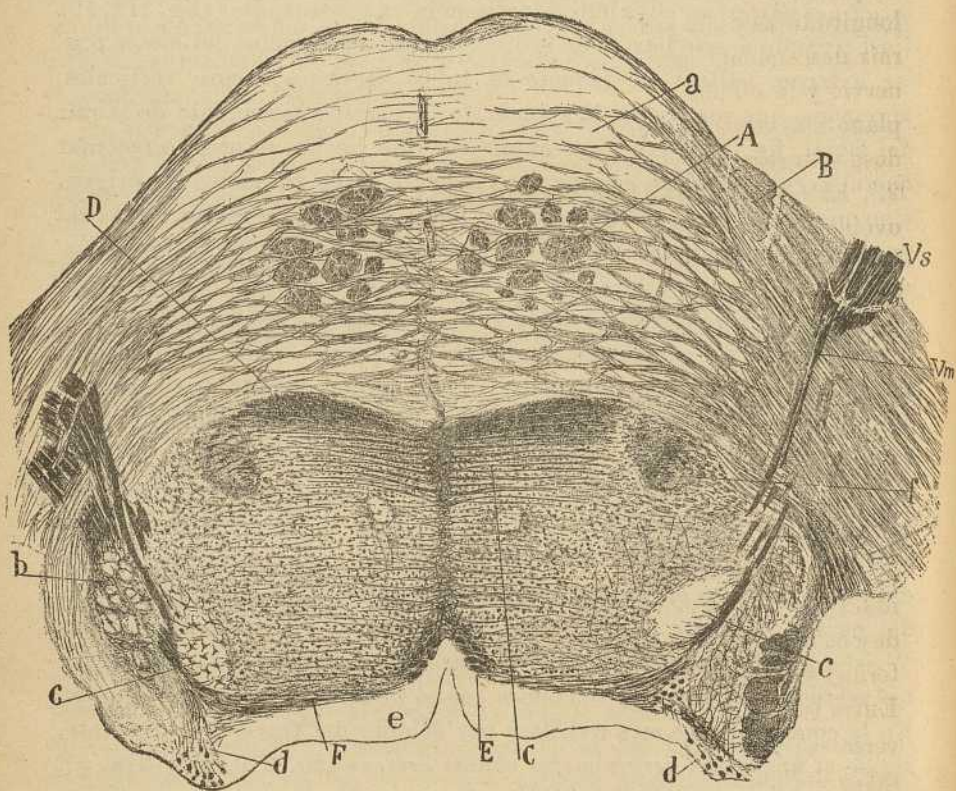


Fig. 220.—Corte al nivel del tercio medio de la protuberancia del bulbo del niño de quince días. (Weigert-Pal). — A, haces de la vía piramidal; B, pedúnculos cerebelosos medios; C, cuerpo trapezoide; D, vía sensitiva central; E, fascículo longitudinal posterior; F, fibras arciformes posteriores; a, focos de la protuberancia; b, foco terminal sensitivo del trigémino; c, foco motor principal de este nervio; d, foco motor superior del mismo; e, substancia gris central; f, oliva superior; Vs, raíz sensitiva del quinto par; Vm, raíz motriz de este nervio.

más apartada de la sensitiva y dividida en haces muy separados; los *ganglios de la protuberancia* y las fibras del pedúnculo cerebeloso medio que han alcanzado aquí extraordinario desarrollo (a, B); la *vía sensitiva*, surcada todavía por las fibras más altas del cuerpo trapezoide y transformada á este nivel en cinta transversal emplazada entre el rafe y el cabo alto

de la oliva superior (C); en fin, la *substancia reticular, gris y blanca*, el *fascículo longitudinal posterior* (E), etc.

En realidad, la característica anatómica de este corte es el mostrarnos con claridad los tres focos gangliónicos con quienes se relaciona el quinto par. Estos focos son: 1.º, El *sensitivo* (*b*) continuado con aquella substancia gelatinosa, tantas veces mencionada, que escolta en todo su largo trayecto vertical la raíz descendente del trigémino. En un lado del corte que estudiamos (corte que pasa por lo alto de este nervio), las fibras longitudinales son pocas, por hallarse todavía en vías de formación la raíz descendente, y se nos revela claramente la continuidad entre dicho nervio y la citada raíz; en el otro lado, correspondiente todavía a un plano más superior, el foco sensitivo ha desaparecido del todo, advirtiéndose sólo restos de la substancia gelatinosa y de las fibras descendentes. 2.º, El *foco masticador ó núcleo principal* de la raíz motriz, masa gris ovoidea situada en plano más dorsal é interno que el núcleo sensitivo, y compuesta de células de gran tamaño (fig. 220, *c*). Los tubos nerviosos del nervio masticador, costean primero su borde externo é ingresan en él, formando arcos de concavidad anterior. 3.º, El *núcleo motor accesorio, foco superior ó descendente*, masa gris alargada formada por un rastro de células piriformes, que desde la orilla del núcleo motor principal se extienden por arriba hasta la vecindad del acueducto de Silvio y porción inferior del tubérculo cuadrigémino posterior. En la figura 220, sólo se aprecian las porciones inferiores de este núcleo (*d*).

De todos estos núcleos proceden los tubos nerviosos del trigémino, los cuales, según es bien sabido, forman dos raíces: una muy robusta, *la sensitiva*, continuada, según veremos más adelante, con la llamada raíz descendente; y otra delgada, *la motriz*, emergente por delante de la anterior, y la cual brota de las células de los dos referidos núcleos motores. Entre los de un lado y los de otro, se observan también unas fibras transversales (F) que algunos autores interpretan como una decusación de los tubos del nervio masticador.

## CAPÍTULO III

### TEXTURA DE LA MÉDULA OBLONGADA

#### Leyes generales de la estructura del bulbo. — Núcleo del hipogloso.—Núcleo del espinal.

Hemos dicho ya que la médula oblongada encierra dos clases de órganos: *focos grises* y *conductores especiales*, es decir, no representados por factores equivalentes de la organización de la médula; y *focos y vías homólogas de las del eje espinal*. Estas últimas, por las cuales vamos á comenzar el estudio de la fina anatomía del bulbo, aun cuando obedecen al plan general de estructura medular, presentan detalles particulares de organización que exigen una descripción particular.

**Organos bulbares que tienen representación en la médula espinal.**— Las partes del bulbo que pueden estimarse homólogas de las de la médula son: *los nervios motores y sus núcleos de origen; los nervios sensitivos y sus focos de terminación; los focos de asociación ó centros sensitivos de segundo y tercer orden; y las vías largas y cortas de la sustancia blanca.*

**Leyes anatómicas que rigen la estructura del bulbo.**— Ya, al tratar de la estructura medular y en especial al estudiar los orígenes de las raíces nerviosas, hemos insistido más de una vez sobre la generalidad de ciertas disposiciones morfológicas, las cuales se comprueban, tanto en el bulbo como en la médula (estructura de ganglios sensitivos, bifurcaciones de sus radicales, origen en células del asta anterior de los nervios motores, etc.). No será, empero, ocioso repetir aquí, condensadas en breves proposiciones, algunas de las disposiciones comunes á todo el eje bulbo-espinal.

1.º Los nervios motores del bulbo como los de la médula, son la continuación de los cilindros-ejes de ciertas células multipolares de gran talla residentes en focos especiales que se llaman *núcleos motores*.

2.º Los núcleos motores reciben ramas colaterales ó terminales de dos órdenes: de las fibras sensitivas de segundo y hasta de tercer orden, y de las fibras descendentes de la vía motriz voluntaria.

3.º Los nervios sensitivos ó porciones sensitivas de los nervios mixtos, poseen, como ya demostró His, y comprobamos nosotros y Kölliker, sus centros de origen fuera de la médula, en ciertos ganglios homólogos de

los raquídeos. Estos ganglios son : el *G. de Gaserio*, para la porción sensitiva del trigémino ; el *G. geniculado*, para el nervio intermediario de Wrisberg ; el *G. de Andersch* y el de *Ehrenritter*, para el glosio-faríngeo ; el *G. yugular y plexo gangliforme*, para el vago ; el *G. de Escarpa*, para el nervio vestibular ; y el *G. espiral del caracol*, para el coclear ó auditivo propiamente dicho.

4.º Todos estos focos nerviosos exceptuando el *G. de Escarpa* y el *G. espiral*, cuyas células son bipolares, constan de elementos monopolares, cuya expansión principal se bifurca : la rama externa se dirige á la periferia para formar la terminación sensitiva ; y la rama interna que es la constitutiva de la raíz ó nervio sensitivo, penetra en el bulbo para dividirse, al nivel de una formación especial de substancia blanca, en rama ascendente y descendente ; en fin, del curso de estas ramas brotan numerosas colaterales que se terminan libremente, arborizándose en ciertos focos grises, mal llamados *núcleos de origen de los nervios sensitivos*, porque en realidad son estaciones de término.

5.º A consecuencia del escaso trayecto ascendente porque se extienden los focos motores del bulbo, las ramas ascendentes de la bifurcación de los nervios sensitivos bulbares, son más cortas que las descendentes (trigémino, coclear) y aún pueden faltar del todo (raíz sensitiva del vago, glosio-faríngeo y nervio de Wrisberg).

6.º Los focos de terminación de los nervios sensitivos, contienen células cuyos axones engendran vías sensitivas de segundo orden, ya cortas ó terminadas en el bulbo, ya centrales ó largas, unas homolaterales, otras cruzadas ú oposito-laterales.

7.º De estas vías sensitivas de segundo orden, extraordinariamente desarrolladas en el bulbo, proceden la inmensa mayoría y acaso todas las fibras reflejo-motrices de este órgano, en el cual parecen faltar ó son muy raros los enlaces directos entre focos motores y las colaterales de los nervios sensitivos.

8.º Muchas colaterales de las citadas vías sensitivas de segundo orden, se ponen en relación con células funiculares y comisurales de la substancia reticular. Y como los axones de éstas contribuyen también á formar los haces blancos de la referida substancia, resulta que el bulbo contiene no sólo vías sensitivas de segundo sino también vías sensitivas de tercer orden.

**Enumeración de los pares craneales.**—Así como la médula posee sus nervios ó pares espinales en número de 31, el encéfalo tiene también sus cordones nerviosos propios llamados *pares craneales*, que por acuerdo casi unánime de los neurólogos se han fijado en la cifra de 12.

Estos pares, contando de delante atrás son : I, el *nervio olfativo* ; II, el *nervio óptico* ; III, el *motor ocular común* ; IV, el *nervio patético* ; V, el *trigémino* ; VI, el *motor ocular externo* ; VII, el *facial* ; VIII, el



*acústico*; IX, el *gloso-faríngeo*; X, el *vago ó pneumogástrico*; XI, el *espinal*; y XII, el *hipogloso*. El órgano encefálico de que estos pares provienen es diverso; así el *olfativo* brota del cerebro anterior ó telencéfalo; el *óptico*, del cerebro medio ó mesencéfalo (tubérculos cuadrigéminos, tálamo óptico y cuerpo geniculado externo); el *motor ocular común y patético* del cerebro medio; el *facial, acústico, motor ocular externo, gloso-faríngeo, vago, espinal é hipogloso* del bulbo ó del borde posterior de la protuberancia; en fin, el *trigémino* del espesor de ésta.

Por lo que toca á la función, los pares craneales pueden distinguirse en: *sensoriales* (olfativo, óptico, acústico y gustativo ó gloso-faríngeo); *motores* (motor ocular externo, patético, motor ocular común, espinal é hipogloso), y *mixtos ó sensitivo-motores* que son: el trigémino, el facial (incluyendo el intermediario de Wrisberg que es su raíz sensitiva), el vago y el gloso-faríngeo.

En la descripción que sigue expondremos solamente los nervios que tienen en el bulbo su origen ó terminación, dejando los restantes pares craneales para cuando se estudien los centros encefálicos con quienes se relacionan.

#### NÚCLEO DEL HIPOGLOSO (XII PAR)

El foco de origen del hipogloso fué fijado hace mucho tiempo por Stilling (1843) en un acúmulo de células robustas extendido longitudinalmente por los lados del rafe, en el suelo del cuarto ventrículo, al nivel de la región gris blanquecina de éste llamada *ala blanca interna*. Su longitud es casi tan grande como la de la oliva. La situación especial ocupada por dicho foco delante y á los lados del epéndimo y por detrás de la prolongación del cordón anterior de la médula, hace pensar que el núcleo del hipogloso representa la continuación del asta motriz de este órgano.

El núcleo que estudiamos, como todo foco motor, comprende cuatro factores principales de construcción: las *neuronas motrices*; las *fibras radiculares*; las *colaterales sensitivas de segundo ó de tercer orden*, y las *fibras motrices ó piramidales*.

**Células motrices.**—Un corte transversal de este foco del hombre ó de mamíferos (fig. 221, A), previa coloración con el método de Nissl, permite reconocer que los elementos de origen del XII par son células multipolares tan robustas como las mayores de la médula, con las que se identifican también por la magnitud y número considerable de los husos cromáticos del protoplasma. En esta misma preparación se nota que los somas se hallan bastante apartados entre sí por un plexo intersticial muy rico en fibras y en núcleos de neuroglia (1).

(1) En algunas preparaciones ya antiguas del núcleo de hipogloso del conejo, el nitrato de plata dibuja dentro del protoplasma una red idéntica á la descrita re-

La repartición de las células es desigual, abundando más en las regiones dorsal interna y externa del ganglio que en la ventral, en cuyo centro, punto de partida de las radicales existe un espacio casi vacío de neuronas. Esta región podría llamarse *ileo* del foco del hipogloso. (Fig. 211, B).

La forma de los elementos motores apreciada en los preparados de Nissl, es frecuentemente triangular ó cuadrilátera, con largas y gruesas expansiones nacidas de las esquinas y orientadas en todos sentidos. Vénse también formas en huso ó en estrella. En las neuronas marginales es donde más frecuentemente se presenta la figura en huso ó bipolar; en este caso, las dendritas marchan á menudo en la dirección del contorno ganglionar.

Pero la verdadera morfología de tales elementos, así como sus relaciones con las fibras del hipogloso, sólo pueden precisarse con el método de Golgi. Este método fué primeramente empleado por Livio Vincenzi, quien logró también demostrar la continuación del axon de tales células con los hacecillos del duodécimo par. En la figura 222, A, reproducimos algunos elementos de este núcleo del ratón recién nacido. Nótese el gran tamaño del soma, la gran longitud y robustez de las dendritas que marchan divergiendo y trazando ondulaciones en todos sentidos. En la mayoría de las células, estas expansiones, que son frecuentemente espinosas, acaba, tras algunas dicotomías, en el espesor mismo del foco; pero en algunos elementos, estas prolongaciones traspasan las fronteras, distribuyéndose en regiones vecinas. Bajo este aspecto, son dignos de notarse dos órdenes de elementos: los internos y los externos ó antero-externos.

En los *internos*, es decir, los situados cerca del rafe, algunas dendritas internas cruzan la línea media y se terminan ramificándose en el núcleo contralateral. Esta disposición interesante, descubierta por van Gehuchten, prueba que existe también en el bulbo una *comisura protoplásmica*.

En los corpúsculos *antero-externos* son las dendritas laterales las que rebasan el límite del foco, exhibiendo una disposición notable. Como se ve en la figura 223, C, dichas dendritas son espesas y se reúnen en manojitos que pasan por los intersticios de los haces vecinos de substancia blanca (vía central del vago y glosó faríngeo), entre las que se dicotomizan muchas veces, poniéndose en contacto longitudinal con las innumerables colaterales sensitivas que les salen al encuentro.

**Fibras radicales.**—Los axones de las citadas células son recios, carecen de colaterales y después de un curso inicial irregular, á menudo

cientemente por Golgi en los ganglios espinales. Esta reticulación no sería otra cosa, á nuestro juicio, que un espongioplasma, sobre el cual, por un azar de la reacción, se ha depositado exclusivamente la sal argéntica.

flexuoso y aun retrógrado, convergen todos hacia adelante, continuándose con los tubos del nervio hipogloso. Esta relación no ofrece duda de ninguna clase, habiéndose comprobado con diversos métodos (el de Guden, el de Golgi y el de la degeneración cromatolítica de Nissl). A me-

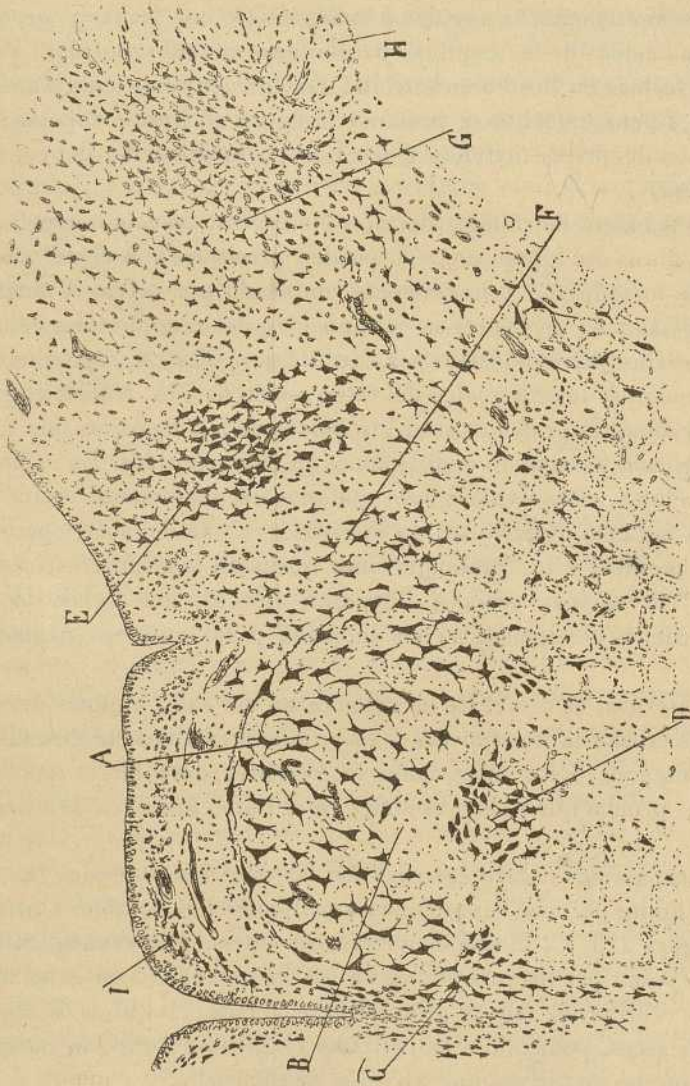


Fig. 221. — Suelo ventricular del bulbo humano con los núcleos motores del duodécimo y décimo par. (Método de Nissl). — A, células del núcleo del hipogloso ; B, íleo de este núcleo ; C, núcleo del raté ; D, núcleo de Roller ; E, foco motor dorsal del décimo par ; F, foco intercalado de Standerrini ; G, núcleo terminal sensitivo del noveno y décimo par ; H, cordón solitario ; I, células de substancia gris central.

nudo, fórmanse delante del foco dos hacecillos ventrales de radiculares, los cuales, cruzan por puntos bastantes próximos la substancia reticular gris divergiendo hacia afuera y adelante, y saliendo de la médula por fuera de la oliva (conejo, ratón, etc.) ó por dentro de ella (hombre).

En nuestros preparados, el nervio emana exclusivamente del foco llamado *principal*, y todas sus fibras son directas ú homolaterales. Tal era también el parecer de Duval (1), Livio Vincenzi (2), Kölliker (3) y otros. Es cierto que van Gehuchten ha creído notar en las aves alguna fibra cruzada; pero recientemente (4) habiendo estudiado este punto con el método de Nissl (ablación de la raíz y examen de las células cromatofíticas, diez ó doce días después), se pronuncia terminantemente contra la existencia de decusación. Iguales resultados consigna Marinesco (5).

**Colaterales sensitivas.** — Cuando se examina el núcleo del hipogloso en las preparaciones de Weigert-Pal, se ve que entre las células existe un plexo de finas hebras meduladas que ya fueron vistas por Koch, que las llamó *fibras propias*. Tales fibras son particularmente numerosas cerca del borde externo é inferior, donde se presentan en su mayoría cortadas de punta en las secciones horizontales.

Además de estas fibrillas plexiformes é intrafocales, existen á menudo ciertos hacecillos transversales que pasan por delante del ganglio, entre él y la substancia reticular blanca, y los cuales semejan alguna vez una comisura establecida entre ambos núcleos. Cramer, sobre todo, parece inclinarse á esta interpretación (6).

En realidad, es difícil decidir cuál es el origen y terminación de todas estas fibras. Creemos, sin embargo, que la inmensa mayoría de las que penetran y se ramifican en el foco, son *colaterales ó terminales de vías sensitivas de segundo orden*.

Según nuestros estudios, en el bulbo del ratón y conejo depocos días, las fibras sensitivas de este género, destinadas al núcleo del hipogloso, son:

a) Colaterales brotadas del curso horizontal de axones nacidos en los focos terminales de la raíz sensitiva del vago y glosio-faríngeo. Como se ve en la figura 224, a, hay fibra de esta especie que emite dos colaterales. A veces la colateral, abandonada al núcleo, parece por lo espesa una rama de bifurcación.

b) Colaterales nacidas en fibras arciformes ó sensitivas de segundo orden, procedentes del foco de terminación del trigémino. Estas nos han parecido poco abundantes.

c) Colaterales emanadas de la vía central común del trigémino, glosio-

(1) *Mathias Duval*: Recherches sur l'origine réelle des nerfs craniens. *Journ. de l'Anat. et de la physiol.*, 1880.

(2) *L. Vincenzi*: Sull'origine reale del Nervo ipogloso. *Estr. degli Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino*. Vol. XX. Aprile, 1885.

(3) *Kölliker*: Handbuch der Gewelehre, p. 333 y siguientes.

(4) *Van Gehuchten*: Sur l'existence ou la non existence de fibres croisées dans le tronc périphérique des nerfs moteurs craniens. *Journ. de Neurol.*, 1898.

(5) *Marinesco*: Veranderungen der Nervencentren nach Ausreissung der Nerven mit einigen Erwagungen betreffs ihre Natur. *Neurol. Centralbl.*, n° 19, 1898.

(6) *Cramer*: Beiträge zur feineren Anatomie der Medulla oblongata, etc. Jena. 1894.

faríngeo y vago. Semejante vía central reside en el ratón y en el conejo, según veremos más adelante, en una región de substancia blanca, empla-

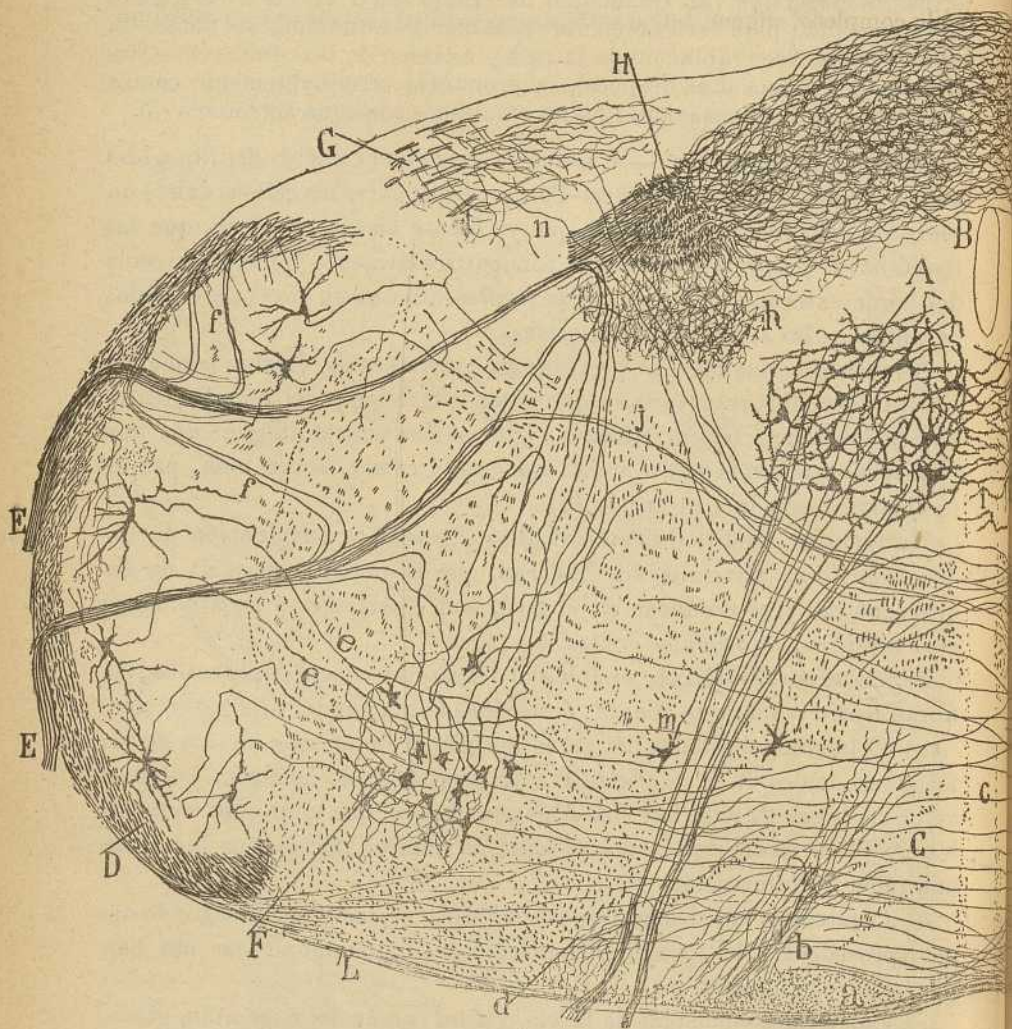


Fig. 222. — Corte transversal del bulbo de ratón de cuatro días. — A, núcleo del hipogloso; B, ganglio comisural; C, oliva bulbar; D, raíz descendente sensitiva del trigémino; E, raíces motoras del vago y glosos faríngeo; F, núcleo ambiguo; G, porción terminal del ganglio vestibular descendente; H, corte transversal del fascículo solitario; I, pirámides; a, b, colaterales de la sustancia blanca situada por fuera de las pirámides y de las pirámides mismas; c, d, colaterales del resto del cordón lateral; e, colaterales sensitivas para el núcleo ambiguo; f, fibras recurrentes de la raíz motora que iban a la raíz del trigémino; g, radicales motoras cruzadas del vago y glosos faríngeo; h, colaterales de la raíz sensitiva de estos nervios para el núcleo que acompaña al fascículo solitario.

zada en la frontera posterior de la substancia, reticular gris, entre los focos del quinto par vago-glosos faríngeo é hipogloso.

Las colaterales nacidas de esta vía central, vistas seguramente por Kölliker, aunque sin haber fijado su origen, son sin disputa las más importantes de todas, y tan abundantes, que cuando se impregnan de un modo completo, engendran en el espesor del núcleo un plexo apretadísimo é inextricable. Como puede verse en la fig. 224, B, que reproduce una preparación del conejo en que dichas fibras se colorearon casi exclusivamente, las citadas colaterales nacen de los paquetes verticales vecinos de la vía *vago-gloso-faringea*, marchan transversalmente hacia adentro, sueltas ó reunidas en paquetes delgados, y se ramifican entre las células

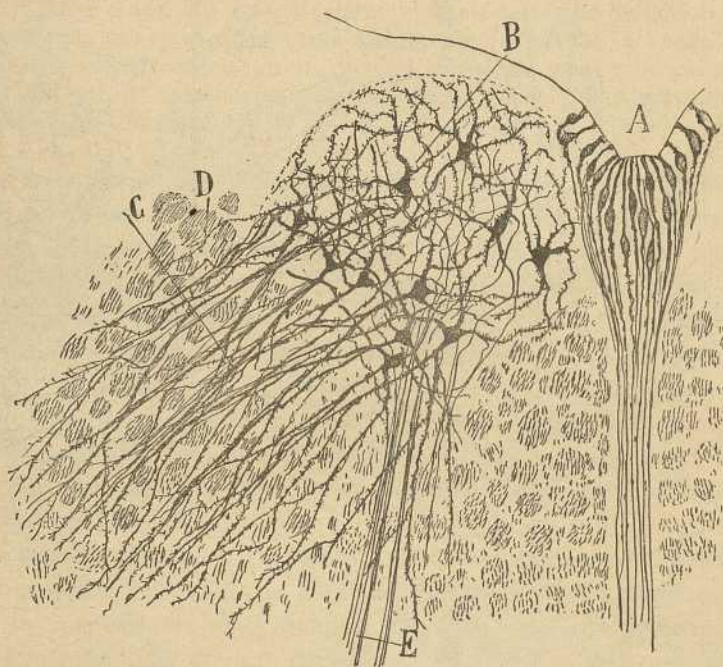


Fig. 223. — Núcleo del hipogloso (tercio superior) del gato de ocho días. (Método de Golgi).—A, Rafe con el tonel epitelial; B, células del hipogloso; C, dendritas externas; D, vía central del trigémino gloso-faringeo y vago; E, radicular del duodécimo par.

motrices. Muchas fibras, después de emitir ramillas para el núcleo de su lado, ganan el rafe, trazan arcos de concavidad posterior, y se distribuyen en el núcleo opuesto. De este modo, se establece una *comisura de colaterales sensitivas de segundo orden*, merced á la cual la excitación sensitiva monolateral de la lengua, puede poner en acción los dos núcleos hipoglosos, y por tanto, promover contracciones bilaterales en los músculos de aquél órgano. En fin, algunas colaterales de esta especie, arribadas cerca del rafe y del borde posterior del ganglio, se tornan verticales para distribuirse en diversas alturas de éste: tales fibras correspon-

den por lo menos en parte, á la *cápsula blanca perifocal*, bien perceptible en los preparados de Weigert-Pal. La arborización terminal de las colaterales es sobria en ramillas secundarias en el ratón y conejo recién nacidos ; en el gato de ocho á quince días alcanza mayor complejidad, notándose una infinidad de ramúsculos cortos, nacidos en ángulos casi rectos y acabados por una varicosidad.

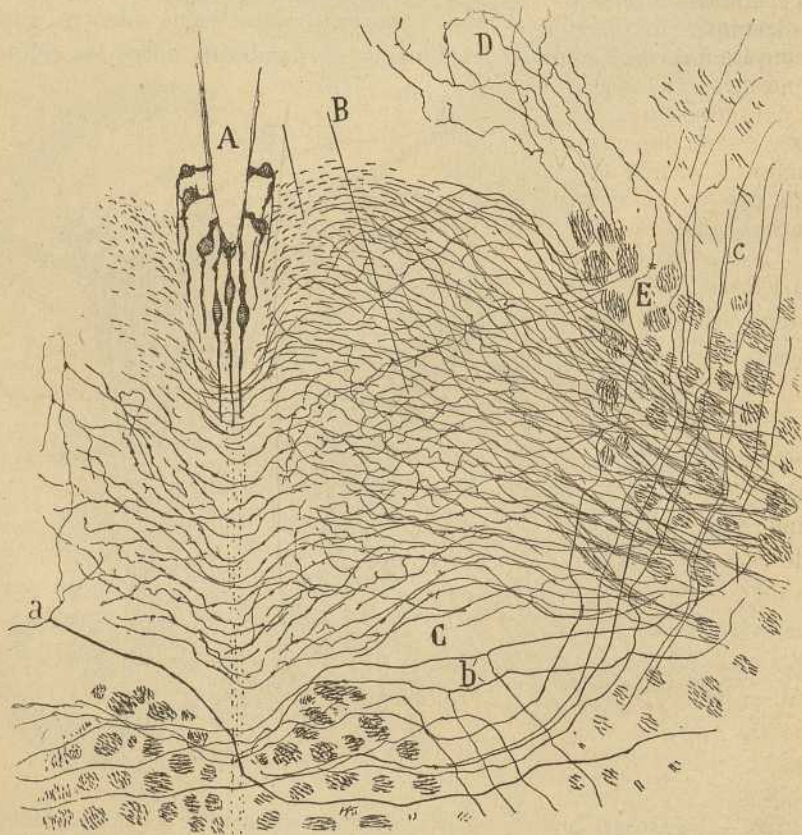


Fig. 224.—Foco del hipogloso de un feto de conejo casi de término.—A, epéndimo ; B, colaterales emanadas de la vía central del vago y glosio-faríngeo ; C, núcleo de Roller sin colaterales ; D, colaterales de dicha vía para el foco motor del espinal ; E, vía central de los nervios quinto, noveno y décimo par ; a, colateral de una fibra arciforme ; b, fibras arciformes que pasan por delante del núcleo del hipogloso.

d) Colaterales emanadas del resto ó continuación del cordón anterolateral de la médula. Tales fibras son particularmente visibles en los cortes longitudinales antero-posteriores del bulbo, observándose que proceden de diversos puntos de la substancia reticular blanca y gris, marchan directamente hacia atrás é ingresan en el ganglio, bien por su hileo, bien por su frontera lateral externa.

De lo expuesto resulta que la comisura interfocal, bien vista por los autores, singularmente por Vincenzi, Cramer y Kölliker, no es una comisura propiamente dicha, sino un cruce de colaterales sensitivas de segundo orden. Kölliker, que es el que mejor ha descrito las colaterales interfocales, nos deja, sin embargo, en la duda sobre su origen y significación, pues ni se atreve á calificarlas de motrices, ni de sensitivas, ni aun sabe si, caso de poseer este último carácter, representan vías sensitivas de primero ó de segundo orden.

¿Terminan también en el núcleo del duodécimo par colaterales sensitivas directas? Aunque Kölliker, estimando sin duda homólogos bajo este aspecto los focos bulbares y los medulares, se inclina á admitir su presencia, nosotros no las hemos podido hallar ni en este ni en ningún otro núcleo del bulbo; una tal ausencia es muy significativa en dicho foco, pues si existieran, debieran observarse fácilmente, supuesta la vecindad de los núcleos sensitivos del quinto, noveno y décimo par, y la gran constancia con que las colaterales sensitivas de estos núcleos se impregnan en los preparadas del cromato de plata.

e) Fibras piramidales ó motrices.—Puesto que resulta muy probable la existencia de una vía motriz especial destinada á enlazar las circunvoluciones rolándicas con los focos del hipogloso, algunos autores, Meinert, Koch y Kölliker entre otros, han hecho esfuerzos por determinar el origen é itinerario de las mismas. Así, Kölliker dice que á través de la substancia reticular gris, vienen para distribuirse en el núcleo principal un gran número de fibras sagitales, las cuales podrían originarse en la pirámide del lado opuesto, previa decusación en el rafe; pero poco seguro de la naturaleza de estos conductores, admite la posibilidad de que sean colaterales de fibras arciformes olivares, ó también tubos longitudinales de la substancia reticular.

Por nuestra parte, cuantas tentativas hemos hecho con la mira de determinar cuáles son las fibras propiamente piramidales ó motrices entre todas las penetrantes en el ganglio principal, han sido estériles. Las fibras á que Kölliker atribuye el origen piramidal, existen positivamente, pero son mucho menos numerosas que las colaterales sensitivas externas, y cuando aparecen bien impregnadas, no cabe seguir jamás aun las más largas de ellas hasta la vía motriz. La mayoría de estas fibras antero-posteriores, nos han parecido colaterales brotadas de tubos arciformes sensitivos ó de conductores longitudinales de la substancia reticular blanca debiendo, por tanto entrar en la primera y segunda categoría de las colaterales descritas por nosotros.

Además de las radicales nacidas del foco principal del hipogloso, algunos autores mencionan también raíces procedentes de otros dos focos: el *ganglio de Röller* y el *núcleo accesorio ó antero-externo* de Duval.

El *foco de Röller* es un grupo de células pequeñas, emplazado en el contorno posterior de la substancia reticular blanca, delante del foco principal del hipogloso, y á lo largo de las radicales de este nervio (figu-



ra 221, D). Según Rölller (1), las radicales del foco principal, al pasar por este pequeño ganglio, recogerían de él nuevas fibras motrices. Mas semejante dictamen fundado en las apariencias engañosas creadas por los métodos del carmín y hematoxilina de Weigert, no ha sido bien acogido por los sabios. Ni Koch (2), ni Obeisteiner (3), ni Forel (4), ni Vincenzi (5), ni Kölliker (6), ni Van Gehuchten, han podido persuadirse de la naturaleza motriz de dicho núcleo. Por nuestra parte, hemos consignado ya en nuestros dos trabajos sobre el bulbo, y singularmente en el segundo (7), que el núcleo de Rölller representa un resto del asta anterior de la médula, en donde se han refugiado exclusivamente células funiculares, probablemente destinadas á engendrar vías cortas de la substancia reticular gris. Mas adelante daremos algunos detalles de la estructura de este núcleo.

Por *núcleo accesorio* del hipogloso diputó Meinert y más tarde Duval un grupo de células de la substancia reticular situado delante y por fuera del núcleo principal (*núcleo antero-lateral* de este autor). Koch aceptó este dictamen y consideró el núcleo accesorio como la representación del grupo motor antero-externo del asta anterior, fuente, como es sabido, de las raíces inferiores del espinal. Por último, el mismo Kölliker reconoce que, si no todas las células del citado núcleo, algunas de las mayores emplazadas por dentro y por fuera de las raíces del duodécimo par, podrían suministrar también á éste algunos axones. En cuanto á nosotros, en ciertos animales, tales como el ratón y conejo, no hemos podido confirmar la entrada en los paquetes del nervio de cilindros-ejes, nacidos de estas células grandes; pero en el feto de gato, hemos sorprendido algunos elementos situados por dentro del nervio, en plena substancia reticular blanca, cuyo axon arciforme se incorporaba á los paquetes del duodécimo par. No osamos, sin embargo, asegurar que tales axones adicionales emerjan positivamente del bulbo con dicha raíz, porque no fueron seguidos lo bastante en su itinerario dorso ventral, y porque podría ocurrir que se tratara de cilindros-ejes de células funiculares grandes, los cuales, después de cierto trayecto paralelo al nervio, abandonarían á éste y se continuarían con alguna fibra vertical. Además, la abundancia en la substancia reticular de células grandes, cuyo axon sigue parecida dirección, debe hacernos cautos sobre este particular. En fin,

(1) Rölller: Ein kleinzelliger Hypoglossuskern. *Arch. f. mikr. Anat.*, 1881.

(2) P. Koch: Untersuchungen über den Ursprung und die Verbindungen der N. Hypoglossus. *Arch. f. mikros. Anat.*, Bd. 31, 1887.

(3) Obeisteiner: Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane, &, 3. Aufl., 1896, p. 431.

(4) Forel: Ueber das Verhältnisse des experimentellen Atrophie und Degenerationsmethode Zur Anat. und Histol. des Centralnervensystems. &. Publicado en el libro de honor destinado á conmemorar el 50 aniversario del doctorado de K. W. Nägeli y Albert. v. Kölliker, 1891.

(5) Vincenzi: Note histol. sulla origine reale di alcuni nervi cerebrali. Torino, 1884.

(6) Kölliker: Lehrbuch der Gevebelehre 6 Aufl. 1893.

(7) Cajal: Nueva contribución al estudio del bulbo raquídeo, VII. Estructura del núcleo de Rölller y del extremo superior del asta anterior de la médula. *Rev. trim. micrográfica*, vol. II, fasc. 2, Junio 1897.

nuestros estudios recientes con el método de Nissl (examen de la cromatolisis tras la sección del XII par), no abonan tampoco la opinión de Duval.

Las demás células fronterizas del núcleo no tienen nada que ver con las radicales del duodécimo par. De acuerdo con Kölliker, juzgamos que no son motrices las pequeñas células que bordean por dentro el núcleo principal, ni las del foco lineal del rafe (fig. 221, C), ni tampoco las residentes en el llamado *núcleo intercalar* de Standerini, emplazado entre el núcleo que estudiamos y el dorsal del décimo par (fig. 221, F).

*Consideraciones fisiológicas.*—Todo núcleo motor recibe de otros centros dos especies de corrientes: la *excito motriz voluntaria* cuyo derrotero se desconoce, según resulta de las consideraciones antes expuestas,

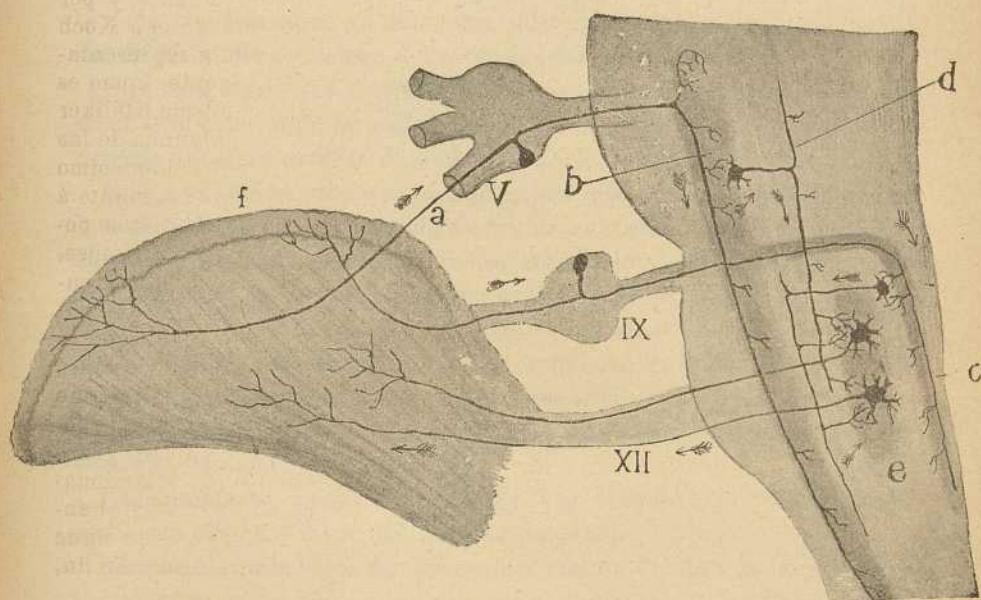


Fig. 225. — Esquema destinado á demostrar la marcha de las corrientes en los nervios quinto, noveno y duodécimo par. — V, ganglio de Gaserio; IX, ganglio de Andersch del glosa-faríngeo; XII, nervio hipogloso; a, nervio lingual; b, foco terminal de la porción sensitiva del trigémino; c, fascículo solitario; d, vía central del trigémino; e, foco del hipogloso; f, mucosa lingual.

para el nervio que estudiamos; y la *corriente sensitivo refleja*, cuyos caminos principales acabamos de puntualizar. Fácil es ahora imaginar, con arreglo á los datos precedentes, la marcha de las corrientes reflejas, desde los nervios sensitivos de la lengua (lingual del trigémino, cuerda del tambor del facial y glosa-faríngeo), hasta los músculos de la misma inervados, según es bien sabido, por el nervio hipogloso.

Supongamos una excitación producida por la presencia del alimento en las terminaciones del nervio lingual ó en las del glosa-faríngeo; esta

excitación marchará, según se aprecia en el esquema adjunto, desde las terminaciones periféricas de tales nervios á sus ganglios, y de éstos á los focos terminales sensitivos bulbares del quinto y noveno par; llegada á estos focos, mediante las colaterales sensitivas en ellos ramificadas, el impulso pasará á las células formadoras de la vía central de los citados pares, desde la cual, derivando por las colaterales de la misma, se transmitirá en definitiva al foco del hipogloso y á los músculos linguales. De esta suerte se realizan también los actos reflejos de la *masticación*, *deglución*, *succión* y otros que necesitan el concurso de los músculos linguales.

---

## CAPÍTULO V

### NERVIO ESPINAL (XI PAR)

El *nervio espinal*, llamado también *accesorio de Willis*, es un nervio exclusivamente motor. Consta de dos porciones ó raíces : una *medular y descendente*, que baja durante una extensión de unos 5 centímetros en el hombre, desde la oliva hasta el quinto nervio cervical, y otra *bulbar*, brotada transversalmente del surco colateral posterior de la oblongada, detrás de la oliva y debajo del arranque del pneumogástrico.

**PORCIÓN MEDULAR Ó ASCENDENTE.**—Células de origen.—Residen en el asta anterior de la médula cervical, al nivel de la pléyade celular externa ó postero-externa de dicho territorio de substancia gris.

Röller (1) fué el primero que puntualizó este origen, poniendo además de manifiesto que los tubos radicales, una vez reunidos en manojitos, se dirigen primeramente atrás y afuera, costeando la frontera de la substancia gris, para hacerse oblicuos y ascendentes en la base del asta posterior y territorio del cordón limitante lateral, y emerger, finalmente, tras otro cambio de dirección que los convierte en horizontales, por delante de las raíces posteriores, en plena superficie del cordón lateral. Descripción semejante han hecho, con ligeras adiciones, Darkschewitsch (2), Dees (3), Holl (4) y Kölliker (5).

Recientemente, Bunzl-Federn (6) y Van Gehuchten (7), han confirmado este origen á favor del método de Nissl.

Pero en los trababajos de estos sabios, faltan detalles de la morfología de las neuronas de dicho foco y de sus conexiones con las fibras nerviosas exógenas. Para adquirirlos hemos efectuado nosotros (8) varias pre-

(1) Röller : Der centralen Verlauf der N. Accesorius. *Zeitschr. f. Psych.*, 1881.

(2) Darkschewitsch : Ueber den Ursprung des Nervus accesorius. *Arch. f. Anat.*, 1885.

(3) Dees : Ueber den Ursprung und den centralen Verlauf des N. accesorius. *W. Allgem. Zeitschr. f. Psych.*, Bd. 43 y Bd. 44,

(4) Holl : Ueber den N. accesorius Willisii. *Arch. f. Anat. und Physiol.*, 1878.

(5) Kölliker : Handbuch der Gewebelehre, 2. Band, Leipzig, 1896, p. 338.

(6) Bunzl-Federn : Ueber den Kern des Nervus accesorius. *Monatschr. f. Psychiatrie und Neurologie*. Bd. 11, 1897.

(7) Van Gehuchten : Anatomie du systeme nerveux de l'homme. 3 ed. 2 vol., 1900.

(8) Cajal : Nueva contribución al estudio del bulbo raquídeo. I. Las células de origen del nervio espinal. *Revista trimestral micrográfica*, vol. II, 1897.

paraciones con el método de Golgi, en los embriones de gato y de conejo.

En las fig. 226 y 227 reproducimos algunas células de dicho foco espinal

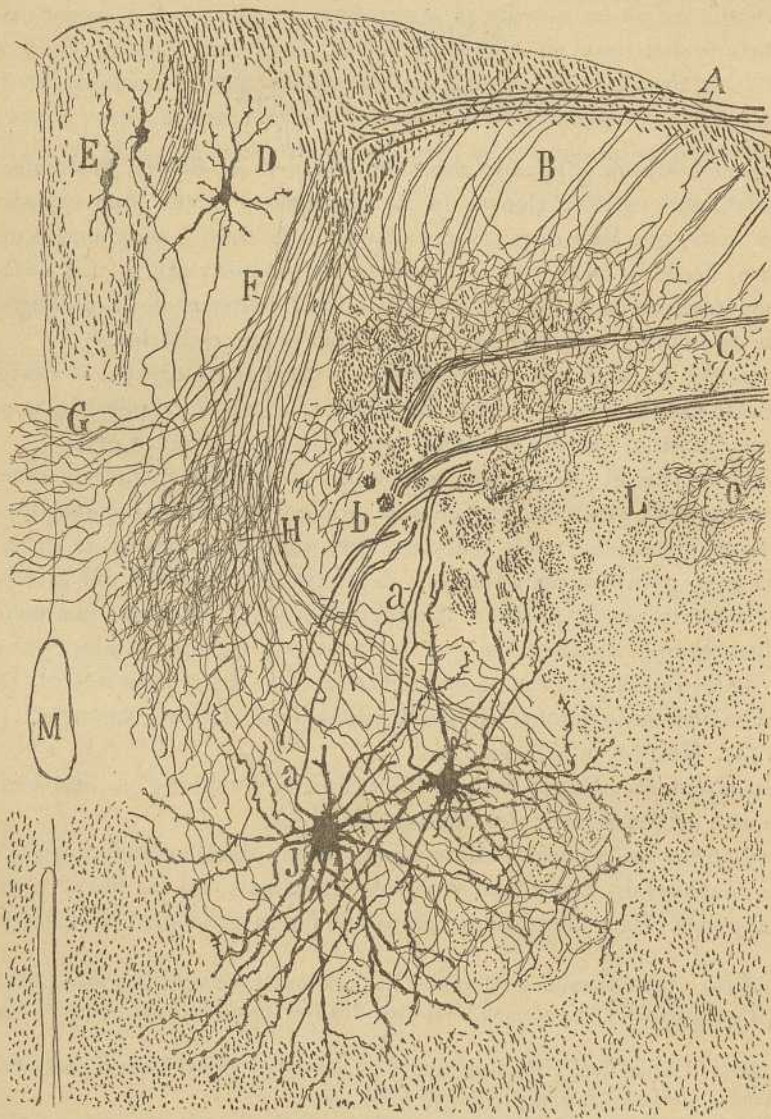


Fig. 226. — Corte del bulbo por debajo del cruce de las pirámides. Feto de gato. — A, raíces posteriores; B, substancia de Rolando; C, radiculares del espinal; D, ganglio del cordón de Burdach; E, ganglio de Goll; F, manojito reflejo-motor; J, células del espinal.

y dos corpúsculos motores de las raíces anteriores. Confírmase desde luego la presunción expuesta por varios autores de que el tipo morfológico de

las células del espinal medular coincide con el de los elementos radicales ordinarios. Nótese, en efecto, que ambas especies celulares son voluminosas, estrelladas, y están provistas de largas y robustas expansiones protoplásmicas.

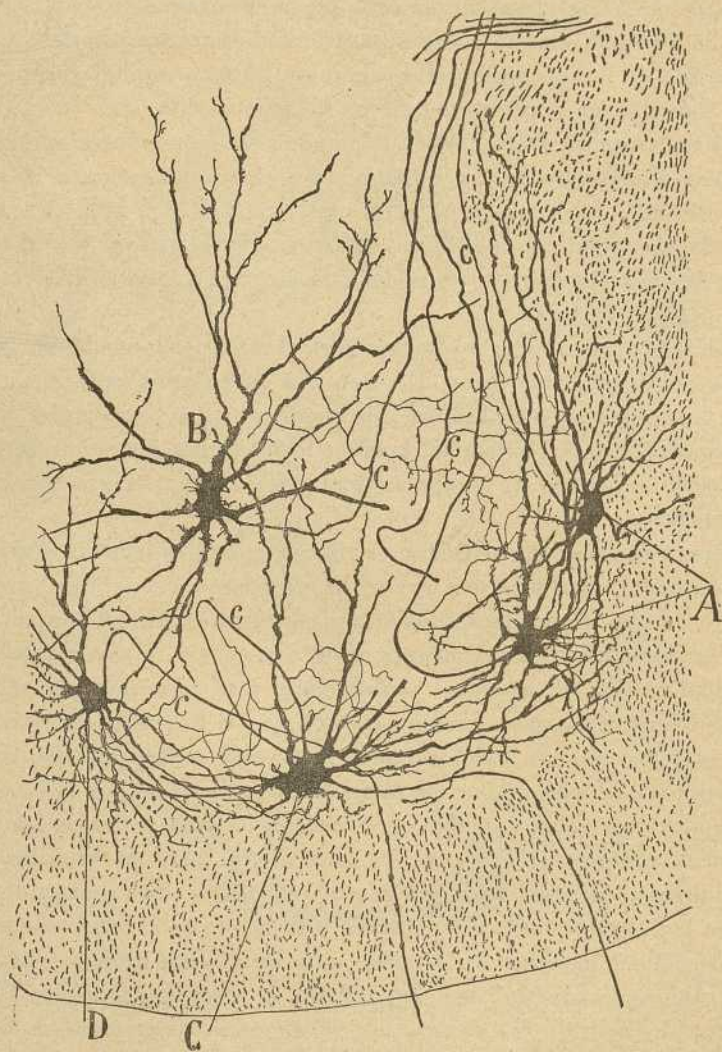


Fig. 227. — Asta motriz de la porción superior [cervical de la médula del feto de gato. — A y B, células del espinal medular; C y D, células motrices comunes; c, colaterales motrices de las células del undécimo par.

En las porciones más inferiores del foco espinal medular, los corpúsculos que lo pueblan residen en la parte más externa del asta anterior (A), fronterizos al cordón lateral, reservándose el área anterior é interna

de este territorio gris para los elementos motores comunes (D, C, figura 227). Mas á medida que los cortes corresponden á planos más superiores, las células del espinal ganan terreno hacia adentro, invadiendo progresivamente toda la mitad posterior del asta anterior, y relegando al plano más anterior é interno de ésta á los corpúsculos de las raíces cervicales, los cuales se presentan de cada vez menos numerosos.

En la fig. 226, en que el corte pasa inmediatamente por debajo de la decusación de la vía piramidal, las células del foco espinal yacen, tanto en el centro como en la parte externa del asta motriz (J).

Las expansiones protoplásmicas marchan en todas direcciones, dominando la antero-posterior y alcanzando algunas ramas hasta la región gris intermedia. En los corpúsculos más externos (fig. 227, A), la mayoría de los apéndices dendríticos costea el cordón lateral y forman cerca de éste, en el cuarto externo del asta anterior y región gris intermedia, un plexo apretado.

Las dendritas internas no llegan hasta el rafe, por lo menos en las porciones medulares inferiores. En nuestros preparados de la médula del gato, la comisura protoplásmica, que puede seguirse hasta por encima de la decusación de la vía motriz, aparece formada por dendritas de las células motoras del primer nervio cervical y por algunas células funiculares y comisurales.

**Fibras radiculares.**— El axon es robusto y se dirige hacia atrás, bien derechamente, bien tras una revuelta, incorporándose á otros, y engendrando de esta suerte hacecillos antero-posteriores. En su itinerario, dichos axones emiten casi constantemente una, dos y rara vez tres colaterales, las cuales se ramifican prolijamente y se terminan por arborizaciones libres, situadas precisamente dentro del territorio del foco espinal, es decir, que no invaden nunca la porción antero-interna, residencia habitual de los corpúsculos radiculares ordinarios (fig. 227, c, c).

Igual exclusivismo es dable confirmar en las colaterales de las células motrices comunes. Como se ve, en D y C, fig. 227, las ramillas brotadas del axon (el cual traza un fuerte recodo), se distribuyen de preferencia por el tercio anterior del asta, justamente en el territorio ocupado por las células motrices de las raíces anteriores. Este hecho, que fué también observado por V. Lenhossék (1) en la médula del ratón, demuestra que el curso de las colaterales motrices no es siempre recurrente, como quiere Schaffer (2); semejante recurrencia se observa solamente cuando dichas ramillas brotan en pleno cordón anterior (disposición que nos parece corresponder á una fase embrionaria); mas cuando proceden

(1) *Lenhossék*: Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen. Berlín, 1895.

(2) *Schaffer*: Zur feineren Struktur der Hirnrinde, etc. *Arch. f. mikros. Anat.* Bd. 48, 1897.

del curso intra-gris del axon, tales ramillas no muestran ninguna tendencia á retroceder, sino que se distribuyen inmediatamente entre los corpúsculos motores de las inmediaciones.

El trayecto ulterior de las radicales del espinal es muy complicado, y sólo cabe ser determinado estudiando comparativamente una serie de cortes. Como mostramos en la fig. 228, que reproduce dicha raíz, colo-

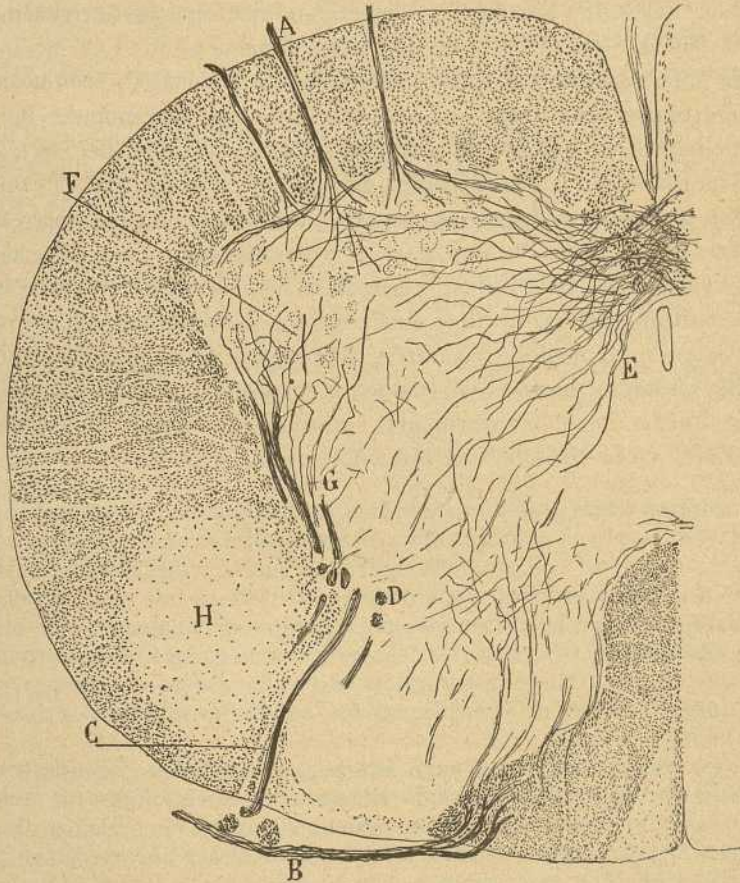


Fig. 228.—Corte de la porción cervical superior de la médula del gato de pocos días. (Método de Weigert-Pal).— A, radicales de los nervios cervicales ; B, raíz sensitiva ; C, porción emergente del espinal ; D, porción ascendente de éste ; G, porción inicial del mismo ; F, foco de origen de la porción medular del undécimo par ; H, vía piramidal todavía no medulada.

reada por el método de Pal, en el gato de pocos días, dichas fibras marchan horizontales solamente mientras circulan por la substancia gris del asta anterior ; llegadas en frente de la porción limitante del cordón lateral (*manejo del asta posterior*), se tornan ascendentes, por lo cual se muestran en este punto seccionadas de través ú oblicuamente ; en fin, tras un



cierto trayecto vertical, tórnanse nuevamente horizontales, cruzan la vía piramidal y la cerebelosa, y emergen, finalmente, por delante de la substancia de Rolando en pleno cordón lateral. Algunos haces brotan á través de la porción anterior del cordón posterior, después de cruzar parte del asta dorsal. Según Kölliker, ciertas radicales tendrían un curso más sencillo, marchando sólo algo oblicuadas en su trayecto antero-posterior. En las figs. 210, L, y 211, K, que copian la decusación de las pirámides del bulbo humano, se aprecia también una parte del itinerario del duodécimo par. Obsérvese que algunos paquetes del nervio salen del bulbo por el espesor del cordón cerebeloso de Flechsig.

**Colaterales sensitivas.** — En el territorio del foco medular del espinal penetra gran número de colaterales: la mayoría nace del fascículo reflejo-motor, como puede apreciarse fácilmente en la fig. 226, F; otras dimanán de las fibras del cordón antero-lateral, llegando por entre los haces de éste; algunas, en fin, quizá representen colaterales y terminales de la vía piramidal. El plexo pericelular nos ha parecido exclusivamente constituido por las fibrillas sensitivas y por colaterales del cordón antero-lateral; al menos en nuestros preparados no es posible seguir una fibrilla piramidal hasta el cuerpo de un corpúsculo motor; siempre cesan estas fibrillas en el territorio gris intermedio, es decir, detrás del asta anterior y en la vecindad del resto del cordón lateral.

Tocante á otros problemas pendientes de solución, sólo observaciones negativas podemos aportar. Así no hemos podido confirmar, ni por el método de Golgi, ni por el de Weigert, la asección de Darkschenwitsch, quien atribuye al cordón de Burdach y al foco de éste una participación importante en la formación del espinal medular. Tampoco nos ha sido dable sorprender fibras espinales descendentes, ni reconocer la contribución con que, según Röller, intervendría el cordón lateral en la producción del undécimo par, ni advertir, en fin, las fibras espinales cruzadas de que habla Obeisteiner (1).

Todas estas suposiciones parécennos poco fundadas. En nuestras preparaciones, las fibras del espinal dimanán exclusivamente de neuronas motrices del asta anterior, y su curso es siempre más ó menos oblicuo y ascendente. En algunos tubos, la oblicuidad de las fibras era tan pequeña, que pudieron, en un mismo corte, seguirse por la totalidad de la substancia gris y hasta por una buena parte de su itinerario á través de la substancia reticular (porción interna del cordón lateral).

**PORCIÓN BULBAR.**—Esta porción superior, llamada también *nervio accesorio del vago*, nace, según opinión muy generalizada, del mismo foco de origen de las fibras motrices del décimo y noveno par, es decir, del *núcleo ambiguo*, columna celular situada en plena substancia reticular gris, detrás y á cierta distancia del núcleo del cordón lateral (figu-

(1) *Obeisteiner*: Anleitung beim Studium des Baues des nervösen Centralorgane, etc. Leipzig, u. Wien., 1896.

ra 214, m). Se supuso también que los tubos radiculares de esta porción tendrían su origen en las células más bajas de dicho núcleo, reservándose las altas para la raíz motriz del vago-gloso-faríngeo; de aquí marcharían hacia atrás primero, después hacia adelante, para emerger según una línea vertical extendida superiormente hasta la altura de la mitad ó tercio inferior de la oliva. En su trayecto extracraneal, la porción bulbar del nervio que estudiamos se incorporaría al nervio pneumogástrico más allá del ganglio yugular. Trataríase, pues, en realidad, como ya Schwalbe hizo notar, de una dependencia del pneumogástrico, al que el undécimo par aportaría un contingente considerable de fibras motoras.

La cuestión de la unidad ó dualidad de origen real del espinal ha sido muy discutida, y aunque no puede considerarse todavía definitivamente resuelta, parece hallarse en camino de esclarecimiento.

Las dudas versan, no sobre el espinal medular, cuyos orígenes están perfectamente determinados, sino sobre el espinal bulbar, al cual algunos autores atribuyen igual origen que al compañero.

Así Darkschewitsch (1) creía que las dos porciones, bulbar y espinal, nacían de un mismo foco, del núcleo externo del asta ventral, foco que en la porción olivar del bulbo residiría por detrás y fuera de las olivas, y el cual se habría tomado erróneamente como prolongación del núcleo ambiguo.

En sentir de Duval (2), el núcleo de origen de la citada porción bulbar no sería otro que el segmento inferior del foco motor dorsal del vago.

Para Kölliker (3), el espinal bulbar tiene su origen real principal en el núcleo ambiguo, y accesoriamente en otro núcleo más pequeño vecino y lateral al precedente.

Recientemente, la cuestión ha cambiado de aspecto merced á los experimentos de Bunzl-Federn (4) y Van Gehuchten (5), ejecutados con el método de Nissl. Estos autores cortan el nervio espinal del conejo en la caja craneal, y buscando diez días después las células que han sufrido la cromatolisis (reacción celular subsiguiente á la sección del axon), la encuentran solamente en el asta anterior de la médula para la *porción espinal*, y en una pequeña columna gris, situada á cada lado del rafe, detrás de la porción inferior del núcleo del hipogloso, para la *porción bulbar*. Esta columna viene á ser un apéndice descendente del núcleo dorsal motor del vago, lo que justifica, como hace notar van Gehuchten, la designación de foco *pneumo-espinal* dada á este centro por M. Duval. En la parte inferior del bulbo, esta columna se acerca mucho al epéndimo,

(1) Darkschewitsch : Ueber den Ursprung des N. accessorius. *Arch. f. mikros. Anat.*, 1889.

(2) Duval : Recherches sur l'origine réelle des nerfs craniens. *Journ. de l'Anat. de la physiol.*, 1880.

(3) Kölliker : *Loc. cit.*, pág. 337.

(4) Bunzl-Federn : Ueber den Kern des Nervus accessorius. *Monatschr. f. Psychiatr. u. Neurol.* Bd. 2, 1897.

(5) Van Gehuchten : De l'existence ou la non existence de fibres croisées dans le tronc périphérique des nerfs craniens. *Journ. de Neurologie*, 1899.

cuya frontera postero-externa bordea. En cuanto al núcleo ambiguo, no presenta nunca cromatolisis tras la sección del espinal, y no tendría, por tanto, conexión ninguna con este nervio.

Por nuestra parte, he aquí los resultados de nuestros estudios. Cuando se corta el espinal por encima de su rama de unión al vago, ó se secciona este último nervio por debajo del plexo gangliforme, es decir, en la parte del trayecto en que el décimo par contiene el contingente de fibras motrices aportado por la rama interna del undécimo, muéstrase en cromatolisis una larga columna de células extendida desde el ganglio comisural, á cuyo nivel cesa el foco dorsal del décimo par, hasta más abajo

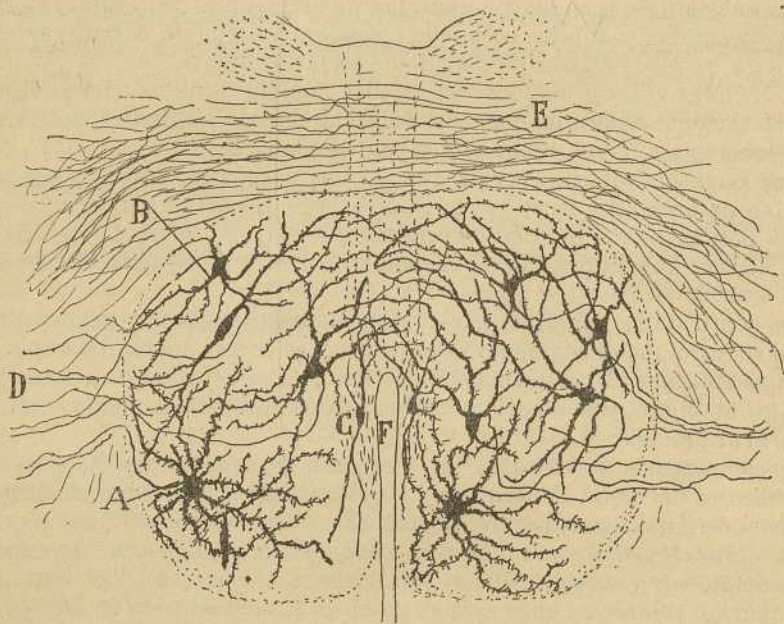


Fig. 229.—Núcleo de origen del espinal bulbar en el conejo. — A, célula gruesa rica en dendritas; B, célula de tamaño menor; C, corpúsculos fusiformes al parecer funiculares; D, radicales del nervio; E, fibras de la comisura posterior; F, epéndimo.

de la decusación motriz. En algunos preparados se ven todavía células en cromatolisis debajo del comienzo del ganglio del cordón de Burdach, en pleno territorio de la comisura posterior. Por lo común, dicho fenómeno degenerativo se muestra exclusivamente en el foco homolateral; sin embargo, en dos casos hemos visto también alguna célula cromatolítica cerca del rafe en el foco contralateral, lo que induce á sospechar la existencia de alguna radicular cruzada.

El foco que estudiamos es hemisférico, rico en células y habita cerca y á los lados del rafe, costeano la mitad posterior del epéndimo y rela-

cionándose por afuera con el haz sensitivo motor ó sus restos superiores, y por detrás con la comisura gris. El estudio de una serie de cortes revela, como ya descubrió Duval y han confirmado Federn y van Gehuchten, que este foco se continúa superiormente con el dorsal motor del vago.

En los preparados de Golgi, muéstranse las células semejantes á las del citado núcleo del décimo par, es decir, multipolares, triangulares ó poligonales, dispuestas irregularmente y dotadas de numerosas dendritas, que no suelen traspasar las fronteras del núcleo; no obstante, algunas expansiones nacidas de células próximas al rafe cruzan éste y se ramifican en el núcleo contralateral, engendrando, por tanto, una *comisura protoplásmica* (fig. 229). Bajo el aspecto del tamaño, distínguense dos tipos celulares: *gruesos*, poligonales y ricos en dendritas fuertemente espinosas (fig. 229, A); y *medianos ó pequeños*, pobres en expansiones, escasamente guarnecidas de apéndices espinosos. La frontera interna del núcleo contiene también algunos elementos funiculares que parecen desprendidos del territorio de la comisura posterior (C).

Los axones de las células motrices carecen de colaterales, marchan hacia afuera é ingresan en la substancia reticular gris, para emerger, después de un trayecto algo ascendente, á través de la porción descendente del trigémino.

Entre las células del núcleo que estudiamos penetran colaterales llegadas de la substancia reticular gris vecina, probablemente relacionadas con la prolongación inferior de la vía central del vago, glosio-faríngeo y trigémino. Del haz reflejo-motor, aquí muy próximo, acaso vengan también algunas fibras; no hemos podido, sin embargo, asegurarnos de su existencia. Mencionemos, en fin, la entrada y ramificación en el ganglio de ciertas colaterales finísimas nacidas de un sistema de fibrillas longitudinales que parece residir por fuera y detrás el epéndimo (fig. 229, F).

Se ve por lo expuesto (y esta idea resaltará más cuando tratemos del foco dorsal del vago) que el espinal bulbar (que se incorpora, según es sabido, al pneumogástrico encima del plexo gangliforme de éste) representa en realidad una raíz del décimo par, la cual, por economía de trayecto acaso, en vez de juntarse á este nervio dentro del cráneo, se le uniría fuera de él. La perfecta semejanza de estructura de los focos dorsal del vago y bulbar del espinal, la continuación vertical de ambos ganglios á los lados del epéndimo y la analogía de la distribución periférica de la rama interna del espinal (incorporada al vago) y de las fibras motrices del décimo par, abonan este parecer.

---

## CAPÍTULO VI

### NERVIO VAGO Y GLOSO-FARÍNGEO (X Y IX PAR)

Los *nervios glosó-faríngeo y pneumogástrico*, aunque bien separados en su trayecto periférico, constituyen una unidad anatómica en su trayecto intrabulbar, pues ambos nacen de los mismos núcleos y es sumamente difícil distinguir en éstos las fibras del uno de las del otro. Esta circunstancia nos obliga á englobar los dos nervios en una misma descripción.

Los citados nervios poseen dos especies de raíces : motoras y sensitivas.

#### RAÍCES SENSITIVAS DE LOS PARES NOVENO Y DÉCIMO

En el estudio de la estructura de los nervios sensitivos es preciso adoptar un plan descriptivo especial, fundado en la consideración ordenada de los diversos factores estructurales de los focos de terminación de dichos nervios, focos que no son, como los motores, centros de proyección periférica de corrientes, sino estaciones de empalme entre las fibras sensitivas de primero y las de segundo orden.

He aquí el orden de exposición que conviene aplicar al estudio de todo nervio sensitivo : 1.º, *ganglio* en donde yacen las células sensitivas, origen del nervio ; 2.º, las *terminaciones periféricas* de la rama externa ; 3.º, el *trayecto de la raíz sensitiva*, ó rama interna, con sus colaterales y arborizaciones finales ; 4.º, las *células del núcleo central* con quienes tales ramificaciones se ponen en contacto, y 5.º, finalmente, las *vías sensitivas centrales* de la substancia blanca, destinadas á poner en comunicación dichos focos sensitivos con otros ganglios del eje cerebro-espinal. Semejante orden expositivo corresponde, en suma, salvo alguna pequeña variante, al camino seguido por el impulso periférico recolectado por el nervio sensitivo ó sensorial.

#### GANGLIOS DE ORIGEN

**Ganglios del vago.**—Las raíces sensitivas del vago tienen su nacimiento en dos ganglios : uno superior, recio y corto, llamado *ganglio yugular* ; el otro inferior, largo y delgado, situado muy cerca del precedente y denominado *ganglio plexiforme*. Estos dos focos, según ha probado van

Gehuchten con el método de Golgi, y nosotros y Olóriz (1) con el de Ehrlich, constan, lo mismo que los espinales, de corpúsculos de forma monopolar, cuya expansión se bifurca, engendrando *una rama interna* dirigida adentro y arriba para penetrar en el cráneo y, finalmente, en el bulbo raquídeo; y *otra externa*, que continúa la dirección del nervio y se termina en las mucosas de la boca, faringe y vías respiratorias. En la figura 230 reproducimos un corte vertical del plexo gangliiforme del gato coloreado por el método de Ehrlich. Los citados elementos monopolares de este foco afectan, por lo común, talla menor que los correspondientes

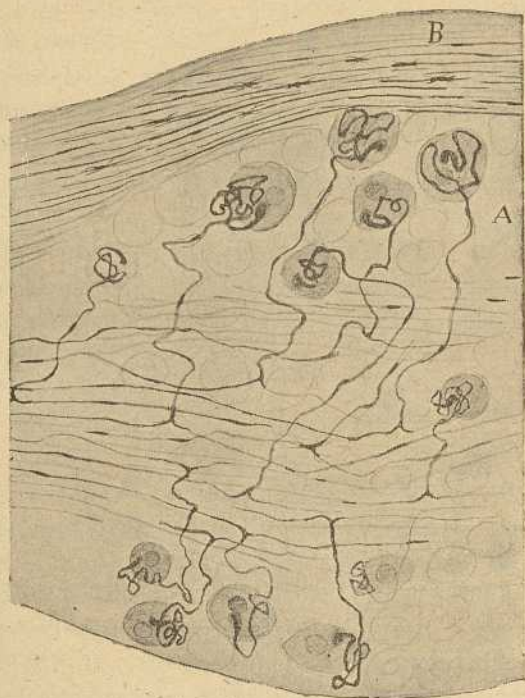


Fig. 230. — Trozo del plexo gangliiforme del décimo par del gato adulto. (Método de Ehrlich). — A, células gangliónicas; B, porción motriz.

de los ganglios raquídeos, y entre ellos se observan tallas grandes y pequeñas. El glomérulo inicial se revela muy claramente, aunque de ordinario resulta menos complicado que el de los del ganglio de Gaserio y espinales. Tras un curso flexuoso de longitud variable, la expansión celular divídese en Y ó en otros ángulos, notándose que la rama central suele ser más delgada que la periférica. La posición preferente de las fibras sensitivas es el eje ganglionar, en el cual se disponen en fascículos longi-

(1) *Cajal y Olóriz*: Los ganglios sensitivos craneales de los mamíferos, *Rev. trim. microgr.* Tomo 2, 1897.

tudinales separados por pléyades celulares. En fin, en un lado, y adosada al foco, aparece la raíz motriz del vago, cuyas fibras afectan en general menor espesor que las ramas sensitivas periféricas y que las radiculares motrices de otros nervios.

Hasta hoy no hemos podido hallar en este foco ni ramificaciones de fibras simpáticas, ni arborizaciones pericelulares.

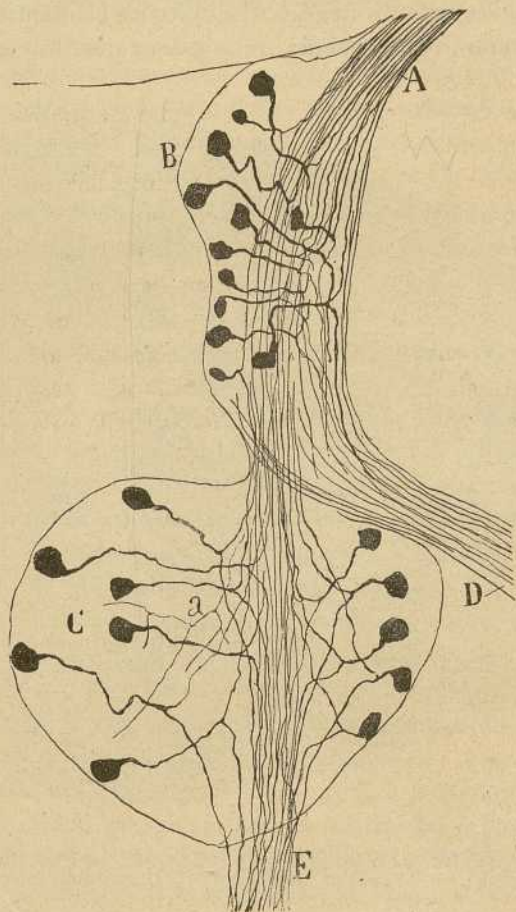


Fig. 231.—Los dos ganglios del glosso-faríngeo del feto de ratón. (Método de Golgi). — A, raíz del nervio ; B, ganglio de Ehrenritter ; C, ganglio petroso ; D, rama anastomótica de Jacobson ? ; E, porción principal del nervio ; a, fibras ramificadas complicadamente.

**Ganglios del glosso-faríngeo.**—Procede este nervio de dos focos : uno grande, redondeado, residente en una depresión del peñasco, cercana al agujero rasgado posterior, por cuya vecindad ha merecido el nombre de *ganglio petroso* ó de *Andersch* ; otro pequeño, fusiforme, emplazado en

pleno agujero rasgado posterior y designado con el nombre de su descubridor, es decir, *ganglio de Erhenritter*.

En la fig. 231 reproducimos los dos ganglios del glosó-faríngeo, cuya impregnación hemos conseguido algunas veces en el ratón recién nacido. El ganglio de Erhenritter aparece como un espesamiento de la porción inicial del nervio; sus células, situadas en su mayoría hacia adelante, son monopolares con una expansión interna dirigida hacia el bulbo, y otra externa, á menudo algo más gruesa, que marcha hacia afuera y atrás, emergiendo comunmente antes del ganglio de Andersch, y formando un nervio robusto que acaso represente el nervio anastomótico de Jacobson. El ganglio de Erhenritter contiene además muchas células monopolares del tipo pequeño.

En esta misma figura mostramos el ganglio principal ó de Andersch, que en el ratón afecta figura de corazón, con un íleo vuelto al ganglio superior, por donde salen las ramas internas, y un vértice externo por el cual emergen las externas. Las células son también monopolares, y en general nos han parecido más grandes que las del foco precedente. Además de las fibras ordinarias nacidas de las células y divididas en Y, hemos sorprendido algunas hebras finas ramificadas repetidamente (figura 231, a), procedentes quizá del ganglio cervical superior del simpático.

#### RAMA PERIFÉRICA DEL GLOSO-FARÍNGEO

Las ramas nacidas del ganglio de Andersch poseen un modo especial de distribución que debe conocerse. Según es sabido, el nervio glosó-faríngeo se termina en el tercio posterior de la mucosa lingual, y se le reputa como el principal conductor específico de las impresiones gustativas.

**Botones gustativos y arborizaciones nerviosas.**—Según demostraron hace tiempo (1867) las importantes investigaciones de Lovén y Schwalbe, y los trabajos de confirmación y ampliación de Engelmann, v. Wyss, Honigschmiedt y Hermann, Drasch y otros, el aparato terminal del glosó-faríngeo lo forman ciertos órganos microscópicos, en forma de tonel, llamados *yemas ó botones gustativos*, situados en el epitelio del surco que rodea las papilas caliciformes y fungiformes de la lengua. En el conejo, animal donde preferentemente han recaído las investigaciones de los histólogos, el aparato terminal gustativo está representado por dos placas redondeadas colocadas á los dos lados del tercio posterior de la lengua y cubiertas de crestas paralelas (*órgano foliado*).

El examen micrográfico de un corte fino del órgano foliado del conejo, previa coloración por la hematoxilina ó una anilina básica, enseña que las yemas ó toneles gustativos forman dos ó tres hileras paralelas en cada pared lateral de los surcos, emplazadas en el seno del epitelio pavimen-



tosos de la mucosa y separadas entre sí por puentes de epitelio ordinario. El botón ó yema, afecta figura de tonel y se extiende desde la frontera profunda del epitelio hasta la superficie libre, en la cual la mucosa exhibe una depresión diminuta llamada *poro gustativo*. Cuando los cortes son rigurosamente axiales á los citados toneles, se echa de ver que se componen éstos de dos especies de células: los *corpúsculos de sostén*, elementos gruesos, situados periféricamente, ricos en protoplasma pálido y poco coloreable, á veces sembrado de vacuolas; y los *corpúsculos bipolares* situados en el centro, elementos mucho más delgados, de figura de huso, provistos de un cuerpo algo engruesado por el núcleo, y de dos apéndices finos, uno periférico, prolongado hasta el poro gustativo, donde acaba á favor de una fina pestaña, y otro central más espeso, que se termina libremente en la frontera del dermis. El poro gustativo es en realidad, según ha demostrado recientemente Ebner (1), la entrada de una cueva ó hueco especial, en cuyo fondo asoman las pestañas de las células bipolares. Parecida disposición señala también Graberg (2), quien distingue en esta cueva ó foseta gustativa dos aberturas, que llama *poro externo é interno*, y un conducto intermediario; no obstante, según este autor, la cueva ó conducto gustativos faltaría en algunos botones de la lengua

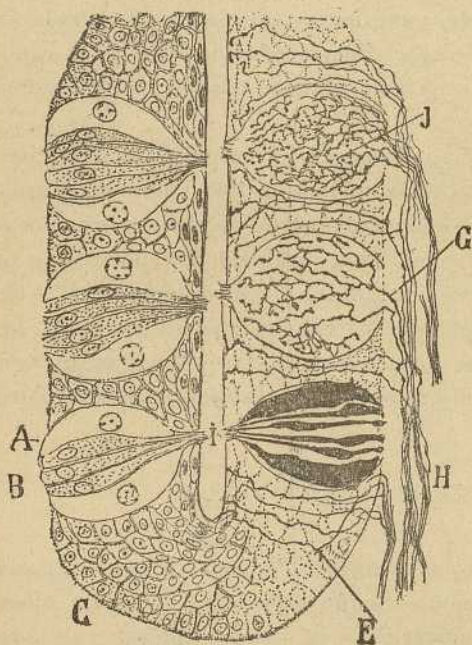


Fig. 232. — Corte vertical de un repliegue epitelial del órgano foliado del conejo. A la izquierda se ven los botones gustativos teñidos por el carmín, á la derecha se muestran teñidos por el método de Golgi. — A, célula de sostenimiento; B, células bipolares; C, epitelio pavimentoso; E, fibras nerviosas intergemmales; G, arborizaciones nerviosas intragemmales; J, un botón gustativo donde el plexo nervioso aparecía teñido por completo; H, haces nerviosos que corren por el dermis; I, poro gustativo (según Retzius y Lenhossék).

del hombre. Además de las dos citadas especies celulares, existían, á veces, ciertos elementos estrellados acaso de naturaleza conjuntiva, si-

(1) *Ebner*: Ueber die Spitzen der Geschmacksknospen. *Aus den Sitzungsber. d. Kais. Akad. der Wiss. zu Wien*. Febr. 1897.

(2) *Graberg*: Zur Kenntnis der cellulären Baues der Geschmacksknospen beim Menschen. *Anat. Heften. Herausgegeben von Merkel u. Bonnet. Heft. 39*. 1899.

tuados por debajo de las células de sostén (*células basales* de Hermann y Graberg).

Las arborizaciones nerviosas destinadas á los botones gustativos han sido estudiadas en estos últimos años por varios autores, particularmente por Arnstein (1), Fusari y Panasci (2), Retzius (3), Lenhossék (4), Jacques (5), los cuales se han servido ya del método de Ehrlich, ya del de Golgi. Los resultados más importantes conseguidos por estos sabios, y que nosotros hemos logrado en parte confirmar, concuerdan en lo esencial y han conducido á admitir en los consabidos botones dos órdenes de fibrillas terminales, ambos continuados, al parecer, con los tubos del glosó-faríngeo.

1.º *Fibras intragemmales* (fig. 232, G, J).—Son hebras delicadas, muy numerosas, sumamente varicosas, las cuales después marchan reunidas en hacecillos por debajo del epitelio, abordan el cabo inferior del botón ó yema gustativa, y se descomponen en una arborización varicosa, libre y muy complicada, que rodea con sus giros y revueltas la superficie de las células bipolares.

Si las fibras intragemmales impregnadas son muy numerosas como aparece en la fig. 232, J (que hemos arreglado de las figuras de Retzius y Lenhossék); el plexo terminal es tupidísimo, y no mora solamente por fuera del haz axial de las bipolares, sino también entre ellas. Los últimos ramúsculos acaban por una varicosidad, que se aplica sobre la superficie de las células, estableciendo con éstas un verdadero contacto ó articulación longitudinal.

2.º *Fibras intergemmales* (E).—En los espacios epiteliales que separan los botones gustativos, se ven además unas fibras rectas ó casi rectas, poco ramificadas, las cuales se extienden desde los manojitos nerviosos subepiteliales hasta la misma superficie libre, donde cesan por un extremo varicoso, á menudo doblado ó dispuesto en zig-zag.

Ignórase cuál es la significación de estas últimas fibras. Tocante á las primeras ó intragemmales, los autores están de acuerdo en considerarlas

(1) *Arnstein*: *Anat. Anzeiger*, 1887.

— Die Nervenendigungen in den Schmacksorgan der Säuger. *Arch. f. mikros. Anat.* Bd. 41, 1893.

(2) *Fusari y Panasci*: Les terminaisons des nerfs dans la muqueuse et dans les glandes serenses de la langue. *Arch. italiennes de Biologie*, 1891.

(3) *Retzius*: Die Nervenendigungen in den Geschmackorgan der Säugethiere und Amphibien. *Biol. Unter. N. F.* Bd. IV, 1892.

(4) *M. v. Lenhossék*: Der feinere Bau und die Nervenendigungen der Geschmacksknospen. *Anat. Anzeiger*.

— Beitrage zur Histologie des Nervensystems und der Sinneorgane. *Wiesbaden*, 1894.

(5) *P. Jacques*: Terminaisons nervenses dans l'organe de la gustation. *Travaux du Labor. d'Anatomie de la Faculté de Medicine de Nancy*, 1894.

como terminaciones sensoriales específicas, destinadas á noticiar al sensorio de las cualidades sápidas de los alimentos y bebidas.

De lo expuesto resulta que, en el aparato gustativo terminal, la impresión no es recibida directamente por los nervios, sino por unos corpúsculos intermediarios, las *células bipolares*, en un todo análogas, bajo el aspecto funcional, á los bastones y conos de la retina y á las células ciliadas de los aparatos acústico y vestibular.

El descubrimiento de las arborizaciones libres de los botones gustativos se debe á Ehrlich (1888), quien aplicó al efecto en la lengua de la rana su famoso método del azul de metileno. Arnstein más tarde (1887) confirmó la existencia del plexo perigemal, pero creyó erróneamente que las células bipolares ó en bastoncito se continuaban con fibras nerviosas, equivocación en que cayeron más tarde también Fusari y Panasci, autores que aplicaron primeramente al argumento el método de Golgi, exponiendo con más detalles las arborizaciones perigemales é intergemales. Pero el conocimiento exacto del reparto y conexiones de las fibras intra y extragemales débese sobre todo á Retzius y Lenhossék, quienes merced á observaciones concienzudas, recaídas sobre gran número de vertebrados, han llegado á la conclusión (que nosotros hemos confirmado) de que las células bipolares son corpúsculos epitéticos especiales conexionados sólo por contacto con las arborizaciones nerviosas del glosio-faríngeo.

Los botones gustativos de los vertebrados inferiores ofrecen una estructura semejante á la de los mamíferos.

Según Lenhossék (1) y Retzius (2), que estudiaron independiente y casi simultáneamente el aparato gustativo de los peces, el tonel gustativo de estos vertebrados consta también de dos clases de células: las de sostén y las gustativas ó bipolares. Estas últimas habitan en el eje del tonel, y su extremo profundo, algo ramificado, acaba libremente en el polo inferior del órgano.

En el botón gustativo terminan las fibras nerviosas de dos maneras: por arborizaciones perigemales semejantes á las ya descritas en los mamíferos, y por una especie de *placa basal* formada de ramos cortos y apretados, colocada por debajo de los cabos profundos de los elementos bipolares (cápsula de Lenhossék). Dogiel, que ha estudiado bien los bulbos gustativos de los peces (3), añade á los plexos perigemal y subgemal ó basal, otro más, situado entre las células bipolares. De todos estos plexos, sólo el subgemal ó en forma de placa desempeñaría funciones gustativas; las otras serían de orden sensitivo.

Parecidas terminaciones ha encontrado Retzius en la mucosa lingual de los batracios, donde ha empleado con fortuna el método de Golgi.

(1) *Lenhossék*: Die Nervenendigungen in den Endknospen der Mundschleimhaut des Fische. Jun. 1892.

— Der feinere Bau und die Nervenendigungen der Geschmackknospen. *Anat. Anzeiger*, 1893.

(2) *Retzius*: Die Nervenendigungen in den Endknospen resp. Nervenbugeln der Fische und Amphibien. *Biol. Unters.* N. F. Bd. 4, 1892.

— Ueber Geschmacksknospen bei Petromyzon. *Biol. Unter.* N. F. Bd. V, 1893.

(3) *Dogiel*: Ueber die Nervendigungen in den Geschmack-Endknospen der Ganoiden. *Arch. f. mikros. Anat.* Bd. 49, 1897.

**Terminación periférica del vago.**—Las ramas periféricas de los ganglios del décimo par se terminan por arborizaciones libres en la mucosa de las vías aéreas, y acaso también en el esófago y estómago. Estas arborizaciones no se han estudiado aún en todos los territorios de termina-

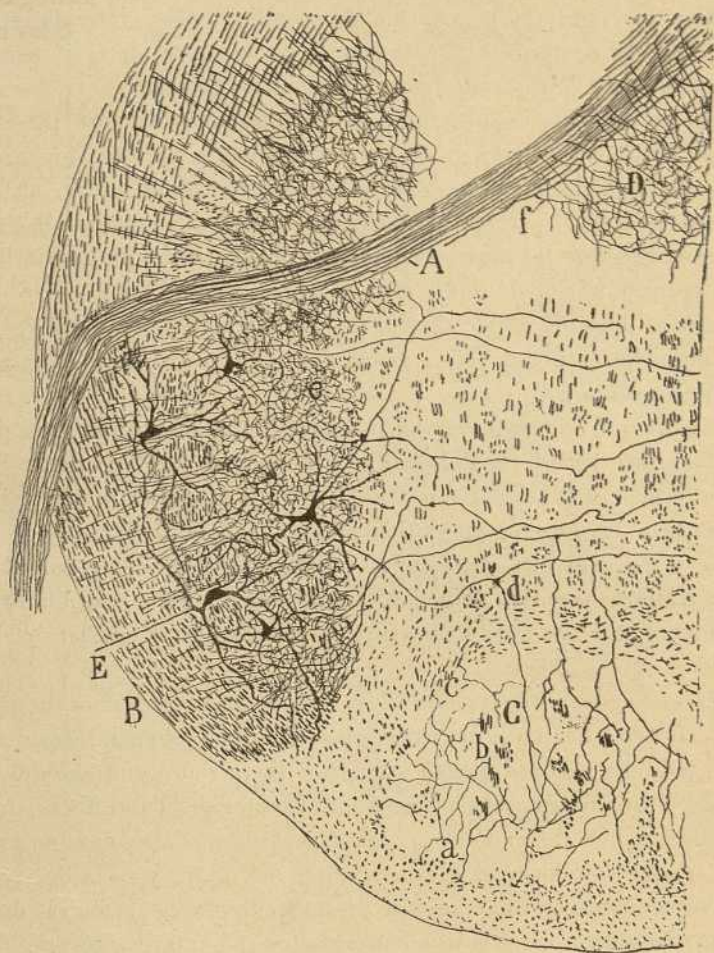


Fig. 233. — Corte frontal del bulbo á la altura del núcleo del facial. Ratón de pocos días.—A, raíz sensitiva del glosso-faríngeo ; B, corte transversal de la raíz sensitiva descendente del trigémino ; C, núcleo del facial ; D, núcleo terminal superior del vago y glosso-faríngeo ; E, célula gigante de la substancia gelatinosa del trigémino ; a, colaterales para el facial del resto del cordón lateral ; b, haces intersticiales de este mismo cordón con colaterales ; d, colaterales para el facial, procedentes de fibras sensitivas de segundo orden ; f, colaterales de las fibras radiculares del vago y glosso-faríngeo ; c, plexo de la substancia gelatinosa.

ción sensitiva de dicho nervio, pero á juzgar por las bien conocidas de la mucosa laríngea, su disposición entra en el plan de las de los nervios sensitivos cutáneos.

## RAMA INTERNA Ó RAÍZ PROPIAMENTE DICHA DE LOS NERVIOS GLOSO-FARÍNGEO Y VAGO

Las prolongaciones internas de las células ganglionares de los ganglios de Andersch, yugular y plexiforme, diríjense al bulbo, reunidas en manojitos, los cuales, después de abrazar la cara lateral de éste, penetran oblicuamente por el surco de los nervios mixtos mezcladas con las raíces motrices, de quienes, no obstante, se distinguen fácilmente por entrar algo más atrás. En el gato, conejo y ratón, donde preferentemente han recaído nuestras observaciones, las raíces sensitivas, al asaltar el bulbo, atraviesan la mitad ó tercio posterior de la raíz descendente del trigémino, mientras que las motrices emergen por distintos planos del tercio medio, y aun anterior de dicho nervio.

Para el estudio del curso ulterior de las radicales sensitivas, conviene distinguirlas en dos grupos: *grupo principal ó profundo*; *grupo exterior ó trigeminal*.

*Radiculares del grupo principal.*—Estas fibras, que son la gran mayoría de las raíces sensitivas del décimo y undécimo par, en cuanto barrenan la raíz descendente del trigémino, cruzan la substancia gelatinosa subyacente á la que cortan oblicuamente de delante atrás, y de fuera adentro, y llegadas que son delante del núcleo descendente del vestibular, y por detrás y afuera de la substancia reticular gris, se doblan en ángulo obtuso, para hacerse, finalmente, descendentes, y constituir el *fascículo ó cordón solitario*.

*Fascículo externo ó trigeminal.*—Como nosotros hemos demostrado (1), no todos los haces del vago, gloso-faríngeo pasan al haz solitario; existen también algunos que se asocian á la raíz descendente del trigémino, de la que forman el séptimo ó sexto posterior. Tales fibras, que podemos llamar *haz externo ó trigeminal*, aparecen claramente en la figura 242, *f*, que reproduce el gloso-faríngeo del ratón, y en la fig. 234, *E*, donde representamos una porción de las radicales sensitivas del feto de gato. En efecto, obsérvese cómo algunos radicales, después de ganar la substancia gelatinosa del quinto par, y á veces más allá, trazan un arco de concavidad externa, y retroceden para hacerse verticales y descendentes en el espesor de la porción posterior de la raíz del quinto par, juntándose y confundiéndose con las fibras de este nervio. En el gato, la revuelta, trazada por tales manojitos, no es tan extensa como en el ratón; de ordinario no llegan éstas á la substancia gelatinosa del quinto par, pasando directamente desde el nervio á las fibras trigeminales.

(1) *Cajal*: Nueva contribución al estudio del bulbo raquídeo. V. Sobre un fascículo especial del vago-gloso-faríngeo que se asocia al quinto par. *Revis. trim. microgr.* Tom. II, 1897.

La vía vertical así engendrada, no puede distinguirse de la producida por el trigémino, y es de suponer que, como ésta, emita también colaterales ramificadas en la substancia gelatinosa subyacente. Acaso la plé-

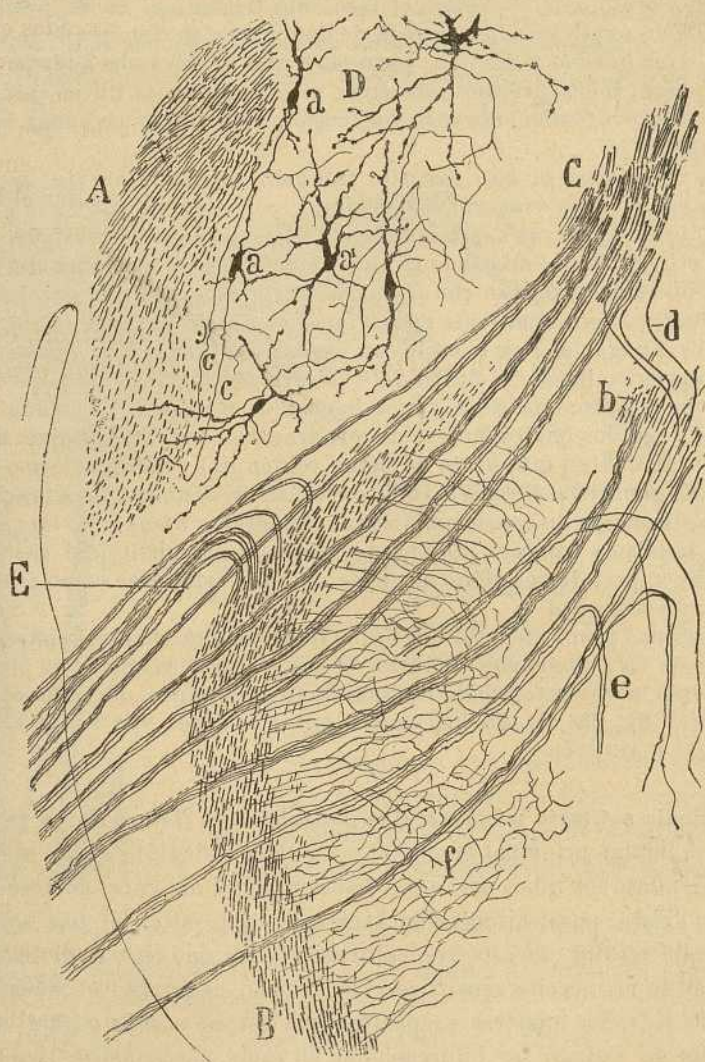


Fig. 234. — Bulbo de feto de gato. — A, cuerpo restiforme; B, porción descendente del trigémino; C, haz solitario; D, foco del vestibular; E, porción trigeminal del vago glosso-faríngeo; *e*, fibras motrices del noveno y décimo par destinadas al núcleo ambiguo; *b*, haces accesorios del cordón solitario.

yade celular posterior de esta substancia encierre casi exclusivamente elementos relacionados con el vago-glosso-faríngeo.

La existencia del haz trigeminal que acabamos de describir, ha sido puesta en duda recientemente por van Gehuchten (1), fundándose en la ausencia de degeneración en la raíz del quinto par, tras la sección del vago y glosio-faríngeo. Pero la existencia de este haz aparece tan clara y tan constante en nuestros preparados, que toda duda sobre este punto es imposible. ¿Será que en realidad el fascículo trigeminal es de naturaleza motriz? Esto explicaría la ausencia de degeneración después de la sección de los pares noveno y décimo; pero para que pudiéramos aceptar tal interpretación, fuera preciso demostrar el enlace de las fibras susodichas con axones evidentemente motores, cosa que hasta hoy no hemos logrado efectuar.

Otras relaciones se han descrito también entre los nervios noveno y décimo par y otras vías nerviosas. Held, por ejemplo, señala la existencia de fibras sensitivas desprendidas de estos cordones, las cuales se juntarían y llevarían el mismo curso que la raíz descendente del vestibular. En fin, otras ascenderían con el cuerpo restiforme hasta el cerebelo. Estas últimas no han aparecido nunca en nuestros preparados, y así nos inclinamos á negarlas; en cambio, un examen cuidadoso de nuestras mejores impregnaciones del bulbo del ratón recién nacido, nos ha permitido reconocer la presencia de algunos hacecillos errantes, dislocados de la raíz del vago, los cuales, en vez de tornarse descendentes al nivel del haz solitario, se doblan más atrás en plena región del vestibular como asegura Held. Ignoramos si estos manojitos erráticos, dispuestos ordinariamente en la dirección de una línea oblicua de delante atrás y de fuera adentro, en la misma frontera interna del núcleo descendente del vestibular, constituyen una disposición constante ó deben estimarse como fenómeno evolutivo accidental.

En algunas preparaciones del bulbo fetal del gato, hemos reparado que además de los dos grupos de fibras, el trigeminal ó externo y el profundo ó principal, existen también, delante del haz solitario, algunos *manojos accesorios* (fig. 234, b), de los cuales pasan alguna vez fibras al grupo principal y al revés.

**Fascículo solitario y colaterales del mismo.**—Hemos dicho ya que el grupo radicular principal engendra, por mera inflexión, el haz solitario, convirtiéndose los tubos nerviosos, horizontales ú oblicuos, en descendentes. No existe, pues, bifurcación terminal en lo alto del haz solitario, con lo que resulta por esta vez vulnerada la ley que rige la división preterminal de los nervios sensitivos. Este hecho negativo, se muestra tan evidente en todos nuestros preparados del ratón, conejo y gato, que no dudamos en estimar las bifurcaciones en rama descendente larga y ascendente ó transversal corta, señaladas por Kölliker y van Gehuchten como un error de apreciación. Es muy posible, no obstante, que dichos sabios hayan tomado por rama de bifurcación la primera colateral, que, por lo demás, en nada se diferencia, ni como dirección ni como modo de distribución, de las demás ramas de este género. En la figura 235 repro-

(1) *Van Gehuchten. Le faisceau solitaire, Le Neuraxe, fasc. II, 1900.*

ducimos una parte del curso inicial oblicuo, y el inferior ó descendente del cordón solitario del ratón : repárese la ausencia de colaterales y de bifurcaciones en el paraje de la inflexión.

El cordón solitario consta de varios hacesillos situados á corta distancia unos de otros, los cuales bajan verticalmente escoltados por dos masas grises ; una pequeña, externa ó antero-externa, situada á veces en el espesor mismo del cordón, la cual podría llamarse *foco intersticial* (figura 238, B) ; y otra grande emplazada por dentro del haz solitario y designada por los

autores *ganglio descendente* (figura 238, A).

El haz solitario comienza con pocas fibras al nivel del núcleo facial y en el punto de arribo

del nervio de Wrisberg, acrecienta su caudal por la llegada de los primeros contingentes fibrilares de los nervios noveno y décimo par, después de lo cual y ya transformado en grueso cordón, aproximase progresivamente al rafe, y, en el momento en que el ventrículo se cierra para iniciarse el conducto medular, una gran porción de sus fibras se torna horizontal, gana la línea media y se entrecruza con las fibras del otro lado. Esta decusación se verifica al nivel de un ganglio especial descubierto por nosotros (*ganglio comisural*), tendido transversalmente sobre el rafe y for-

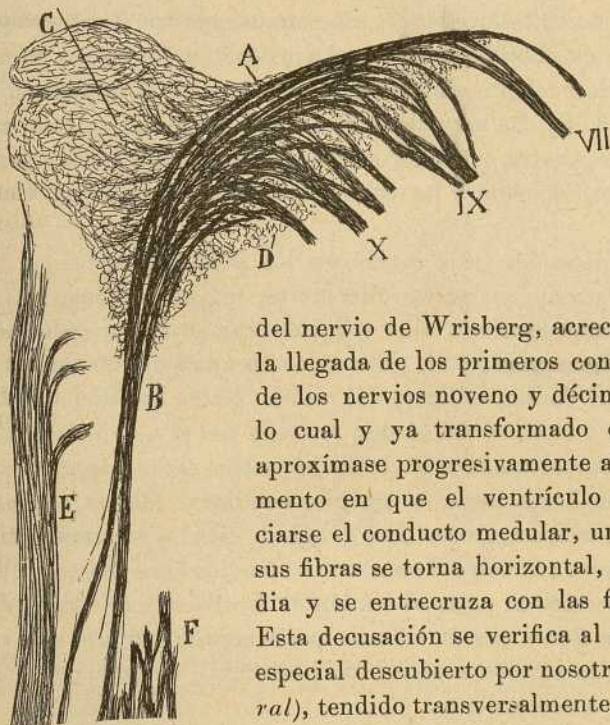


Fig. 235. — Conjunto de los haces del cordón solitario del ratón recién nacido. En esta figura se han reunido los detalles contenidos en cuatro cortes sucesivos longitudinales del bulbo.— A, haces de la porción superior del cordón ; B, porción descendente del cordón solitario ; C, ganglio comisural ; D, columna gris antero-interna de dicho cordón ; E, cordón de Burdach ; F, manojó ó cordón del asta posterior ; VII, nervio de Wrisberg ; IX, glosso-faríngeo ; X, nervio vago.

mado por la fusión de los dos focos grises descendentes. Muy mermado de tubos, continúa todavía el cordón solitario hasta más abajo del entrecruzamiento de las pirámides ; á este nivel habita (ratón, gato) primeramente en una masa gris situada por delante del foco del cordón de Burdach, y más allá, es decir, cuando este foco ha desaparecido, aparece en la porción interna de la base del asta posterior de la médula en el territorio de la comisura gris posterior. En algunos preparados la porción



más inferior del haz (fig. 235) se dividen en dos cordones, uno que se aproximaba al cordón de Burdach, y otro que se juntaba á las fibras del manojito del asta posterior (vías cortas del cordón lateral). Ignoramos si esta disposición que mostramos en la fig. 235 constituye un hecho constante.

De todo el trayecto vertical del haz solitario parten, como Kölliker descubrió y Held confirmó, infinidad de colaterales, las cuales se arborizan y terminan en el espesor de la columna gris vertical interna, creando uno de los plexos intercelulares más tupidos que hay en los centros nerviosos. En las figs. 233, D, y 242, *h*, mostramos nosotros el aspecto que estos plexos poseen en el bulbo del ratón. Otras colaterales menos numerosas dirígense hacia adelante y afuera y se ramifican en el pequeño foco intersticial (fig. 336, B). Es muy digno de notarse que ninguna colateral del cordón solitario penetra en los focos motores inmediatos; todas parecen destinarse exclusivamente á las columnas grises que escoltan dicho cordón.

La riqueza en colaterales varía mucho en los distintos segmentos del cordón solitario. Para apreciar estas diferencias, resulta muy instructiva la fig. 235, donde reproducimos algo esquemáticamente (por reducción á un plano de los diversos aspectos observados en una serie de cortes) la dirección y curso del cordón solitario del ratón. Nótese que dichas colaterales son escasas en la parte del cordón formada por el nervio de Wisberg, creciendo progresivamente hacia abajo y atrás el área de arborización de las mismas, hasta llegar al ganglio comisural, donde el plexo terminal alcanza el máximo grosor. Por debajo de éste las colaterales disminuyen rápidamente, cesando del todo en los manojos finos descendentes que parecen incorporarse en parte al cordón de Burdach y al cordón del asta posterior. Esta figura enseña además que el cordón solitario sólo recibe radicales en su porción superior casi horizontal, faltando por completo en la inferior ó descendente.

**Arborizaciones terminales del haz solitario.**— Es indudable que el cordón solitario va disminuyendo de arriba abajo, no sólo por el adelgazamiento de las fibras consecutivo á la emisión de colaterales, sino porque muchas de ellas se apartan del haz y se terminan positivamente en las columnas grises limítrofes, preferentemente en la principal ó postero-interna. En la fig. 236 mostramos tres terminaciones de radicales del vago tomadas del bulbo del ratón. Una de ellas *c*, carece de bifurcación y marcha cierto trecho hacia adentro antes de resolverse en una arborización final muy complicada; pero otras, *a* y *b*, antes de terminar, divídense en dos ramos distribuidos uno delante y otro detrás de la columna gris interna. En la radicular marcada con *a*, la rama ventral dirigiase hacia adelante y afuera y se descomponía en una ramificación muy intrincada, distribuída en el espesor del foco intersticial ó columna gris externa. Pa-

recidas bifurcaciones hemos hallado también en el bulbo del gato fetal ; no obstante, creemos que ellas no son la regla sino la excepción ; lo común es que las fibras abandonen sin bifurcación el haz solitario y engendren una arborización irregular semejante á la de las colaterales, aunque algo más robusta y compleja.

La inmensa mayoría de las fibras terminales nos parecen acabar, según hemos demostrado, en el ratón, conejo y gato, en el ganglio comisural donde engendran un plexo apretadísimo (fig. 237, A). Como muestra la fig. 237, estos tubos terminales marchan hacia adentro, cruzan la línea media describiendo grandes flexuosidades y se ramifican de preferencia en la mitad ganglionar oposito-lateral ; sin embargo, algunas fibras antes de doblarse para sumergirse en el ganglio comisural, emiten una

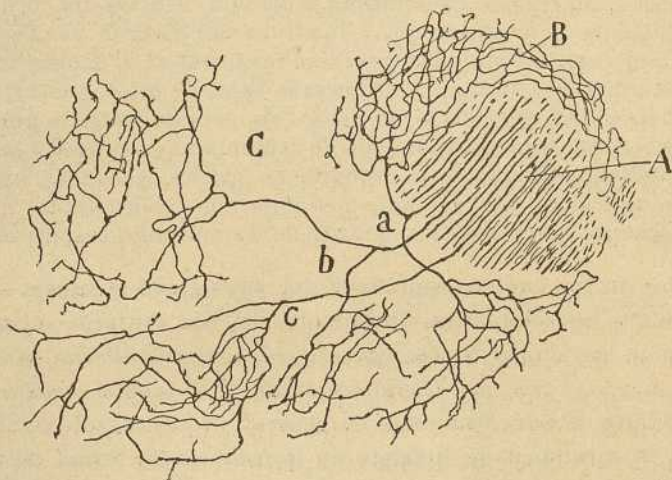


Fig 236. — Fibra terminal del haz solitario del feto de ratón. — *a, b*, fibra dividida en dos ramas, anterior y posterior ; *c*, terminal no bifurcada ; A, cordón solitario ; B, foco columnar externo ó intersticial ; C, columna gris interna.

ó varias ramitas distribuídas en la mitad horizontal de éste. El ganglio comisural es verdaderamente enorme en el ratón, animal en donde primeramente lo descubrimos ; en el conejo, gato y perro, es proporcionalmente menor, pero aparece asimismo bien desarrollado lo mismo que en el hombre.

Por lo demás, la decusación de la porción sensitiva de los nervios vago y glosó-faríngeo citada, así como la existencia del ganglio comisural en que se efectúa, representan disposiciones homólogas de la comisura sensitiva y substancia gris posterior media de la médula espinal. Esta decusación debe tener, naturalmente, grande importancia fisiológica, y nos parece realizarse en gran parte (acaso exclusivamente) en los contingentes fibrilares del pneumogástrico. Merced á ella, puede suponerse que

cualquier excitación recolectadas en las mucosas por el décimo par, es capaz de provocar reacciones sinérgicas bilaterales, tanto en la musculatura de la fibra lisa de los pulmones, como en la de fibra estriada de los músculos inspiradores.

En las preparaciones de Golgi y Weigert, es muy difícil determinar la posición relativa dentro del cordón solitario de las fibras del séptimo, octavo y noveno par. Van Gehuchten (1) ha tratado de esclarecer este punto con el método de Marchi, y ha llegado á la conclusión de que en lo más alto del bulbo (región del acústico y núcleo facial), el haz solitario consta sólo de las fibras del nervio de Wrisberg; más abajo, cuando el glosófaringeo se adiciona á dicho haz, las fibras del octavo par se sitúan por delante de las del séptimo, y finalmente al concurrir los haces del vago, éstos se instalan delante del glosófaringeo. Este mismo autor asegura que los tres nervios constitutivos del haz solitario, no lo recorrerían en toda su extensión, sino que se terminarían á distintas alturas del cordón y escalonadamente de arriba abajo. A la altura del ganglio comisural, sólo quedaría el vago, al cual pertenecerían las fibras de la decusación de los cordones solitarios; en fin, las fibras más bajas de éstos, constarían acaso de fibras del primer nervio cervical. Con todo, en nuestros preparados jamás se sorprende la incorporación de radicales sensitivas á la porción inferior del haz solitario; más probable es que los tubos más largos pertenezcan al décimo par, el cual, mediante ellas podrá actuar directa ó indirectamente sobre los focos motores de los músculos respiratorios.

**Células de los núcleos sensitivos del vago-glosófaringeo.**—Hemos dicho ya que las colaterales y terminales del haz solitario, se arborizan en torno de las células de tres focos: la *columna gris interna* de este cordón; la *columna gris intersticial* ó externa, y el *ganglio comisural*.

Las células de estos focos son, en general, pequeñas, sólo comparables á las de la substancia de Rolando de la médula. Su forma es triangular, fusiforme ó estrellada, y sus dendritas, sobriamente ramificadas, son lisas ó poco espinosas. El axon finísimo traza varias revueltas, por lo cual, es casi imposible perseguirle por entero. Sin embargo, en los elementos más anteriores de la columna interna, hemos observado muchas veces que se dirige hacia adelante, ganando la substancia reticular gris, con cuyos tubos longitudinales se continúa.

La disposición de las células varía algo en los tres citados focos. Así, en el foco comisural (fig. 237, A), los corpúsculos son sumamente menudos, por lo común de forma ovoidea, triangular ó fusiforme; sus dendritas largas, finas y flexuosas, marchan de preferencia en sentido transversal, y sus axones, que afectan gran finura, reúnen en hacecillos, primero transversales, luego postero-antteriores, para pasar á través de la columna gris interna y ganar, por fuera del hipogloso, la substancia reticulada.

(1) Van Gehuchten. Le faisceau solitaire, *Le Neuraxe*. Vol. I, fasc. II, 1900.

Los elementos de la columna gris interna, muéstranse en la figura 238, A. De estatura pequeña ó mediana, su morfología oscila entre la fusiforme, globulosa, piramidal y estrellada. No poseen orientación fija; sólo las residentes cerca del haz solitario, suelen dirigir sus dendritas en sentido sagital; algunos trazan arcos que abrazan estrechamente dicho fascículo. Las dendritas son finas, largas, poco ramificadas y sobriamente espinosas; por lo común, no rebasan el área de distribución

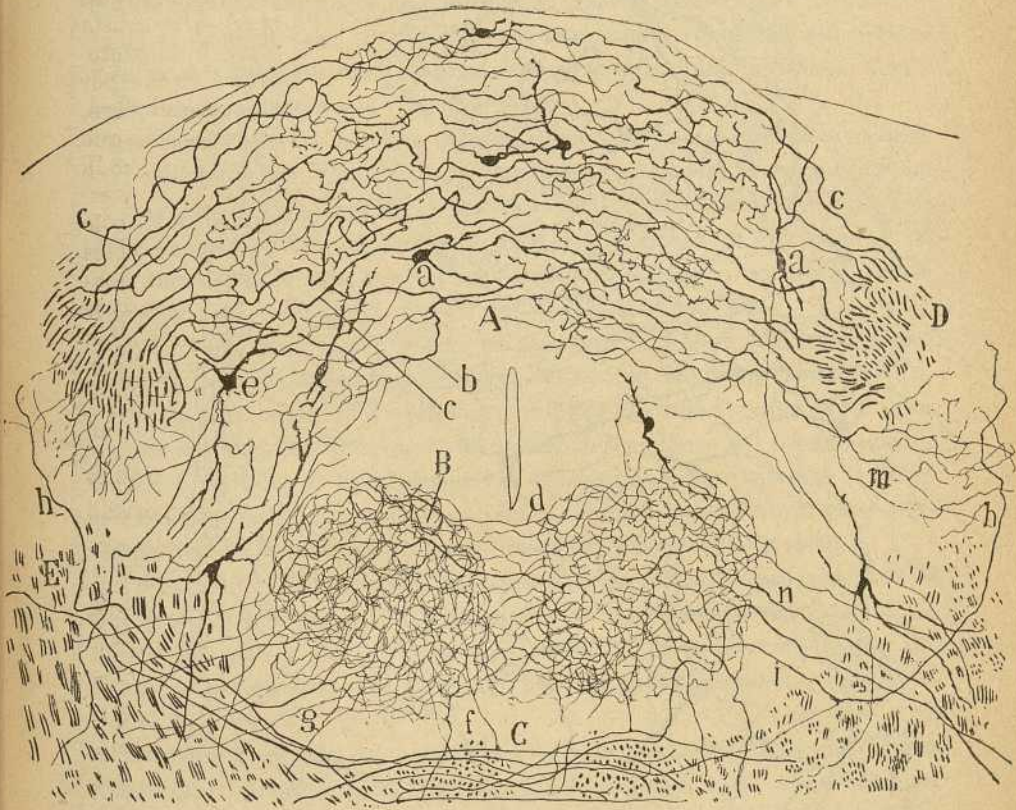


Fig. 237. — Corte transversal del bulbo del ratón al nivel del ganglio comisural. — A, ganglio comisural; B, núcleo del hipogloso; C, entrecruzamiento del lemnisco interno; D, corte transversal del fascículo solitario; a, célula del ganglio comisural; b, c, fibras terminales del vago y glosó faríngeo; d, comisura de colaterales de los núcleos del hipogloso; g, f, colaterales de fibras sensitivas de segundo orden para el núcleo del hipogloso.

de las colaterales del haz solitario. En cuanto al axon, nace frecuentemente de una dendrita, afectando gran delicadeza, particularmente en los tipos más menudos; describe grandes revueltas, y, aunque este mismo intrincado itinerario impide perseguirlo eficazmente, lógrase en algunas células observar que se dirige en definitiva hacia adelante, ingresando en la substancia reticular gris después de pasar entre el cordón solitario y

el foco dorsal motor del vago. Muchas de estas fibras reúnen en hacillos postero-anteriores que se condensan en la vecindad de dicho cordón, como se veía en la fig. 238, F.

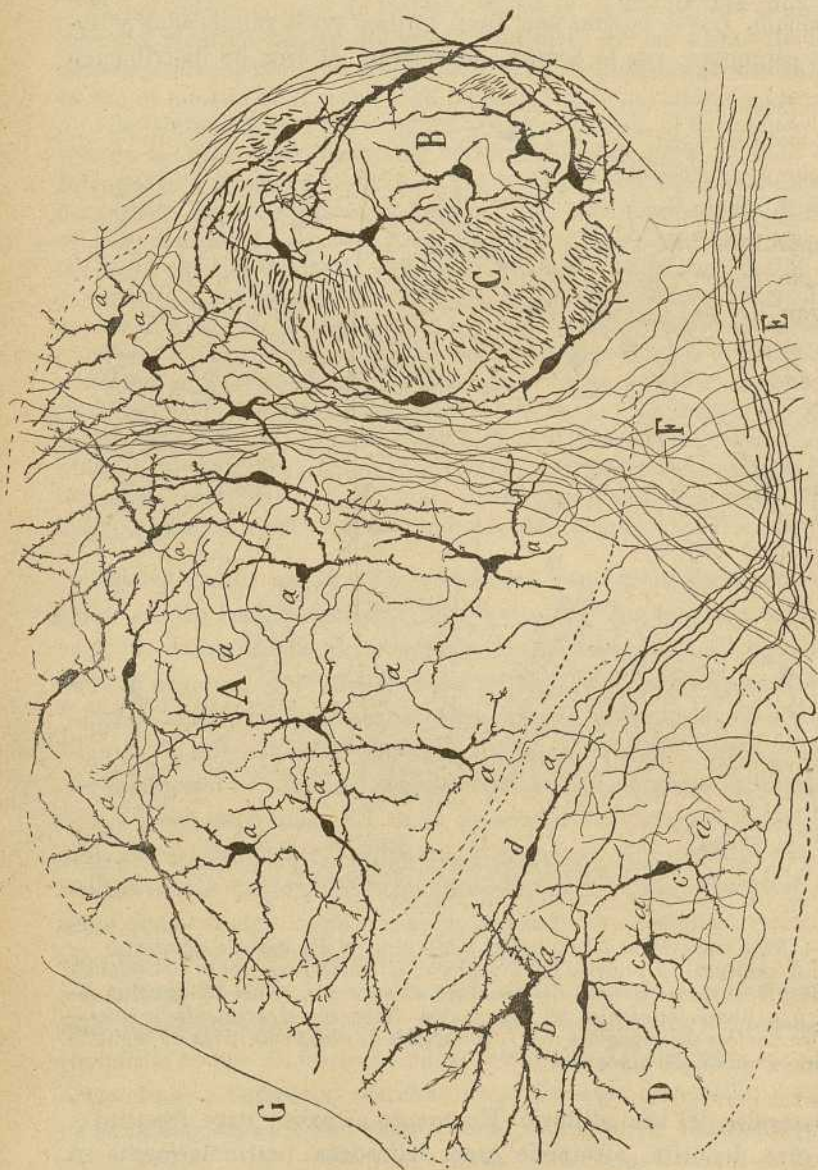


Fig. 238. — Región del suelo ventricular del gato recién nacido. — A, foco gris interno del haz solitario; B, núcleo externo ó intersticial; C, haz solitario; D, foco dorsal del vago; E, radicales de éste; F, axones de la vía central del vago y glosso-faríngeo; G, ventrículo; H, axón; a, axón; b, célula motriz del vago; c, célula pequeña del citado núcleo dorsal del décimo par.

Interin circulan por el foco en que nacen, la mayoría de estos axones no emiten colaterales; pero no faltan algunos (fig. 238) en los cuales la

expansión funcional suministra en su trayecto inicial una, dos y hasta tres ramillas destinadas á establecer conexión con los corpúsculos compañeros.

Finalmente, las células de la columna gris externa ó núcleo intersticial (fig. 238, B), alcanzan un espesor algo mayor, poseen forma triangular ó fusiforme, pero sin orientación dominante. Las situadas por fuera trazan asimismo arcos que contornean el ganglio. En fin, algunos elementos parecen alargados verticalmente. Es imposible seguir completamente el axon de tales corpúsculos por las grandes revueltas que describe en su camino; presumimos, empero, que marcha hacia adelante, incorporándose á la substancia reticular gris.

**Vía central de los nervios vago y glosio-faríngeo.**—Cuando se persiguen suficientemente en su curso postero-anterior, las fibras nacidas en los tres ganglios que acabamos de exponer, se comprueba no sólo que ganan la substancia reticular gris, sino que terminan en cierto paraje de ésta, engendrando una vía vertical común á los cinco nervios siguientes: vago, glosio-faríngeo, nervio de Wrisberg y trigémimo.

Esta vía, que quizá represente no más que un sistema de conductores cortos, yace á los lados y por detrás del núcleo del hipoglosio, constituyendo un área triangular cuyo vértice libre y posterior se aproxima á los núcleos motor dorsal del vago y sensitivo descendente del cordón solitario. Dicho sistema de fibras sensitivas de segundo orden, aparece dividido en pequeños haces dispuestos en plexo vertical que se continúan inferiormente con la porción profunda del cordón lateral de la médula.

No es posible distinguir en este sistema las fibras pertenecientes á la vía central del trigémimo de las propias de los focos de terminación de los nervios vago y glosio-faríngeo. No obstante, presumimos que estas últimas están representadas en aquél por los tubos medulados más delicados.

Estimamos además muy verosímil que la citada vía central encierre tanto fibras cruzadas como directas. De la existencia de estas últimas, hemos podido cerciorarnos en los buenos preparados de Golgi del bulbo del ratón de pocos días, en los cuales la brevedad de las distancias permite realizar, de vez en cuando, la total persecución de algunos axones nacidos en la columna gris interna del cordón solitario; la continuación se efectúa, á menudo, por bifurcación en rama ascendente y descendente; no es raro, sin embargo, el simple acodamiento. Pero el área enorme que deben recorrer las fibras cruzadas, resulta insuperable obstáculo á su eficaz seguimiento; sólo, pues, conjeturalmente cabe decir que los manojitos de axones delicados que procedentes de los focos de los pares noveno y décimo, marchan hacia el rafe, pasando ya por detrás, ya por entre los haces de la mencionada *vía central de los nervios mixtos*, se incorporan á la misma vía del opuesto lado.

La vía central de los nervios trigémino, vago y glosio-faríngeo, es la fuente principal de las colaterales sensitivas destinadas á los focos motores del bulbo ; de ellas hemos tratado ya al describir el hipoglosio y espinal bulbar, y á ellas aludiremos más de una vez al reseñar la estructura de los núcleos motores del vago, facial y trigémino.

#### RAÍZ MOTRIZ

La raíz motriz de los nervios vago y glosio-faríngeo, tiene su origen real en dos focos : el *núcleo dorsal ó principal* formado por células pequeñas, y el *núcleo ventral ó anterior*, llamado también *ambiguo*, construído de gruesos elementos.

**Ganglio dorsal.**— Este foco, que se ha considerado común al vago y glosio-faríngeo, pertenece muy principalmente, si no exclusivamente, al décimo par, como ha reconocido van Gehuchten y hemos observado nosotros. En efecto, cuando se corta el décimo par y se examina diez días después el foco dorsal, todas ó casi todas las células medianas y grandes (es decir, las de oficio motor) de este acúmulo gris, aparecen en cromatolisis, fenómeno degenerativo que es aquí sumamente precoz, según demostró Marinesco. La forma del foco es una columna aplastada de delante á atrás, á la altura del foco del hipoglosio, de sección redondeada por encima de éste. De ordinario, se da al núcleo dorsal del vago la longitud misma del del duodécimo par ; pero, en realidad, es más largo, rebasándolo algo por arriba. La posición del ganglio que estudiamos varía un poco, según la altura que ocupa, como ocurre con todos los acúmulos celulares vecinos del epéndimo al abrirse éste y convertirse en suelo del cuarto ventrículo. Así en el extremo inferior en el punto en que se continúa con el núcleo bulbar del undécimo, es decir, en el paraje en que el foco comisural comienza á cerrar el epéndimo, dicho núcleo está muy cerca de éste y emplazado : entre el cabo alto del ganglio comisural, que se halla detrás y abajo, la columna gris interna del haz solitario que yace por fuera, una pequeña cantidad de substancia gris central que le separa del epéndimo, y un núcleo especial de células pequeñas (núcleo intercalar ó de Standerini), que reside por delante, estorbándole el contacto directo con el núcleo del hipoglosio(1). En el gato y conejo (fig. 238, D) la porción inferior del núcleo del vago reside más cerca todavía del epéndimo, como hace notar van Gehuchten.

Una vez abierto el epéndimo, el núcleo que estudiamos (fig. 239, E) ocupa en el suelo del cuarto ventrículo una posición casi lateral al núcleo del hipoglosio, del cual le separa siempre el núcleo intercalar. Esta dislocación lateral, consecuencia necesaria de la proyección hacia afuera de

(1) *Standerini*: Sopra un nucleo di cellule nervose intercalato fra i nuclei del vago e dell ipoglosio. *Monitore Zool. italiano*. Anno v.

las paredes posterior y lateral de dicho conducto, ha obligado al foco del vago á colocarse por fuera del *ala blanca interna*, es decir, en el *gris* del suelo ventricular, más allá del surco separatorio de ambas alas (figura 239).

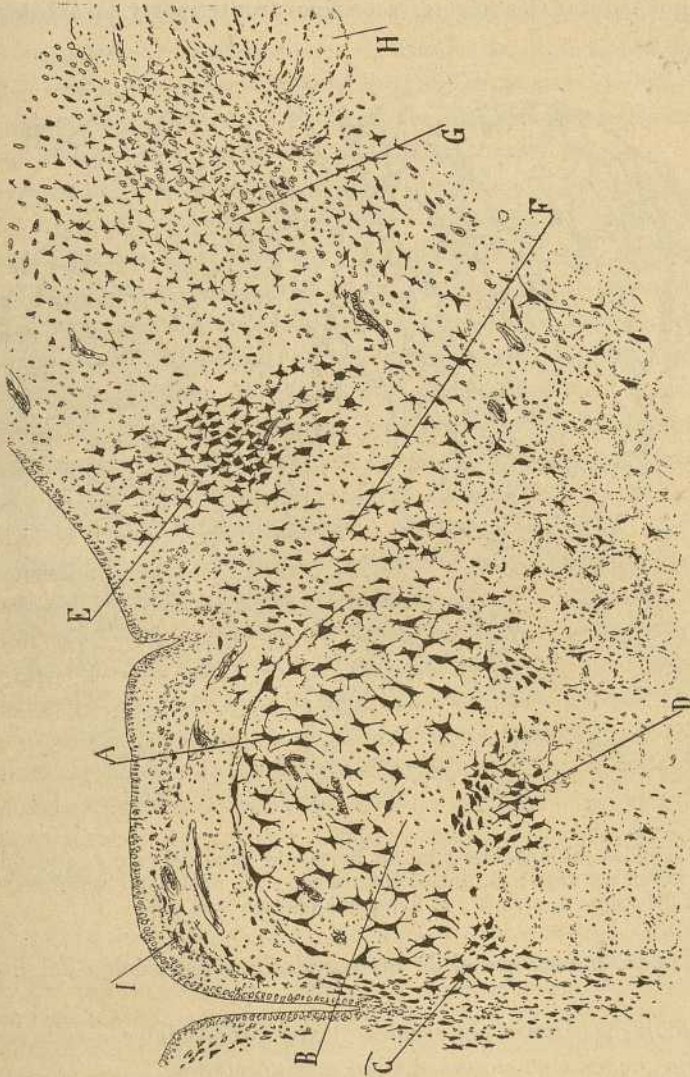


Fig. 239. — Suelo ventricular del bulbo humano con los núcleos motores del duodécimo y décimo par. (Método de Nissl). — A, células del núcleo del hipogloso; B, íleo de este núcleo; C, núcleo del rafe; D, núcleo de Roller; E, foco motor dorsal del décimo par; F, foco intercalado de Ständerini; G, núcleo terminal sensitivo del noveno y décimo par; H, cordón solitario; I, células de substancia gris central.

En fin, en lo más alto, cuando el núcleo del vestibular hace su aparición y el foco del hipogloso ha desaparecido, el núcleo dorsal del vago se achica, apártase notablemente del suelo ventricular y del rafe, y se relaciona por detrás con el núcleo descendente del vestibular, por fuera



con la columna gris interna del fascículo solitario, aquí ya muy reducida; en fin, por dentro y delante con el núcleo intercalado, que en este nivel aparece muy extenso. Examinado el núcleo del vago en las preparaciones de Nissl, obsérvese que sus células son multipolares, con gran variedad de formas, aunque dominando la fusiforme y la triangular, y que el diámetro del soma no pasa de 20 á 25  $\mu$ , siendo mucho mayor que el de los elementos que habitan los núcleos sensitivos fronterizos y la substancia

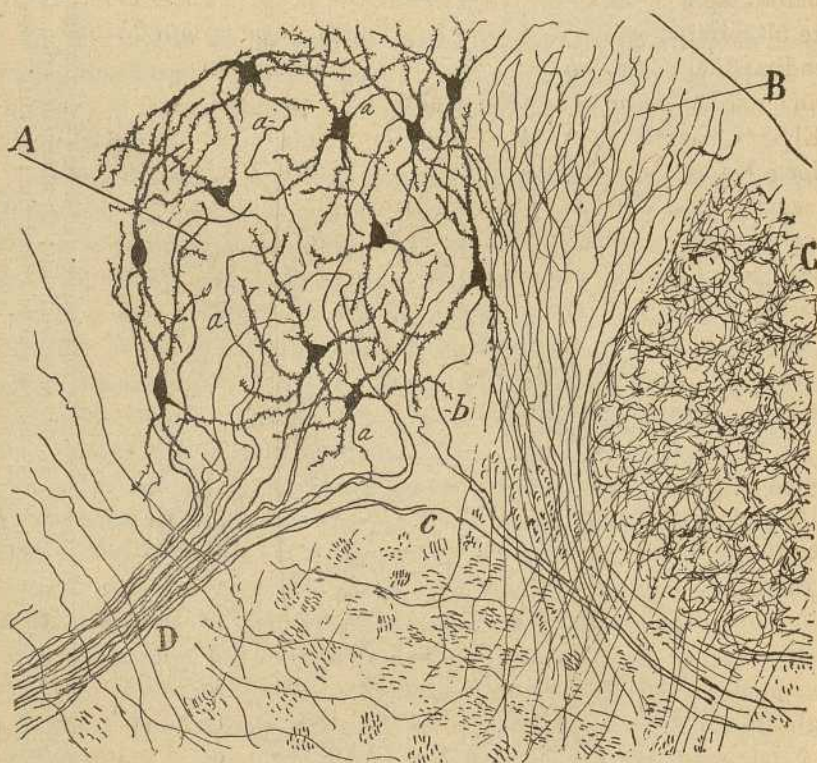


Fig. 240. — Ganglios del hipogloso y motor dorsal del vago del gato de pocos días. — A, foco motor del vago ; B, núcleo intercalado ; C, núcleo del hipogloso ; D, raíz motriz del vago ; a, axones ; b, fibras que parecen ir al rafe.

gris central, pero menor que el de los corpúsculos del núcleo del hipogloso.

Dichas células sepáranse por escasos plexos intersticiales, siendo acaso el foco motor, cuyos elementos se hallan más apretados.

En general, su disposición es irregular, sin diferenciarse en focos ó pléyades secundarias; sin embargo, en el punto en que el núcleo es mayor, éste aparece en el hombre distinguido en dos zonas: una superficial laxa, es decir, de elementos distanciados, y otra profunda más ó menos redondeada, cuyas células muéstranse muy apretadas. Por debajo de este

segmento pueden verse aún rastros de células que constituyen un pequeño foco laxo profundo (fig. 239, E).

La morfología de estas células se reconoce muy claramente en los preparados de Golgi. Como van Gehuchten ha representado, trátase de corpúsculos estrellados cuyas expansiones dendríticas tienen tendencia á dirigirse á la periferia, terminando cerca del ventrículo. Existen células francamente fusiformes provistas de dendritas posteriores y anteriores, y no faltan tampoco los corpúsculos estrellados de expansiones divergentes. Este último tipo celular se halla sobre todo en la porción inferior ó peripendimal del núcleo. A menudo, tanto el soma como las expansiones, están cubiertas de numerosos apéndices espinosos.

El axon nace ya del soma, y más á menudo aún, de una dendrita anterior ó externa, marcha hacia afuera y adelante, trazando flexuosidades de acomodación á las células, y llegado al límite externo del foco, ingresa en unos hacecillos finos, los cuales, después de pasar por la substancia reticular gris á bastante distancia del cordón solitario y de las raíces sensitivas que lo forman, cruzan oblicuamente la substancia gelatinosa del quinto par y emergen, finalmente, á través de la porción descendente de éste y de las fibras arciformes que lo cubren. En su camino, no suministran, por lo común, dentro ni fuera del ganglio, ninguna colateral; en dos ó tres casos hemos observado, sin embargo, alguna ramilla de este género ramificada en el espesor mismo del ganglio.

La inmensa mayoría de las radicales es homolateral, circunstancia que armoniza bien con los resultados del método de Nissl. Y, no obstante, en alguna buena preparación de Golgi, tanto del gato, como del conejo, no es raro ver algunas pocas radicales que marchan hacia adentro, en dirección del rafe, como si se tratara de fibras cruzadas (fig. 240, *b*). No habiendo podido seguir las más que hasta la frontera anterior del hipogloso, ignoramos la significación de tales tubos, que si los preparados de Nissl (cromatolisis tras la sección del vago) no lo estorbaran, nosotros estimaríamos de buen grado como una porción cruzada de la raíz motriz del décimo par.

El núcleo del vago contiene, además, y abstracción hecha de las células de neuroglia, algunos corpúsculos pequeños ó medianos, pero siempre menores que los motrices, en forma de huso, triangular ó estrellada, cuyo axon finísimo no parece ingresar en los haces de radicales. En la figura 238, D, reproducimos algunos elementos de este género hallados en el bulbo del gato de pocos días. A fin de que se aprecie la diferencia de tamaño que hay entre estos corpúsculos y los motores del foco dorsal, hemos dibujado también uno de éstos (fig. 238). En la célula pequeña marcada con *b*, el axon, que era finísimo, dirigíase hacia adelante, emitía algunas colaterales, y, finalmente, se perdía en el espesor mismo del ganglio, sin alcanzar los manojos radicales. Otra de las células exhibía un axon dirigido hacia adentro, y pronto resuelto en una arborización termi-

nal de ramas delicadísimas. En fin, en el corpúsculo fusiforme *d*, el axon, á pesar de emitir algunas ramas finas, no parecía perder su individualidad. En resumen, casi todas estas células menudas parecen ser elementos de axon corto. No juzgamos inverosímil tampoco que aquellos elementos cuyo axon no pierde la individualidad ni se incorpora á los haces radiculares, representen algún elemento dislocado de la substancia gris perependimal ó del foco contiguo del haz solitario.

**Colaterales sensitivas destinadas al núcleo dorsal del vago.**—Es este sin disputa el núcleo motor más pobre en arborizaciones sensitivas intercelulares que se conoce, hasta el punto de presentarse de ordinario en las preparaciones de Golgi (gato, conejo y perro) como una mancha clara que destaca sobre el fondo obscuro de los focos vecinos riquísimos en plexos terminales (hipogloso, intercalar y columna gris interna del haz solitario). Ya Kölliker hace notar la pobreza excepcional de dicho núcleo en fibras noduladas, y las pocas reveladas por el método de Golgi serían, según este sabio, mera continuación, no de la porción motriz, sino de la sensitiva del vago y glosio-faríngeo. También van Gehuchten guarda silencio sobre las vías sensitivo reflejas de este núcleo.

¿Es que, por excepción de la regla, el núcleo dorsal del vago carece de vías sensitivo-reflejas, ó es que, como ocurre en otros focos, dichos conductores se desarrollan muy tardíamente? Esta última opinión nos parece la más verosímil. En efecto, en los animales recién nacidos nunca hemos podido descubrir entre las células plexos intercalares de hebras sensitivas, á pesar de que el foco sensitivo inmediato (columna gris del fascículo solitario) aparece cubierto de arborizaciones nerviosas; pero en el gato de ocho, quince y veinte días, véanse ya bastantes fibrillas intercelulares, las cuales son muy finas y poco ramificadas, marchan de delante á atrás, reunidas en delicados hacecillos, y engendran en todo el espesor del ganglio un plexo delicado y difícilmente analizable. Seguidas estas fibras hacia adelante, para lo cual hay que servirse del 1,30 apocromático, se ve que son colaterales de los haces de la substancia reticular gris, situados á los lados del foco del hipogloso, haces que, según nuestras observaciones, representan la vía central del vago, glosio-faríngeo y trigémino. En el adulto, estas fibras carecerían de mielina.

De otras colaterales no hemos comprobado con certeza la existencia. Alguna vez nos ha parecido que entraban algunas poquísimas fibrillas del territorio de la columna gris del cordón solitario, pero no hemos podido convencernos de su unión efectiva con las fibras verticales de éste. De todos modos, si existen, debe ser en menguadísimo número, circunstancia interesante, contraria á todo lo presumible, pues discurriendo *a priori* y atendiendo á las sugerencias de la fisiología, parece que deberían existir entre los focos sensitivos y motores del vago, colaterales directas ó excito-reflejas en grandísimo caudal.

Nuestro concepto de la estructura y conexiones del foco motor del vago, ha sufrido importantes correcciones en estos últimos años, gracias á la aplicación del método de Nissl, llevada á cabo primeramente por Marinesco (1) y luego por van Gehuchten y otros.

Antes de los trabajos de estos sabios, dominaba en la ciencia la opinión de que el núcleo dorsal del vago era un foco sensitivo, estación principal de terminación de las raíces centripetas de este nervio y de las del noveno par.

Kölliker consagró, con su alta autoridad, esta creencia, apoyándose en el método de Golgi, el cual revelaría, según dicho sabio, en aquel foco la entrada, bifurcación y ramificación de las radicales sensitivas. La casi absoluta incapacidad que tiene el cromato de plata para teñir en el ratón y rata (animales en los cuales recayeron nuestras primeras observaciones sobre los orígenes del noveno y décimo par) las células motrices del núcleo dorsal y sus radicales, y el haber observado exclusivamente teñidas las nacidas del núcleo ambiguo, nos movieron también (2) á acoger sin reserva la opinión de Kölliker, estimando al núcleo dorsal como una excrecencia ó ampliación superior de la columna gris interna del fascículo solitario.

Que el núcleo dorsal del vago tiene conexión con las raíces motrices de este nervio, es un hecho ya hace tiempo señalado por Forel (3), quien sirviéndose del método de Gudden, había notado que, si se arranca dicho nervio, el mencionado núcleo dorsal se atrofia como los demás focos motores; pero sólo Marinesco tuvo el mérito de demostrar plenamente la naturaleza motriz del consabido ganglio. En efecto, este autor puso de manifiesto que, cuando seccionado el vago se buscan con la coloración de Nissl las células cromatolíticas del bulbo, hállanse éstas, y muy precozmente por cierto, en el núcleo dorsal; la cromatolisis del núcleo ambiguo sobrevendría después. Según Marinesco, el foco dorsal representaría un centro motor de fibras lisas, en oposición al ambiguo, que sería un núcleo estriomotor. Opiniones parecidas expusieron, independientemente de Marinesco, Onuf y Collins (4).

Por su parte, van Gehuchten, después de algunas vacilaciones, ha confirmado la opinión de Marinesco, y repitiendo y ampliando los experimentos de éste, ha publicado un estudio completo de la cuestión (5).

Este autor ha tenido el mérito además de teñir las células del foco dorsal por el método de Golgi, cosa que no habíamos logrado ni Kölliker ni

(1) *M. G. Marinesco*: Les noyaux musculo-striés et musculo-lisses du pneumogastrique, *Compt rend. des Seances de la Société de Biologie*. Seance, 13 Fevrier, 1897.

— Véase también *La Presse medicale*, 5 Octobre, 1898.

(2) *Cajal*: Apuntes para el estudio del bulbo raquídeo, etc. Madrid, 1895.

(3) *Forel*: Ueber das Verhältniss der experimentelle Atrophie und Degenerationsmethode, &. 1891.

(4) *Onuf y Collins*: Experimental rechearches on the localisation of the sympathetic nerve in the spinal cord and brain, &. *The Journal of nervous and mental disease*. Sept. 1898.

(5) *Van Gehuchten*: Recherches sur l'origine réelle des nerfs craniens. III. Le nerf glosso-pharyngien et le nerf vague. *Travaux du Laboratoire de Neurologie*. Année 1898. 2.º fascículo.

nosotros. En fin, Mahaim (1), en un folleto reciente sobre el argumento, se declara asimismo partidario, en virtud de experimentos análogos á los de Marinesco y van Gehuchten, del carácter motor del referido foco. También Bunz y Federn (2) han defendido análoga doctrina.

En vista de tan concordantes aseveraciones, fundadas en un método digno de fé, nosotros hemos emprendido recientemente, sirviéndonos del cromato de plata y método de Nissl, un análisis cuidadoso de la estructura del foco dorsal, escogiendo al efecto el conejo y gato de ocho á quince días, animales en que el método de Golgi se muestra bastante propicio, y hemos tenido la fortuna, no sólo de colorear perfectamente y en infinidad de cortes las células de dicho foco, sino la de seguir los axones de éstas hasta el interior, en un trayecto considerable de los hacecillos.

**Núcleo ambiguo** (*núcleo de células gruesas ó ventral del vago-glossofaríngeo*). — Las investigaciones de Bechterew, Duval, Obersteiner, Gudden, Deer, Edinger, Kölliker, etc., han probado que una parte de las raíces motrices del vago y glossofaríngeo, proceden de un conglomerado celular especial, residente en el espesor de la substancia reticular gris, detrás del *núcleo del cordón lateral*, en un campo emplazado entre las raíces del hipogloso y la substancia gelatinosa del trigémino. La continuación de los cilindros-ejes de las células de este núcleo con las raíces del vago, ha sido plenamente demostrada por nosotros en el ratón (3), á favor del método de Golgi. Recientemente, Marinesco y van Gehuchten, han dado á este hecho sanción definitiva mediante el método de Nissl.

**Células motrices.**—Como mostramos en la fig. 241, A, tales corpúsculos son gruesos, multipolares, provistos de robustas dendritas espinosas, ramificadas de preferencia dentro del foco. Estos corpúsculos constituyen una columna gris de contorno irregular, á menudo surcada por haces verticales de substancia blanca, columna que se extiende desde la altura de las raíces del noveno par hasta el cabo inferior de la oliva ó algo más arriba. A menudo, presenta este foco asimetrías laterales, es decir, que desaparece ó mengua mucho en un lado, para reaparecer en planos inmediatos.

**Fibras radiculares.**—Los cilindros-ejes de estas células marchan hacia atrás, reunidos en hacecillos de pocas fibras; y en distintos planos de la substancia reticular gris, tuercen hacia afuera, trazando arcos de concavidad antero-externa, para reunirse con los hacecillos motores del núcleo dorsal. Una vez incorporadas á éstos (á veces marchan separadamente en todo su itinerario), cruzan con ellos la substancia gelatinosa, y emer-

(1) Mahaim: Les progrès réalisés en anatomie du cerveau par la méthode expérimentale. *Journ. de neurologie*, 1898.

(2) Bunz u. Federn: Der centrale Ursprung des N. Vagus. *Monatsch. f. Psychiatrie und Neurol.* Bd. V, 1899.

(3) Cajal: Apuntes para el estudio de la médula oblongada, etc., 1895.

gen del bulbo por distintos radios de la semiluna de substancia blanca, representada por la sección de la raíz descendente del quinto par (figura 242, E).

Durante su trayecto inicial, las citadas radicales no suelen emitir ramillas; sin embargo, tanto en el ratón como en el conejo y gato (figura 241, *b*), hemos sorprendido algunos pocos axones provistos de una colateral nerviosa ramificada entre los corpúsculos compañeros.

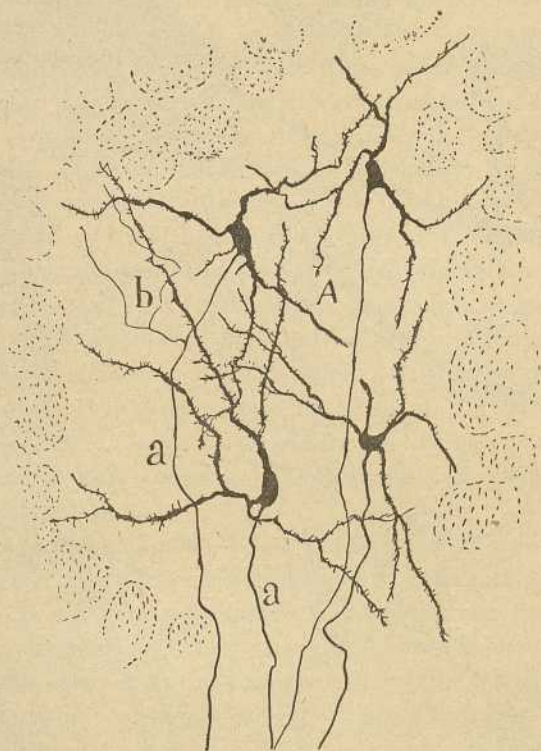


Fig. 241. — Células del núcleo ambiguo del bulbo del gato.—*a*, radicales dirigidas hacia atrás; *b*, colaterales.

Algunos autores, tales como Bechterew, Obersteiner, Cramer, etc., han señalado la existencia de una porción cruzada en las radicales nacidas del núcleo ambiguo. Esta decusación, negada recientemente por van Gehuchten, ha sido plenamente demostrada por nosotros en el bulbo del ratón, con auxilio de preparados irreprochables del método de Golgi. Tales fibras cruzadas marchan primeramente hacia atrás, lo mismo que las homolaterales; pero llegadas á la altura de la vía central del trigémino, dóblanse hacia adentro y cruzan el rafe por detrás del fascículo longitudinal posterior (fig. 242).

Del otro lado y desprendidas de las raíces del vago, se observan también fibras que sólo pueden interpretarse como radiculares cruzadas; ta-

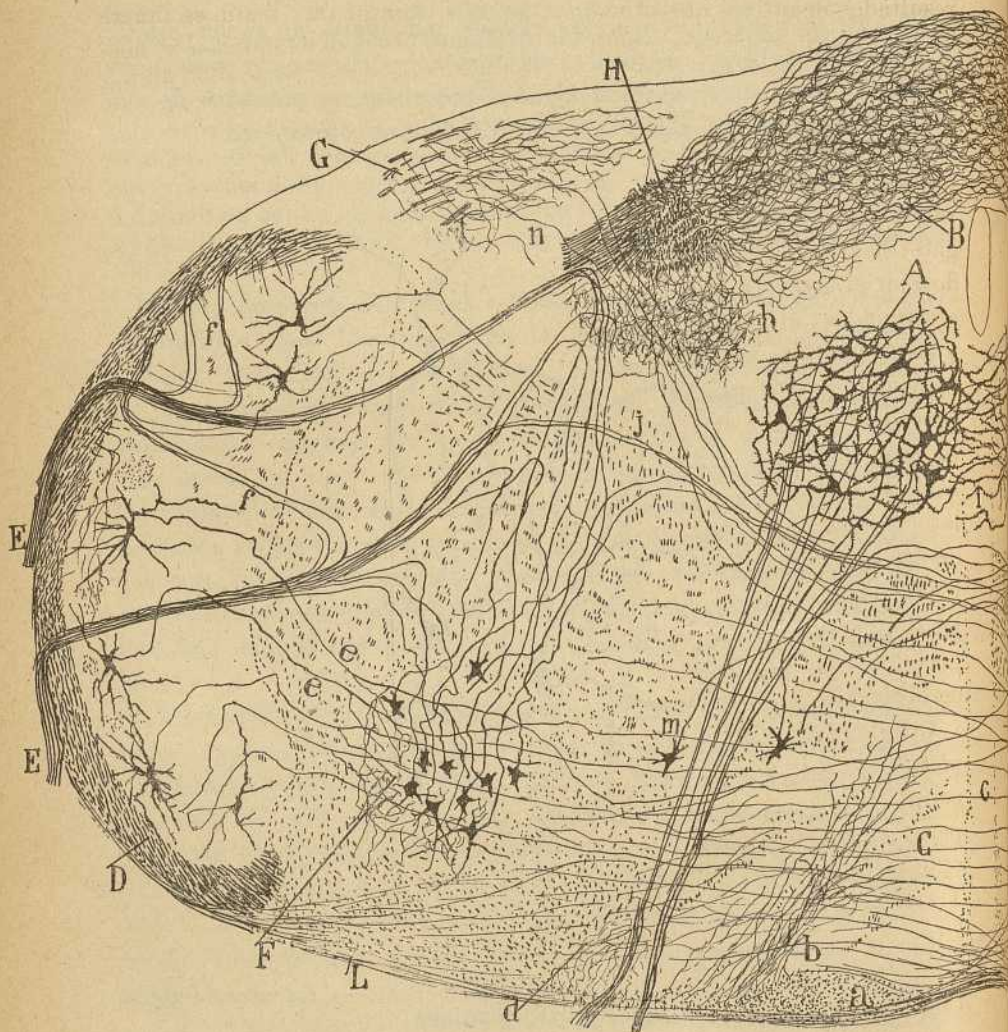


Fig. 242. — Corte transversal del bulbo de ratón de cuatro días. — A, núcleo del hipogloso; B, ganglio comisural; C, oliva bulbar; D, raíz descendente sensitiva del trigémino; E, raíces motrices del vago y glosó-faríngeo; F, núcleo ambiguo; G, porción terminal del ganglio vestibular descendente; H, corte transversal del fascículo solitario; L, fibras que van á la oliva; *a*, pirámides; *b*, colaterales de la substancia blanca situada por fuera de las pirámides (resto del cordón lateral); *d*, colaterales del resto del cordón lateral; *e*, colaterales sensitivas para el núcleo ambiguo; *f*, fibras recurrentes de la raíz motora que iban á la raíz del trigémino; *j*, radiculares motrices cruzadas del vago y glosó-faríngeo; *h*, colaterales de la raíz sensitiva de estos nervios para el núcleo que acompaña al fascículo solitario.

les son las que mostramos en la fig. 242, J, las cuales vienen del rafe y se incorporan á los haces motrices del décimo ó noveno par. Fuerza es

confesar, empero, que las susodichas fibras oposito-laterales son escasísimas por comparación con las homolaterales, lo que podría explicar los resultados negativos que el método de Nissl suministra, según se infiere de los experimentos efectuados en el conejo por van Gehuchen y nosotros. Acaso faltan en este animal, pues tampoco las hemos logrado impregnar en él con el cromato argéntico.

*Vías sensitivo-reflejas del núcleo ambiguo.*—El núcleo ambiguo posee un plexo intercelular muy fino, producido por la ramificación de colaterales llegadas en su mayoría de la substancia blanca inmediata. En el gato, la complicación y riqueza de este plexo es tal, que no hemos logrado fijar el origen de sus fibras; en el ratón, empero, hemos sido más afortunados; el examen de preparaciones donde sólo la substancia blanca y sus colaterales se habían teñido, nos ha persuadido de que tales fibras provienen por lo menos de tres orígenes: 1.º Algunas son colaterales procedentes de fibras arciformes de la vía central cruzada del trigémino; estas arciformes atraviesan el foco ó sus inmediaciones y pueden seguirse hasta el rafe (fig. 242, e). 2.º Colaterales emanadas del resto del cordón lateral; tales fibras establecen, por intermedio del cordón lateral (formado de neuronas sensitivas de segundo orden), una vía de unión entre los focos sensitivos de la médula y el núcleo ambiguo. 3.º En fin, colaterales llegadas de ciertos fascículos de substancia blanca, vecinos del foco gris del trigémino, pertenecientes acaso á la vía descendente de la oliva cerebelosa (véase cerebelo).

**Consideraciones fisiológicas.**—Los precedentes datos, aunque incompletos en muchos puntos, singularmente en lo referente á la posición y conexiones de la vía motriz voluntaria y vías sensitivas centrales de los pares noveno y décimo, permiten imaginar el mecanismo de la acción refleja en los distintos actos musculares regidos por los citados nervios. Tratar aquí de todos los reflejos del vago y glosio-faríngeo, sería empresa larga é inoportuna, y además muy ocasionada á errores é interpretaciones arbitrarias. Sin la pretensión de dar una fórmula definitiva, y solo á título de muestra ó ensayo de la manera cómo los nuevos estudios anatómicos pueden venir en auxilio de la interpretación fisiológica, vamos á indicar la marcha posible de las corrientes nerviosas en la producción de tres actos: la tos, el vómito y la inspiración.

*Tos.*—En la fig. 243, mostramos la marcha de las corrientes al sobrevenir una excitación de la mucosa laríngea y traqueal. La onda nerviosa corre á lo largo del nervio laríngeo superior y pasa por los ganglios del vago hasta llegar al fascículo solitario; de aquí, mediante las colaterales y terminales de éste, propágase la corriente al ganglio comisural y columna gris descendente del haz solitario, y, por consiguiente, á la vía central de los pares noveno y décimo, la cual reside en la parte posterior de la substancia reticular gris; finalmente, mediante las colaterales de esta



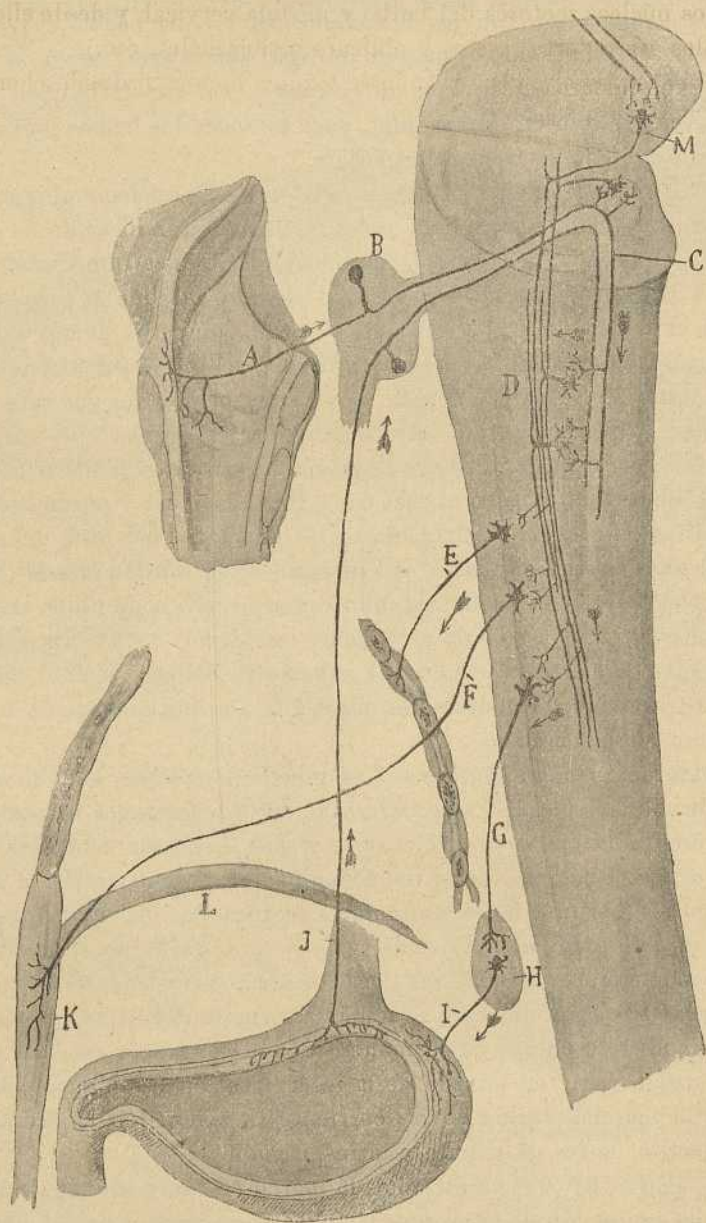


Fig. 243. — Esquema del mecanismo reflejo del vómito y tos. — A, fibras sensitivas laringeas del vago; B, ganglio geniculado de éste; C, cordón solitario; D, vía ventral del vago-gloso-faríngeo; E, nervio motor espirador destinado á los intercostales internos; F, otro nervio espirador que rige los músculos de las paredes abdominales; G, nervio que rige por intermedio del simpático la musculatura estomacal; H, ganglio de la cadena simpática; I, rama visceral de éste; J, rama sensitiva del vago destinada al estómago; L, diafragma; M, focos centrales sensitivos del vago.

vía, cuyos haces descienden hasta la médula, la excitación se comunicaría á los núcleos motores del bulbo y médula cervical, y desde ellos á los músculos espiradores (rectos y oblicuos abdominales, etc.).

La bilateralidad de la reacción se explica bien recordando el cruce de

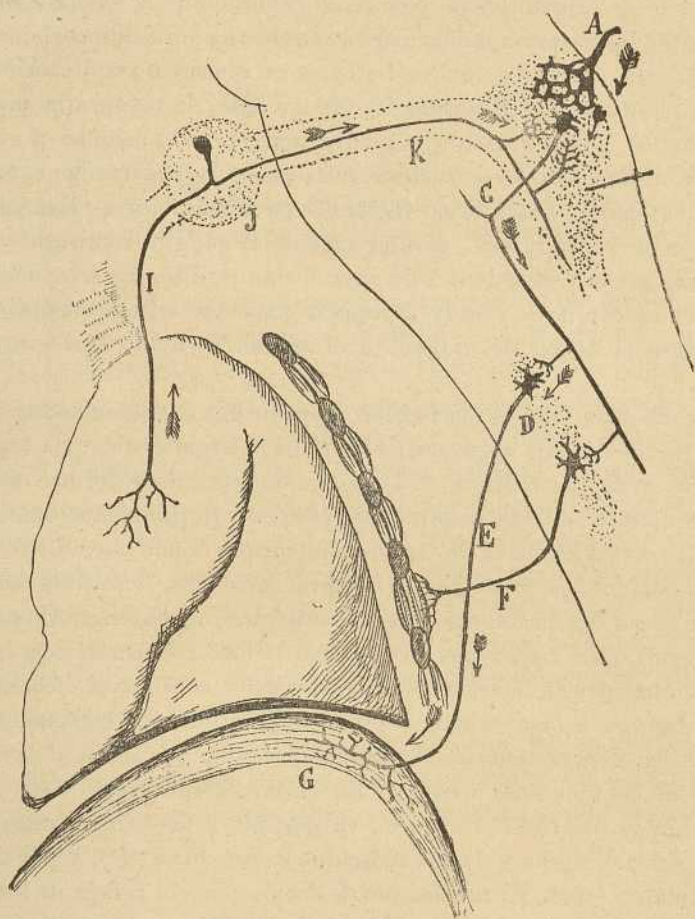


Fig. 244. — Esquema que muestra el mecanismo del reflejo de la inspiración. — A, capilares de los focos respiratorios ; C, vía central corta del vago ; D, focos motores cervicales del diafragma y demás músculos inspiradores ; F, F, nervios destinados á éstos ; G, diafragma ; J, ganglio de origen del vago ; I, rama externa del ganglio destinada á los bronquios ; K, raíz sensitiva del vago.

una parte de las fibras del cordón solitario y el doble carácter homolateral y oposito-lateral de la vía central de los nervios noveno y décimo.

*Vómito.*— Un camino semejante sigue la excitación en el vómito (figura 243), sólo que aquí la corriente partiría de los filetes sensitivos que el vago reparte en el estómago, y la descarga motriz, provocada por las

colaterales de la citada vía central, estallarían especialmente en el núcleo de origen del nervio frénico, y en los que rigen la musculatura del estómago.

*Inspiración.*—Según enseña la fisiología, la entrada del aire en los pulmones, debida á la contracción de los músculos de la inspiración, no es un acto de origen reflejo, sino mero resultado de la excitación directa del centro inspiratorio bulbar por la sangre rica en ácido carbónico.

¿Pero cuál entre los núcleos bulbares es el centro respiratorio de que hablan los fisiólogos? Recordando, por un lado, la topografía macroscópica que los Vulpian, Schiff, Claudio Bernad, etc., asignan á este centro, y considerando, de otro, los resultados de las observaciones fisiológicas y anatómicas, nosotros no vacilamos en afirmar que el llamado nudo vital ó centro respiratorio, es simplemente el ganglio comisural y las dos columnas grises descendentes de cuya fusión resulta. Es esta una región gris rica en capilares y muy apropiada para que en ella pueda sentirse fácilmente el déficit de oxígeno ó el exceso de ácido carbónico de la sangre.

Dejando á un lado el mecanismo, hoy por hoy desconocido, de la excitación de los núcleos respiratorios, no puede negarse que toda lesión extensa del ganglio comisural ó de las columnas grises del haz solitario, podrá suspender el acto inspiratorio, porque interrumpirá la continuidad de la vía central sensitiva de segundo orden, por donde la excitación, promovida en aquellos focos por la sangre carbónica, desciende hasta los focos motores del diafragma y demás músculos inspiratorios. Una sección media ventral del bulbo que no dislacere el foco comisural, deja íntegras las columnas grises laterales, y la inspiración continuará efectuándose, porque las vías centrales homolaterales habrán quedado intactas.

En la fig. 244 presentamos la marcha probable que sigue la excitación á partir de las columnas grises de los cordones solitarios. Esta recorre primero la vía central del vago C, va después á los centros motores espinales del diafragma y demás músculos inspiradores (D), y por último, se termina en éstos. El mecanismo de acción por vía refleja de los filetes sensitivos pulmonares del vago (I), queda también explicada en la citada figura.

## CAPÍTULO VII

### NERVIO ACÚSTICO

Nervio vestibular.—Ganglio de Escarpa.—Terminación periférica del vestibular.— Terminaciones centrales.— Núcleo de Deiters, núcleo dorsal, núcleo de Bechterew, núcleo descendente y núcleo intersticial.—Vías centrales del vestibular.

Como es sabido, el *nervio acústico* ú octavo par, es un nervio sensorial, cuyas terminaciones periféricas residen en el oído interno. Aunque comunmente considerado como un sólo nervio, consta, en realidad, de dos cordones, los cuales, en íntimo contacto durante su trayecto intracraneal é intrapetroso, se separan al penetrar en el bulbo, para terminar en focos grises diferentes de éste. El cordón anterior, llamado también *nervio vestibular*, se sumerge en el bulbo, por delante del cuerpo restiforme, entre éste y la raíz descendente del trigémino (raíz muy voluminosa y prominente en los mamíferos de pequeña talla), y se termina en ciertos ganglios situados en el suelo del cuarto ventrículo; mientras que el cordón posterior, designado *nervio coclear*, ocupa una posición más lateral y acaba en ciertas intumescencias gangliónicas que bordean exteriormente el cuerpo restiforme.

Puesto que, según hemos de ver luego, el origen, la terminación y los atributos fisiológicos de los citados cordones ó raíces del acústico, son diversos, en la descripción que sigue, consideraremos cada uno de ellos como un nervio especial.

### NERVIO VESTIBULAR

A la manera de todos los nervios sensitivos, el vestibular tiene que considerar: el *ganglio periférico de origen*; la *rama externa ó terminal*, la *rama interna ó raíz propiamente dicha*; los *ganglios de terminación central*, y las *vías secundarias centrales* ó reflejas con éstos enlazadas. Plan descriptivo semejante emplearemos con el coclear.

**Ganglio de origen ó de Escarpa.** — Las investigaciones de His (1),

(1) His: Zur Geschichte des Gehirns sowie der centralen und peripherischen Nervenbahnen. xiv, Band. (*Abhandlung. d. math-physisch. Class. d. Königl. Sachs. Gesellschaft. de Wissenschaft.* 1888).

Retzius (1), y Lenhossék (2), confirmadas por nosotros, enseñan que el ganglio de Escarpa, pequeño abultamiento gris yacente en el espesor del peñasco, representa el foco de origen del vestibular.

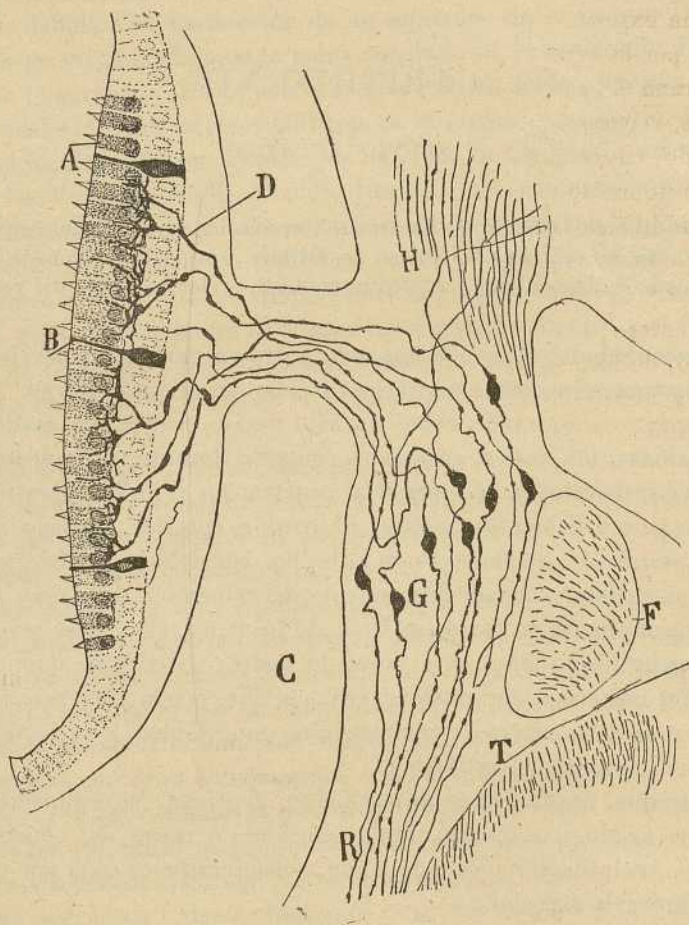


Fig. 245. — Ganglio de Escarpa y terminaciones en una mancha acústica de las ramas periféricas del vestibular. Feto de ratón casi de término.—A, células ciliadas; B, células de sostén; C, peñasco; D, bifurcaciones preterminales de las ramas periféricas; F, facial; G, ganglio de Escarpa; T, bulbo.

Las células de este núcleo no son monopolares, sino bipolares, y de las dos expansiones, la interna, no siempre la más delgada, según ha demostrado Lenhossék, marcha hacia adentro, constituyendo el nervio ves-

(1) Retzius : Die Endigungsweise der Gehörnerven. (*Biologische Untersuchungen. Neue Folge*, m. Stockholm, 1892).

(2) Lenhossék : Die Nervenendigungen in der Maculae und Cristae acusticae. Nach einem am 23 Mai 1893, in der siebenten *Versammlung der Anatomischen Gesellschaft. in Göttingen gehaltenen Vortrag*.

tibular; mientras que la externa, después de ganar el laberinto, acaba, á favor de arborizaciones libres, en las manchas acústicas del utrículo y en las porciones ampulares de los conductos semicirculares. En la fig. 245, G, reproducimos algunas células del ganglio de Escarpa, del feto del ratón.

**Rama externa y terminación periférica.**—Examinando un corte fino, teñido por la hematoxilina, de esas porciones espesadas ó manchas de la membrana del sáculo ó del utrículo, donde existen terminaciones vestibulares, repararemos que dicha membrana está revestida de un epitelio alargado, cuyos elementos son de dos especies: 1.º *Corpúsculos de sostén*, de figura de botella, provistos de un cuerpo ó fondo abultado, que descende hasta la basal, y en donde yace el núcleo; y de un cuello prolongado hasta la superficie libre, en la cual remata á favor de una fina chapa. 2.º *Corpúsculos ciliados*, ó neuro-epitélícos, más cortos que los precedentes, pues no llegan sino á la mitad ó algo más del espesor del epitelio, de forma cilíndrica, y provistos de un extremo profundo redondeado y algo espesado donde reside el núcleo, y de un cabo superficial, guarnecido de una cutícula, de la cual surge, flotante en la endo-linfa, y en contacto con ciertos cristales de carbonato de cal, una gruesa y rígida pestaña. Los cristales de carbonato cálcico, constantes en el laberinto de los vertebrados, parecen tener por oficio excitar, mediante choques, las citadas pestañas, á cada corriente suscitada en el líquido por los movimientos de la cabeza.

Las ramas periféricas del ganglio de Escarpa son espesas, marchan reunidas en nerviecitos á las máculas y crestas acústicas por conductitos especiales del peñasco, y llegadas al tejido conectivo subepitelial, se tornan muy varicosas y ofrecen algunas dicotomías. Desde este punto, ganan la cara profunda del epitelio, que atraviesan en variedad de direcciones, exhiben alguna dicotomía más y, arribadas al plano en que se alinean los cabos profundos de las células ciliadas, es decir, en el espesor mismo del epitelio, se descomponen, según han demostrado Lenhossék, Niemack y Retzius, y hemos confirmado nosotros en el ratón recién nacido, en una arborización horizontal complicada de ramas espesas y varicosas que se ponen en íntimo contacto con los cabos profundos y partes laterales de las células ciliadas. Contra el dictamen de Niemack (1), nosotros no hemos sorprendido anastomosis en este plexo horizontal. Algunos ramitos ascienden también, según ha mostrado Retzius, entre las células ciliadas, llegando hasta cerca de la superficie libre. En ningún caso estas células se continúan directamente con fibras vestibulares, como supone erróneamente Ayer (2). Las partes no espesadas

(1) Niemack: Maculae und Cristae acusticae mit Ehrlich's Methyleneblaumethode. *Merkel und Bonnet's Anatomische Hefte*. Bd. II, 1892.

(2) H. Ayer: Ueber das perispherische Verhalten des Gehornerven und den Wert der Haarzellen des Gehörganes. *Anat. Anzeiger*, Bd. VIII, 1893.

de la membrana del laberinto carecen de células ciliadas y de terminaciones nerviosas especiales. En la fig. 245, D, mostramos las terminaciones vestibulares observadas por nosotros en las manchas acústicas del utrículo del ratón. En ella se ve también el ganglio de Escarpa (G) y la sección del nervio facial (F).

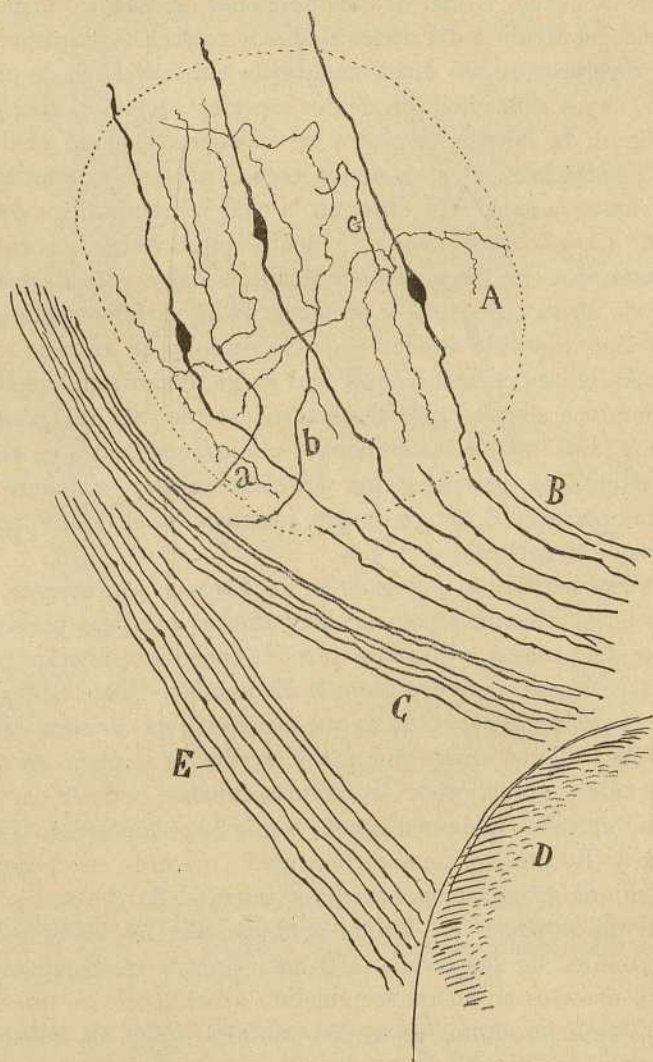


Fig. 246. — A, ganglio de Escarpa del ratón ; B, ramas internas del vestibular ; C, nervio de Wrisberg ; D, bulbo ; E, facial ; a, b, tubos llegados con el nervio de Wrisberg ; c, ramillas terminales intragangliónicas.

Inútil será advertir que la misma disposición terminal se comprueba en las crestas acústicas de los conductos semicirculares.

En el espesor del ganglio de Escarpa aparecen también ramificaciones

libres terminadas verosímilmente en torno de las células. En la figura 246. *a*, *b*, donde copiamos algunas de estas fibras especiales tomadas del

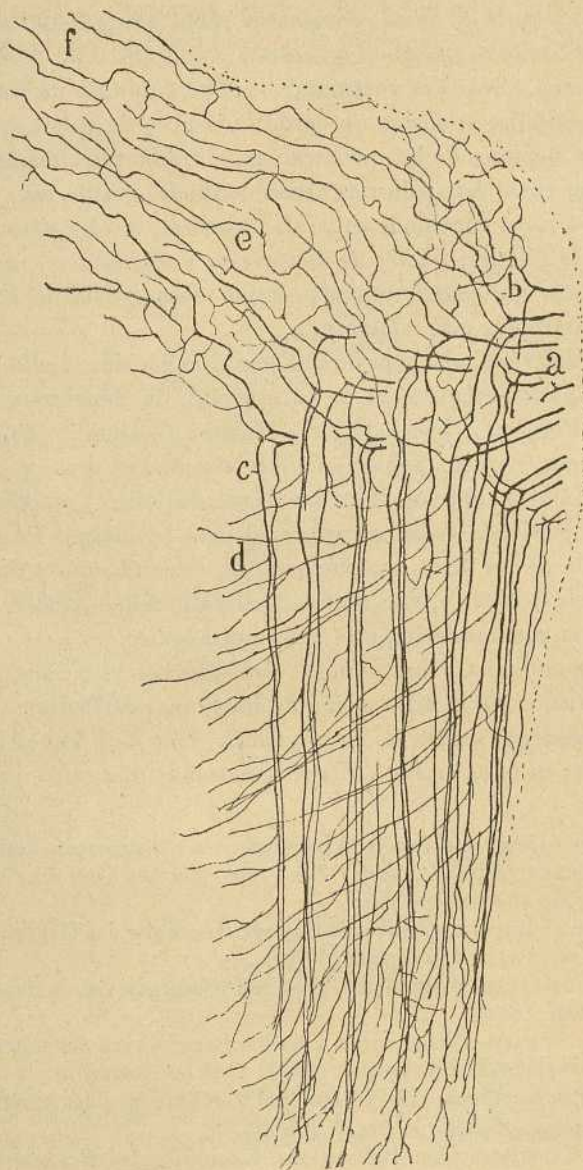


Fig. 247. — Corte longitudinal lateral del bulbo de feto de ratón.—*a*, ramas centrales del ganglio de Escarpa ; *b*, rama descendente de bifurcación ; *c*, rama descendente ; *e*, colaterales de la rama ascendente ; *d*, ídem de la descendente.

ratón recién nacido, parece no hallarse del todo desarrollada la ramificación terminal, cuyas ramas varicosas y flexuosas marchan de preferencia



ya hacia afuera, ya hacia adentro. En dos casos *a*, *b*, fig. 246, los axones generadores de tales arborizaciones venían de la periferia con el nervio de Wrisberg. Imposible nos es afirmar cuál es el origen de los mismos, los cuales tanto podrían representar tubos simpáticos, como ramos internos sensitivos del ganglio geniculado.

**Rama interna ó raíz del vestibular.** — Del conjunto de las ramas internas del vestibular se forma un cordón nervioso de tubos robustos, los cuales, según dejamos dicho, penetran en el bulbo por delante del cuerpo restiforme, entre éste y la raíz descendente del quinto par, y se terminan en cuatro focos continuos entre sí, llamados: *núcleo dorsal ó principal*, *núcleo de Deiters*, *núcleo de Bechterew* y *núcleo descendente*. A estos focos habría que añadir todavía ciertas masas grises del cerebelo, de las cuales trataremos más adelante.

El enlace del vestibular con dichos ganglios ha sido fijado por las investigaciones, concordantes en lo substancial, de Bechterew (1), Onufrowicz (2), Forel (3), Flechsig (4), Roller (5), Bumm (6), Obersteiner (7), Cramer (8), etc., investigaciones ejecutadas, ora con el procedimiento de Flechsig, ora con el de las degeneraciones y atrofas secundarias. Mas no pudiendo estos recursos analíticos revelarnos los detalles de la terminación de las fibras vestibulares, en estos últimos años, L. Sala, Kölliker, Held y Martín, han recurrido al valiosísimo método de Golgi, con el cual han alcanzado importantes resultados.

Una de las conquistas más valiosas que se deben al cromato argéntico es la demostración de la bifurcación de las fibras vestibulares. Detrás de la rama descendente sensitiva del trigémino, dice Kölliker (9), las fibras vestibulares se dividen en horquilla, engendrando una rama descendente,

(1) *Bechterew*: Ueber die innere Abtheilung des Strickkorpers und den achten Hirnnerven. *Neurol. Centralbl.* 1885 y Zur Frage über den Ursprung des Hörnerven. (*Neurol. Centralbl.* 1887).

(2) *Onufrowicz*: Experimenteller Beitrag zur Kenntniss des Ursprungs des Nervus acusticus, etc. (*Arch. f. Psychiatr.* B. 16).

(3) *Forel*: Vorläufige Mittheilung über den Ursprung des Nervus acusticus (*Neurol. Centralbl.* 1889).

(4) *Flechsig*: Weitere Mittheilungen über die Beziehungen des unteren Vierhügel zum Hörnerven (*Neurol. Centralbl.* 1890).

(5) *Roller*: Die cerebralen und cerebellaren Verbindungen des 3-12 Hirnnervenpaares, etc. (*Allgem. Zeitschr. f. Psych.* Bd. 38).

(6) *Bumm*: Experimenteller Beitrag zur Kenntniss des Hörnervenursprungs beim Kaninchen. (*Allgem. Zeitschr. f. Psych.* Bd. 49).

(7) *Obersteiner*: Anleitung beim Studium der Baues des nervösen Centralorgane, etc., 1893.

(8) *Cramer*: Beiträge zur feineren Anatomie der Medulla oblongata und der Brücke, etc., 1894.

(9) *Kölliker*: Die feinere Bau des verlängerten Markes. (*Anat. Anzeiger.* 1891, y *Handbuch des Gewebelehre des Menschen.* 6 Aufl. 2 Band. 1 Hälfte, 1893).

quizá destinada á constituir la llamada *raíz ascendente* de los autores, y otra ascendente particularmente consagrada al núcleo dorsal ó principal. Ambas ramas emiten colaterales distribuídas en los núcleos terminales de la raíz vestibular. Parecida descripción hace Held, que ha confirmado y ampliado algo este descubrimiento del sabio de Wurzburg.

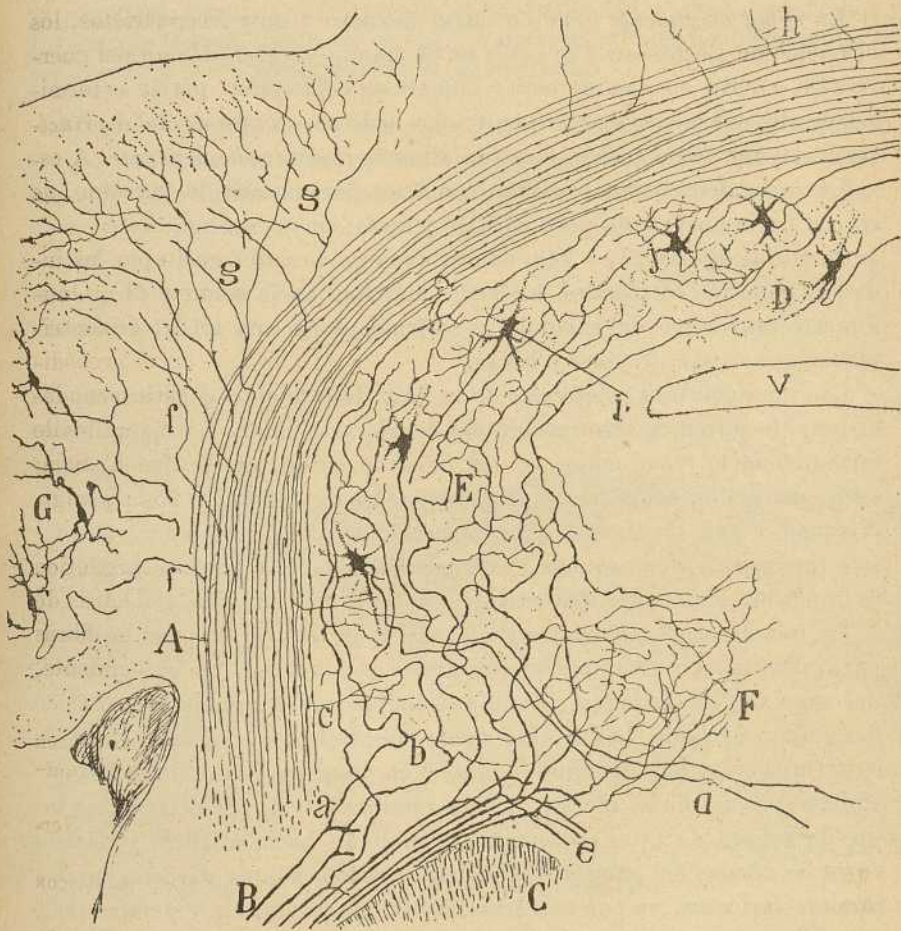


Fig. 248. — Corte transversal de la región que junta el bulbo con el cerebelo. Ratón recién nacido. — A, pedúnculo cerebeloso inferior; B, radicales del vestibular; C, porción descendente del quinto par; D, ganglio del techo; F, cabo superior del foco de Deiters; E, ganglio de Bechterew; G, oliva cerebelosa; b, rama ascendente del vestibular.

Nuestras investigaciones en el ratón, rata y conejo de pocos días, confirman estas sucintas descripciones de Kölliker y Held (1). Como puede verse en las figs. 247, a, y 248, B, cada fibra del vestibular emite dos ra-

(1) H. Held: Die Endigungsweise der sensiblen Nerven im Gehirn. (*Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abtheil.* 1892).

mas que divergen como los dos brazos de una Y; pero estas dos ramas pocas veces son iguales; por lo común, la ascendente es delgada y se dirige rápidamente hacia arriba y atrás, mientras la descendente es espesa, rectilínea y marcha casi verticalmente, hasta que después de haber alcanzado la porción inferior del ganglio ó núcleo descendente, forma la arborización terminal (fig. 247, c).

La *rama ascendente* tiene un curso flexuoso y muy irregular, aborda el núcleo de Bechterew y se lanza en el manojito *cerebeloso acústico* (figura 248, a). En su camino emite numerosas colaterales que se esparcen por lo alto del núcleo de Deiters, y sobre todo por el espesor del de Bechterew, donde acaso acaban también algunas ramas ascendentes.

La *rama descendente* se asocia con otras para constituir manojos que corren hacia abajo y un poco adentro y atrás; en su camino, como puede verse en las figuras 247 y 248, emiten en ángulo recto ó casi recto infinidad de robustas colaterales, las cuales marchan hacia adentro dirigiendo á la substancia gris del suelo del ventrículo cuarto una arborización extensa de ramitas varicosas y libres.

Las innumerables colaterales de la raíz descendente constituyen, sin disputa, la principal terminación del nervio vestibular. En los animales recién nacidos, y aun mejor en los fetos de ratón, es facilísimo seguir estas colaterales, como puede juzgarse por las figuras 247 y 250; pero en el conejo y gato de algunos días, el curso de dichas fibras es tan flexuoso é intrincado, y tan grande el número de sus ramitas secundarias, que es imposible sorprender todo el trayecto de la arborización.

La raíz descendente del vestibular, así como el foco gris que la acompaña, disminuyen notablemente en grosor al nivel del núcleo comisural del vago y glosio-faríngeo, y terminan definitivamente encima del núcleo del cordón de Goll. Las citadas ramas descendentes, llegadas cerca de su terminación, han disminuído mucho en diámetro; las colaterales que emiten son más finas, cortas y menos ramificadas, y, por último, los tallos de origen de estas colaterales se inclinan hacia adentro y acaban entre las células del ganglio descendente, ya por simple división en dos ramitas varicosas, ya por una arborización algo más rica y siempre poco extensa.

*Haz vestibular cruzado* (1). — En los fetos de gato y de ratón hemos visto con gran claridad partir del nervio vestibular un manojito apretado de fibras, al parecer tallos de origen, que marchando hacia adentro por detrás de la rama descendente del trigémino y delante del codo del facial, costea la parte posterior del núcleo del sexto par, y después de cruzar el rafe, se pierde en el opuesto lado. Véase la figura 249.

En la primera parte de su trayecto, el fascículo es compacto; mas du-

(1) *Cajal*: Nueva contribución al estudio del bulbo raquídeo. VI. Sobre un manojito cruzado del nervio vestibular. *Rev. trim. microg.*, tomo II, 1897.

rante su tránsito por detrás de la substancia reticular gris, se divide en haccillos de aspecto plexiforme, aspecto que se acentúa todavía en su ulterior itinerario. Desgraciadamente para el perseguimiento fructuoso de sus fibras, en cuanto éstas trasponen el rafe pierden su disposición fasciculada, entremézclanse con tubos llegados de varias partes, pero singularmente con los arribados del ganglio de Deiters del lado opuesto, y resulta, por tanto, imposible determinar el paradero de las mismas. En su camino no ofrecen ni colaterales ni bifurcaciones, y aunque no hemos perseguido todo su itinerario, juzgamos inverosímil que sus fibras se terminen en los focos vestibulares del lado opuesto.

*Manojo vestibulo-cerebeloso.*—La penetración de las ramas ascendentes del vestibular en el manojo de fibras que va desde el núcleo de Deiters y de Bechterew al cerebelo es un hecho evidente, que se observa fá-

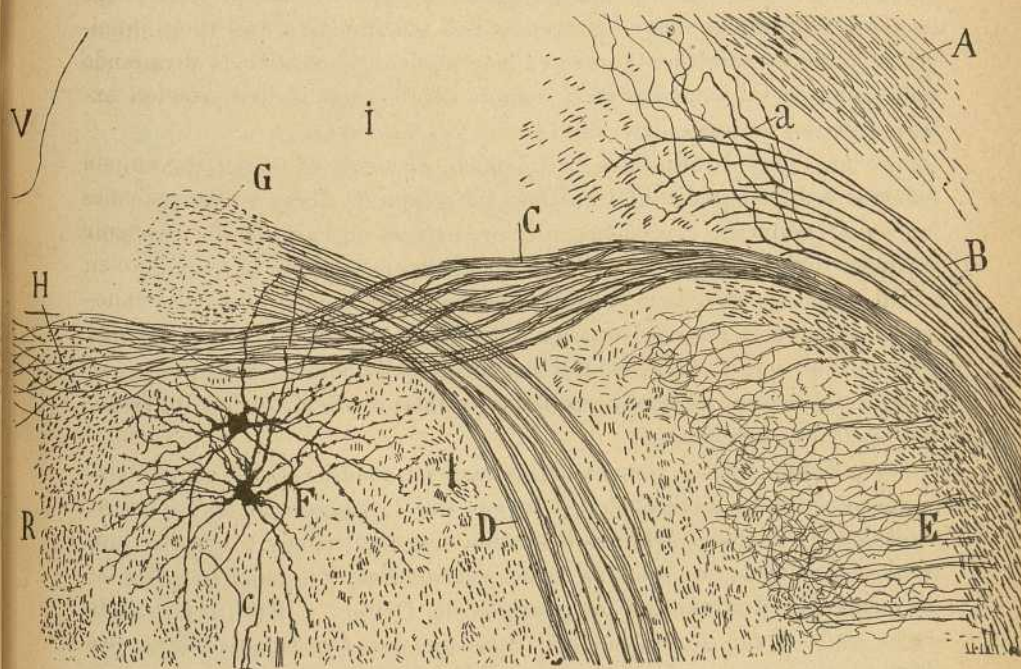


Fig. 249. — Corte transversal del bulbo del feto de gato. A, cuerpo restiforme; B, porción principal no decusada del vestibular; C, manojo cruzado; D, facial; E, foco del motor ocular externo; F, foco del motor ocular interno; G, H, I, R, V.

cilmente en los fetos de ratón y conejo, tanto con el método de Golgi como con el de Weigert. Estas fibras *vestibulo-cerebelosas* que presentamos en la figura 248, corresponden indudablemente á las que varios autores, Forel, Sala y Kölliker, etc, han descrito en el borde interno de dicho pedúnculo (*porción lateral del vestibular*, según Kölliker), y las cuales, según L. Sala, provendrían del vestibular y se terminarían en el cerebelo. Kölliker se inclina á hacerlas acabar en pleno núcleo de

Deiters, así como en el foco dorsal. Recientemente Thomas (1) ha confirmado también, mediante los métodos de las degeneraciones, la penetración en el cerebelo de fibras vestibulares.

Como dejamos dicho, el análisis atento de estas fibras vestibulares nos ha permitido reconocer con entera evidencia que no se trata de tallos radiculares directos, como parece haber sospechado L. Sala, sino de ramas ascendentes de bifurcación de todo el nervio vestibular. Tales ramas, generalmente más delgadas que las descendentes, á veces iguales á éstas, dirígense hacia atrás y arriba, trazando grandes flexuosidades y marchan en planos diversos del núcleo de Bechterew. A menudo, antes de ingresar en este foco, emiten una gruesa colateral para el cabo superior del núcleo de Deiters (fig. 248, *b*); y ya ingresadas en el de Bechterew, suministran en ángulo agudo ú obtuso varias colaterales ricamente arborizadas entre los corpúsculos multipolares que lo habitan. Algunas fibras parecen agotarse en este núcleo, pero las más prosiguen todavía su curso, penetran en el manajo cerebeloso-acústico, á cuyas células remiten nuevas colaterales (*núcleo cerebeloso-acústico* de Cajal), y finalmente, muy disminuídas en diámetro, alcanzan el núcleo del techo, más allá del cual es difícil seguir las. Un grupo de fibras tuerce por delante del pedúnculo cerebeloso inferior, ingresa en la oliva del cerebelo y parece dirigirse en parte al lóbulo lateral cerebeloso y al floculo.

En resumen: mediante la rama ascendente, el nervio vestibular lleva su influencia á la porción superior del núcleo de Deiters, á todo el núcleo de Bechterew, á las células nerviosas multipolares yacentes en el espesor del manajo cerebeloso-acústico, y finalmente al núcleo del techo y á la corteza cerebelosa.

No podemos fijar la cuantía de las ramas ascendentes del nervio vestibular destinadas al cerebelo; á juzgar por lo observado en los cortes sagitales del encéfalo del feto de ratón, nos inclinamos á admitir que toman esta dirección todas las ramas ascendentes. En muchas de éstas, las colaterales destinadas á los ganglios de Deiters y Bechterew, adelgazan tanto el ramito destinado al cerebelo, que éste semeja simple colateral. Casos hay, sin embargo, en que la rama ascendente sufre pocas pérdidas en su camino y se extiende hasta más allá del ganglio del techo.

**Ganglio de Deiters.**—Llamado también *núcleo lateral ó externo, núcleo de células gigantes*, este foco gangliónico está situado bajo el suelo del cuarto ventrículo entre el núcleo descendente ó de pequeñas células, emplazado por adentro, y el cuerpo restiforme que yace por fuera. Por delante, toca á la substancia reticular gris y raíz descendente del trigémino. En el ratón, como se aprecia en la fig. 250, A, este núcleo abul-

(1) *Thomas*: Les terminaisons centrales de la racine labyrinthique. *Comptes rendus de la Société de Biologie*. Février, 1898.

ta notablemente por detrás del cuerpo restiforme, á consecuencia del escaso desarrollo de éste, y su sección afecta figura de pera, con el extremo grueso dirigido lateral y dorsalmente.

En esta misma figura se muestra claramente la forma de los elementos del núcleo que estudiamos, los cuales, según han reconocido muchos autores, particularmente L. Sala y Kölliker, son de forma estrellada, multipolares y poseen largas dendritas espinosas, varias veces divididas. En algunos elementos, estas expansiones son tan largas, que traspasan las

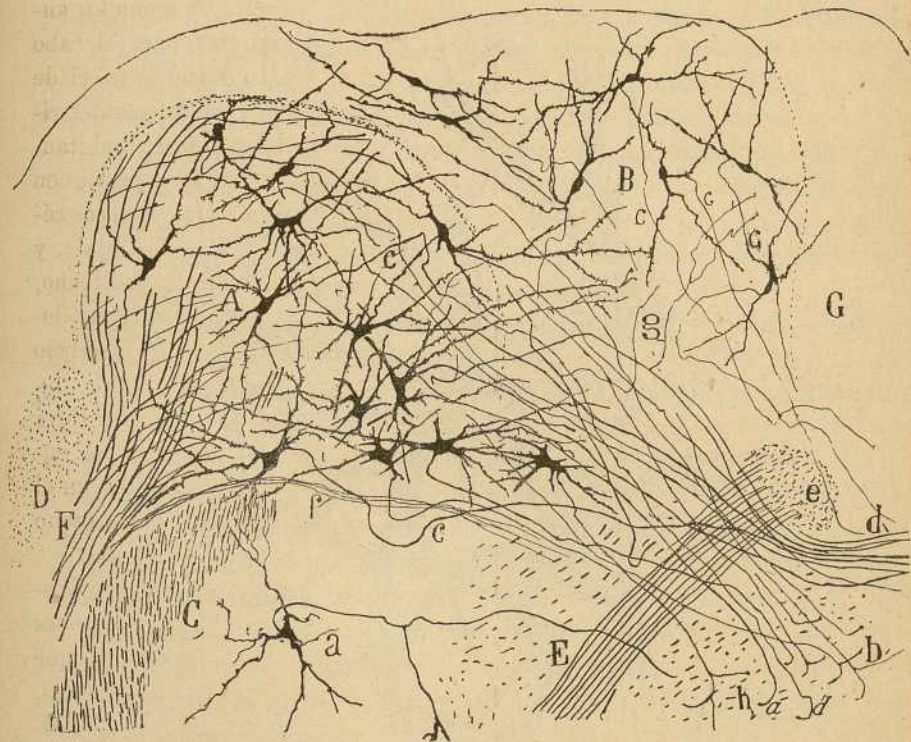


Fig. 250. — Corte transversal de la región postero-lateral del bulbo del ratón recién nacido. — A, ganglio de Deiters; B, foco dorsal; C, raiz descendente del trigémino; D, cuerpo restiforme; E, facial; F, raíces del vestibular; *a*, célula de la substancia gris del quinto par; *b'*, vía lateral central del vestibular; *d'*, vía contralateral central del mismo nervio; *c*, axon; *a*, ascendente; *d*, descendente.

fronteras del ganglio, asaltando ya el núcleo dorsal ó descendente, ya el paquete de tubos nerviosos postero-internos constitutivos de la vía vestibular central.

El axon es robusto, parte á menudo de una dendrita y dirígese hacia adentro y adelante para ingresar en dicha vía central. En su camino á través del ganglio, la mayoría de estos axones no dan ramillas; pero de vez en cuando, se descubren algunos provistos de colaterales, distribuí-

das generalmente en el espesor del núcleo dorsal ó interno (fig. 250, *g*).

Cuando las impregnaciones son completas, muéstrase entre las células un plexo tupido de fibras finas que no son otras que las colaterales de la rama descendente del vestibular. Acá y allá se ven cortados de través, pero más comunmente en sentido oblicuo, robustos haces de estas ramas descendentes, circunstancia que imprime un sello especial al núcleo de Deiters, y permite reconocerlo y diferenciarlo de los focos bulbares limítrofes.

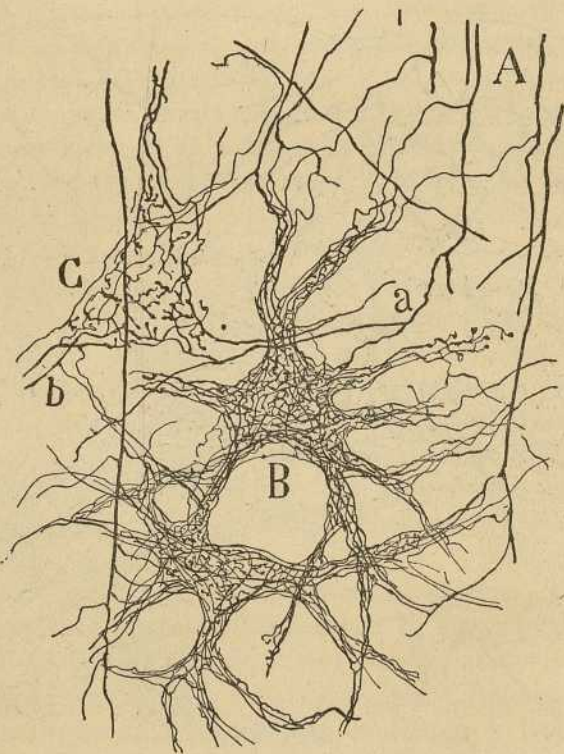


Fig. 251. — Arborizaciones pericelulares del núcleo de Deiters del gato de veinte días.—A, colaterales de la rama descendente del vestibular; B, C, nidos nerviosos; a, ramillas destinadas á varios plexos pericelulares.

Cuando las impregnaciones se verifican en animales de algunos días, además del plexo de fibras finas, situado entre las células, repárase en torno de éstas unos nidos fibrilares apretadísimos comparables á los que rodean las células de Purkinje del cerebelo (1), ó las del núcleo rojo de la calota. Las ramitas de este plexo yacen tan próximas á la célula y son tan abundantes, que se diseñan admirablemente el soma y la porción ini-

(1) *Cajal*: *Beitrag zum Studium der Medulla oblongata, etc.*, pág. 72. Leipzig, 1896.

cial de las dendritas. Según muestra la fig. 251, B, tomada del núcleo de Deiters del gato, las ramillas penetrantes en estos nidos son muy numerosas, y representan, sin género de duda, colaterales de la rama descendente del vestibular. Algunas de tales colaterales, reparten sus ramas en varios nidos, poniéndose, por tanto, en relación con diversas células. La entrada en ellos se efectúa por las dendritas, á lo largo de las cuales se bifurcan varias veces hasta que, arribadas al soma, en unión de otras muchas fibras análogas, engendran juntas el citado plexo pericelular. A veces, el plexo resultante es tan espeso, que cuesta trabajo distinguir sus mallas; por lo cual, su estudio sólo puede hacerse bien en las células, cuyos nidos sólo incompletamente se han coloreado. En fin, no es raro ver células cuyos nidos se continúan al nivel del contacto de las gruesas dendritas; de lo que se infiere que la conexión establecida entre estos gruesos elementos y las ramas del vestibular, no es individual, sino colectiva; es decir, que un grupo de ramas, emanado de varias fibras vestibulares descendentes, entra en comunicación con un grupo de neuronas. Por lo demás, el plexo pericelular de las células de Deiters, ha sido recientemente confirmado por Held (1) y Veratti (2).

**Núcleo dorsal ó de pequeñas células.**—Este foco, de sección triangular, yace en el suelo del cuarto ventrículo, por dentro del núcleo de Deiters, con el cual se continúa, y del que se distingue bien por no contener manojos de fibras gruesas, y por el tamaño reducido de sus neuronas. Por arriba, llega este foco hasta la altura del núcleo del motor ocular externo, y aun más allá, tocando por delante la porción descendente del facial y substancia reticular gris; por abajo, disminuye progresivamente, llegando hasta la porción superior del núcleo del hipogloso, á cuya altura (figura 216, b) se relaciona, en el hombre, por dentro y delante con la columna gris interna del haz solitario, y por afuera, con la continuación adelgazada del núcleo de Deiters, que desciende algo más que el núcleo dorsal. En fin, por la cara dorsal ó subventricular de este núcleo, pasan las estrías acústicas, es decir, ciertos hacecillos de tubos nerviosos nacidos en los ganglios del nervio coclear.

Las células de dicho foco, como puede notarse en la fig. 250, B, son pequeñas, triangulares, fusiformes ó estrelladas, y están sumergidas en un plexo de arborizaciones nerviosas; sus expansiones protoplásmicas son finas y varicosas, alcanzando gran extensión y dicotomizándose varias veces; y finalmente, sus prolongaciones funcionales delgadas y varicosas, diríjense hacia adelante para ingresar en la substancia blanca.

El paradero de estos cilindros-ejes (fig. 250, B), nos ha parecido ser,

(1) *H. Held*: Beitrage zur Studien des Nervenzellen und ihrer Fortsätze. *Arch. f. Anat. u. Physiol.* Bd. 1897.

(2) *Veratti*: Sul alcune particolarita de struttura dei centri acustici nei mammiferi. Pavia, 1900.



en la mayor parte de los casos, la doble vía vestibular, de que luego hablaremos.

En este foco se distribuyen, como ya dijimos más atrás, numerosas colaterales emanadas sobre todo de la rama descendente del nervio vestibular. Añadamos todavía que en dicho núcleo se terminan ciertas colaterales nacidas del trayecto intraganglionar de los cilindros-ejes de algunas pocas células del núcleo de Deiters (fig. 250, *g*). En cuanto á las colaterales del fascículo longitudinal posterior dibujadas por Held, nosotros no hemos podido hallarlas nunca.

**Ganglio vestibular descendente.**—Cuando se examinan cortes transversales que pasan por debajo del plano de flexión del facial, se ve que

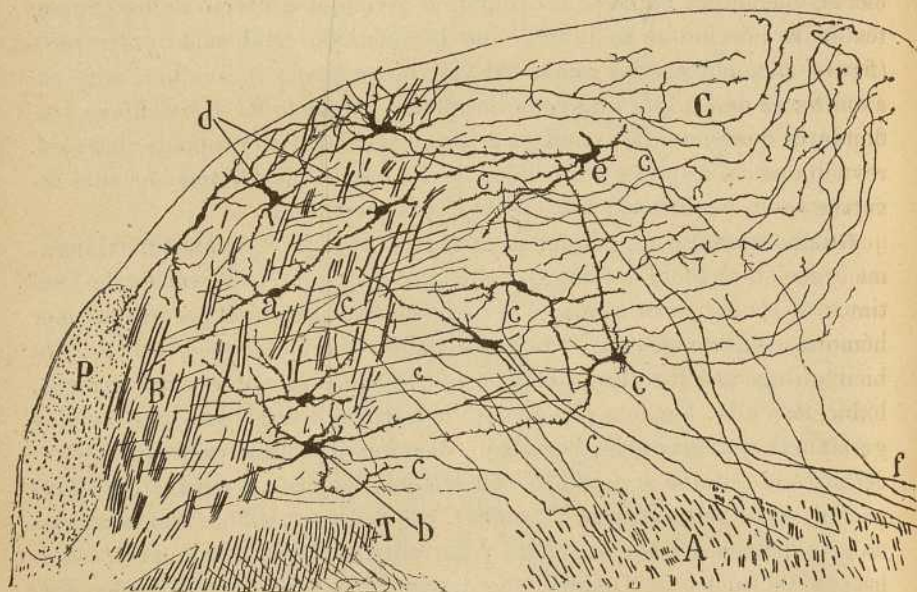


Fig. 252.—Corte del bulbo por debajo de la rodilla del facial. Ratón de cuatro días: A, substancia reticular gris, donde yace la vía central lateral del vestibular; B, porción externa del ganglio vestibular descendente; C, porción interna del mismo; T, raíz sensitiva del trigémino; P, pedúnculo cerebeloso inferior; *a*, *b*, células cuyas expansiones nerviosas iban á la vía vestibular lateral; *d*, células cuyo cilindro-eje iba hacia afuera; *e*, *f*, cilindros-ejes que se dirigen al rafe. La letra *c* quiere decir cilindro-eje.

el núcleo de Deiters ha desaparecido y que los focos acústicos están representados por dos masas grises continuas: *una interna*, simple prolongación del foco dorsal; *otra externa*, colocada por detrás de la rama sensitiva descendente del trigémino, y caracterizada por ofrecer, en sección más ó menos oblicua, los hacecillos de la raíz descendente del vestibular (fig. 252, B). Esta última contiene, además de las fibras descendentes, acúmulos celulares que pueden seguirse hasta cerca del entrecruzamiento sensitivo.

Los elementos de esta columna gris descendente son pequeños, fusiformes ó triangulares y están provistos de largas y varicosas expansiones; no obstante, en la porción externa véanse todavía algunas células robustas, provistas de numerosas y muy ramificadas dendritas que recuerdan algo los corpúsculos del núcleo de Deiters.

En cuanto á las prolongaciones funcionales, en su mayor parte se comportan como las del núcleo principal; sin embargo, ciertos elementos residentes en la porción externa (figura 252, *d*), envían el axon hacia afuera y atrás, donde después de alguna revuelta se hace vertical, entremezclándose á los paquetes de hebras de la rama descendente. Estos últimos axones verticales hemoslos confirmado también en el feto de gato, habiendo notado que algunos de ellos, nacidos en células próximas al cuerpo restiforme, ingresan en éste, tornándose verticales. Semejante hecho nos enseña que el pedúnculo cerebeloso inferior contiene, además de las vías largas llegadas de la médula y del bulbo (oliva), otras probablemente cortas nacidas de la esfera del vestibular, acaso de curso descendente, y destinadas á la médula. ¿No podría tratarse aquí de algún sistema de fibras vestibulares de segundo orden, incorporado al cordón posterior de la médula espinal, algo semejante á ese sistema que, según Monakow, establecería relación entre el núcleo de Deiters y el fascículo de Burdach?

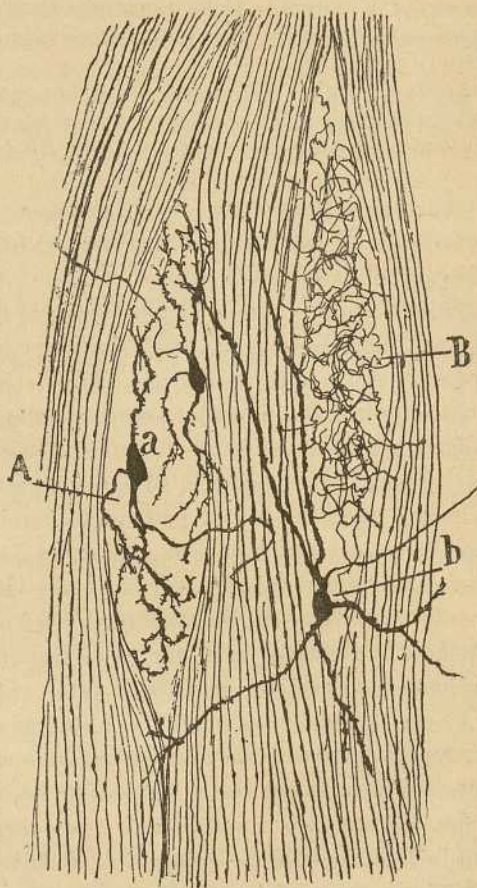


Fig. 253. — Focos intersticiales del nervio vestibular. — A, células; B, colaterales; a, corpúsculo de cortas dendritas; b, corpúsculo de dendritas destinadas á varios focos.

*Ganglio intersticial.* — En medio de los haces del vestibular, y antes de que éste aborde el ganglio de Deiters y se produzcan las bifurcacio-

nes, obsérvanse uno, dos ó tres pequeños ganglios, de forma en huso ú oblonga, que pueden por su posición calificarse de *focos intersticiales del vestibular* (fig. 253).

Sus células, entrevistas ya por Sala, son gruesas, fusiformes, ovales ó triangulares, y poseen dendritas ramificadas prolijamente en el foco, sin salir de sus fronteras. Algunos corpúsculos envían dendritas á dos ó tres focos (*b*). El axon de tales elementos se dirige unas veces hacia adelante, otras hacia adentro; pero no lo hemos seguido nunca suficientemente para fijar su derrotero final.

De las fibras vestibulares limitrofes parten en ángulo recto numerosas colaterales que engendran, entre las células del ganglio intersticial, un plexo sumamente tupido (fig. 253, B).

**Núcleo de Bechterew.** — En el ángulo exterior del suelo del cuarto ventrículo, al nivel de la entrada en el bulbo del grueso manojito llegado del cerebelo (*manojito cerebelo-acústico* ó mejor *vestibulo-cerebeloso*), el núcleo de Deiters ofrece una excrecencia dorsal penetrante en dicho fascículo. Esta excrecencia gris triangular, que Kölliker estima como un apéndice del núcleo de Deiters, llámase *núcleo de Bechterew* (fig. 248).

En el ratón, donde mejor hemos estudiado este foco, afecta forma triangular con la base anterior continuada con el núcleo de Deiters y dos lados: interno fronterizo á la substancia gris ventral ó periventricular, y el externo, costado por el pedúnculo cerebeloso inferior. Contiene este ganglio numerosas células multipolares de talla mediana y separadas por hacecillos de hebras antero-posteriores. Los cilindros-ejes de estas células emiten á veces alguna colateral para el mismo foco, diríjense hacia adelante, y penetran en el núcleo de Deiters, donde quizás se juntan á las expansiones nerviosas nacidas en éste para correr la misma suerte.

Como veremos más adelante, al tratar de los pedúnculos cerebelosos, el espesor del manojito *cerebeloso-acústico* contiene también numerosas células que forman un rastro extendido hasta cerca del mismo ganglio del techo. La expansión nerviosa de estos corpúsculos sigue igual dirección que la de las células del ganglio de Bechterew.

*Vías centrales del vestibular.* — Sobre el curso ulterior de las fibras sensoriales de segundo orden nacidas en el foco de Deiters, y otros núcleos del vestibular, los autores no están acordes:

En opinión de Sala los citados axones adoptan diversidad de direcciones; la mayoría caminaría hacia adelante como hacia la oliva y núcleo del cordón lateral; otros ganarían el rafe; pero en ningún caso ha logrado dicho sabio perseguir un cilindro-eje desde su origen hasta su entrada en la substancia blanca; lo que se comprende bien recordando que este autor ha trabajado en gatos y conejos donde los ganglios ventriculares alcanzan dimensiones considerables.

En sentir de Kölliker, del ganglio de Deiters, así como del de Bechterew y dorsal, saldrían las siguientes corrientes: 1.º, fibras para el fascículo cerebeloso-acústico; 2.º, fibras que, después de cruzar el rafe, ya por

delante, ya por detrás del fascículo longitudinal posterior, engendran detrás de la oliva superior una vía longitudinal; 3.º, fibras que, según advirtieron ya Bruce, Held y Obersteiner, marchan hacia adelante, flanquean por dentro la primera porción horizontal del facial y se vuelven definitivamente ascendentes en el lemnisco interno; 4.º, en fin, fibras nacidas del núcleo de Deiters y foco de la raíz descendente, destinadas al núcleo del sexto par.

Held coincide con Kölliker, en cuanto admite que una buena parte de la vía central del vestibular marcha hacia adelante y forma por fuera del núcleo del sexto par, en plena substancia reticular gris, una vía vertical; pero difiere de aquél en suponer que dicho sistema longitudinal se continúa con el resto del cordón lateral de la médula.

Cree también Held que el cabo alto ó *resto del cordón antero-lateral* de la médula, encierra fibras nacidas de los territorios terminales de los nervios vestibular y trigémino. No sabe este autor si se trata de cilindros-ejes originados en dichos focos ó de fibras (acaso colaterales), cuyas células de origen residen más abajo, en plena asta anterior de la médula. De todos modos, este resto del cordón antero-lateral se continuaría superiormente con el fascículo longitudinal posterior, el cual suministraría, al pasar enfrente de la rodilla del facial, colaterales para el núcleo del nervio motor-ocular externo y para los focos terminales del vestibular. En otro trabajo posterior precisa mejor Held estas relaciones, afirmando que las fibras que de los focos vestibulares van al *resto del cordón antero-lateral*, tienen su origen en el *núcleo principal ó dorsal* del nervio vestibular (1).

Para llegar á estas conclusiones, Held se basa principalmente en los resultados conseguidos por el método de Flechsig y en las preparaciones obtenidas por el de Golgi. No obstante, del examen de las figuras, casi todas esquemáticas, que dicho autor da de los orígenes y curso de las vías vestibulares centrales, no se infiere bien claramente que haya logrado perseguir individualmente el curso de ningún cilindro-eje. Al menos en el gato y rata, animales preferentemente utilizados por Held, nosotros jamás pudimos sorprender el paradero de dichas expansiones, á pesar de mostrarse perfectamente teñidas.

Por nuestra parte y á fin de resolver este punto, hemos procurado colocarnos en las condiciones más favorables, utilizando ya fetos de ratón impregnados por el método doble, ya ratones recién nacidos. Nuestras pesquisas nos han permitido reconocer, sin ningún género de duda, que los cilindros-ejes de las células de los focos de Deiters y Bechterew constituyen dos corrientes ó vías vestibulares de segundo orden: 1.ª, una ya descrita por Held, que engendra efectivamente una vía longitudinal delante y fuera del núcleo del motor ocular externo y que llamaremos *vía externa ó directa*; otra vía cruzada y ascendente que constituye una porción muy principal del fascículo longitudinal posterior del otro lado y designaremos *vía interna ó cruzada*.

(1) Held: Beitrage zum feinerem Anatomie des Kleinhirns und des Hirnstammes. (*Arch. f. Anat. u. Physiol.*) 1893.

*Via lateral.*—Fórmase de cilindros-ejes de células esparcidas por todo el foco de Deiters, así como de los corpúsculos del núcleo dorsal; estas expansiones nerviosas van hacia adelante y afuera, cruzan la rodilla del facial, y en una zona extendida por fuera y delante del foco del nervio motor ocular externo, hácense longitudinales (fig. 254, *m* y 250, *b*). La

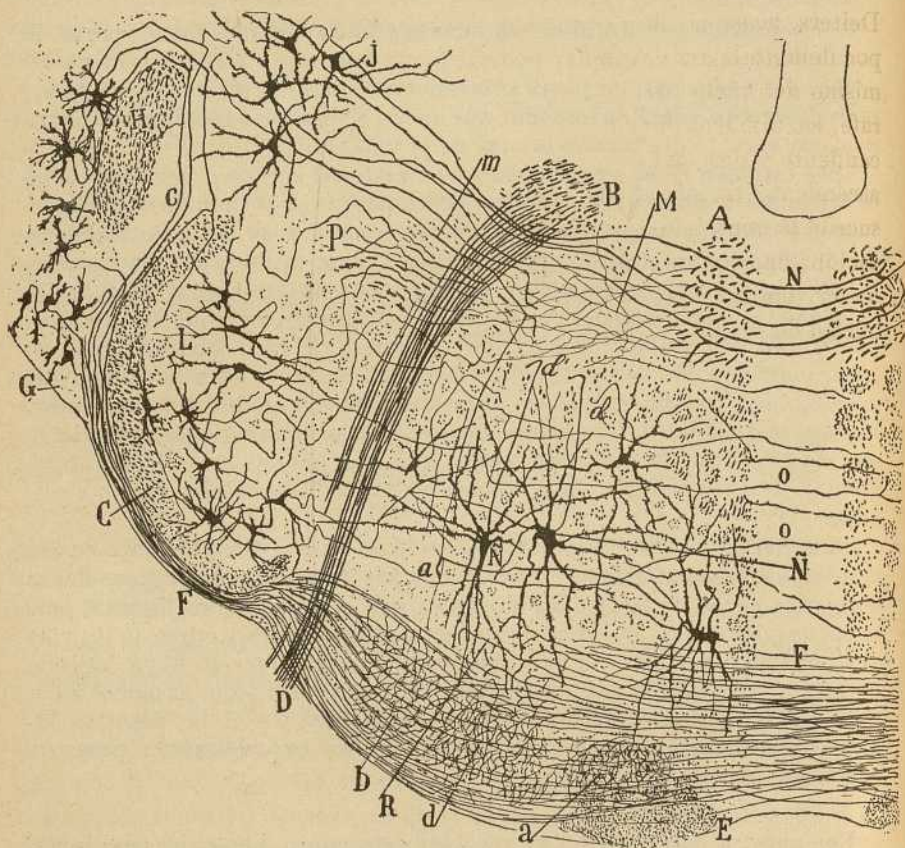


Fig. 254. — Corte transversal del bulbo de ratón recién nacido, á la altura de la emergencia del facial y en el plano del cuerpo trapezoidal. — A, fascículo longitudinal posterior donde ingresa la vía vestibular cruzada; B, facial; C, trigémino; D, emergencia del facial; E, pirámide; F, fibras trapezoidales anteriores; G, ganglio ventral del vestibular; H, tubérculo acústico; J, ganglio de Deiters; L, sustancia gelatinosa del trigémino; M, foco del sexto par, con las colaterales recibidas del haz longitudinal posterior; O, fibras trapezoidales nacidas del tubérculo acústico; N, axones llegados del ganglio de Deiters y formadores de la vía vestibular lateral central; P, vía lateral central del trigémino.

mayor parte de estas fibras se acodan al llegar á la sustancia blanca, para descender hacia la médula; otras se bifurcan en rama ascendente y descendente; finalmente, algunas, antes de hacerse ya descendentes, ya ascendentes, emiten una rama que se dirige al rafe, pasado el cual acaso vayan á la vía vestibular lateral del lado opuesto. En dos ó tres casos,

una de las ramas de bifurcación, antes de resultar longitudinal, emitía una colateral horizontal vuelta hacia adelante y que se perdía entre las células de la substancia reticular gris (fig. 250, *h*). Quizás son estas fibras las que Kölliker describe como lazo de unión entre el núcleo de Deiters y la oliva superior.

*Via interna.* — Los cilindros-ejes de algunas células del núcleo de Deiters, acaso las más robustas de todas, caminan hacia adentro, rodean por delante la rodilla del facial, pasan ya por detrás, ya por el espesor mismo del núcleo del motor ocular externo, y en cuanto han cruzado el rafe, se dividen, en pleno fascículo longitudinal posterior, en rama ascendente y descendente. La bifurcación es en Y, y á menudo, la rama ascendente es más robusta que la descendente; á veces, sin embargo, sucede lo contrario (fig. 254, N). Algunas pocas fibras carecen de bifurcación, haciéndose ascendentes, no siendo raro que, en el momento de torcer, emitan una colateral horizontal ramificada entre las células del núcleo de origen del motor ocular externo (fig. 254, M).

---

## CAPITULO VIII

### NERVIO COCLEAR

Ganglio espiral; órgano de Corti y sus terminaciones nerviosas. — Bifurcación del coclear. — Ganglios ventral y lateral del acústico. — Olivas superior y ascesoria. — Núcleo del cuerpo trapezoide y focos preolivares interno y externo. — Cuerpo trapezoide. — Lemnisco externo y sus focos. — Esquema de la marcha de las corrientes en las vías vestibulares y cocleares. — Los focos acústicos de las aves.

El *nervio coclear*, llamado también rama coclear del acústico, es un conductor sensorial que tiene su campo de distribución periférica en el caracol, aparato analizador de los sonidos. Representa, por tanto, el nervio específico de la audición.

**NÚCLEO DE ORIGEN.**—Es un ganglio situado en pleno caracol, cuyas células nerviosas bipolares, descubiertas por Corti, se disponen en banda espiral en torno del eje coclear ocupado por los haces del nervio.

Como se ve en la fig. 257, B, que reproduce un corte axial del caracol del feto de ratón, los corpúsculos del ganglio espiral son bipolares, y sus dos expansiones, central y periférica, afectan igual ó casi igual, espesor. Ambas poseen vaina de mielina en la época adulta, vaina que cesa en la prolongación ascendente, cerca del paraje en que asalta la membrana basilar. Conforme se advierte en las figs. 255 y 257, e, donde hemos representado el órgano de Corti del ratón, seccionado según el plano de la membrana basilar, no todas las expansiones ascendentes marchan, desde luego, al epitelio terminal; algunas, llegadas que son á la porción externa del ganglio espiral, se doblan casi en ángulo recto, constituyendo manojos espirales que costean la periferia del ganglio, para acabar, sin duda, en tramos más altos del órgano de Corti (fig. 255); otras se bifurcan al mismo nivel, engendrando ramas generalmente desiguales que acaso se destinan, después de un curso espiral variable, á células ciliadas separadas por grande distancia; en fin, algunas pocas ramas periféricas engendran tres ó más ramos de igual dirección consagrados á las células ciliadas de su frente (fig. 257, f y 255, B).

El espesor del ganglio espiral contiene también ciertas fibras especiales ramificadas que parecen terminar en su espesor (fig. 255, C, D). Algunas de estas fibras fueron seguidas hacia abajo hasta el nervio coclear sin que se vieran unir á células bipolares. La mayoría de las ramillas brotadas de ellas acaban entre las células del ganglio por arboriza-

ciones difusas; en alguna fibra de este género, D, F, se veían ramillas que iban más allá, acaso hasta el órgano de Corti. Imposible no es, por ahora, una opinión segura tocante á la naturaleza y significación de las referidas fibras que hemos sorprendido también en el ganglio de Escarpa,

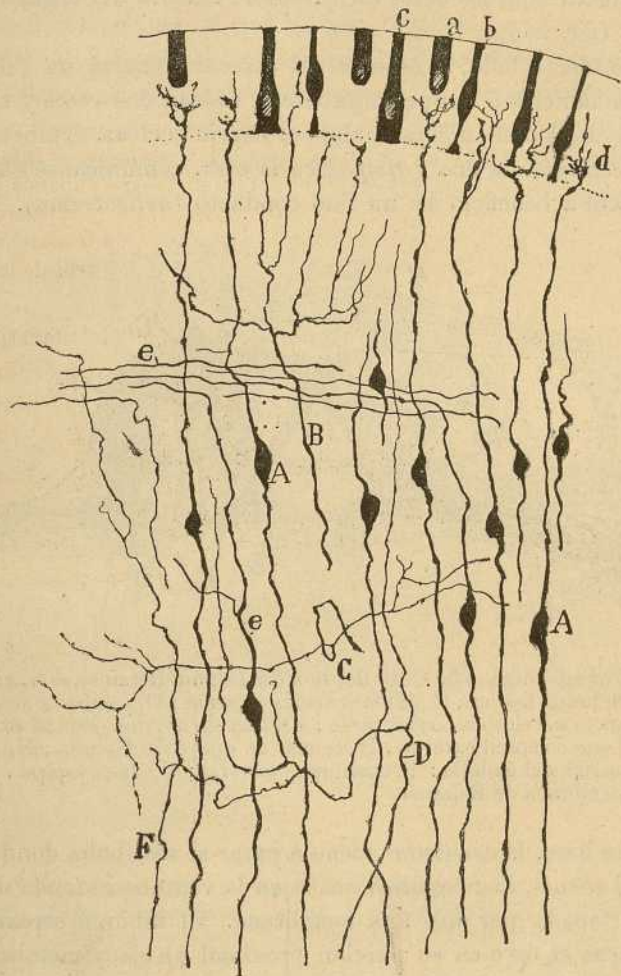


Fig. 255. — Corte de plano del ganglio espiral del caracol del ratón y de la membrana basilar.— A, células bipolares de donde se origina el nervio coclear; B, una rama periférica dividida en numerosos ramillos; C, D, F, fibras ramificadas especiales, en gran parte terminadas dentro del ganglio; a, célula ciliada; b, célula de sostén delgada; c, célula de sostén de pie grueso; e, manojos nerviosos espirales, situados en el contorno externo del ganglio espiral.

y que acaso correspondan á las halladas por Ehrlich, nosotros y Dogiel en los ganglios cerebro-raquídeos.

DISTRIBUCIÓN FINAL DE LAS RAMAS PERIFÉRICAS DEL GANGLIO COCLEAR. — El problema de la terminación de estas ramas en el órgano



de Corti, ha sido resuelto estos últimos años por Retzius (1), cuyos estudios han recibido plena confirmación de van Gehuchten (2), Geberg (3), nosotros (4) y Held (5).

Pero antes de relatar la referida disposición terminal del coclear, es preciso recordar aquí los datos esenciales de textura del órgano de Corti del caracol (fig. 256).

Según es bien sabido, el espesor del caracol encierra un tubo doble, cuyos dos conductos ó rampas espiróideas, rodean dos veces y media (en el hombre) el eje óseo, donde se aloja el nervio coclear. Ambas rampas, llamadas *vestibular* la una y *timpánica* la otra, comunicanse en el vértice del caracol á beneficio de un fino conducto (*helicotrema*). Mientras

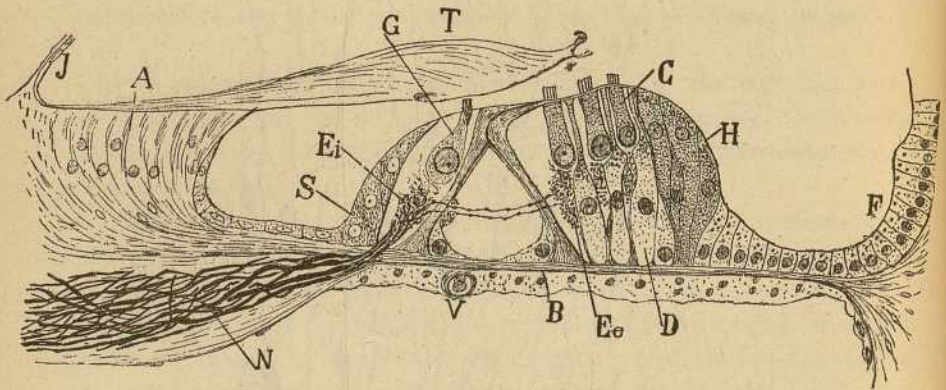


Fig. 256.—Corte del órgano de Corti del hombre (según Retzius).—A, cresta espiral; B, membrana basilar; C, células ciliadas externas; D, células de sostenimiento; Ei, manojos nerviosos espirales internos; Ee, manojos nerviosos espirales externos; F, epitelio del surco espiral externo; H, células de apoyo de Hensen; N, nervio coclear por encima del ganglio; T, membrana tectoria; V, vaso espiral; J, arranque de la membrana de Reissner.

que, hacia la base, la *vestibular* viene á parar al vestíbulo, donde se continúa con el *sáculo*, la *timpánica* acaba en la ventana redonda de la caja del tambor tapada por una fina membrana. El tabique separatorio de las dos rampas es óseo en su porción proximal al eje y membranoso en su porción distal; esta parte membranosa llámase *membrana basilar*.

La rampa vestibular está dividida en dos conductos prismáticos á be-

(1) Retzius: Die Endigungsweise des Gehörnerven. *Biol. Unters.* N. F. III, 1892.

(2) Van Gehuchten: Contribution à l'étude des Ganglions cérébrospinaux. *La Cellule*, tom. VIII, 1892.

(3) Geberg: Ueber die Endigung des Gehörnerven in der Schnecke der Säugethiere. *Anat. Anzeiger*. Bd. VIII, 1892.

(4) Cajal: Les nouvelles idées sur la fine structure du système nerveux. Paris, 1894.

(5) H. Held: Zur Kenntniss der peripheren Gehörleitung. *Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abtheil*, 1897.

neficio de un fino tabique membranoso (*membrana de Reissner*). De estos dos conductos, el fronterizo de la membrana basilar es el que contiene el órgano de Corti, punto de terminación de las fibras nerviosas y mecanismo analizador de los sonidos.

Sobre la membrana basilar yace una bóveda ó túnel prismático, de curso espiral, construído de dos hileras de pilares que, por su posición respecto del eje del caracol, se distinguen en internos y externos (figura 256). Dichos pilares son células epiteliales diferenciadas en una materia dura, homogénea y elástica, excepto cerca de sus extremos inferiores, donde conservan todavía el núcleo y un resto del antiguo proto-

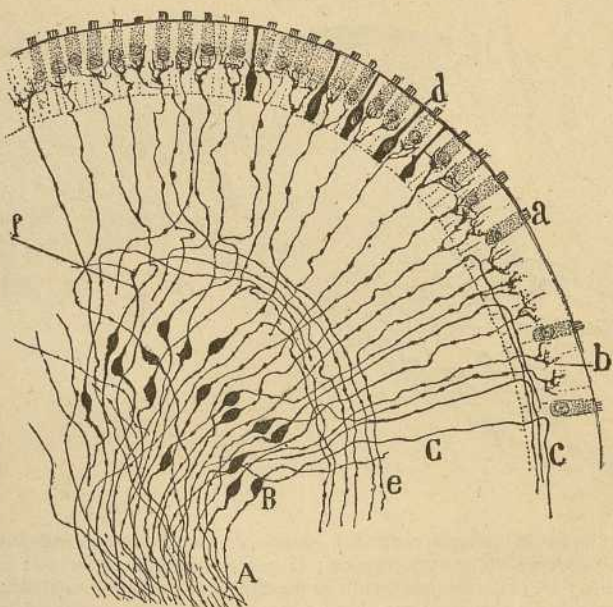


Fig. 257. — Corte horizontal del ganglio de Scarpa, del ratón. — A, nervio coclear; B, ganglio espiral; C, membrana basilar; a, célula ciliada; b, arborización nerviosa terminal; d, célula de sostén; e, fibras espirales profundas; c, fibras espirales externas; f, fibra bifurcada.

plasma. Insértanse por abajo sobre la membrana basilar, á cierta distancia unos de otros, y reúnen por arriba, ofreciendo el extremo superior de los internos una cavidad donde se aloja la cabeza de los externos. Por fuera de estos últimos, se halla una formación epitelial, cuya altura va disminuyendo sucesivamente conforme se aleja del túnel de Corti. Esta capa epitelial se compone de dos clases de células: 1.<sup>a</sup>, las de *Deiters* ó de sostén (D), muy alargadas, provistas de un extremo inferior grueso, implantado en la membrana basilar, y de otro más delgado, dirigido hacia arriba y terminado en la superficie epitelial, y 2.<sup>a</sup>, las *ciliadas* ó cor-

púsculos *acústicos*, distribuídos en tres ó cuatro series alternas con los elementos anteriores, y que se distinguen por ofrecer un cuerpo grueso, corto, terminado hacia arriba por un mechón de pestañas y hacia abajo por un cabo redondeado, sostenido por las células de Deiters (C). Por dentro del pilar interno existe otro revestimiento epitelial menos extenso, que consta de una hilera de *células ciliadas* análogas á las anteriores (G), y varias filas de elementos no pestañosos (células de *sostén*), cuya altura va decreciendo por dentro hasta igualar á la de los corpúsculos aplastados del surco espiral interno (S).

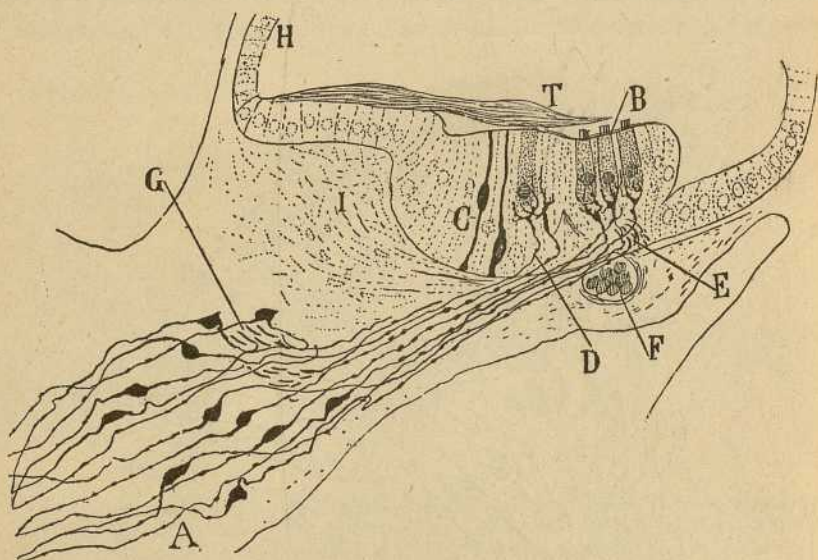


Fig. 258. — Corte del ganglio espiral y órgano de Corti del ratón de cinco días. — A, células bipolares del ganglio espiral; B, células ciliadas externas; C, células de sostenimiento; D, arborización terminal de una fibra nerviosa acústica; E, manojero nervioso espiral; F, vaso espiral; G, fibras que marchan en espiral á ramificarse á regiones distantes del órgano de Corti; H, membrana de Reissner; T, membrana tectoria.

Las ramas periféricas de las células bipolares del ganglio espiral, marchan irradiando por entre las dos hojas de la lámina espiral ósea, ganan después la membrana basilar, é ingresan finalmente en el órgano de Corti (fig. 258, D). Arribadas aquí, compórtanse estas fibras, según ha hecho notar Retzuis, de dos maneras: unas, las más, ganan el epitelio y se terminan, por debajo de las *células ciliadas*, á favor de un penacho de hilos varicosos, ascendentes, que se ponen en íntimo contacto con el cabo inferior y caras laterales de dichos corpúsculos acústicos; y otras, menos numerosas, antes de arborizarse de igual modo, siguen un curso espiral variable por entre las células de Deiters (fig. 257, c). En el ratón de pocos días, en donde el órgano de Corti se muestra todavía embrionario,

estas últimas fibras espirales constituyen un solo paquete, situado debajo de las células ciliadas externas y encima de la membrana basilar. En el hombre, Retzius (1) ha señalado la existencia de varios paquetes de fibras espirales: *el del túnel*, *el interno*, colocado por debajo de las células ciliadas internas (fig. 256, Ei) y *el externo*, subdividido en tres ó cuatro haces secundarios y emplazado entre las células Deiters, y debajo de las ciliadas externas (fig. 256, Ee).

Como quiera que existen dos zonas ó regiones provistas de células ciliadas, se hallan también dos clases de fibras terminales: *fibras internas*

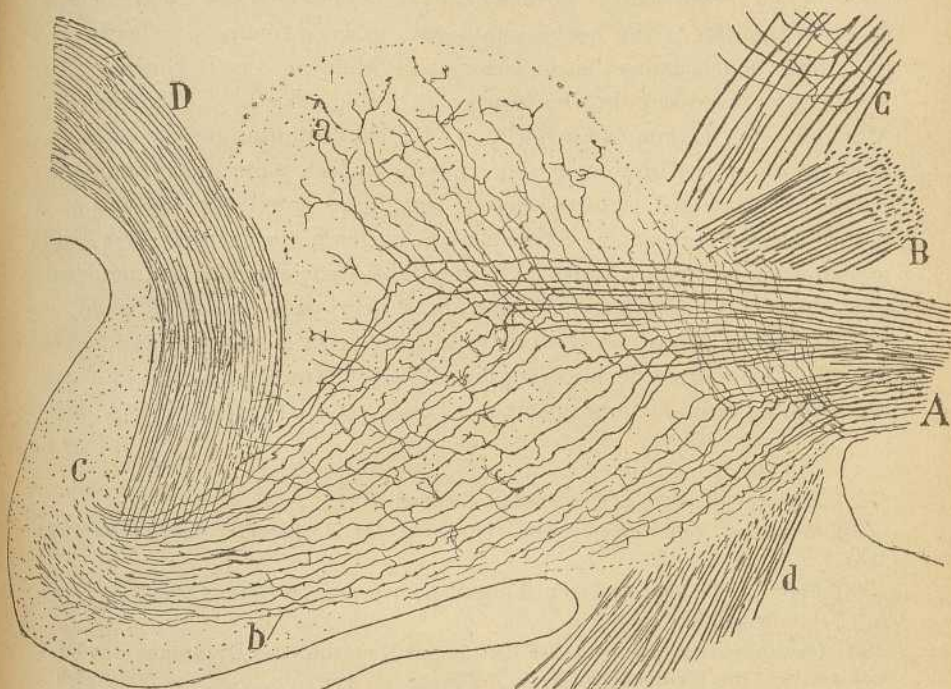


Fig. 259. — Corte muy lateral longitudinal del bulbo del feto de ratón.— A, nervio coclear; B, vestibular; C, porción descendente del trigémino; D, pedúnculo cerebeloso inferior; a, rama coclear ascendente; b, rama descendente; c, prolongación de la rama descendente detrás del cuerpo restiforme.

poco numerosas, que, sin pasar el túnel de Corti, se arborizan debajo de las células ciliadas internas (fig. 258, D); y *fibras externas* muy abundantes, las cuales, en el adulto, cruzan reunidas en manojitos el túnel, para terminar de la manera sabida debajo de las células ciliadas externas (figura 258, E).

TERMINACIÓN DE LAS PROLONGACIONES INTERNAS DE LAS CÉLULAS DEL GANGLIO ESPIRAL.— La reunión de estas expansiones profun-

(1) G. Retzius : Das Gehorgan de Wirbeltiere. Stockholm. Bd. I., 1881 y 1884.

das de las células bipolares acústicas forman el nervio coclear propiamente dicho, el cual marcha primeramente por el eje del caracol, pasa después al conducto auditivo interno, donde se junta al vestibular y al facial, é ingresa, finalmente, en el bulbo, situándose por detrás del nervio vestibular, para acabar en dos ganglios principales: el *foco ventral ó anterior*, que abulta á manera de excrecencia sobre la cara externa de la raíz descendente del trigémino; y el *ganglio lateral*, llamado también *tubérculo acústico*, el cual ocupa una posición más dorsal que el precedente, y se extiende rodeando la cara externa y borde posterior del cuerpo restiforme. Que el nervio coclear se relaciona principalmente con los elementos de estos ganglios, es un hecho establecido ya hace tiempo por las investigaciones concordantes, en lo esencial, de Meinert (1), Bechterew (2), Forel (3) y su discípulo Onufrowicz (4), Baginsky (5), Flechsig (6), Monakow (7), Bumm (8) y Kirlizew (9). No obstante, aunque estos sabios fijaron el verdadero origen del nervio coclear y recogieron numerosos datos relativos á la estructura de los citados ganglios y sus vías aferentes (cuerpo trapezoidal, estriás acústicas, lemnisco externo, etc.), no lograron puntualizar, á causa de la inevitable deficiencia de los métodos, el modo real de terminación de las fibras nerviosas. La dilucidación de este problema, junto con el descubrimiento de la morfología de los elementos habitantes de los ganglios dorsal y lateral, ha sido la tarea cumplida en estos últimos años por L. Sala (10), H. Held (11), A. Kö-

(1) *Meinert*: Stricker's Gewebelehre. Leipzig. 1870.

(2) *Bechterew*: Zur Frage über den Ursprung des Hörnerven (*Neurol. Centralbl.* 1887.)

(3) *Forel*: Vorläufige Mittheilung über den Ursprung des Nervus acusticus. (*Neurol. Centralblatt* 1885.)

(4) *Onufrowicz*: Experimenteller Beitrag zur Kenntniss des Ursprungs des Nervus acusticus des Kaninchens (*Arch. f. Psych.* Bd. xvi.)

(5) *Baginsky*: Ueber den Ursprung und den centralen Verlauf des Nervus acusticus des Kaninchens. (*Virch. Arch.* Bd. 109. H. 1.)

(6) *Flechsig*: Weiters Mittheilungen über die Beziehungen der unteren Vierhühels zum Hörnerven. (*Neurol. Centralbl.* 1890.)

(7) *Monakow*: Ueber den Ursprung des N. acusticus. (*Monatsschrift. f. Ohrenheilkunde* 1886) y Striæ acusticæ u. untere Schleife. (*Arch. f. Psychiatrie* Bd. 22).

(8) *Bumm*: Experimenteller Beitrag zur Kenntniss des Hörnervenursprungs beim Kaninchen. (*Allgem. Zeitschr. f. Psychiatr.* Bd. 45.)

(9) *Kirlizew*: Zur Lehre vom Ursprung und centralen Verlauf des Gehörnerven (*Neurol. Centralbl.* 1892.)

(10) *Sala*: Sur l'origine du nerf acoustique. (*Arch. ital. de biol.* Tom. 16 y *Neurol. Centralbl.* 1892.)

(11) *H. Held*: Die centralen Bahnen des Nervus acusticus bei den Katze. (*Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat.* Abth. 1891), y Die centrale Gehörleitung. (*Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat.* Abtheil. 1893).

lliker (1), Martin (2), nosotros (3), Meyer (4) y Lavilla (5), autores que se han servido principalmente en sus investigaciones del método del cromato argéntico y del de Ehrlich.

**Bifurcaciones y colaterales del nervio coclear.**—Según han descubierto Held y Kölliker, las fibras radicales del coclear, arribadas al ganglio ventral anterior, se bifurcan, engendrando una rama ascendente y otra descendente, de las cuales proceden á su vez numerosas colaterales terminadas entre las células, mediante arborizaciones libres. Según Held, algunas ramillas de este género formarían, en torno de las células, verdaderas cestas terminales como las de los corpúsculos de Purkinje.

Nosotros hemos estudiado cuidadosamente la bifurcación de las fibras cocleares en el ratón y conejo recién nacidos, prefiriendo para ello los cortes sagitales y muy laterales del bulbo, donde pueden seguirse fácilmente las ramas resultantes de la división. Nótase desde luego que las fibras cocleares se bifurcan en planos algo separados y como escalonados dentro del ganglio ventral, y que las ramas ascendente y descendente alcanzan un diámetro próximamente idéntico; por excepción se advierten algunas ramas ascendentes más finas que las descendentes y al contrario.

La *rama ascendente* es corta, dirígese hacia arriba y atrás, y se termina en lo alto del ganglio ventral, después de haber suministrado algunas colaterales nacidas casi en ángulo recto. La *rama descendente* es mucho más larga, dirígese hacia abajo y atrás, y después de emitir muchas colaterales para el ganglio ventral, rodea el pedúnculo cerebeloso inferior é ingresa en la cola ó expansión posterior de dicho ganglio y en el tubérculo acústico. En el ratón, según se ve en la fig. 259, *b*, todas estas fibras descendentes reunidas constituyen un haz curvilíneo, apretado, que se forma por la convergencia de hebras primitivamente apartadas, y el cual puede seguirse hasta la parte más posterior del tubérculo acústico y ganglio ventral. Del curso de estas fibras descendentes brotan también colaterales arborizadas, que van agotando el tallo de origen hasta reducirle á mera ramilla ramificada á su vez como una colateral.

En algunos preparados del bulbo del ratón, conejo y gato, hemos reparado que un grupo de fibras, al parecer continuadas con la rama descendente del coclear, bordea el cuerpo restiforme, pasa por detrás de éste y

(1) *Kölliker*: Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6 Auf. II Band. 1893.

(2) *Martin*: Handbuch der Anatomie des Haustiere, 3 Auf. 1891 á 1893 y Zur Endigung des Nervus acusticus im Gehirn der Katze (*Anat. Anzeiger*, núm. 5-6, 1893.)

(3) *Cajal*: Reitrage zum Studium der Medulla oblongata, etc. Leipzig, 1896.

— El azul de metileno en los centros nerviosos. *Rev. trim. microg.* Tomo I, 1896.

(4) *Meyer*: Ueber eine Verbindungsweise der Neuronen. *Arch. f. mikros. Anat.*, Bd. 47, 1896.

(5) *Lavilla*: Algunos detalles concernientes á la oliva superior y focos accesorios. *Rev. trim. microg.*, Tomo III, 1898.

gana, finalmente, el foco de Deiters, y substancia reticular gris. No hemos podido determinar, dado lo enorme del itinerario, el paradero de es-

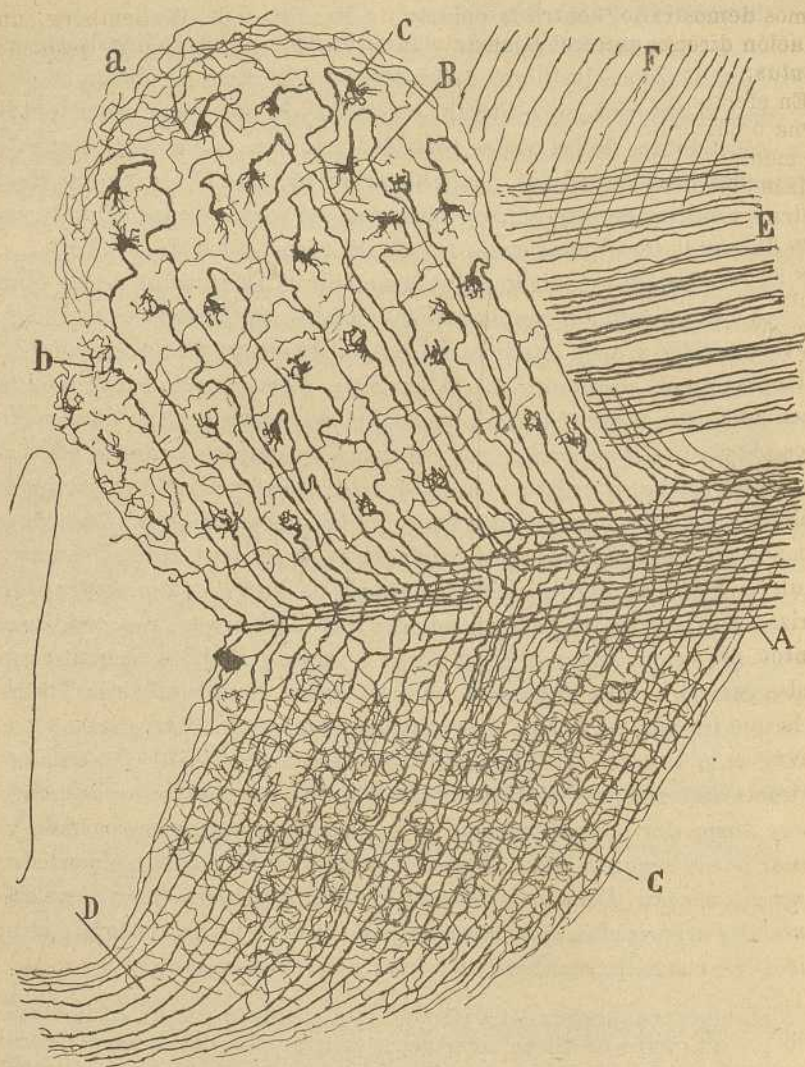


Fig. 260. — Corte longitudinal y antero-posterior del ganglio ventral del acústico del perro recién nacido. — A, coclear; B, porción superior del ganglio ventral donde acaba la rama ascendente; C, porción del mismo donde se arboriza la descendente; D, manojito destinado á la cola del ganglio y tubérculo acústico; a, plexo limitante superior; b, arborizaciones terminales de la rama ascendente; c, nidos pericelulares formados por colaterales de la descendente.

tos hacecillos, los cuales acaso correspondan á ciertas fibras cocleares directas que, según Oseretzkowsky (1), después de incorporarse á las estrias

(1) *Oseretzkowsky*: Beiträge zur Frage vom centralen Verlauf der Gehörnerven. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 45, 1895.

medulares, se terminarían en la oliva superior del mismo lado. Lo que presta cierta verosimilitud á esta opinión es que en las aves (1) nosotros hemos demostrado, contra la opinión de Brandis y de Wallemberg, una relación directa entre el coclear y la oliva superior ó *foco de pequeñas células*.

En efecto, según puede verse en la fig. 289, D, una de las ramas, la interna ó posterior del nervio coclear del embrión del pollo, que se termina mediante intumescencias libres, sobre las células de un foco especial, quizás homólogo, del *ganglio ventral* de los mamíferos (fig. 289, E) suministra en su curso numerosas colaterales distribuidas y acabadas en otro foco gris situado por delante del precedente, foco que, según Brandis (2), que ha trabajado sólo con el método de Weigert, y no ha podido ver, por tanto, estas arborizaciones, identifica con la oliva superior de los mamíferos (foco de *pequeñas células* de este autor).

Hemos dicho ya que, según Held, los ramos colaterales de las ramas ascendente y descendente del coclear, forman en torno de las células unos plexos pericelulares, mediante los cuales pasa la corriente acústica, por vía de contacto, al soma de los corpúsculos del ganglio ventral. En realidad, según nos enseñan nuestras recientes observaciones en el gato y conejo de pocos días, existen dos especies de plexos: 1.<sup>a</sup>, plexos pericelulares complicados, bien dibujados por Kölliker, y formados por arborizaciones varicosas finas y laxas (fig. 260, C), las cuales, en ciertos puntos, engendran verdaderos nidos, y 2.<sup>a</sup>, arborizaciones de Held, formadas por ciertas fibras espesas, acabadas en un bulbo ó masa irregular, de la que brotan varios apéndices cortos y divergentes (fig. 260, c).

Nuevos estudios nuestros sobre el origen de estas dos especies de arborizaciones en el gato (3), nos han conducido á descubrir un hecho de cierta importancia: que las ramificaciones en mazas ó bulbos de Held, *representan la arborización terminal de las ramas ascendentes de bifurcación*; mientras que las ramificaciones finas productoras de plexos pericelulares son continuación de las fibrillas colaterales de la rama descendente del nervio coclear.

También la rama ascendente emite colaterales, pero estas ramas son menos numerosas que las brotadas de la rama descendente y el plexo que engendran es incomparablemente más flojo y pobre (fig. 260, B) no constituyendo jamás verdaderos nidos. Estas particularidades explican las grandes diferencias que se advierten en los plexos del ganglio ventral según la altura de los cortes examinados.

(1) S. R. Cajal: Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios del encefalo. IV Orígenes del nervio acústico en las aves. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, t. XXIII, 1894.

(2) Brandis: Untersuchungen über das Gehirn der Vögel 1 Theil., 1893. *Arch. f. mikros. Anat. Bol.* 41. 2 Theil *Arch. f. mikros. Anat. Bol.* 43. 1894.

(3) Cajal: Disposición terminal de las fibras del nervio coclear. *Revista trimestral microgr.*, 1900.



En las figuras 260 y 261 damos detalles de la disposición general de la arborización de las fibras cocleares; en ellas se ve que la fibra terminal suele cambiar de dirección, tornándose más ó menos horizontal en cuanto

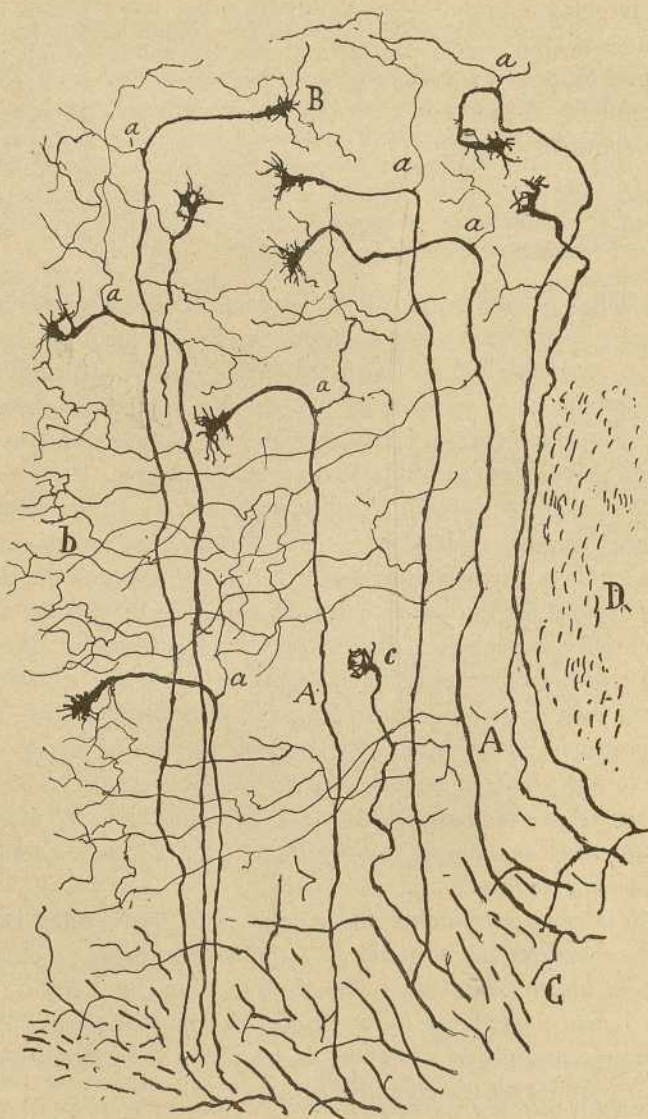


Fig. 261.— Corte longitudinal de la porción superior del ganglio ventral del gato de pocos días. — A, ramas ascendentes del coclear; B, bulbos terminales; C, tallos radiculares; D, vestibular; *a*, colateral última generalmente ascendente; *b*, colaterales primeras ordinariamente dirigidas hacia afuera.

brota la última colateral, y que el bulbo final se aplica sobre el cuerpo de un corpúsculo nervioso del ganglio ventral. En la figura 263 reproduci-

mos algunos pormenores de la singular disposición de los bulbos de Held. Repárese la forma, á menudo piramidal ó cónica, de base periférica, que afectan tales intumescencias, y nótese que del contorno de la masa protoplásmica terminal brotan unos apéndices, ya breves como espinas, ya algo más largos y dicotomizados. Tanto el bulbo como estos apéndices, se aplican estrechamente, según hemos hecho notar (1), á la superficie esferoideal de las células nerviosas, á las que forman un nido ó cesta más ó menos completa. Algunas ramillas del bulbo terminal pueden también entrar en contacto con células vecinas ó con las dendritas nacidas en el

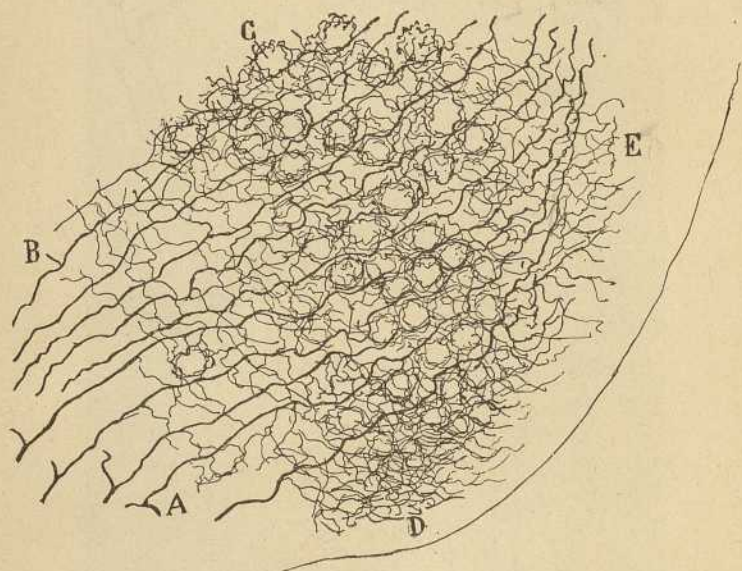


Fig. 262. — Plexos pericelulares engendrados por las colaterales de la rama descendente. — A, radiculares; B, rama descendente; C, nidos; D, plexo tupido situado en la capa de los granos.

corpúsculo con quien aquel establece la principal relación. No faltan corpúsculos sobre los que concurren dos y hasta tres bulbos terminales (figura 263, *c*), por donde resulta que todo el soma está envuelto en ramillas. En algunas cestas adviértese un detalle interesante: la base del bulbo final muestra un agujero ó golfo, en el cual penetra verosímilmente el arranque de una gruesa dendrita.

La dimensión de los bulbos y la complicación de las cestas terminales varía algo en los distintos planos del ganglio ventral, cabiendo afirmar que estas cestas son tanto más pobres en ramas, y los bulbos tanto más gruesos, cuanto más nos aproximemos al cabo alto de dicho ganglio.

(1) *Cajal*: Beitrage zur Studium der Medulla oblongata, etc. Leipzig, 1896, p. 77.

Cerca de la región de las radicales los bulbos toman á menudo la figura de cestas genuínas.

Por lo demás, los interesantes bulbos de Held son una disposición exclusiva del ganglio ventral del coclear: ni el tubérculo lateral, ni los focos olivares, revelan nada parecido.

**Estructura del ganglio anterior ó ventral del coclear.** — Este foco, cuya posición á flor de bulbo, en pleno trayecto inicial del coclear, ha motivado su comparación con los ganglios raquídeos, es una masa gris piriforme, ancha por delante, delgada por detrás, que se prolonga en forma de cola por entre el tubérculo acústico, que yace por fuera, y la raíz des-

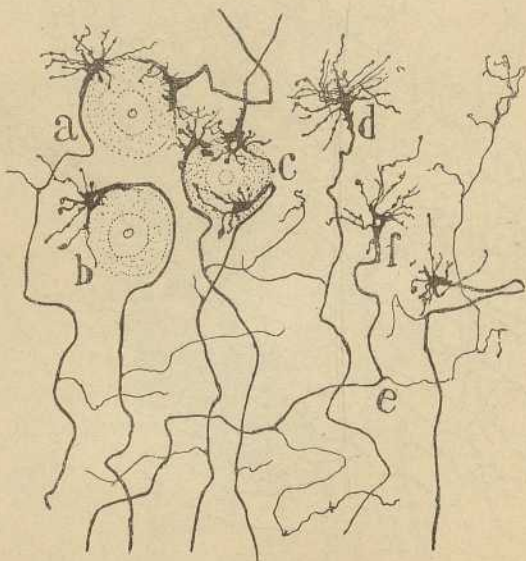


Fig. 263. — Detalles de los bulbos de Held, por que se termina la rama ascendente. *a*, célula rodeada por un bulbo; *b*, otra donde se terminan dos; *c*, otra relacionada con tres; *e*, colateral última; *d*, *f*, bulbos asteriformes ricos en apéndices.

cedente del trigémino y pedúnculo cerebeloso, que residen por dentro. De ahí la división topográfica, muy natural, en *porción anterior ó cefálica* y *porción posterior ó caudal*. Hacia afuera y delante, dicho ganglio es libre y está revestido por una prolongación del epéndimo; pero la porción posterior de esta cara externa y la prolongación caudal entera del ganglio, aparecen cubiertas por el tubérculo acústico. Esta conexión sufre variantes en el cabo alto y bajo del foco ventral, pues hacia arriba, éste sube más que el citado tubérculo, sumergiéndose en pleno cerebelo, con el cual se conexiona lateralmente, y por abajo, es decir, á la altura del núcleo del facial, el ganglio ventral cesa, mientras el susodicho tubérculo dura todavía.

La *porción anterior* del ganglio ventral se caracteriza, sobre todo, por

su abundancia en substancia blanca. En efecto, según hemos dicho, las pléyades celulares se insinúan entre los robustos haces del nervio coclear, que marchan en sentido ventro-dorsal, segmentando la substancia gris en compartimentos paralelos de igual dirección. La región de la cola es más pobre en fibras meduladas, casi todas las cuales marchan en dirección antero-posterior.

Un corte fino del ganglio, coloreado por el método de Nissl, nos revela en él una trama muy heterogénea. De fuera adentro reconócense las

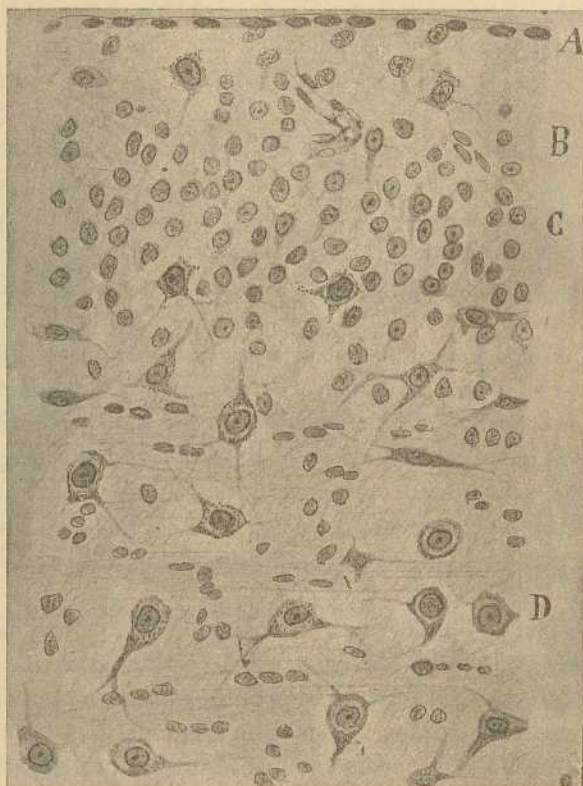


Fig 264.—Corte de la porción posterior de la cabeza del ganglio ventral del acústico del gato.—A, zona epitelial; B, zona plexiforme superficial; C, zona de los granos; D, zona de las células gangliónicas.

siguientes capas: 1.<sup>a</sup>, epitelial; 2.<sup>a</sup>, plexiforme; 3.<sup>a</sup>, de los granos ó células pequeñas; 4.<sup>a</sup>, de los haces nerviosos y neuronas de gran talla. En la región de la cola, así como en la porción más anterior del ganglio, falta esta estratificación, reduciéndose su trama á la zona cuarta; la porción del foco cubierta por el cerebelo carece también de la zona epitelial y de la de los granos.

1.<sup>a</sup> La *capa epitelial* está formada por una ó varias hileras de cor-

púsculos endodimales, comparables á los de la médula. Su núcleo yace en la superficie del ganglio, y el cuerpo y expansión principal, espesa, flexuosa y provista de muchos apéndices colaterales, penetra en las zonas subyacentes, separando los corpúsculos nerviosos. Estos corpúsculos epitelios tíñense bien por el método de Golgi.

2.<sup>a</sup> La *zona plexiforme*, así llamada por ser punto de ramificación de muchas dendritas, exhibe también acá y allá en los preparados de Nissl, además de algunos granos, unos pocos corpúsculos nerviosos y tal cual célula de neuroglia bien reconocible por los atributos de su núcleo, que posee una red cromática periférica y varios nucleolos. Esta zona no aparece bien desarrollada sino en la vecindad del tubérculo acústico.

3.<sup>a</sup> La *zona de los granos* se designa así por albergar cantidad considerable de pequeños núcleos esféricos ó elipsoides, provistos de nucleolo central y enteramente semejantes á los llamados granos del cerebelo. En algunos elementos de este género, el método de Nissl denuncia la existencia de expansiones, sobre todo de una profunda ó central, que no puede seguirse por su palidez. Desgraciadamente el método de Golgi se muestra aquí muy refractario: las escasísimas preparaciones del cromato de plata en que tales corpúsculos aparecen teñidos, nos los presentan como células minúsculas, multipolares, provistas de varias finas dendritas ramificadas á no mucha distancia. Prolongación funcional no hemos visto hasta hoy, por lo cual debemos suspender nuestro juicio sobre la significación de tales granos, los cuales han sido tomados erróneamente por los autores como células epiteliales ó neuróglías, cuando parece mucho más probable que sean células sin axon, comparables á los espongioblastos de la retina ó células de axon finísimo, á la manera de los granos del cerebelo.

Entre los granos hállanse también algunas pocas células nerviosas de mediana y de gran talla, análogas á las características de la zona siguiente. Por lo demás, la zona de los granos sólo se ve bien desarrollada en la parte lateral y posterior del ganglio; por delante falta completamente, reapareciendo algo hacia adentro, es decir, por el lado fronterizo del cuerpo trapezoide.

4.<sup>a</sup> *Zona de los haces nerviosos y de las células ganglionares*.—Es la capa mayor y la que contiene los elementos más importantes del ganglio ventral. Estos elementos son de gran talla, se disponen en series ó islotes, y en los preparados de Nissl, se muestran más ó menos esferoidales y provistos: de un protoplasma abundante, en el cual destaca una red cromática muy aparente, y de un núcleo vesiculoso de cromatina concentrada en nucleolo. Los grumos cromáticos son finísimos, y no es raro sorprenderlos como fundidos y dislocados hacia una dendrita central, dislocación que creemos obra de los reactivos.

El método de Golgi colorea muy bien estas células, según demostró

primeramente L. Sala, que las describió como corpúsculos globulosos, en gran parte exentos de dendritas, y provistos de una expansión funcional.

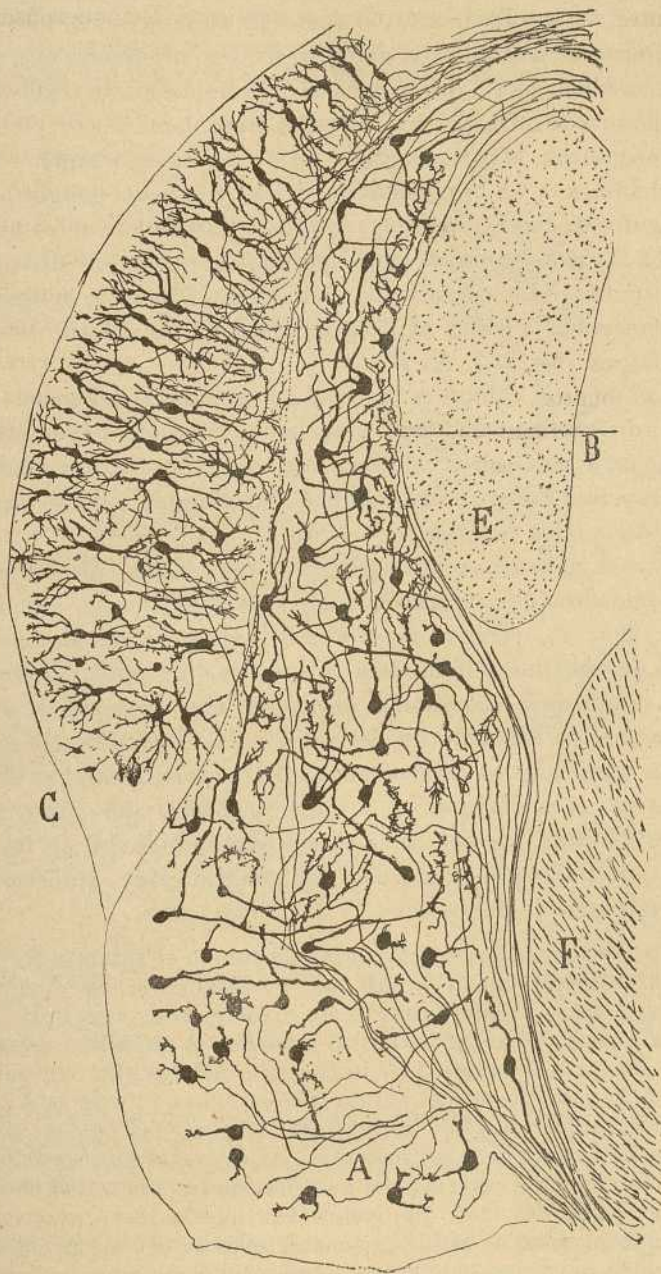


Fig. 265. — Conjunto de las células nerviosas de los ganglios ventral y lateral del coclear, en el conejo de ocho días. — A, ganglio ventral; B, cola del ganglio ventral; C, tubérculo acústico; E, cuerpo restiforme; F, trigémino.

En realidad, y según ha probado Kölliker, las dendritas no faltan nunca, pero es preciso reconocer que en los elementos más ventrales éstas son cortas y escasas. Un hecho interesante, ya notado por Sala, es que la longitud de las dendritas, así como su riqueza, aumentan desde el plano anterior al posterior del ganglio. En los corpúsculos más ventrales véñese, á menudo, una ó dos expansiones protoplásmicas cortas, de contorno áspero, acabadas por excrescencias irregulares ó por penachos de gruesos apéndices. Más hacia atrás, las dendritas se alargan y se hacen más abundantes, y en la porción más dorsal y cola del ganglio, dominan los elementos de larguísimas expansiones, bifurcadas en su camino y terminadas á favor de ramificaciones fuertemente espinosas distribuídas á largas distancias. La arborización final adopta á menudo la figura de penacho, semejando á veces el fleco terminal de las células mitrales del bulbo olfatorio (fig. 265, A, B).

El axon de estas células es bastante grueso, brota del soma ó de una dendrita, dirígese hacia adentro y adelante, trazando flexuosidades por acomodación á los cuerpos celulares vecinos, é ingresa, finalmente, en el cuerpo trapezoide, dentro del cual lo hemos seguido muchas veces hasta más allá de la oliva superior.

Por lo común, estos axones carecen de colaterales; sin embargo, un examen cuidadoso de preparaciones bien impregnadas del gato de pocos días (fig. 266, *d*), permite reconocer la existencia de algunos axones provistos de una, dos y hasta tres colaterales, todas ellas destinadas al foco que estudiamos. Las nacidas en axones muy posteriores, se arborizan en la porción más anterior del ganglio; al contrario, las emanadas de axones originados en células medias ó anteriores, marchan en sentido ventro-dorsal, aproximándose á la raíz descendente del quinto par, y, á distancias diversas, tuercen hacia afuera para ramificarse en las porciones más posteriores ó región caudal del ganglio. Hay, empero, en esto muchas variantes de disposición.

Cuando al nacer la colateral cambia de rumbo el axon, la forma de la división resulta ser una  $\Upsilon$  y aun una  $\Gamma$ . Semejante aspecto, visto, sin duda, por L. Sala, ha sido causa de un error grave; este sabio, comparando las células del ganglio ventral á las de los ganglios espinales, supuso que de las dos ramas, la externa sale del ganglio, continuándose con las fibras radicales del nervio coclear. Para refutar esta aserción, que tiene todas las trazas de un prejuicio teórico, nos bastará decir que en cientos de axones bien impregnados, jamás hemos sorprendido en ellos la menor tendencia á emerger del ganglio con las fibras del coclear; y, en cambio, nada más fácil que comprobar que la rama anterior ó más gruesa de los mismos se continúa constantemente con las fibras del cuerpo trapezoide, mientras que la fina ó colateral, propiamente dicha, se arboriza, por lo menos en parte, en el espesor del ganglio ventral. Este modo de terminar de las colaterales de las células del ganglio ventral, corrobora una vez más la opinión, varias veces expuesta en el curso de

estos estudios, á saber : que las vías sensitivas ó sensoriales de segundo orden, no forman conductores absolutamente aislados en su curso intragangliónico, sino caminos de predilección por donde se propaga la excitación arribada de la periferia. Accesoriamente á la principal, existen, pues, á la manera de lo que ocurre en el lecho de un río, filtraciones y corrientes derivadas, que acaso aseguran la eficacia de la conducción asociando á la cadena nerviosa las descargas de nuevas neuronas congéneres.

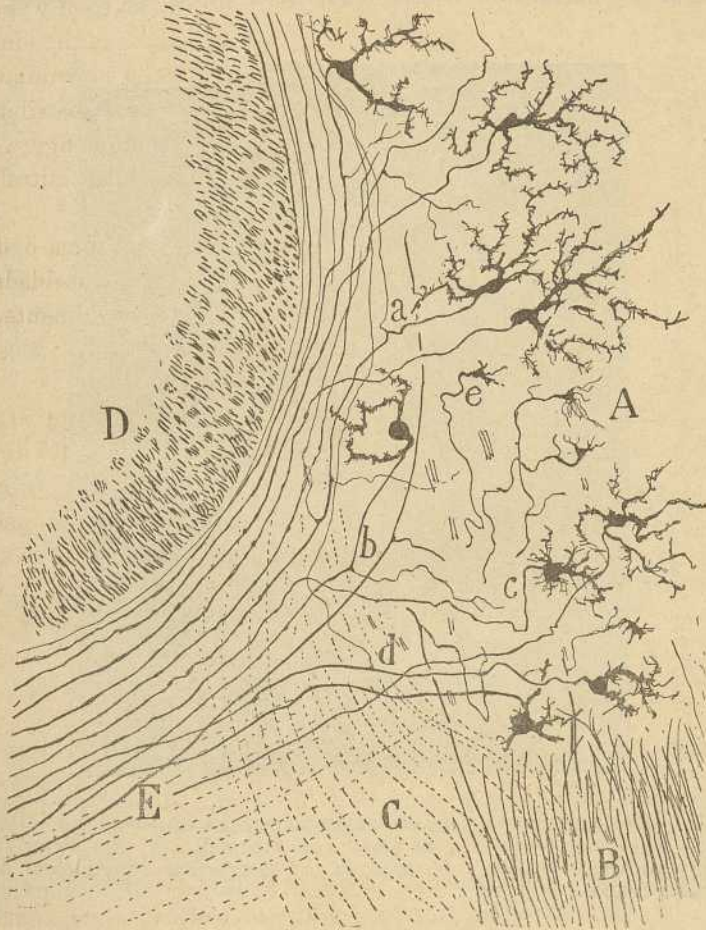


Fig. 266.—Trozo de un corte transversal del ganglio ventral del gato de pocos días. A, ganglio ventral; B, coclear; C, vestibular; D, trigémino; E, fibras de origen del cuerpo trapezoide; a, d, colaterales dirigidas hacia atrás; b, colaterales dirigidas hacia adelante; e, bulbos de Held.

El cilindro-eje de las células de la región de la cola va también al cuerpo trapezoide ; pero, conforme ha señalado Held, no marcha siempre directamente hacia adelante, sino que costea primero el borde externo del pedúnculo cerebeloso, abraza en asa la parte posterior de éste, re-



vuelve hacia adentro y adelante, y ya por fuera, ya por dentro de las fibras de la rama descendente del trigémino, ingresa en el cuerpo trapezoide. En la fig. 284, *c*, dibujamos algunas de estas fibras, tales como se mostraban en el ratón de pocos días; se advertirá que algunas de ellas emiten á su paso por el foco terminal del vestibular una ó dos colaterales ramificadas en el núcleo de Deiters. En un caso, la fibra se bifurcaba al abordar el borde posterior de la raíz del trigémino, sin duda para engendrar dos fibrillas del cuerpo trapezoide. En la fig. 285, que repro-

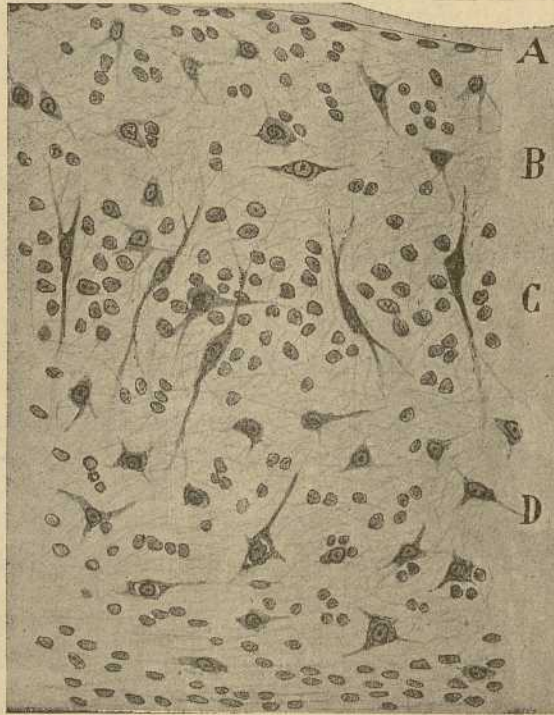


Fig. 267. — Corte horizontal del tubérculo acústico del conejo adulto. Método de Nissl. — A, capa epitelial; B, zona plexiforme superficial; C, capa de los granos y células fusiformes grandes; D, capa de los corpúsculos gangliónicos ó plexiformes profundos.

duce el cuerpo trapezoide del gato, previa coloración de Weigert, véñese también claramente los tubos trapezóideos nacidos de la región caudal del ganglio que estudiamos.

**Tubérculo acústico ó ganglio lateral.**— Poco desarrollado en el hombre, robusto en los animales, singularmente en el conejo de Indias, conejo común y gato, representa este foco una faja gris abultada en forma de tubérculo ovoide antero-posterior, que cubre la región de la cola del ganglio ventral y rodea exteriormente el cuerpo restiforme, por detrás

del cual acaba, comunicándose con el foco de Deiters y foco dorsal del vestibular. Como hemos dicho, el tubérculo acústico no sube tanto como el ganglio ventral; en cambio, alcanza planos bulbares más inferiores, rodeando el borde inferior de éste.

Los preparados de Nissl muestran en este foco las mismas capas que en el ganglio ventral, á saber: 1.<sup>a</sup>, zona *epitélica*; 2.<sup>a</sup>, zona *plexiforme*; 3.<sup>a</sup>, zona de los granos, así llamados por Onufrowicz (1); y 4.<sup>a</sup>, zona de las células ganglionares grandes ó zona principal. Posterior-

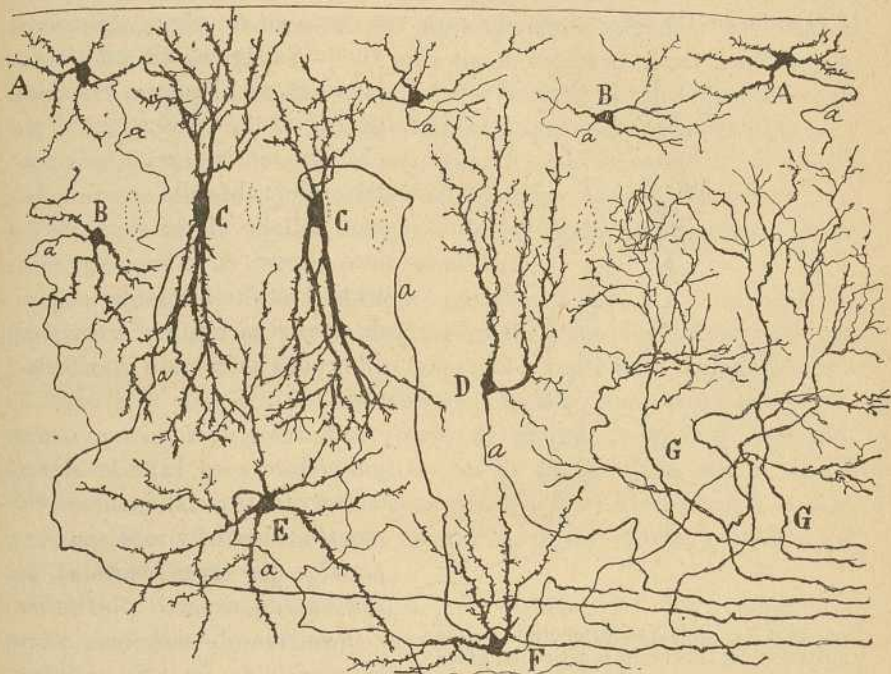


Fig. 268. — Principales tipos celulares hallados en el tubérculo acústico del gato de ocho días. — A, B, células de la capa plexiforme; C, células fusiformes de la zona de los granos; D, E, F, corpúsculos de la zona de los elementos gangliónicos; G, arborizaciones libres del coclear.

mente, la capa de los granos se acerca á la superficie, reemplazando á la plexiforme en la porción más dorsal del tubérculo (fig. 267).

La zona *epitélica* y *plexiforme* posee análoga estructura que en el ganglio ventral. En la fig. 268, A, B, mostramos dos tipos de células de esta zona: uno pequeñísimo de finas dendritas y provisto de un axon delicado y horizontal; y otro más espeso de dendritas espinosas y cuyo axon desciende después de algunas revueltas para marchar quizás al cuerpo trapezoide.

(1) Onufrowicz: *Arch. f. Psychiatr.* Bd. 16. 1885.

La *zona de los granos* muestra elementos pequeñísimos apretados, multipolares al parecer, de morfología desconocida á causa de la ineficacia del método de Golgi para impregnarlos. Entre ellos, y de distancia en distancia, se observan perpendicularmente dirigidos ciertos corpúsculos nerviosos fusiformes, de talla mediana ó grande, dispuestos en una hilera bastante regular. Del polo externo brotan una ó varias dendritas espinosas que engendran un penacho diseminado por la capa plexiforme; y del interno nacen dos ó más tallos prolijamente ramificados espinosos, y extendidos por una gran área de la zona tercera ó profunda. En cuanto al axon, suele ser grueso, no rara vez traza en su origen alguna re-

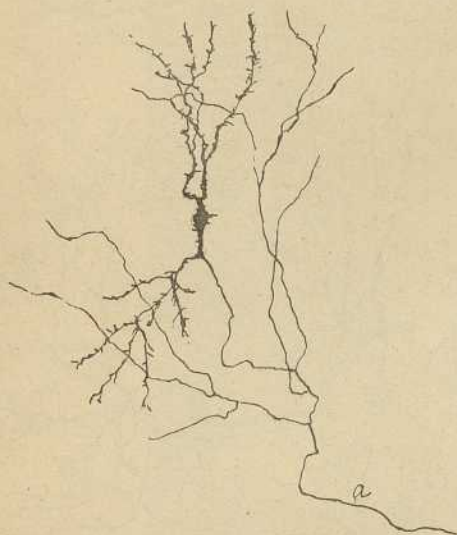


Fig. 269. — Célula fusiforme de la porción posterior del tubérculo acústico del gato.

vuelta é ingresa, sin emitir colaterales, en el cuerpo trapezoide (fig. 267, C, y 268, C). No obstante, en la porción más posterior del tubérculo acústico, hemos hallado algún elemento de este género, cuyo axon suministraba hasta tres colaterales, una de ellas recurrente y arborizada en la zona primera ó plexiforme (fig. 269).

La *zona de los corpúsculos gangliónicos* es la más espesa é importante, conteniendo elementos robustos y medianos, separados por gran cantidad de fibrillas de aspecto plexiforme

Nuestras observaciones sobre la morfología de estas células,

concuerdan en lo esencial con las descripciones de L. Sala, Kölliker y Held.

En realidad, y según puede verse en las figs. 265 y 268, la zona que estudiamos, encierra varios estratos de células alargadas, ovoideas, fusiformes ó triangulares, orientadas en variedad de direcciones, y provistas por lo común de dos ó más tallos polares, acabados mediante dendritas varicosas, enredadas y notablemente espinosas. En el gato, sobre todo, es donde estas células, entre las que se cuentan corpúsculos de gran talla, muestran mayor lujo y complicación de expansiones ramificadas y espinosas. En la fig. 268 D, E, F, reproducimos los tipos morfológicos que se nos han presentado más á menudo.

El axon emana del cuerpo ó de una gruesa dendrita, marcha en variedad de direcciones, pero con tendencia á hacerse profunda é ingresa en los haces del cuerpo trapezoide. En su trayecto inicial, suministra una, dos y aun tres colaterales, que se ramifican entre los corpúscu-

los compañeros ; axones hay, sin embargo, exentos de estas ramas.

Todos estos cilindros-ejes reúnen en dos corrientes : una *anterior* nacida de ordinario en los elementos más ventrales, é incorporada á las fibras trapezoideas procedentes de la región cefálica del ganglio ventral ; y otra *posterior*, que marcha profundamente en sentido ventro-dorsal, por fuera de la cola del núcleo compañero, para costear el borde posterior del cuerpo restiforme y pasar finalmente á las estrías acústicas, y acaso también al cuerpo trapezoide.

VÍAS ACÚSTICAS CENTRALES.—Hemos dicho ya que el cuerpo trapezoide representa una importante vía auditiva secundaria, destinada á enlazar los focos acústicos de un lado con el tubérculo cuadrigémino posterior del otro, y extendiendo su influencia durante su camino intrabulbar á una porción de núcleos subordinados que son : la *oliva superior* ; el *núcleo preolivar interno* ; el *semilunar ó preolivar externo* ; el *núcleo del cuerpo trapezoide*, y el *núcleo del lemnisco externo*. Conviene, antes de entrar en el estudio del curso de las fibras trapezoideas, tratar primeramente de la estructura de estos focos.

*Oliva superior*.—Este interesante ganglio, interpuesto en el curso de las fibras trapezoideas, por delante de la raíz descendente del quinto par y por fuera del núcleo del cuerpo trapezoide, representa una lámina gris de trama muy compacta y verticalmente plegada, como muestra la figura 271, que reproduce la oliva superior del gato de pocos días ; esta plegadura es doble y su sección transversal da la figura de una S, de tal suerte orientada, que una de las convexidades mira hacia atrás y la otra hacia adelante. En el conejo, la disposición es la misma, pero la capa gris es más delgada (fig. 270, A).

Consta la oliva de tres partes : 1.<sup>a</sup>, *las células* ; 2.<sup>a</sup>, *las arborizaciones trapezoideas intercelulares* ; y 3.<sup>a</sup>, *la vía central* nacida en este ganglio.

*Células*.—Teñidas por el cromato de plata y bien descritas por Held y Kölliker, son elementos de mediana talla, generalmente fusiformes, que se hallan orientados á la manera de radios de la doble curvatura olivar (fig. 271, A). Estos elementos constituyen, dentro de la zona gris plegada en que habitan, varias capas irregulares y discontinuas, por causa de la inusitada riqueza del plexo intersticial que los separa. La mayoría de ellos poseen dos gruesas dendritas polares prontamente descompuestas en un manojito de expansiones que se extienden hasta las fronteras de la zona gris, ramificándose complicadamente. Pero no faltan células, como se aprecia en la fig. 271, de cuyos polos emanan dos y aun tres dendritas radiales, que se apartan en ángulos agudos para ramificarse como las demás. Los corpúsculos yacentes cerca de las fronteras, suelen ser ovóideos ó triangulares y, como es natural, las dendritas de un lado son cortas, arborizándose á poco trecho dentro de los límites del ganglio. En la

mayoría de los elementos que estudiamos, es difícil ver á un tiempo en un sólo corte toda la ramificación dendrítica; esto depende de que las expansiones polares bajan ó suben á menudo, extendiéndose según planos verticales, por lo cual la ramificación completa sólo se observa bien en cortes longitudinales paralelos á las células. Las últimas ramificaciones sumamente espinosas y complicadas, tienden á concentrarse en los límites del ganglio; pero no faltan tampoco ramas destinadas á las zonas centrales de éste.

El axon sale, ya del soma, ya del arranque de una dendrita, marcha hacia los contornos del ganglio, siguiendo un curso irregular y se pierde

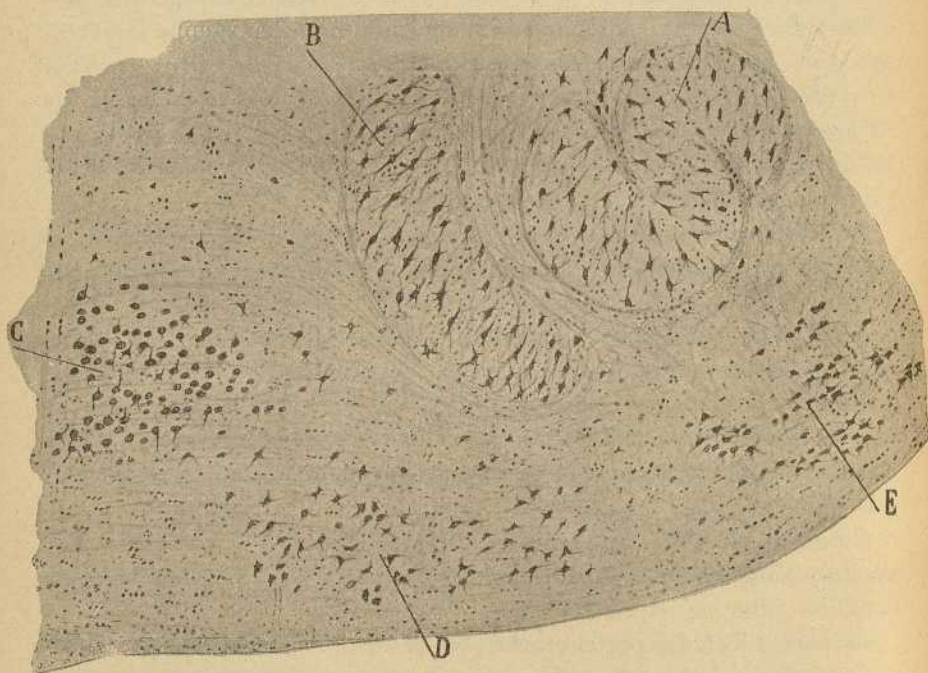


Fig. 270. — Conjunto de los focos acústicos secundarios del conejo adulto; método de Nissl.—A, oliva superior; B, oliva accesoria; C, núcleo del cuerpo trapezoide; D, ganglio preolivar interno; E, ganglio preolivar externo.

en la rica capa de fibras nerviosas que sirve de frontera á la oliva superior. Antes de abandonar el foco, algunos axones suministran una ó dos colaterales ramificadas entre los elementos de la oliva.

El curso ulterior seguido por estos axones es difícil de precisar, sobre todo en el gato y perro, en donde casi nunca cabe seguirlos más allá de las fronteras; pero en los fetos de ratón donde nosotros hemos estudiado cuidadosamente este punto, se consigue de vez en cuando sorprender el derrotero de los citados cilindros-ejes. Estos van en su inmensa mayoría hacia atrás, flanqueando los contornos del foco, y una vez llegados á la

substancia reticular gris, situada dorsalmente á la oliva, tórnanse verticales, constituyendo, ora por acodamiento, ora por bifurcación, una vía bulbar acústica de tercer orden. Otros axones, dirigiéndose á los lados y ganando los haces del cuerpo trapezoide, se incorporan á éstos sin que hayamos podido seguirlos lo bastante para precisar su paradero. Estas fibras destinadas al cuerpo trapezoide, han sido ya mencionadas por Held, quien las supone dirigidas, ora hasta el rafe, ora hacia el ganglio ventral

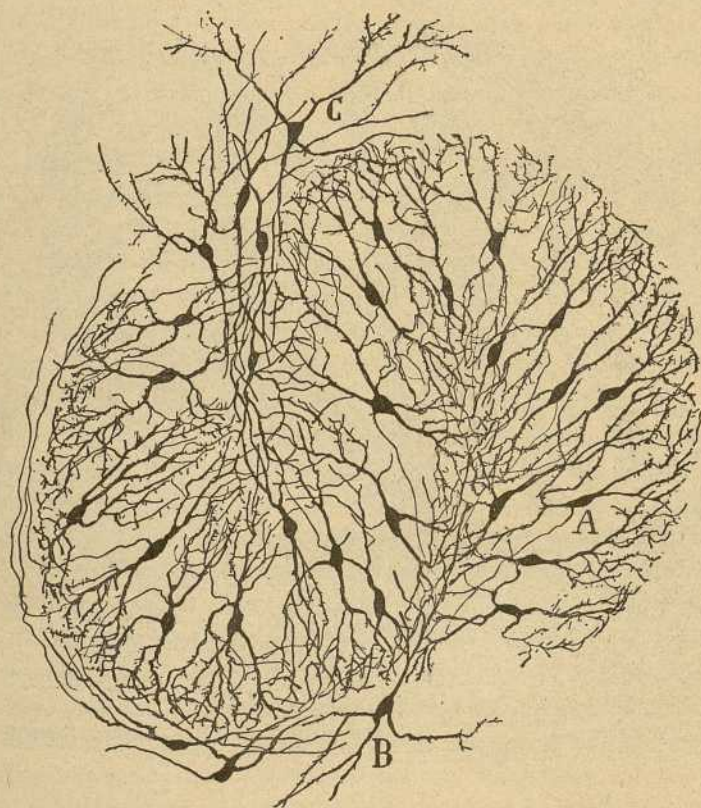


Fig. 271. — Conjunto de las células de la oliva superior del gato de ocho días. — A, células fusiformes intrafocales; B, células limitantes del contorno anterior; C, células limitantes del hileo posterior.

del coclear. Según este sabio, algunos axones ingresarían también en el mango de la oliva, marchando al núcleo de origen del motor ocular externo; pero nosotros no hemos podido confirmar la existencia de estas últimas fibras que, como las anteriores, no parece haber seguido Held, si hemos de atenernos á sus dibujos, en extensión suficiente para puntualizar su curso y paradero.

*Células limitantes.*—El contorno de la oliva superior presenta células

marginales fusiformes, triangulares ó estrelladas, cuyas dendritas se extienden circunferencialmente, sin penetrar, de ordinario, dentro del ganglio. Algunos elementos, empero, envían alguna dendrita al espesor de éste, ramificándose entre los corpúsculos olivares. Los parajes cuyas células marginales son más abundantes, son la convexidad posterior (figura 271, C) y los híleos, particularmente el anterior.

*Plexo nervioso interoliviar.* — Constituyen este plexo, uno de los más complicados y finos que nos ofrecen los centros nerviosos, dos clases



Fig. 272. — Conjunto de las arborizaciones nerviosas de los focos olivares y trapezoides del gato de pocos días.—A, núcleo del cuerpo trapezoide; B, foco preoliviar interno; C, oliva accesoria; D, oliva principal; E, foco semilunar ó preoliviar externo; F, fibras trapezóideas.

de fibras: las colaterales ya mentadas de los axones de los corpúsculos olivares, y las fibras arribadas del cuerpo trapezoide; estas últimas forman el principal contingente de los tubos aferentes. Sobre su disposición terminal vamos á exponer algunos detalles.

Las fibras trapezóideas destinadas á la oliva, han sido bien figuradas y descritas por Kölliker, que ha visto por primera vez las arborizaciones en que terminan. Las descripciones del sabio de Würzburgo han sido confirmadas por Held y por nosotros.

En la fig. 272, D, C, reproducimos el conjunto de las arborizaciones de la oliva superior y focos accesorios. Nótese que de las fibras penetrantes en dicho foco, unas vienen de atrás, y representan colaterales de tubos trapezoides situados dorsalmente (*via trapezoide posterior* de Held); y otras, la mayoría sin duda, llegan por delante y representan colaterales de los numerosos tubos trapezoidales directos (*via trapezoide anterior*), que pasan reunidos en hacecillos á través del resto del cordón lateral, y por delante de la raíz descendente del trigémino. Aunque la mayoría de las fibras destinadas á la oliva pueden considerarse como colaterales, las hay también que, por su espesor inusitado, igual ó superior á la fibra trapezoide de que emanan, pueden estimarse como ramas de bifurcación. Otras, en fin, tienen positivamente el carácter de ramas terminales, puesto que, remontándonos á su origen, repárase que á su arribo á los haces trapezoides, se doblan hacia adentro, dirigiéndose al rafe. En general, nos ha parecido que las ramas colaterales reconocen origen homolateral, mientras que las terminales representarían fibras trapezoides cruzadas. Este punto es todavía algo dudoso.

Las principales puertas de entrada de las citadas fibras colaterales ó terminales, son los hileos ó concavidades de la oliva: el anterior puerta de ingreso de las fibras trapezoides ventrales, y el posterior por donde penetran las dorsales. No faltan, sin embargo, fibras que asaltan también el ganglio por las partes convexas. Por lo común, la fibra no penetra inmediatamente en la masa gris de la oliva, sino que marcha fronteriza á ella durante cierto trecho; de este modo se engendra el *limbo* ó *cápsula fibrilar*, visible en todo el contorno olivar. En todo este trayecto circunferencial, dichas fibras emiten ramas en número de dos, tres ó más, las cuales, así como la prolongación principal, invaden casi perpendicularmente la hoja gris olivar limítrofe, y se resuelven en una magnífica arborización, también perpendicular, de mallas tupidísimas, dentro de las cuales destacan por claro los cuerpos de cuatro, seis ó más neuronas olivares. Comunmente, estas arborizaciones son delgadas y más anchas en sentido vertical que en el transversal; pero las hay también sumamente extensas y relacionadas con un gran número de corpúsculos yacentes en radios más ó menos apartados. Las ramitas más finas poseen curso intrincadísimo, son sumamente varicosas y engendran nidos que rodean el soma y principales expansiones de las células olivares. En la fig. 272 aparecen algo esquematizadas.

Puesto que cada fibra aferente genera varias arborizaciones y dentro de éstas quedan inscritas, según acabamos de notar, muchas células, resulta que la corriente sensorial aportada por una fibra trapezoide se disemina por un grupo considerable de corpúsculos olivares.

**Oliva accesoria superior.**—Es un cuerpo de sección semilunar, situado por dentro de la oliva, á la cual adapta su cara cóncava. Consta tam-



bién, como la oliva principal, de células y de arborizaciones nerviosas aferentes.

*Células.*— Cuando se estudian estos elementos, previa coloración con el método de Nissl, llama la atención, según señalamos nosotros (1), la forma en huso de los mismos, su tamaño considerable, superior al de las células olivares, su dirección perpendicular al plano del foco, y, en fin, su estructura francamente reticulada.

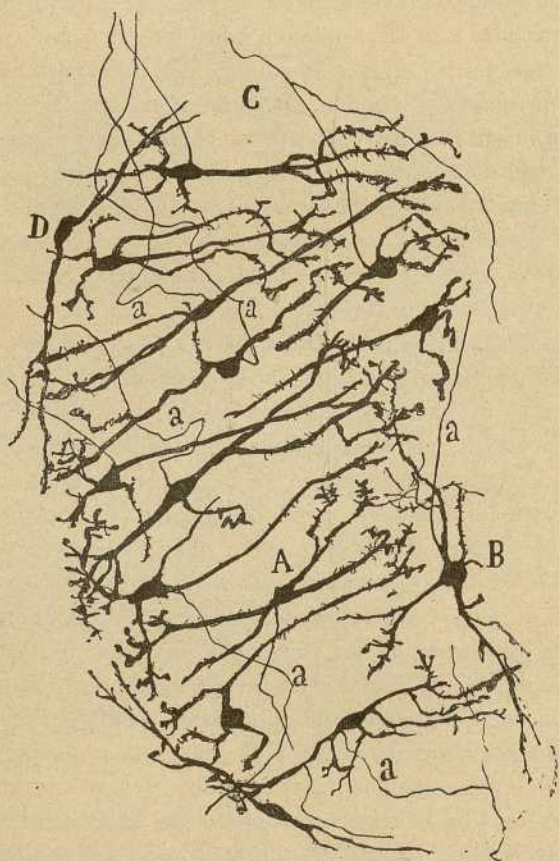


Fig. 273. — Células de la oliva superior accesoria. — A, células centrales; B, D, elementos marginales; C, porción profunda del foco; a, axon.

La morfología de los elementos en los preparados de Golgi, ha sido bien estudiada por Lavilla (2), quien las presenta, según puede verse en la fig. 273, A, tomada del trabajo de este autor, como corpúsculos gruesos, fusiformes ó triangulares, de cuyos polos brotan dos, tres ó más

(1) *Cajal*: Estructura del protoplasma nervioso. *Revis. trim. microgr.* t. I, 1896.

(2) *Lavilla*: Algunos detalles concernientes á la oliva superior y focos acústicos. *Rev. trim. microgr.*, tomo III, 1898.

robustas dendritas, dirigidas, en sentido, por lo común, perpendicular, al plano del ganglio, y acabadas, de ordinario, cerca de las fronteras de éste, por un penacho de ramas cortas, espinosas, de contornos ásperos, como desgarrados, que recuerdan las arborizaciones de las fibras musgosas del cerebello. Estos corpúsculos se disponen en cuatro ó cinco hileras irregulares, y se hallan separados á cierta distancia por un plexo intersticial muy rico. Como se aprecia en la fig. 273, B, además de las células radiadas ó principales, yacentes en el centro de la oliva, existen otras me-

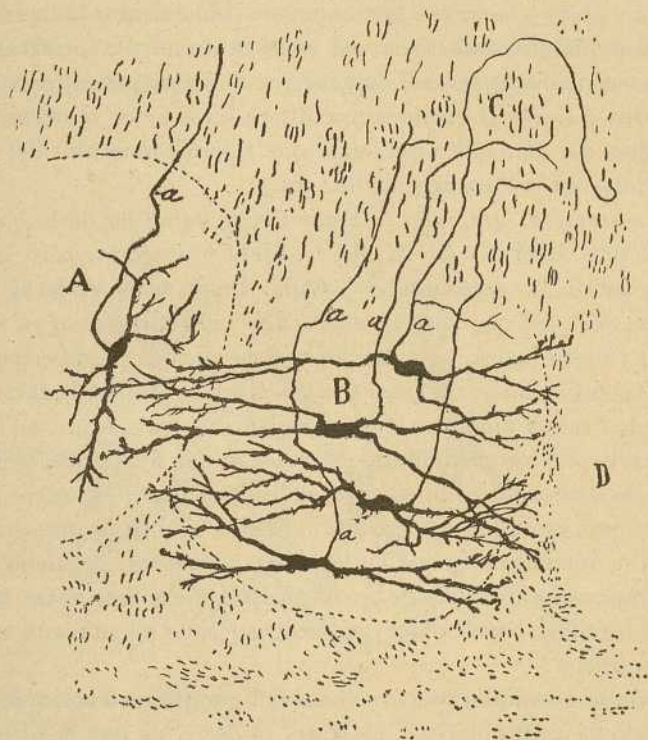


Fig. 274. — Oliva accesoria del feto de ratón. — A, oliva principal, con una célula cuyo axon se dirigía atrás; B, oliva accesoria; D, territorio del foco del cuerpo trapezoide.

nos abundantes, estrelladas ó fusiformes, situadas en las fronteras (*células marginales* de Lavilla).

El axon es relativamente espeso, nace tanto del soma como del curso de una robusta dendrita, atraviesa la substancia gangliónica, en variedad de itinerarios, y emite, para distribuirse entre las células compañeras, tal cual colateral, aunque no constante. El paradero final de estos axones, es imposible de determinar en la oliva accesoria del gato ó del conejo; todo lo que cabe apreciar es el ingreso de los mismos en la capa

fibrilar marginal, particularmente de la porción interna y posterior del foco que estudiamos. Hipotéticamente, afirman Hedl y Kölliker, que algunos axones se dirigen al mango de la oliva, y acaso al foco del motor ocular externo; pero éste es un hecho que no puede comprobarse en los preparados de Golgi. Por fortuna, en el feto del ratón es dable reconocer mejor el curso de estas fibras (fig. 274, B), la mayoría de las cuales, dirígensse atrás, y al nivel de la substancia blanca post-olivar, engendran, ora por bifurcación, ora por mera inflexión, una vía vertical, que parece continuarse con el lemnisco externo ó sistema acústico central. Sin excluir otras conexiones, actualmente indeterminadas, tenemos por verosímil que la oliva accesoria, así como la principal, constituyan en la substancia reticular gris, una vía acústica de tercer orden, probablemente destinada á llevar la excitación auditiva á los focos motores bulbares y medulares del oído (foco del facial que rige los músculos del martillo, focos motores de la cabeza y cuello, etc.).

*Fibras nerviosas aferentes.*—Estas fibras, como las de la oliva superior, han sido descritas por Kölliker, Held y nosotros, pero la exposición más detallada, debémosla á Lavilla. Como se ve, en la fig. 272, C, vienen las tales del cuerpo trapezoide, del cual representan ya ramas colaterales, ya terminales, y entran en el foco por dos puntos: por el lado interno ó porción convexa, que es la puerta elegida por la inmensa mayoría de los tubos aferentes, y por el lado cóncavo, que es la puerta aprovechada por los conductores llegados de las fibras trapezoides anteriores, las cuales se insinúan entre el híleo ventral de la oliva principal y el foco que estudiamos (fig. 272). Según resulta de nuestras observaciones, la inmensa mayoría de las fibras aferentes, proviene de la corriente trapezoide anterior. Sobre el modo de terminar estas fibras, oigamos á Lavilla, cuyas observaciones han sido plenamente confirmadas por nosotros:

«Cuando se examinan preparaciones del ganglio accesorio, provenientes del gato de veinte días en adelante, es decir, de una edad en que ya puede estimarse acabada ó casi acabada la evolución de las fibras nerviosas, la reacción de Golgi revela á menudo una disposición singular. En torno de algunos corpúsculos no coloreados, nótase un plexo de fibras nerviosas extraordinariamente tupido y tan íntimamente aplicado al protoplasma, que á primera vista se tomaría como una membrana pericelular. Un examen atento revela, sin ningún género de duda, que se trata aquí de uno de esos nidos pericelulares aplanados que nuestro maestro Cajal descubrió en el núcleo rojo, en las células del ganglio de Deiters, y que recientemente ha descrito también Held en este núcleo y en el ganglio ventral del acústico (1).

(1) Held: Beitrage zur Structur des Nervenzellen und ihrer Fortsätze 3.º Abhandlung., 1897. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abtheil.

»El aspecto del plexo varía en las distintas partes de la célula: Al nivel del cuerpo y arranque de las gruesas expansiones, es tupidísimo, hallándose los trabéculas nerviosos tan próximos que, á menudo, el cromato de plata los impregna al mismo tiempo que al cemento separatorio. Por lo cual, es frecuente observar que, por consecuencia de estos depósitos interfibrilares, una parte del plexo semeja una costra continua pericelular de color pardo, en la cual acá y allá destacan los relieves de las gruesas fibras del plexo. Hay células, sin embargo, en que la disposición plexiforme se marca perfectamente, gracias á la selección perfecta del cromato de plata por las fibrillas nerviosas. En estos plexos es donde puede repararse que los trabéculas se cruzan en diversos ángulos, que se ramifican en muchos puntos, y que las ramillas resultantes son notablemente varicosas.

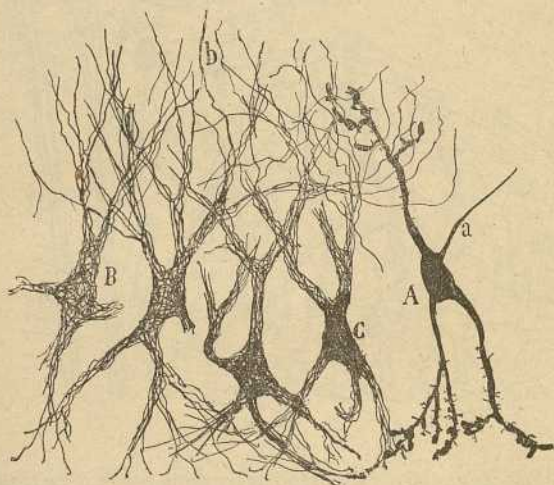


Fig. 275. — Nidos pericelulares de la oliva superior accesoria del gato de dos meses. A, célula coloreada en negro; B, plexo pericelular; C, un plexo en que las mallas aparecen obstruidas por precipitado de cromato argéntico; a, axón; b, colaterales del cuerpo trapezoide. (Según Lavilla).

»Al nivel de los tallos el plexo se aclara y la coalescencia de las fibras, causada por depósitos intercalares, sobreviene rarísima vez; al propio tiempo los trabéculas se hacen en gran parte paralelos á dichas dendritas y ofrecen mayor lisura de contorno (fig. 275, B). Por último, al llegar las fibras nerviosas á las ramificaciones dendríticas secundarias y terciarias, aumentan de espesor, se hacen cada vez más raras y, abandonando las prolongaciones protoplásmicas, van á perderse en la periferia de la oliva (bordes interno y externo).

»Cada nido resulta de la arborización, no de una, sino de muchas fibras nerviosas. Estas forman dos corrientes: interna y externa; cada una de

las cuales aborda primeramente las más finas dendritas, pasando luego á las gruesas expansiones y al soma. Al nivel de la bifurcación de las dendritas, algunas fibrillas nerviosas se dividen también, pasando sus ramas ya al soma ya á expansiones vecinas. No es raro observar que antes de entrar en el plexo peridendrítico, las ramas aferentes se dividen, destinando ramas á varios nidos».

Los nidos de que habla Lavilla faltan en los mamíferos recién nacidos; es preciso llegar al gato de ocho días para que aparezcan algo desarrollados. En la fig. 272, C, que copia las arborizaciones de la oliva accesoria del gato de pocos días, véanse ya penachos de hebras varicosas apli-

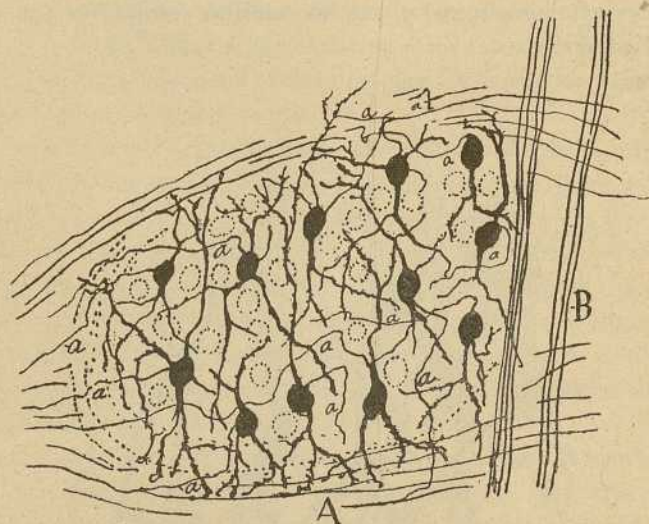


Fig. 276. — Células del núcleo del cuerpo trapezoide del feto de conejo. — A, lado anterior del foco; B, motor ocular externo; a, axones dirigidos por lo común hacia afuera.

cados á los tallos de las células fusiformes, pero sin concretarse todavía en nidos bien diseñados.

**Núcleo del cuerpo trapezoide.** — Así se califica un conglomerado de células esferoidales apretadas, situado entre la oliva superior accesoria, que está por fuera, los haces radiculares del motor ocular externo situados por dentro y el cuerpo trapezoide emplazado por delante. En el gato al cual pertenece la fig. 277, este ganglio posee una sección triangular, con una base anterior fronteriza, pero sin límites precisos, de una pléyade celular designada por nosotros *núcleo preolivar interno*, y un vértice ó punta dorsal apoyada en el contorno de la oliva accesoria. En el conejo y ratón este foco tiene una sección elíptica y yace más anteriormente, inmediatamente por fuera y detrás de la vía piramidal (fig. 270, C). La

característica de este foco estriba, prescindiendo de la figura globulosa de sus células, en la presencia de ciertas singulares arborizaciones nerviosas, en forma de corola ó de copa, que designaremos, en honor de su descubridor, *nidos ó cálices de Held*.

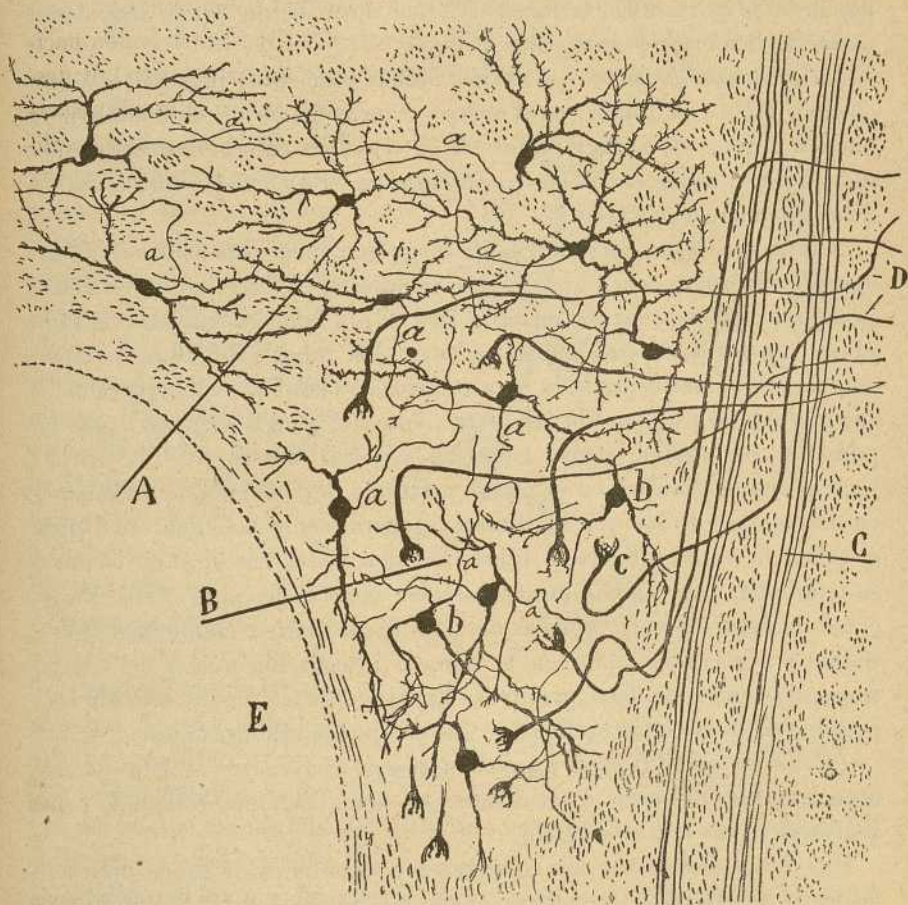


Fig. 277. — Conjunto del foco del cuerpo trapezoide y núcleo preolivario interno del gato de ocho días. — A, células del núcleo preolivario interno, cuyos axones van en su mayoría hacia afuera; B, núcleo del cuerpo trapezoide; C, haces del motor ocular externo; D, gruesas fibras terminadas en los cálices de Held; E, territorio de la oliva superior accesoria; a, axon; b, células del núcleo trapezoide, c, cálices terminales.

*Células nerviosas.*—Según se aprecia en la fig. 277, b, estos elementos son globulosos, de talla mediana y están provistos de una, dos ó más dendritas relativamente delgadas que divergen en todos sentidos, pero de preferencia en dirección dorso-ventral. En la fig. 276 que copia las células del conejo recién nacido, las dendritas son finas y poco ramificadas;

pero en la correspondiente al conejo de ocho días, estas expansiones son ya mucho más largas y ricas en ramos, mostrándose terminadas por ramas ó penachos espinosos.

Todas estas ramas se arborizan dentro del foco y tienen tendencia á acumularse en los límites ventral y dorsal del mismo. En el ratón recién nacido ó de pocos días, la forma esférica no se ha modelado aún, dominando la fusiforme y triangular.

La prolongación funcional de los citados elementos ingresaría, según afirman Held y Kölliker, en el cuerpo trapezoide, en el cual marchan ya hacia la oliva, ya hacia el rafe. De su trayecto emergerían colaterales distribuídas, tanto entre los corpúsculos de este núcleo, como entre los de la oliva superior (Held).

Nuestros estudios permiten desde luego confirmar esta continuidad del cuerpo trapezoide con cilindros-ejes nacidos en el foco que estudiamos; pero en nuestras preparaciones (fig 276, C) la inmensa mayoría de tales fibras iba hacia afuera, ingresaba entre los tubos profundos de aquel cuerpo, y una vez cruzada la cara anterior de la oliva, se incorporaba resueltamente al paquete fibrilar proveniente del ganglio ventral; pero no pudieron perseguirse jamás hasta las células de este foco. Otros cilindros-ejes se dividían en el plano posterior del núcleo que estudiamos en dos ramas, de las que la interna, generalmente más fina, se dirigía al rafe y la externa hacia la oliva. En dos ó tres casos, el cilindro-eje se bifurcaba, pero ambas ramas parecían caminar hacia la oliva. En su curso de dentro afuera, muchas de estas fibras emiten colaterales distribuídas y arborizadas tanto en la porción interna del núcleo del cuerpo trapezoide como en foco preolivar. En ningún caso hemos logrado sorprender en la oliva la terminación de semejantes cilindros-ejes.

*Fibras terminadas en el núcleo del cuerpo trapezoide.* — Son de dos especies: las ordinarias ó terminadas en arborizaciones comunes, y las acabadas en las *cestas de Held*.

Las *fibras ordinarias* son colaterales y terminales de tubos del cuerpo trapezoide. Las colaterales emanan, en ángulo recto, de las fibras trapezoideas que pasan á través ó por fuera del núcleo que estudiamos, y engendran, según indicamos nosotros y ha descrito más completamente Lavilla, un plexo delicado, en el cual se observan grupos de cestas ó nidos pericelulares (fig. 278, e, d). Constan estos nidos de ramas finas sumamente varicosas, íntimamente aplicadas al soma, que se revela, durante el enfoque ecuatorial, contorneado por una línea negra correspondiente á la sección óptica de las mismas.

«A diferencia de los nidos de Held, dice Lavilla, estas fibrillas dejan entre sí amplios espacios y no se aplanan ni poco ni mucho; pero el rasgo diferencial más importante estriba en que proceden, no de una sola fibra robusta, sino de varias orientadas muy diversamente. Cada nido re-

sulta, pues, de la concurrencia de varias arborizaciones brotadas de dos, tres ó más fibras nerviosas. También ocurre muy á menudo, como se veía en la fig. 278, *c*, que una misma fibra colabora en la construcción de dos, tres ó mayor número todavía de nidos terminales.

»Los referidos nidos de hebras finas son muy numerosos, y aparecen á menudo reunidos en pléyades, es decir, que en ciertos puntos se ven dos ó más células vecinas provistas de nidos finos, mostrándose otras completamente exentas de ellos. Esta circunstancia y la consideración de que las células que poseen los recios nidos de Held, no pueden ofrecer espacio perisomático para otras conexiones, nos mueven á sospechar que los susodichos nidos finos se relacionan con elementos especiales del núcleo del cuerpo trapezoide, ó en otros términos, los nidos de Held entrarían en contacto con ciertas células, y dichas arborizaciones finas con otras».

Nuestras observaciones sobre el origen de las fibras generadoras de las susodichas cestas finas del ratón, permiten afirmar que vienen del rafe, es decir, del cuerpo trapezoide del otro lado. De su verdadera procedencia nada seguro puede decirse.

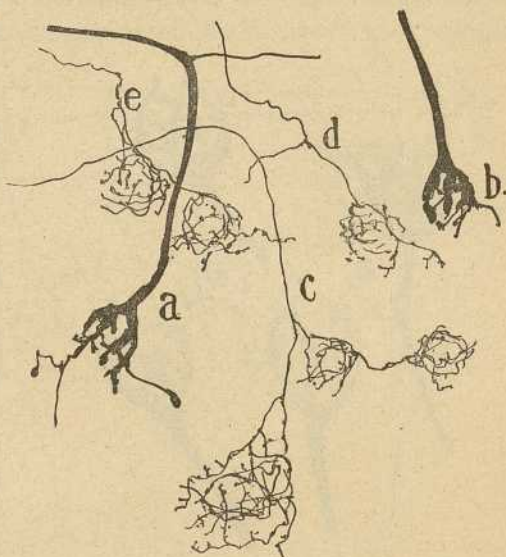


Fig. 278. — Arborizaciones nerviosas del núcleo del cuerpo trapezoide del gato de quince días. — *a, b*, cálices de Held; *c, d, e*, arborizaciones pericelulares finas

*Fibras gruesas y nidos terminales de Held.* — Las zonas superficiales del núcleo del cuerpo trapezoide, así como el ganglio preolivar interno, están cruzadas por ciertos tubos medulados espesos, los más robustos del cuerpo trapezoide, los cuales llegan del rafe, probablemente del foco ventral del coclear, y cuando se hallan á la altura de los haces del motor ocular externo y más allá, tuercen bruscamente hacia atrás para ingresar y terminar en el núcleo del cuerpo trapezoide. En su mayoría, tales robustas fibras representan tubos terminales; otras, sin embargo, proceden, á guisa de colaterales, del trayecto transversal de un tubo que se continúa más allá y cuyo modo de terminar es desconocido. Pero aun en este caso, como la rama destinada al foco es más espesa que la continuación del tallo, se la puede también considerar como un tubo terminal.



Una vez en el ganglio, la fibra gruesa en cuestión gana todavía en espesor, asalta una de las células esferoidales más atrás descritas, se ensancha en base de cono y la abraza íntimamente, extendiendo en torno del soma un penacho de ramas gruesas, cortas, aplastadas y libremente terminadas. Esta arborización cubre comunmente más de la mitad, á veces la totalidad del cuerpo celular, cuyas dendritas se filtran por los huecos ó mallas del nido terminal. Por lo demás, la ramificación del nido no se limita al cuerpo de la célula ; según hemos demostrado nosotros en el co-

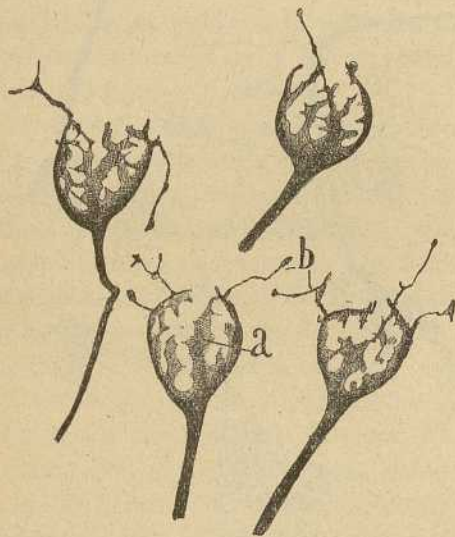


Fig. 279. — Detalles de los cálices de Held del gato de pocos días. Método de Golgi. — *a*, ramas principales; *b*, apéndices delgados.

Held, ó no suministra colaterales en su camino, ó emite solamente una, nacida del ángulo trazado por aquél al descender al foco del cuerpo trapezoide. En cambio, en el conejo de Indias es bastante frecuente observar tallos con dos colaterales: una superior, nacida del ángulo, ramificada y acaso terminada en el ganglio preolivar externo, y otra brotada de la porción preterminal del tallo y ramificada y terminada completamente entre los elementos vecinos del núcleo trapezoide. En la fig. 280, *b*, *c*, reproducimos estas dos especies de colaterales tomadas de un preparado de un feto de conejo de Indias ; en ella se nota también que el caliz de Held es todavía rudimentario, recordando los bulbos del nervio coclear, á los cuales se parecen por la ausencia de foseta y por el gran número de filamentos que brotan de la base.

Las cestas de Held se colorean también por el azul de metileno, según han demostrado Semi Meyer y nosotros. En las figs. 281 y 18, reproducimos los nidos terminales de Held del gato y conejo. Obsérvase que en el conejo la arborización terminal es más rica y delicada que en el gato

nejo y gato, y han confirmado recientemente Lavilla, Verati y Vincenzi, del contorno de la corola terminal, brotan también algunas finas y varicosas hebras muy abundantes en el ratón y conejo, más escasas en el gato, las cuales divergen en todos sentidos, se ramifican sobriamente y acaban mediante una granulación ó varicosidad. En mi sentir, estas radiaciones se aplicarían á las dendritas de la célula rodeada, aunque no cabe excluir la opinión de un contacto con dendritas de células vecinas.

En el gato, conejo y ratón, el tallo formador del caliz de

(fig. 18), donde las ramas dejan entre sí grandes espacios. Adviértese, además, que, mientras en este animal el nido es casi esférico, en aquél adopta una forma prolongada. No es raro descubrir gruesas vacuolas (fig. 281, a) en el foco de origen ó en algunas robustas ramas de la ramificación pericelular, vacuolas que no se ven nunca en las preparaciones de Golgi, y que hay que estimar como productos artificiales. Otra distinción separa las ramillas coloreadas por el cromato de las teñidas por el azul: mientras las primeras son delgadas, laminosas y nada varicosas, las segundas son más espesas y fuertemente varicosas, particularmente al nivel de los cabos libres. Este encrecimiento de la arborización nos pa-

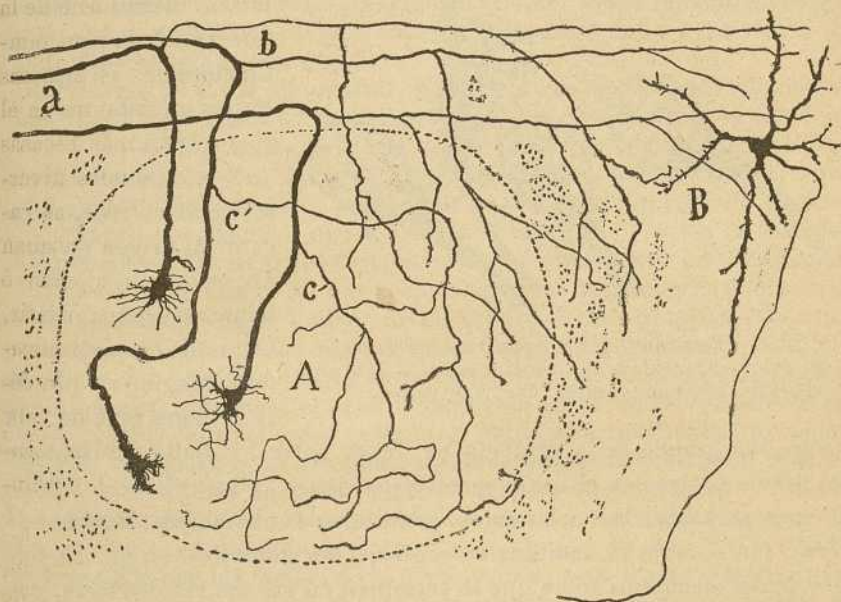


Fig. 280. — Núcleo del cuerpo trapezoide del embrión casi de término del conejo de Indias. — A, núcleo con tres cálices terminales todavía muy embrionarios; B, célula del foco preolivario interno; a, fibras gruesas formadoras de los cálices de Held; b, colaterales extrafocales ramificadas en el foco del cuerpo trapezoide y preolivario; c, colaterales últimas ó intrafocales.

rece, así como las varicosidades deformantes de las fibras, puro fenómeno cadavérico, que no sobreviene con el método de Golgi, gracias á la acción fijadora inmediata del ácido ósmico.

¿De dónde provienen las fibras terminales de Held? Este sabio se inclina á admitir su origen en las células del núcleo del cuerpo trapezoide del lado opuesto, fundándose en que las expansiones funcionales de estos corpúsculos suministran alguna vez, para el foco mismo de donde nacen, colaterales terminadas en placa. Sin embargo, y aun sin contar con que las tales colaterales, procedentes de cilindros-ejes del núcleo del cuerpo trapezoide, no se parecen en su modo de terminar á los cálices acústicos,

hablan en contra de esta interpretación tres observaciones: 1.<sup>a</sup>, la inmensa mayoría de los cilindros-ejes brotados del núcleo trapezoide, marchan hacia afuera y no hacia el rafe, como sería preciso si hubieran de acabar en el foco homólogo del lado opuesto; 2.<sup>a</sup>, estas expansiones son mucho más finas que las robustísimas que engendran la placa terminal; 3.<sup>a</sup>, en nuestras preparaciones de bulbo de conejo recién nacido, las fibras gruesas terminadas en placa, pueden perseguirse, gracias á su espesor desmesurado, superior al de todas las fibras trapezoides, hasta más allá de las olivas superiores. Esta última circunstancia parece indicar que

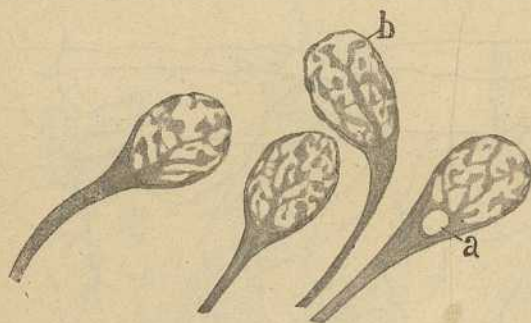


Fig. 281. — Terminaciones pericelulares en el núcleo del cuerpo trapezoide del conejo adulto. Azul de metileno. Reacción anaérea. Obj. 1'30 apocr.

dichas fibras representan, ó fibras acústicas directas ó expansiones funcionales de las robustas células del núcleo ventral.

Y en ausencia de observaciones precisas tocante al origen de estas fibras, nosotros nos inclinamos actualmente, inspirados en una razón de analogía, en pro de la primera opinión. En

efecto, tan grande es la analogía existente entre los bulbos terminales del nervio coclear en el foco ventral del acústico, y los cálices de Held; son tan parecidas las colaterales preterminales de ambas especies de fibras, tan notable su analogía en espesor, tan similares, en fin, las formas de los elementos sobre que se terminan en los dos citados focos, que el ánimo se inclina involuntariamente á la suposición de que las gruesas fibras generadoras de los cálices ó cestas de Held, no son otra cosa que ramas terminales ascendentes de algunos pocos tubos del nervio coclear, que se desprenderían del ganglio ventral á poco de penetrar en éste, entremezclándose con fibras trapezoides originadas en el mismo. Por lo demás, no faltan tampoco autores que sustentan la opinión de que los ganglios trapezoides y olivares contienen fibras cocleares directas. Recientemente, Thomas defiende este dictámen fundándose en los resultados de los métodos degenerativos (1).

La importancia teórica de las cestas de Held (2) y las variantes de opinión de los sabios sobre este punto, exigen aquí algunas indicaciones históricas y críticas.

(1) *Thomas*: *Loc. cit.*

(2) *H. Held*: Die centrale Gehörleitung. *Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abtheil.*, 1893.

Las fibras de Held fueron descritas primeramente por este autor como tubos robustos que, viniendo del rafe, penetrarían en el núcleo del cuerpo trapezoide, donde, después de emitir alguna colateral distribuida en este mismo foco, acabarían á favor de cestas terminales pericelulares (*Fasernkörber*). El aspecto homogéneo y macizo que se advierte en el centro de tan singulares figuras terminales, lo explica Held, suponiendo entre las fibrillas muy próximas de que las cestas constan, un precipitado uniforme de cromato argéntico.

También Kölliker (1) ha visto y representado estas interesantes placas terminales; pero sorprendido sin duda por lo extraño de su forma, se inclinó á estimarlas como disposiciones artificiales, algo así como cuerpos de células nerviosas incompletamente impregnados. Por nuestra parte, habiendo consagrado alguna atención al estudio, con el método de Golgi, de los focos acústicos, tuvimos ocasión de confirmar la descripción de Held, añadiendo algunos detalles.

El cromato de plata dibuja estas terminaciones de dos modos distintos: unas veces, las ramas de la arborización pericelular parecen soldadas entre sí por una materia granulosa laminar, disposición tan frecuente en el conejo y en el ratón, que en un principio pudimos creer que en estos animales, las fibras de Held acaban por un disco terminal (2). En el gato, sin embargo, reconocimos que la lámina terminal se recorta en festones que prestan al cáliz acústico una figura de flor sumamente característica.

Habiendo Semi Meyer (3) publicado sobre este asunto algunas observaciones realizadas con su método de las inyecciones subcutáneas de azul, y habiendo presentado las citadas cestas como Held las describió, es decir, como una arborización de ramas aisladas, volvimos nuevamente sobre el tema (4) aplicando el azul de metileno, según un procedimiento especial que da, para este caso particular, excelentes resultados (inyección vascular *post mortem* de grandes cantidades de azul de metileno, fijación en el licor molibdíco de Bethe, y cortes después de indurar en la mezcla formol-platinica). Los nuevos resultados obtenidos nos convencieron de que, en efecto, el cromato de plata tiñe á menudo un cemento pericelular extendido por las mallas de la arborización, cemento que respeta perfectamente el azul, el cual, si bajo este aspecto es más ventajoso que el reactivo argéntico, no tiene, en cambio, tanta virtud reveladora, puesto que no impregna los hilos terminales ó marginales de la cesta de Held. Por lo demás, las cestas de Held han sido también confirmadas por Lavilla (5), por Turner y Hunter (6), que se han servido, al efecto, del método al azul de Meyer, y por Veratti (7), quien se ha valido también tanto

(1) Kölliker : Lehrbuch der Gewebelehre, 6 Aufl, 2 Band, 1894.

(2) Cajal : Apuntes para el estudio del bulbo, etc. Madrid, 1895.

(3) Semi Meyer : Ueber eine Verbindungsweise der Neuronen, &. *Arch. f. mikros. Anat.*, Bd. 47, 1896.

(4) Cajal : El azul de metileno en los centros nerviosos. *Revista trimestral micrográfica*. Tomo I, 1896.

(5) Lavilla : *Loco citato*.

(6) W. Al. Turner y W. Hunter : On a Form of Nerve Termination in The Central Nervous System. &. *Brain*, 1899.

(7) Veratti : Su alcune particolarita di struttura dei Centri acustici nei mammiferi. Pavia, 1900.

del método de Golgi como del de Meyer, y, en fin, por Livio Vincenzi, que ha usado el de Golgi (1).

Por cierto que las conclusiones á que estos dos últimos sabios han llegado en sus recientes estudios sobre el argumento, son tan extrañas é inesperadas, que pueden considerarse como los más elocuentes ejemplos de los desgraciados errores de interpretación en que pueden caer observadores de talento, cuando, imbuídos en un prejuicio erróneo, trabajan, no en favor de la verdad, sino en defensa de una determinada escuela.

Así, Veratti, rompiendo arrogantemente lanzas contra todos los que, en virtud de observaciones cuidadosas, hemos estimado dichas cestas y sus tallos como un aparato nervioso terminal pericelular, afirma que las tales cestas representan simplemente una membrana pericelular propia de los elementos de este foco, y la cual, después de envolver el soma, envolvería también el origen del axon, para continuarse con la vaina de éste. En cuanto al tallo ó fibra generadora del pretendido cáliz, representaría simplemente el axon de las células del cuerpo trapezoide, las cuales no serían multipolares, según hemos descrito Held, Kölliker y nosotros, sino elementos monopolares, en un todo semejantes á los constitutivos de los ganglios espinales. Para refutar esta doctrina, recordaremos solamente dos hechos: 1.º, la arborización pericelular se tiñe concordantemente por tres métodos: el de Golgi, el de Meyer y el de Held, y se presenta bajo la forma de ramas pericelulares varicosas y libres, y no de membrana continua; 2.º, en el conejo y gato hemos coloreado nosotros muchas veces las células del cuerpo trapezoide, que son multipolares, y cuyo axon delgado no se continúa jamás con las fibras de Held.

La figura 276, en que reproducimos todos los elementos de este género que se presentaron en un solo corte, da fe de que no nos referimos á tal cual corpúsculo especial raro de dicho ganglio, sino á la célula específica habitadora del mismo.

El dictamen de Vincenzi no es menos insólito. Para este sabio, los nidos de Held no tendrían que ver nada con las células del cuerpo trapezoide, sino que serían terminaciones nerviosas sobre los capilares de este ganglio. La noble rectificación que este mismo sabio hace de semejante parecer en un opúsculo reciente, nos dispensa de refutarlo (2).

En fin, para ser completos, recordemos que Held mismo ha insistido, en un nuevo trabajo, sobre sus nidos terminales, que ha logrado teñir por otro método especial (fijación con la mezcla picro-sulfúrica y coloración con la eritrosina y azul de metileno). Por lo demás, la aserción de este autor de que en el estado adulto la mencionada arborización se incrusta ó funde con el protoplasma de la célula que rodea, nos parece muy poco fundada (3).

**Núcleo semilunar ó preolivar externo.** — Delante de la porción convexa de la oliva superior, no lejos de la raíz descendente del trigémino, yace un acúmulo ganglionar especial, de significación análoga á la de los

(1) *L. Vincenzi*: Ueber eigentümliche Faserendigungen im Trapezkern. *Anat. Anzeiger*, n.º 15, u. 16. Sept. 1899.

(2) *Vincenzi*: *Anatomischer Anzeiger*, 1900.

(3) *H. Held*: Beiträge zur Structur der Nervenzellen und ihrer Fortsätze. 2 Abhandl. *Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abtheil.*, 1897.

demás focos acústicos del cuerpo trapezoide. Este foco, que fué descrito por nosotros en otro trabajo (1), abraza el contorno anterior de la oliva como un semianillo, por lo cual le dimos el nombre de *foco semilunar*. De todos los animales examinados, el gato es quien mejor desarrollado ofrece dicho foco, según se puede ver en la fig. 282, C; en el conejo y ratón hállese también muy desenvuelto, pero su posición es más anterior y su forma algo diferente (fig. 270, E.)

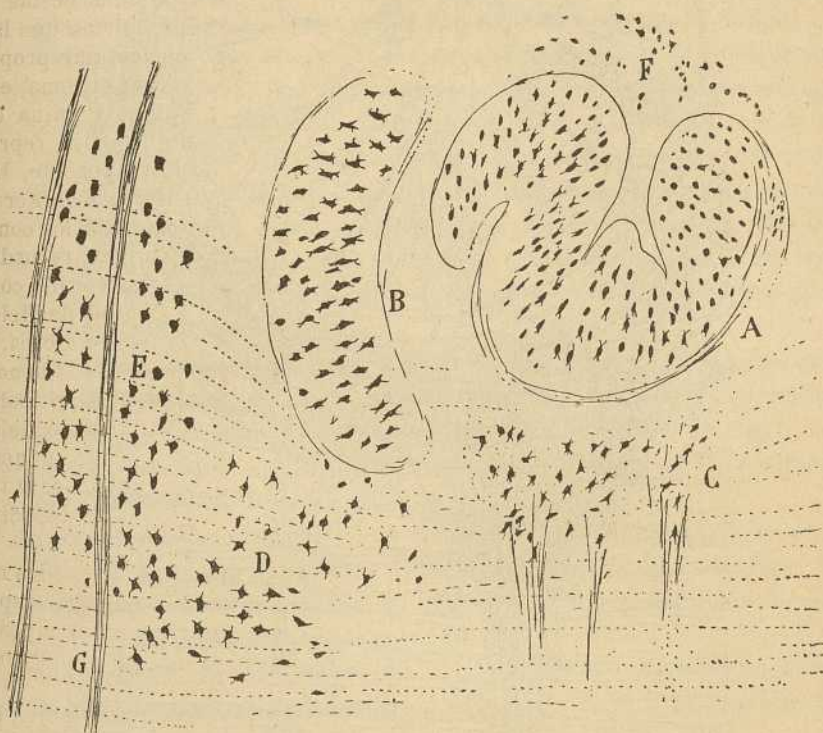


Fig. 282. — Ganglios acústicos secundarios del gato adulto. Método de Nissl. — A, oliva; B, oliva accesoria; C, núcleo preolivar externo; D, núcleo preolivar interno; E, núcleo del cuerpo trapezoide; F, acúmulo post-olivar.

En el gato, el referido acúmulo gangliónico es simple hacia atrás, en que contornea á la oliva, pero hacia adelante se segmenta en dos ó tres pléyades celulares, cada una de las cuales recibe un grueso manojó de colaterales del cuerpo trapezoide. En el conejo y ratón, las pléyades celulares están apartadas de la oliva por gruesos haces de substancia blanca, según puede verse en la fig. 270, E.

Las células del núcleo preolivar son estrelladas, triangulares ó fusi-formes y aparecen sumergidas en un plexo nervioso tupidísimo. Las si-

(1) *Cajal*: Beitrag zur Studium der Medulla oblongata, etc. Leipzig, 1896.

tuadas cerca de la oliva extienden la mayor parte de sus expansiones en sentido transversal, contorneando las más hondas la frontera olivar, mientras que las residentes cerca de los ángulos ó apéndices ventrales del ganglio orientan sus dendritas, de preferencia, en sentido dorso-ventral, insinuándose las anteriores en los hacecillos de colaterales trapezoides

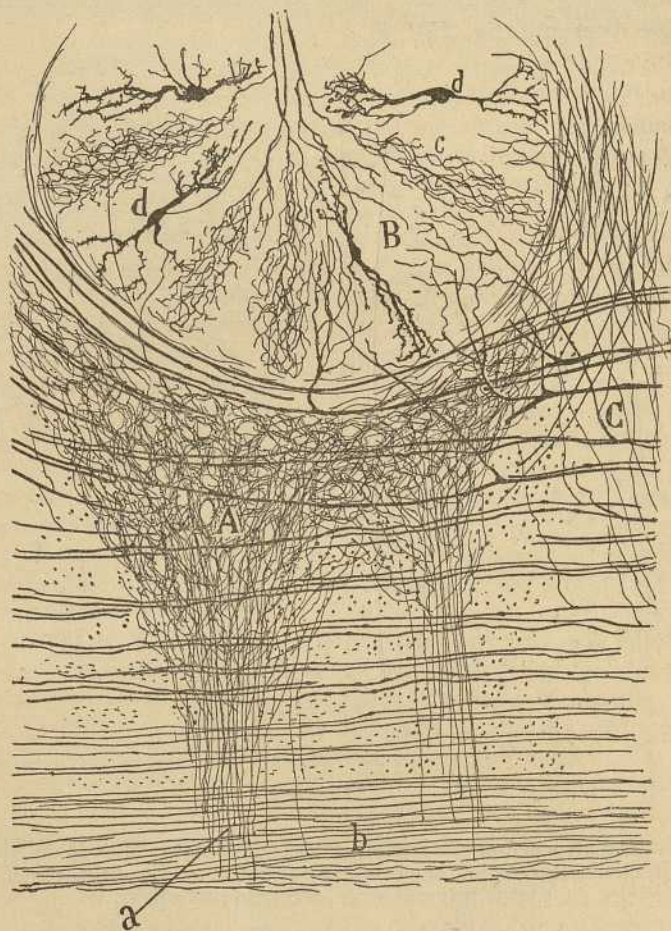


Fig. 283. — Foco preolivar externo del gato de pocos días. — A, foco preolivar; B, oliva superior; C, colaterales gruesas para la oliva; a, colaterales finas para el núcleo preolivar; b, fibras trapezoides finas superficiales; d, célula de la oliva superior.

llegados por delante. Por lo común, ninguna dendrita traspasa las fronteras del ganglio marcadas por los límites del plexo de colaterales á él destinadas.

El axon es difícil de seguir por lo complicado de su curso; pero en varios casos hemos comprobado que se dirigía hacia afuera, confundándose con las fibras trapezoides.

*Colaterales.*— El rasgo más característico de este ganglio es el hecho de que en su espesor se ramifican, engendrando un plexo intercelular sumamente complicado y cerrado, dos ó más haces de finas colaterales brotadas en ángulo recto de las fibras trapezoides más superficiales. Dentro del plexo, cuyas últimas ramitas son varicosas y de gran delicadeza, destacan por claro los huecos ocupados por las células nerviosas.

Semejantes haces de colaterales finas véanse también con gran claridad en los preparados de Weigert-Pal, y seguramente han sido ya reconocidos por otros autores, singularmente por Kölliker, que los reproduce en una buena figura; mas este autor los supone penetrantes en la oliva superior y ramificados en ella. Pero el examen atento de las buenas impregnaciones del cromato de plata, persuade fácilmente, según se veía en la fig. 283, A, que tales finas colaterales se reparten exclusivamente entre las células, no reparadas por Kölliker, del núcleo preolivar. La mayoría de los tubos nerviosos destinados á la oliva, penetra en este ganglio por planos más internos, por el hileo sobre todo, y nacen, no de las fibras trapezoides finas ó superficiales, sino de robustos tubos trapezoides profundos (fig. 283, C.)

Imposible es saber de dónde vienen los tubos finos trapezoides que proveen de colaterales al foco que estudiamos. Sólo como mera conjetura puede tomarse una opinión expuesta en otro trabajo por nosotros, á saber: que dichas fibras emanan de las pequeñas células del ganglio ventral y tubérculo acústico.

*Núcleo preolivar interno.*— Así designamos un acúmulo celular continuado con el núcleo del cuerpo trapezoide y emplazado entre éste, la oliva superior accesoria y los hacecillos más superficiales de dicho cuerpo. Este núcleo ha sido por los autores englobado en el foco del cuerpo trapezoide; pero en realidad constituye un departamento especial de substancia gris, pues ni recibe las cestas de Held, ni los corpúsculos que lo pueblan se parecen á los globulosos de aquel foco (1).

*Células.*— En la fig. 277, A, mostramos las células más comunmente impregnadas en el núcleo preolivar interno del gato, núcleo que en este animal yace por delante y fuera del foco del cuerpo trapezoide. En general, tales elementos son algo mayores que los de éste, y su forma, en vez de globulosa, resulta triangular, fusiforme ó estrellada. Las dendritas robustas, divergen en todos sentidos, particularmente en el transversal, y ostentan á menudo gran número de apéndices ramificados y como espinosos. Hay, no obstante, corpúsculos de expansiones casi lisas.

El axon marcha en variedad de direcciones y es difícil de perseguir.

(1) Nuestro núcleo preolivar interno supone Held que corresponde á la oliva accesoria. No hay tal, y el examen de las figuras 270, D y 282 D, probará superabundantemente que se trata de un conglomerado celular especial, reconocible tanto en el ratón, como en el conejo y gato. (Véanse también las figs. 272, E y 277, A).



En el gato hemos podido, sin embargo, observar algunos de ellos continuados con tubos de los haces verticales que cruzan este foco ó sus fronteras. Otros axones parecían dirigirse en sentido transversal, pero no hemos comprobado su continuación con fibras trapezoides. En su curso por el foco, no es raro ver tales fibras proporcionar á éste una ó dos colaterales arborizadas.

En el conejo y ratón, el foco preolivar interno aparece más superficial y menos voluminoso. Sus células dotadas de dendritas largas, y varias veces dicotomizadas, emiten un axon que hemos seguido alguna vez hasta la substancia blanca olivar, donde se torna vertical. En suma, los axones del foco que estudiamos como los de los ganglios olivares, contribuyen á engendrar en plena substancia reticular gris del bulbo, una vía vertical, vía acústica de tercer orden, cuyo paradero se ignora.

*Colaterales.* — El núcleo preolivar interno es atravesado por fibras del cuerpo trapezoide, las cuales le abandonan infinidad de colaterales distribuídas entre sus células. Los corpúsculos situados más hacia adelante y los lados, constituyen todavía en el conejo un nódulo particular caracterizado por lo intrincado y apretado del plexo de colaterales llegadas del cuerpo trapezoide.

La mayoría de las colaterales, presenta en los animales recién nacidos una ramificación difusa y de gran complicación; mas si las observaciones recaen en el gato y conejo de ocho ó más días, apréciase una curiosa disposición en cestas terminales, análoga á la que nosotros y Lavilla señalamos en el núcleo del cuerpo trapezoide. Estas cestas se forman por la reunión de arborizaciones de varias colaterales trapezoides, y se disponen á menudo en pléyades ó grupos enlazados por fibras comunes (fig. 272, B). Dentro de cada pléyade ó cadena de nidos residen varias células.

Finalmente (y este es un rasgo que separa completamente este foco del núcleo del cuerpo trapezoide), el núcleo preolivar carece de las terminaciones en cáliz ó cesta características del núcleo del cuerpo trapezoide (fig. 277, A).

*Origen y curso de las fibras trapezoides.* — La fuente principal de las fibras trapezoides son los ganglios ventral y lateral del coclear. Del ventral emanar sobre todo las fibras gruesas, del lateral las finas y medianas, aunque en esto se ven excepciones. No cabe excluir, empero, otros orígenes; de hecho intervienen también en su formación axones originados en los núcleos preolivares y foco del cuerpo trapezoide, y según hemos expuesto antes hipotéticamente, podrían figurar, además, en su constitución, algunas radicales cocleares directas.

En su curso transversal, las fibras trapezoides de origen diverso se confunden; no obstante este entremezclamiento, es lícito afirmar que la mayoría de las emanadas del ganglio ventral del coclear corren por pla-

nos más anteriores que las nacidas en el tubérculo acústico, y que las provenientes de células pequeñas se anteponen también á las brotadas de células grandes. Todas estas fibras, después de emitir alguna colateral en su foco de origen, marchan primeramente hacia adentro, pasan por delante de la raíz descendente del quinto par, cruzando por entre los haces

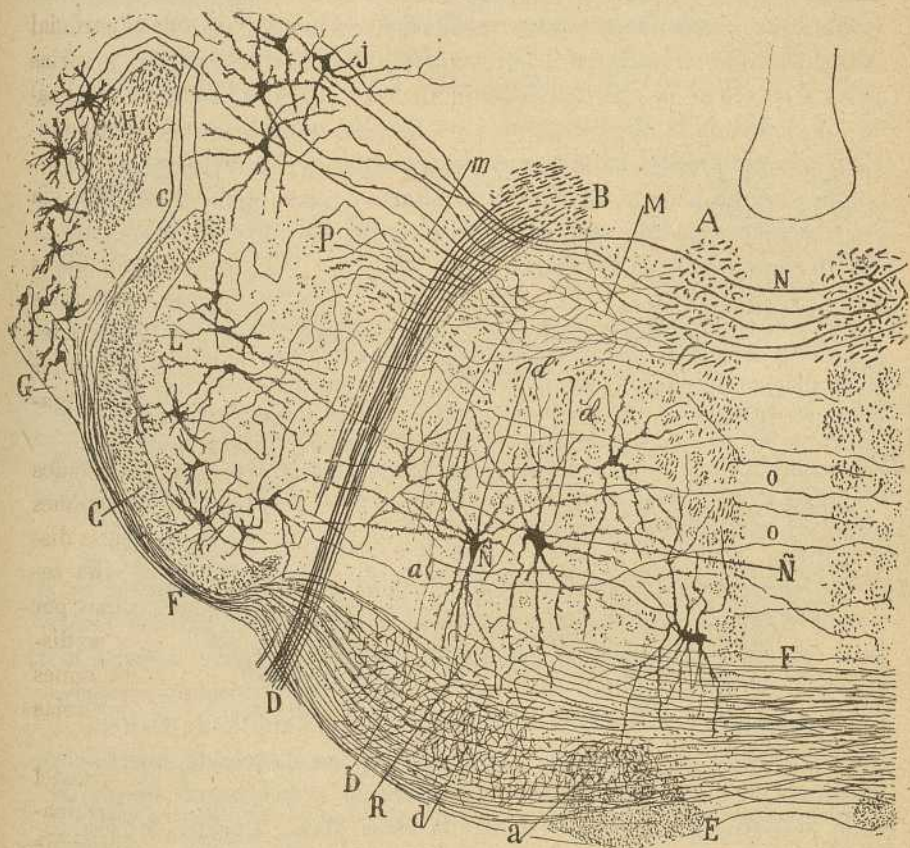


Fig. 284. — Corte transversal del bulbo de ratón recién nacido, á la altura de la emergencia del facial y en el plano del cuerpo trapezoide. — A, fascículo longitudinal posterior donde ingresa la vía vestibular cruzada; B, facial; C, trigémino; D, emergencia del facial; E, pirámide; F, fibras trapezoideas anteriores; G, ganglio ventral del vestibular; H, tubérculo acústico; J, ganglio de Deiters; L, substancia gelatinosa del trigémino; M, foco del sexto par, con las colaterales recibidas del haz longitudinal posterior; O, fibras trapezoideas nacidas del tubérculo acústico; N, axones llegados del ganglio de Deiters y formadores de la vía vestibular lateral central; P, vía lateral central del trigémino.

del resto del cordón lateral, á cuyo nivel las más profundas describen arcos de concavidad interna, y finalmente, llegadas á las fronteras de la oliva, adquieren dirección resueltamente transversal.

Las fibras trapezoideas nacidas del ganglio lateral, constituyen tres corrientes: la *anterior*, la *media* ó *fascículo* de Held, y la *posterior*,

constitutiva de las estrías acústicas ó barbas del *calamus scriptorius*.

La *corriente anterior* no ofrece nada de particular, brota de la porción anterior del tubérculo y se junta á las fibras nacidas del ganglio ventral, pasando en su mayor parte por delante de la oliva.

La *corriente media*, bien descrita por Held en el gato, nace del segmento medio y posterior del tubérculo lateral, tuerce primeramente hacia atrás, costeano el cuerpo restiforme, vuelve en seguida hacia adelante, pasando en parte por la substancia gelatinosa del quinto par y en parte á través de la raíz descendente de éste, y gana, en definitiva, la región dorsal de la oliva superior para hacerse transversal (fig. 285, D). Esta corriente media hállase muy desarrollada en el gato y conejo; en el hombre, según hace notar Kölliker, faltaría por completo. Tampoco nosotros la hemos podido sorprender en el bulbo del niño ni en el hombre adulto (preparados de Weigert).

La falta en el hombre de la vía trapezóidea posterior, no arguye menudado desarrollo de las vías acústicas centrales; ello depende, sin duda, de la dislocación de una parte de ellas, en virtud de adaptaciones económicas de espacio y materia de conducción. A nuestro entender, dicha vía falta en el hombre, porque el enorme desarrollo del pedúnculo cerebeloso inferior, hubiera impuesto á la misma una revuelta de extraordinaria extensión, cosa que no ocurre en el gato y conejo, cuyos pedúnculos son sumamente delgados.

La *corriente posterior* ó estrías acústicas, tiene gran robustez en el hombre, aunque no falta tampoco en el gato, conejo y ratón. Consta esta corriente de haces separados, que, naciendo de la parte más posterior del tubérculo lateral, pasan por detras del pedúnculo cerebeloso inferior, cruzan transversal y superficialmente el ganglio de Deiters, sobre cuyo fondo gris destacan en blanco, vistas en el suelo del cuarto ventrículo, y en fin, ganan el rafe, y, después de entrecruzarse, se pierden en la substancia reticular. El curso de estas fibras, á partir del foco de Deiters, es muy difícil de seguir; en nuestros preparados de Weigert (gato de ocho días, niño de diecinueve), nosotros no las hemos perseguido con seguridad más que hasta la substancia reticular gris vecina y anterior á la porción ascendente del facial del mismo lado. Más allá se dispersan, confundiendo con las numerosas fibras transversales de la substancia reticular blanca.

Muchos sabios hacen llegar esta corriente cruzada hasta la oliva superior; otros, como Kölliker, son más circunspectos, confesando que es imposible seguirla hasta su paradero, aunque estimando verosímil que, arribada cerca de las olivas, constituye una vía central longitudinal continuada con el lemnisco externo. En los mamíferos (gato, perro), admite Kölliker que una parte de las estrías acústicas, no cruzaría el rafe, sino que se terminaría en la oliva superior homolateral. Nuestras

observaciones no permiten resolver este punto ; sólo podemos afirmar, contra Bechterew, que en ningún caso ganan el *floculus* del cerebello.

Ya hemos dicho más atrás, que las estrias acústicas podrían muy bien contener, como dice Oseretzkowsky, fibras cocleares directas. En los cortes de la región acústica del gato, hemos visto constantemente continuarse algunos fascículos de esta estria con un plano de tubos medulados, situados primeramente por fuera del pedúnculo, y luego entre el tubérculo acústico y la frontera externa del ganglio ventral. En fin, este plano de fibras robustas, parece continuarse hacia adelante, con parte del nervio coclear. Habla en pro de esta continuación, el hecho de que las estrias

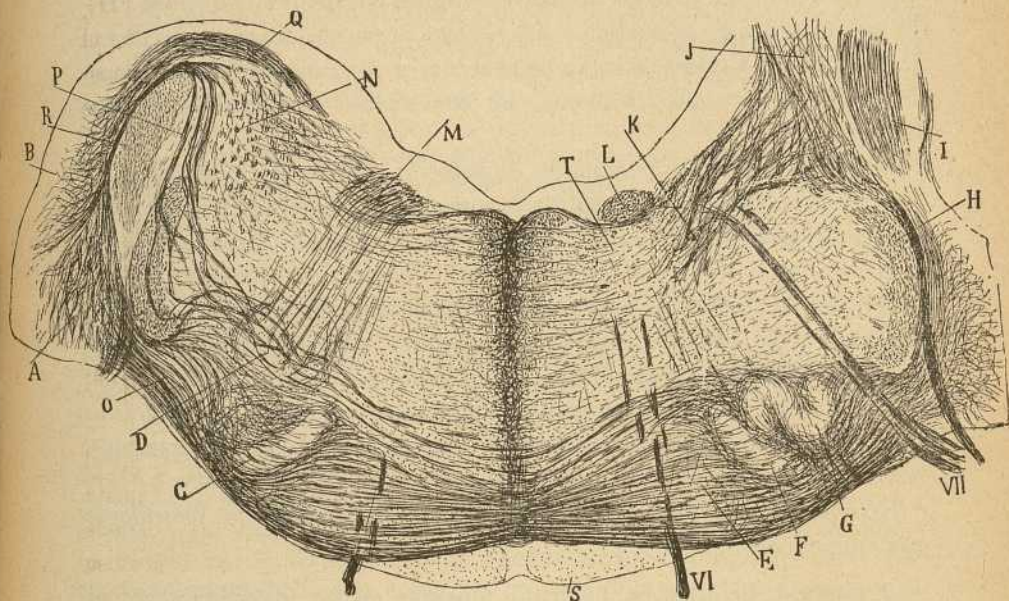


Fig. 285.—Corte transversal de la región del cuerpo trapezoide del gato de ocho días. (Método de Weigert-Pal). (El lado derecho de la figura representa un plano más alto que el izquierdo).— A, núcleo ventral del coclear; B, tubérculo acústico; C, F, oliva accesoria superior; G, oliva principal; D, núcleo del facial; E, núcleo del cuerpo trapezoide; H, porción descendente del trigémino; I, pedúnculo cerebeloso inferior; J, cordón cerebeloso-acústico; K, vía central del núcleo de Deiters; L, porción ascendente del facial; M, primer recodo de este nervio; N, núcleo de Deiters; O, fibras trapezoides externas; P, fibras trapezoides posteriores; Q, estria acústica; R, cuerpo restiforme; S, pirámide; T, foco del motor ocular externo; VI, motor ocular externo; VII, facial.

acústicas en el gato, se hallan solamente en aquellos cortes transversales del bulbo, en que se aprecia la penetración del nervio coclear (altura del núcleo del facial). En planos más altos, cuando la oliva superior aparece formada del todo, y el coclear cesa de presentarse en los cortes, la porción originaria de las estrias falta también.

Como dejamos expuesto más atrás, existen también tubos nerviosos, no brotados de los focos acústicos primarios, que siguen la dirección de las fibras transversales trapezoideas. Tales son, según Held y Kölliker, los axones horizontales de las células del núcleo trapezoide, y otros que

se originarían en la oliva superior (Held); pero estas fibras parecen acompañar solamente cierto trecho los manojos trapezoides, y si no de todas, de muchas podemos afirmar que, sin cruzar el rafe, se tornan verticales en la substancia blanca preolivar ó en regiones más internas, constituyendo, en fin, vías acústicas longitudinales de tercer orden. Es claro que si se demostrara que en el núcleo del cuerpo trapezoide y oliva accesoria se terminan fibras cocleares directas, entonces habría que estimar las vías verticales nacidas de estos focos como sistemas acústicos de segundo orden.

*Conexiones, curso y terminación de las fibras trapezoides.*—El curso, origen y terminación de las fibras trapezoides, constituye uno de los puntos más difíciles de la anatomía del sistema nervioso. No es, pues, de extrañar, que los autores no estén de acuerdo, y que sus aserciones fluctúen al compás de los nuevos trabajos, sin concretarse en fórmulas claras y definitivas.

Entre los problemas pendientes de solución, cuéntanse los siguientes:

¿El cuerpo trapezoide posee fibras comisurales que pongan en comunicación los ganglios acústicos? Además de la vía acústica cruzada, de cuya realidad no cabe dudar, ¿existe otra vía acústica homolateral ó directa? ¿Pasan todas las fibras trapezoides al lemnisco externo, ó las hay también que se agotan, á fuerza de arborizarse, en los focos acústicos secundarios del bulbo? Las células de los focos olivares y del núcleo del cuerpo trapezoide ¿refuerzan con sus axones la vía acústica central ó lemnisco externo, ó engendran más bien vías acústicas cortas, especiales, destinadas á provocar actos reflejos?

Hé aquí, lo que sobre algunas de estas cuestiones dicen los neurólogos más eminentes:

En general, los autores, haciendo hincapié en las investigaciones de Flechsig, Bechterew, Baginski, Monakow, Gudden, etc., suponen la existencia de dos vías trapezoides: la *principal ó cruzada* que, después de atravesar el rafe, se continúa con el lemnisco externo del lado opuesto; y la *pequeña ó directa* que se continúan con el lemnisco homolateral. Pero los sabios que han sometido esta doctrina á la prueba de toque de los métodos exactos, tales como Held y Kölliker, no han logrado presentar la prueba anatómica de la misma.

Para Held, las fibras trapezoides se dividirían, con relación á su origen, en cuatro especies: 1.<sup>a</sup>, *acústicas directas*, es decir, colaterales ó tallos originarios del nervio coclear, los cuales pasarían al lemnisco del otro lado, después de suministrar colaterales para los focos olivares y trapezoides de ambos lados (sistema acústico directo); 2.<sup>a</sup>, *acústicas de segundo orden*, las cuales, nacidas en los focos ventral y lateral de un lado, marcharían al lemnisco lateral opuesto; 3.<sup>a</sup>, *acústicas que podríamos llamar de tercer orden*, es decir, axones nacidos en los ganglios olivares y núcleo trapezoide homolaterales y prolongados hasta los focos del otro lado y acaso con el lemnisco opositolateral; 4.<sup>a</sup>, *acústicas interfocales*, ó axones que desde los focos olivares de un lado irían á los del opuesto y desde estos al núcleo ventral, constituyendo, en fin, una vía retrógrada de dos

neuronas, etc. Una parte de las fibras nacidas en las olivas podría no cruzarse, marchando al lemnisco de su lado, engendrando, por tanto, una vía acústica homolateral de segundo orden, á la que se sumarían algunas colaterales acústicas de primer orden.

En suma; el lemnisco externo ó vía acústica central, contendría según Held, las siguientes fibras acústicas ascendentes: 1.<sup>a</sup>, axones del núcleo ventral cruzado; 2.<sup>a</sup>, axones de la oliva superior cruzada; 3.<sup>a</sup>, axones del núcleo trapezoide cruzado; 4.<sup>a</sup>, axones de la oliva homolateral; 5.<sup>a</sup>, axones del núcleo trapezoide homolateral; 6.<sup>a</sup>, axones del núcleo ventral acústico homolateral; 7.<sup>a</sup>, verosímilmente fibras radiculares cruzadas del coclear.

Excusamos decir que todos estos complicados sistemas acústicos de Held son totalmente hipotéticos, puesto que, aun en las mejores condiciones, es imposible seguir una fibra trapezoidea desde el foco ventral de un lado hasta más allá del rafe. En cuanto á la vía acústica formada por colaterales directas del coclear, ésta podría existir; pero habría que considerarla, no como vía central, sino como un sistema especial del cuerpo trapezoide, terminando en los núcleos contralaterales de éste. En nuestro sentir, jamás un nervio sensitivo ó sensorial constituye verdaderas vías centrales; sus fibras se agotan siempre en focos sensitivos ó sensoriales primarios, de los cuales nace la verdadera vía central.

En realidad, de todas las fibras trapezoides de que habla Held, las únicas cuyo trayecto se puede dar como seguro, son las acústicas de segundo orden, es decir, las que naciendo en los focos ventral y lateral de un lado, cruzan el rafe, emiten colaterales para los ganglios olivares y accesorios y se continúan con el lemnisco del lado opuesto.

Por su parte, Kölliker, sin intentar resolver por entero el problema del origen y conexiones del cuerpo trapezoide, da por probable que una buena parte de las fibras trapezoideas llegadas del ganglio lateral, cruzan el rafe, y se terminan arborizándose en la oliva superior del lado opuesto. De ésta partirían también fibras acabadas en el ganglio lateral; por donde se establecería una doble vía cruzada desde la oliva de un lado al foco lateral del otro. Sobre si existen fibras trapezoideas de segundo orden, continuadas con el lemnisco externo, Kölliker no se pronuncia de un modo categórico; se inclina, empero, á la idea de que la vía acústica central se forma con axones de tercer orden, originados en la oliva y dirigidos á lo alto; fúndase para ello en que en los preparados de Weigert-Pal, las fibras del lemnisco externo parecen arrancar del contorno mismo de la oliva, sin continuarse con fibras trapezoides. No cabe duda de que, en parte, iníciase el lemnisco externo del hombre encima de la oliva superior; pero es también indudable, según hemos podido convencernos estudiando cuidadosamente una serie de cortes del bulbo del niño de pocos días (método de Weigert), que la mayoría de las fibras trapezoideas se reúnen por delante de los focos olivares del lado opuesto, y sin penetrar en éstos, se torna vertical para formar el lemnisco. El grueso de estas fibras verticales yace por fuera y delante del cabo superior de la oliva accesoria. Que la oliva superior debe contribuir muy poco á la formación del lemnisco, lo persuade también el carácter rudimentario de este ganglio en el hombre, en donde, no obstante lo cual, el cuerpo trapezoide y el lemnisco son mucho más robustos que en los mamíferos dotados de grandes focos olivares (gato, conejo). Es verdad que en el hombre la oliva

accesoria es comparable en desarrollo á la del gato ; pero este foco, según hemos demostrado en el conejo y ratón, no da fibras trapezoides, sino que engendra una vía vertical corta emplazada en la substancia reticular vecina. De nuestras investigaciones resulta como conclusión muy verosímil, que la cuantía de las fibras trapezoides y las del lemnisco externo guarda estrecha relación con la robustez del ganglio ventral del acústico. A esto obedece, sin duda, la robustez inusitada del cuerpo trapezoide en el hombre.

Por lo demás, la continuación del lemnisco externo con fibras trapezoides de segundo orden, es decir, nacidas en los focos acústicos primarios, es un hecho repetidamente comprobado por nosotros en el feto de ratón. En los cortes que interesan la región próxima á la protuberancia, se aprecia, según acreditamos en la fig. 284, R, que las citadas fibras se tornan verticales ya por fuera, ya por detrás de los focos olivares. Algunas de ellas se bifurcan, emitiendo una rama descendente de ordinario más delgada. En fin, otras, antes de bifurcarse ó hacerse verticales, suministran á la oliva superior una colateral.

En lo referente á las fibras retrógradas que, según Kölliker, desde la oliva superior marcharían al ganglio lateral opuesto, nosotros no hemos podido comprobarlas con seguridad. No es que neguemos la existencia de vías centrífugas para los focos acústicos ; estas fibras existen en la retina y bulbo olfatorio, y acaso existan también aquí ; queremos solamente decir que el sistema de tales fibras descrito por Held, y en parte admitido por Kölliker, no puede confirmarse por los métodos anatómicos directos.

En resumen, de la discusión entablada con ocasión de las opiniones de Held y Kölliker, y de nuestras recientes observaciones sobre el tema, se desprenden con caracteres de probabilidad las siguientes proposiciones :

1.<sup>a</sup> Todas ó casi todas las fibras trapezoides continuadas con el lemnisco externo, y formadoras, por tanto, de la vía acústica central, son axones acústicos de segundo orden nacidos en el ganglio ventral del coclear, en el tubérculo acústico, y acaso también en el núcleo del cuerpo trapezoide, que vendría á ser un segmento dislocado del ganglio ventral.

2.<sup>a</sup> Los axones nacidos en la oliva principal y accesoria, y acaso también en los focos pre-olivares, engendran en la substancia blanca del bulbo vías acústicas cortas verticales, destinadas verosímilmente á llevar la excitación auditiva á los focos motores (facial, espinal, motor ocular externo y nervios motores de la cabeza y cuello, etc.).

3.<sup>a</sup> Las fibras acústicas de segundo orden ó trapezoides propiamente dichas, continuadas, según dejamos afirmado, con el lemnisco externo, representan en su inmensa mayoría conductores contralaterales ó cruzados. No hemos podido asegurarnos de la existencia de la vía homolateral ; acaso esté representada por las estrías acústicas.

4.<sup>a</sup> En su camino transversal por el bulbo, esta vía opo-sito-lateral de segundo orden, suministra numerosas colaterales para todos los focos acústicos del cuerpo trapezoide (oliva superior, oliva accesoria, ganglios pre-olivares, núcleo del cuerpo trapezoide, etc.). La mayor parte de es-

tas fibras trapezoides parecen suministrar exclusivamente colaterales para los focos de su lado; pero las hay también que proveen de ellas a los núcleos de ambos lados. De todos modos, debe hacerse constar que la vía refleja engendrada por tales colaterales es en gran parte homolateral, á la manera de lo que sucede con las vías sensitivas de segundo orden.

5.<sup>a</sup> Es probable la existencia de fibras trapezoides terminales, originadas en los ganglios acústicos primarios. Por tales reputamos, sobre todo, las fibras trapezoides contralaterales que se arborizan en la oliva accesoria. No cabe, sin embargo, excluir por completo la idea de que estas fibras terminales sean tubos cocleares directos.

6.<sup>a</sup> Al continuarse algunas fibras trapezoides con el lemnisco externo, suministran ramas ó colaterales descendentes, constitutivas acaso de alguna vía acústica corta, distribuída quizá, mediante colaterales, en los focos del facial y demás núcleos motores del bulbo.

7.<sup>a</sup> No parecen existir en el cuerpo trapezoides fibras comisurales destinadas á juntar focos acústicos homónimos, como tampoco se las halla entre las retinas y entre focos sensitivos de primer orden.

**Lemnisco lateral y sus ganglios.** — Las fibras del cuerpo trapezoides constituyen detrás y en torno de los focos olivares una vía longitudinal, en gran parte ascendente y en parte descendente. La *descendente*, en la que colaboran muchos axones de la oliva y ganglios limítrofes, baja por detrás del facial, llevando un curso y alcanzando una extensión que no puede puntualizarse. La ascendente, muy robusta y formada de fibras trapezoides nacidas en los ganglios acústicos primarios, constituye la gran vía llamada *lemnisco externo, vía acústica central, cinta de Reil externa*, etc., sistema de fibras que aparece completamente formado en cuanto la substancia del puente viene á reemplazar á la oliva superior y demás núcleos accesorios de ésta. La continuidad entre el cuerpo trapezoides y el lemnisco externo, es facilísima de ver en los cortes transversales del puente de Varolio que interesen el tubérculo cuadrigémino posterior (ratón y rata recién nacidos).

Como se aprecia en la fig. 286, A, el lemnisco lateral consta de hacecillos flexiformes separados por islotes de células nerviosas, las cuales se acumulan en dos masas principales: una gruesa, bien desarrollada, situada en la parte inferior del lemnisco y designada *núcleo del lemnisco lateral*; otra superior, formada por montones celulares discontinuos, que cabría llamar *núcleo superior del lemnisco lateral*. En el ratón y conejo, estos dos focos están unidos por rastros celulares menos importantes, separados por hacecillos.

*Ganglio inferior del lemnisco lateral.*—Este foco es considerado por Roller y Held como mera continuación de la oliva superior, la cual, para formarle, se acodaría, haciéndose ascendente. No podemos participar de esta opinión, pues las células del núcleo que estudiamos no se





parecen ni en forma ni en conexiones á los corpúsculos de la oliva : en vez de ser como éstos, pequeños, y exhibir apéndices complicados y pen-niformes, son robustos, estrellados ó fusiformes, y sus dendritas se pre-sentan largas, desnudas, varias veces ramificadas y á menudo orientadas

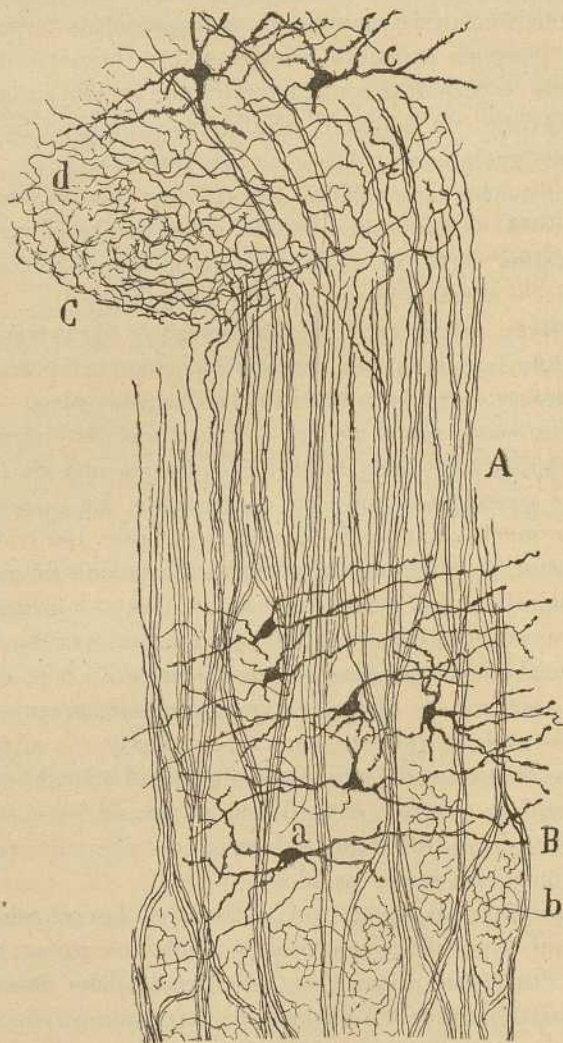


Fig. 286.—Foco superior del lemnisco externo.—A, Lemnisco externo; B, células; *b*, colaterales de la vía acústica central; *c*, células del tubérculo cuadrigémino posterior; *d*, plexo pericelular de éste.

de fuera adentro. La prolongación funcional no es ascendente, como la dibuja Held ; al menos, en nuestros preparados se dirigía siempre hacia adentro y parecía ir en dirección del rafe, sin que la hayamos seguido lo bastante para cerciorarnos de su paradero.

Del curso de las fibras del lemnisco externo brotan, en ángulo recto, infinidad de colaterales cortas, varicosas, repetidamente ramificadas y constitutivas de un plexo tupidísimo que rodea las células del ganglio inferior ó núcleo del lemnisco. Estas colaterales han sido ya mencionadas por Held.

*Ganglio superior del lemnisco lateral.*—Las células de este foco se presentan más diseminadas que las del inferior, y se muestran generalmente fusiformes, y provistas de expansiones protoplásmicas polares extendidas transversalmente. El cilindro-eje marcha casi siempre hacia adentro y quizás cruza la línea media para constituir la decusación ventral de la calota en unión de otros elementos. De la parte alta del lemnisco á la altura del ganglio que estudiamos, parten colaterales rectas, larguísimas, las cuales no se ramifican entre las células de éste, sino que se prolongan hacia adentro, alcanzando quizás el rafe. No hemos podido ver los cilindros-ejes, que según Held, saldrían de lo alto del lemnisco é ingresarían en el pedúnculo cerebeloso superior. Tampoco hemos logrado hallar células de los focos del lemnisco, cuya expansión funcional sea descendente.

La parte del lemnisco que no se ramifica en el núcleo del tubérculo cuadrigémino posterior, ingresaría en el núcleo del lado opuesto, después de cruzar la línea media por encima del acueducto (Held). Hemos comprobado, en efecto, esta continuación del lemnisco hacia arriba, pero jamás hemos alcanzado á seguir una fibra hasta encima del acueducto.

Finalmente, la mayoría, por lo menos, de las fibras del lemnisco externo, aborda el núcleo del tubérculo cuadrigémino posterior, donde acaban por arborizaciones terminales, bien descritas por Held. De este punto surgiría una nueva vía ascendente, nacida en las neuronas de este foco, y prolongada probablemente hasta las regiones acústicas del cerebro. De esta vía y del ganglio en que se origina, trataremos al hablar de los tubérculos cuadrigéminos.

#### Consideraciones fisiológicas sobre los ganglios y vías acústicas. —

La interpretación fisiológica de las vías acústicas y vestibulares, es hoy menos difícil que en otros tiempos, gracias al conocimiento que tenemos de las terminaciones centrales y periféricas de los ganglios de Escarpa y espiral del caracol, núcleos de origen de los nervios vestibular y coclear. Las dudas y los puntos oscuros del dinamismo de dichos nervios sensoriales, corresponden á las lagunas de la observación anatómica, y se refieren sobre todo á la marcha de las corrientes en las vías centrales engendradas en los focos primarios y secundarios. De todos modos, he aquí las inducciones fisiológicas que pueden sacarse de las recientes adquisiciones.

*Marcha de las corrientes en el aparato vestibular.* — Se inicia en las células ciliadas de las crestas acústicas de los conductos semicirculares,

á consecuencia de las sacudidas que los movimientos de la cabeza imprimen en el líquido de estos conductos; desde las células ciliadas pasa la

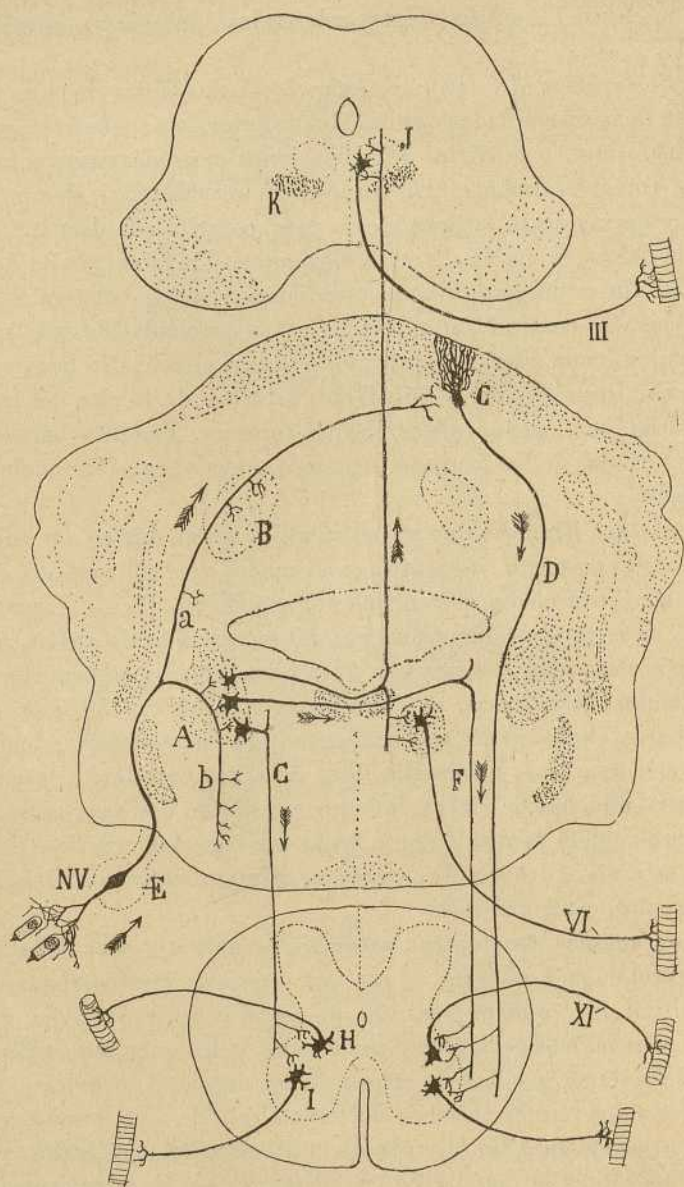


Fig. 287. — Esquema de la marcha de las excitaciones en las vías del vestibular del gato. — A, ganglio de Deiters; B, ganglio del techo del cerebelo; C, célula de Purkinje; D, vía descendente de Marchi; E, ganglio de Escarpa; F, G, vías vestibulares cortas del bulbo; H, núcleo del espinal; I, núcleo motor de los nervios cervicales; J, foco del motor ocular común; K, fascículo longitudinal posterior; III, motor ocular común; VI, motor ocular externo; XI, espinal; NV, nervio vestibular.

conmoción á la arborización periférica de las prolongaciones externas de los corpúsculos del ganglio de Scarpa, y desde éstos, marchando por la prolongación interna, se propaga á los núcleos de Deiters, de Bechterew, dorsal descendente, y en fin, al cerebelo mismo. Arribada á estos focos, la excitación es recogida por el soma y dendritas de los corpúsculos en ellos residentes, desparramándose en una porción de vías secundarias ascendentes unas y terminadas, con el fascículo longitudinal posterior, en los focos motores de los ojos, descendentes las más y relacionadas, directa ó indirectamente, con los núcleos motores de la cabeza y tronco. La marcha seguida por el impulso nervioso en las referidas vías, constituye un buen argumento en favor de la teoría de la polarización dinámica y en pro de lo que nosotros hemos llamado *avalancha de conducción*. En efecto, la excitación recibida por un grupo de células ciliadas y propagada á un sólo corpúsculo bipolar del ganglio de Scarpa, se comunica en los focos vestibulares primarios á un número extraordinario de células, creciendo todavía el caudal de corpúsculos interesados en la conducción en los núcleos motores con que se conexionan las colaterales y terminales de las vías secundarias. Esta extraordinaria difusión de la excitación, se concilia muy bien con el carácter especial indeterminado de las impresiones recibidas por el aparato vestibular. En efecto, este aparato, lejos de ofrecer la delicadeza analítica del oído ó del ojo, parece representar exclusivamente un mecanismo de reflejos motores, cuya máquina está organizada, no para suscitar sensaciones precisas, sino para compensar rápidamente y por vía refleja los desequilibrios de posición de la cabeza y tronco; á pesar de lo cual, no debemos imaginar que la excitación recolectada por un grupo de células bipolares pone en conmoción todas las vías secundarias brotadas en los citados focos, sino una categoría particular de conductores, todo lo extensa que se quiera, pero perfectamente independiente de las vías por que se transmite el impulso recibido por las células ciliadas de otro conducto semicircular. De este modo se concibe bien que, á un movimiento particular de la cabeza, corresponda la acción compensadora de aquel grupo de músculos destinado á restablecer el equilibrio de la misma.

Este oficio de establecer una asociación dinámica entre el aparato receptor sensible á las desviaciones de la cabeza, y los músculos destinados á la equilibración, imponía una comunicación del aparato vestibular con el cerebelo, centro que los fisiólogos estiman como el órgano de la coordinación de los movimientos necesarios al equilibrio. Y en efecto, ya hemos visto que esta comunicación existe y que está representada por la rama ascendente de la bifurcación de las radiculares del nervio. De esta suerte, el impulso recolectado por el grupo de bipolares anejas á un conducto semicircular, se propagará directamente á la lámina cerebelosa en donde moran las células de Purkinje, que rigen los focos

motores (mediante la vía descendente de Marchi, de la médula), bulbares y medulares inervadores de los músculos que realizan la acción equilibradora.

La rama descendente y sus colaterales, así como las vías secundarias engendradas en los núcleos de Deiters, dorsal, etc., podrían servir para producir movimientos asociados y conjugados de orden reflejo. Así, por ejemplo: mediante la participación que el núcleo de Deiters tiene en la construcción del fascículo longitudinal posterior (relacionado, como es sabido, con los núcleos motores de los ojos), se explicaría fácilmente este hecho: que, cuando moviendo la cabeza, miramos un objeto, los ojos giran en sentido inverso de ésta, á fin de mantener la imagen en la fosea central. Acaso todas las vías formadas por las ramas descendentes sirvan de camino á los reflejos motores que por su sencillez no deban exigir la superior coordinación del aparato cerebeloso.

*Corrientes en el aparato coclear.*— Conocemos ya, por el resumen dado al exponer los ejemplos en que se apoya la teoría de la polarización dinámica (véase tomo I, pág. 85), cuál es la marcha de las corrientes en el conjunto de las vías cocleares. Aquí, pues, añadiremos solamente algunas consideraciones relativas al papel desempeñado por las diversas neuronas que intervienen en la conducción.

Cualquiera que sea la hipótesis fisiológica que se admita sobre el mecanismo de impresión de los sonidos— bien se consideren las pestañas de las células ciliadas como cuerdas ó bastones elásticos capaces de vibrar al unísono de determinadas ondas, ó como meros aparatos de recepción de choques provocados por la membrana tectoria, á impulsos de las ondas del líquido del laberinto—, un hecho resulta á nuestro juicio indudable, y es que las células ciliadas del aparato de Corti, que representan en realidad los conos y bastones de la retina, son los primeros anillos de la cadena nerviosa de conducción, y los órganos analíticos en donde las palpitaciones mecánicas producidas en el líquido de la ramba vestibular por las oscilaciones del estribo se convierten en impulsos nerviosos. Y como cada arborización nerviosa terminal, entra en contacto con un grupito de corpúsculos ciliados (por lo menos, esto ocurre en algunos animales), es de suponer que la función analizadora sea idéntica para cada uno de estos grupos, ó en otros términos, que, para cada sonido diferente, debe entrar en conmoción simpática, no una sólo ciliada, sino la pléyade entera de elementos regidos por la misma bipolar.

Es muy difícil hallar una razón fisiológica de la disposición ofrecida por las bipolares de expansión periférica bifurcada ó trifurcada, cada una de cuyas ramas se conexiona con grupos de ciliadas situadas á gran distancia quizá, y afectas á sonidos diferentes. ¿Se destinan quizá estas bipolares á conducir la impresión compleja de los sonidos armónicos? Pudiera suceder; pero desgraciadamente no tenemos hecho alguno sobre

qué basar semejante conjetura. Fáltannos, para valorarla, de una parte, la demostración de las últimas terminaciones de las ramas periféricas de

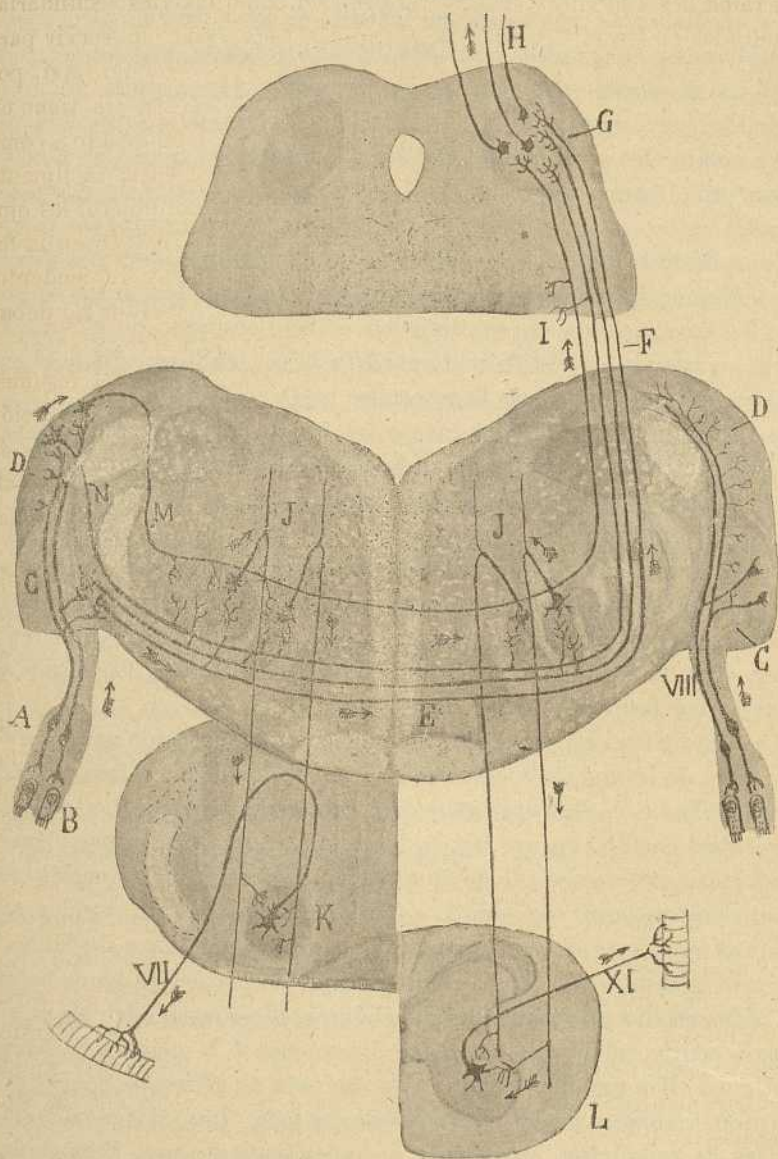


Fig. 288.—Esquema de la disposición del cuerpo trapezoide y marcha de las corrientes en el conjunto de las vías acústicas primarias y secundarias.—A, ganglio espiral del caracol; B, células ciliadas; C, ganglio ventral del coclear; D, tubérculo acústico; E, cuerpo trapezoide; F, lemnisco externo ó vía acústica ascendente; G, foco del tubérculo cuadrigémimo posterior; H, vía acústica central ó de tercer orden; I, colaterales para el ganglio superior del lemnisco; J, vías acústicas cortas nacidas en los focos olivares; K, núcleo del facial; L, médula cervical con el foco del espinal; VIII, octavo par ó acústico; VII, séptimo par; XI, undécimo par.

las referidas bipolares, y de otra una teoría definitiva del mecanismo de impresión del sonido en las células ciliadas.

Propagado el impulso á las bipolares del ganglio espiral del caracol, deriva, mediante las prolongaciones internas de éstas, hasta los corpúsculos residentes en el ganglio ventral, tubérculo acústico, y acaso el núcleo del cuerpo trapezoide. De aquí, en fin, la onda acústica asalta el cuerpo trapezoide y se desparrama en dos corrientes: la *refleja*, que, fluyendo por las colaterales y terminales del cuerpo trapezoide, gana las olivas y núcleos pre-olivares, y marcha, finalmente, por los axones de éstas, á lo largo del bulbo, es decir, á lo largo de las vías cortas originadas por estos focos hasta los núcleos de origen de los nervios motores; y la *directa* ó *central* que, recorriendo los axones de la vía trapezóidea, cruza en gran parte la línea media y se continúa en el lado opuesto con el *lemnisco lateral*, muriendo en el tubérculo cuadrigémimo posterior, desde el cual un nuevo anillo de neuronas la transmite hasta el cerebro.

Que los ganglios acústicos y cuerpo trapezoide constituyen el origen y curso respectivamente de las fibras destinadas á llevar el sonido á los órganos centrales, es cosa bien averiguada desde las investigaciones de Flechsig, Bechterew, etc. Pero desde el momento en que queremos puntualizar el papel que en la conducción acústica desempeñan los diversos focos y vías, las dudas surgen por todos lados, y el investigador no puede formular sino posibilidades, conjeturas más ó menos racionales, que representan otras tantas interrogaciones á la experimentación fisiológica y á la anatómica futuras.

*A priori*, y supuesto el carácter analítico de la sensación acústica y la diversidad de los aparatos colectores de que el nervio coclear procede, (células ciliadas de distinta categoría), es de presumir que tanto el ganglio ventral como el cuerpo trapezoide, estén representados por pléyades de neuronas escalonadas de delante atrás, cada una de las cuales tiene por misión transmitir un sonido especial ó un grupo de sonidos muy próximos. Que este escalonamiento de neuronas puede ser un hecho, lo persuade la disposición terminal del nervio coclear, cuyas fibras no acaban todas en una misma región gangliónica, ni se confunden en un plano para emitir colaterales en todas direcciones á la manera de nervios sensitivos, sino que disponen sus bifurcaciones en serie que comienza en la región ventral y acaba en la dorsal del foco. Las ramas colaterales nacidas de cada rama ascendente y descendente de una fibra coclear, guardan también un cierto orden de distribución, marchando de preferencia hacia afuera y relacionándose, quizá, con un plano especial de células nerviosas. Hasta el carácter morfológico distinto de los elementos anteriores y posteriores del foco ventral, habla en pro de esta categorización de neuronas por grupos isodinámicos.

Al tratar de la bifurcación de las radicales del coclear, hemos ex-

puesto que la rama ascendente se terminaba por bulbos espesos aplicados sobre el soma de las células del ganglio ventral, mientras que el tubérculo acústico recibía las ramillas no terminadas en bulbos, sino por amplias arborizaciones libres, de la rama descendente. ¿Cómo debemos interpretar semejante contraste de disposición? A nuestro parecer, la rama ascendente de bifurcación del coclear es la vía por donde marcha la corriente acústica central destinada al cerebro, mientras que las numerosísimas colaterales y terminación de la descendente, podrían muy bien representar el camino de los reflejos. Dos hechos apoyan este modo de ver: 1.º El carácter de las articulaciones establecidas por los bulbos terminales de la rama ascendente, articulaciones dotadas de una gran individualidad, puesto que se establecen entre una célula del ganglio ventral y uno, dos, lo más tres bulbos nerviosos del nervio coclear. Ahora bien, esta perfecta individualización de las transmisiones que no se halla en las articulaciones de la rama descendente, se concilia muy bien con la necesidad de crear, para la transmisión de cada sonido diferente, una vía especial y bien separada. 2.º La analogía existente entre la referida disposición y la bien conocida de las vías sensitivas medulares. Con efecto, según es bien sabido, las fibras llamadas sensitivas largas, nacidas en los ganglios raquídeos, poseen también dos ramas: ascendente larguísima, destinada á conducir el impulso centrípeto, puesto que se termina en los ganglios de Goll y de Burdach, estaciones de partida de la cinta de Reil; y rama descendente, más las colaterales de la ascendente y descendente, destinadas indudablemente á establecer vías reflejas.

En armonía con lo expuesto, cabría estimar que el tubérculo acústico no es foco origen de la vía central, sino el punto de partida de vías cortas intrabulbares, destinadas á los reflejos. Acaso de este foco nacen todas las fibras trapezoides que se agotan en las olivas y otros núcleos bulbares. En favor de esta suposición, hablan, además, la escasez del desarrollo de este tubérculo acústico en el hombre, escasez que comparte con los focos olivares proporcionalmente más desenvueltos en los animales, y el superior desenvolvimiento del ganglio ventral humano, superioridad que parece designarlo para primera estación de empalme de la vía acústica central.

El predominio de las vías reflejas homolaterales sobre las oposito-laterales, originadas en las colaterales del cuerpo trapezoide, es un hecho cuya significación fisiológica puede presumirse. En efecto, al oír un sonido cualquiera, volvemos instintivamente la cabeza en dirección del cuerpo sonoro, y este movimiento tiene por agentes los músculos del cuello y espalda, y por vías nerviosas probables las citadas colaterales homolaterales trapezoides, la oliva y sus focos accesorios del mismo lado, los axones y colaterales de las células de estos núcleos, y, finalmente, los núcleos motores medulares del espinal y pares cervicales.



Camino parecido debe seguir la excitación acústica en la producción del fenómeno reflejo de la tensión de la membrana timpánica, cuando se recibe la impresión de un ruido violento. En semejante caso, deben intervenir las colaterales de la vía acústica secundaria descendente, algunas de las cuales se terminan en el núcleo motor inervador del músculo del martillo.

FOCOS CENTRALES DEL NERVIIO ACÚSTICO DE LAS AVES. — En la cara dorsal del bulbo de las aves, cerca del suelo ventricular, hállanse reunidos los focos terminales del coclear y vestibular, focos que han sido particularmente estudiados por Brandis (1), nosotros (2), Deganello (3) y Wallenberg (4).

Según Brandis y Wallenberg, el coclear tendría su terminación en dos núcleos, uno lateral, que llaman *foco angular* (*Eckkern*) (fig. 289, C), y otro dorsal, constituido por gruesas células (*Grosszelligenkern*) (figura 289, D); mientras que el vestibular acabaría: 1.º, en un foco situado delante de los anteriores, llamado *campo acústico*, continuado inferiormente con un núcleo extendido hasta la médula; 2.º, en otro núcleo posterior, de sección triangular, situado junto al rafe, en el suelo del ventrículo; 3.º, en el núcleo lateral del cerebelo; 4.º, en el foco del motor ocular externo, etc. Fibras vestibulares directas pasarían también, según Wallenberg, al cordón antero-lateral del bulbo y al cuerpo restiforme, marchando en sentido ascendente.

Es muy difícil determinar la homología de todos estos focos por comparación con los de los mamíferos, y establecer con precisión cuáles son los relacionados con el coclear y cuáles con el vestibular. Dificulta esta empresa la dislocación, así como los cambios de forma ocurridos en todos ellos; por lo cual nosotros hemos vacilado mucho antes de pronunciarnos sobre las relaciones de los citados núcleos. No obstante, hoy, en vista de los importantes trabajos de Brandis realizados con el método de Weigert, y de los no menos valiosos de Deganello y Wallenberg, efectuados con el de Marchi, y adoptando de preferencia el criterio estructural, nos inclinamos á afirmar la siguiente homología: el *foco angular* y el de *gruesas células*, corresponden respectivamente al *tubérculo acústico* y *ganglio ventral* de los mamíferos; el *foco de pequeñas células* podría ser, como quiere Brandis, la *oliva superior*, y acaso mejor la accesoria. En fin, el núcleo subventricular, situado por dentro del foco de

(1) Brandis: *Loc. cit. Arch. f. mikros. Anat.* Bd. 43.

(2) Cajal: Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios del encéfalo. *Anal. de la Soc. esp. de Historia natural*, 2.ª serie, tomo III, 1894.

(3) Deganello: Asportazione dei canali semicirculari degenerazioni consecutive nel bulbo et nel cerveletto. *Rev. experiment. di Freniatria.* Bd. 29, 1899.

(4) Wallenberg: Ueber centrale Endstatten des Nervus octavus der Taube. *Anat. Anzeiger*, núm. 4 u 5, 1900.

grandes células, representa el *núcleo dorsal* del vestibular de los mamíferos, mientras que el *campo acústico*, situado por delante de los ganglios cocleares, vendría á corresponder al foco descendente y ganglio de Deiters de estos animales.

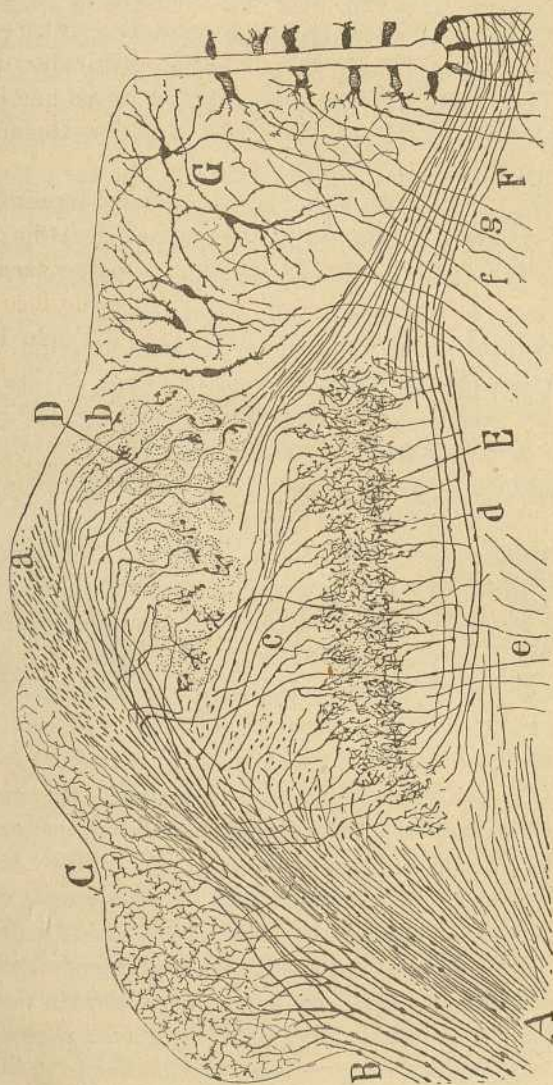


Fig. 289. — Focos acústicos del embrión de pollo de catorce días. — A, radicales del coclear; B, bifurcación de radicales; C, núcleo angular; D, foco de gruesas células; E, foco de pequeñas células; G, núcleo dorsal del vestibular; F, cuerpo trapezoidal; a, ramas ascendentes del coclear cortadas de traves; b, bulbos terminales de estas ramas; c, colaterales cocleares destinadas al foco de pequeñas células; d, colaterales destinadas al mismo foco, pero llegadas del opuesto lado.

Focos cocleares. — a) *Núcleo angular* (fig. 290, C). — Nuestras observaciones en el embrión de pollo, prueban que el nervio coclear de las aves se bifurca como el de los mamíferos, y una de las ramas, correspondiente á la descendente de éstos, se arboriza en torno de las cé-

lulas del núcleo angular. A veces, las arborizaciones engendran tupidos nidos pericelulares. Las células, que son estrelladas ó fusiformes y ricas en dendritas, envían el axon hacia adentro, el cual cruza el campo acústico y se continúa con las fibras terminales de la substancia reticular, cuyo paradero ignoramos.

b) *Núcleo de gruesas células* (fig. 290, A). — Recibe la arborización terminal de la rama posterior ó más larga del coclear, equivalente á la ascendente de los mamíferos, la cual acaba también sobre las células, á favor de unos pequeños bulbos ó arborizaciones recias y pobrísimas en ramillas. A semejanza de lo que se ve en el foco ventral de los mamíferos, las arborizaciones terminales más distales son más espesas y pobres en ramas que las proximales, entre las cuales se sorprenden ya genuínos nidos pericelulares. Las células afectan figura esferoidal, son espesas y muy escasas de dendritas, las cuales son breves y de contorno áspero. Del soma brota un axon robusto, que se dirige al rafe, engendrando con sus congéneres, en pleno suelo ventricular y detrás del fascículo longitudinal posterior, un grueso haz medulado, que corresponde sin duda al *cuerpo trapezoide* ó vía acústica central de los mamíferos. Repárese que esta vía acústica central está completamente cruzada. Resulta, pues, que en las aves, el cuerpo trapezoide es posterior en vez de ser, como en los mamíferos, anterior á la substancia reticular blanca y gris del bulbo.

c) *Núcleo de pequeñas células*. — Situado por delante del precedente y de forma alargada, ofrece la singular particularidad de ser el punto de terminación de dos series de colaterales: serie posterior, brotada del curso antero-posterior de la rama coclear larga ó posterior (fig. 289, E), y terminada á favor de elegantes y tupidas arborizaciones extendidas por la mitad dorsal del ganglio; y serie anterior, nacida de fibras llegadas del rafe y arborizadas de manera análoga en el lado ventral del foco que estudiamos. Las fibras que suministran estas colaterales, las hemos seguido alguna vez hasta más allá del rafe, pareciéndonos que se continúan con colaterales gruesas ó fibras terminales del coclear del lado opuesto, ramas que se inician en el contorno del foco de gruesas células.

En cuanto á las células, ofrecen gran semejanza con las de la oliva superior accesoria de los mamíferos; son fusiformes, exhibiendo dos penachos de dendritas espinosas, y poseen un axon cuya dirección no hemos podido precisar; en algunas células (fig. 290, B) nos ha parecido que iba al rafe, aunque no podemos asegurar que positivamente lo alcance. En suma, contra el parecer de Brandis y de Wallenberg, que estiman el foco de pequeñas células como un ganglio independiente de la esfera acústica, nuestras observaciones tienden á demostrar que positivamente este foco mantiene relaciones directas con el coclear, y no de uno, sino de ambos lados; por consecuencia, debemos suponer que los axones nacidos en él representan una vía acústica primaria.

**Focos vestibulares.** — Nuestras observaciones sobre estos focos son todavía muy incompletas, por la escasez de las buenas impregnaciones logradas en el embrión de pollo. Expondremos, no obstante, algunos datos :

Es el primero el relativo á la bifurcación del vestibular. Realízase éste cerca de la superficie bulbar, y de las dos ramas, una es *ascendente* y marcha al cerebelo con el cordón cerebeloso-acústico, y otra es *horizontal* y corre hacia adelante y atrás, cruzando el campo acústico, al cual suministra varias colaterales ; una de ellas, acaso la rama más espesa ó terminal, atraviesa el cuerpo trapezoide é ingresa en el foco dorsal, donde se termina por arborizaciones libres y extensas (fig. 289, G).

En el campo acústico existen dos focos : *uno externo*, formado por gruesas células y correspondiente quizás al ganglio de Deiters ; *otro interno*, más extenso, prolongado hasta cerca del fascículo longitudinal

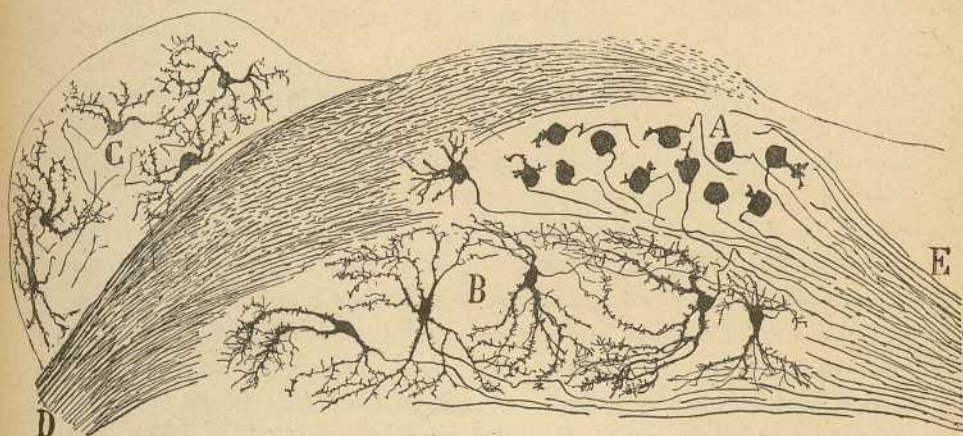


Fig. 290. — Focos acústicos del embrión de pollo. — A, núcleo de gruesas células ; B, núcleo de pequeñas células ; C, foco angular ; E, cuerpo trapezoide.

posterior y compuesto de células estrelladas más pequeñas (¿ganglio descendente?). En ambos se descubren arborizaciones pericelulares, nacidas de colaterales del vestibular. Tocante á los axones de los elementos de estos focos, así como del dorsal, nada seguro podemos todavía exponer.

La rama ascendente del vestibular suministra colaterales para un foco situado á la entrada del cerebelo (*nuestro foco cerebeloso-acústico* ó *vestíbulo-acústico*) correspondiente al *ganglio peduncular* de Brandis.

En resumen, los focos acústicos de las aves están constituídos según el mismo plan que los de los mamíferos ; solamente que, por acomodaciones á la forma y extensión de los demás núcleos y vías bulbares, han variado de forma y de lugar, siendo difícil á veces reconocerlos. El desarrollo de las vías centrales acústicas, singularmente de las originadas

en el foco de grandes células del coclear, es muy notable en los pájaros canoros (jilguero y canario, etc.), en donde alcanzan á veces desarrollo superior á las de los pequeños mamíferos (rata y ratón). Bajo este aspecto sería muy interesante un estudio comparado del cuerpo trapezoide de las aves canoras y de las que no lo son; acaso se consiguiera con ello puntualizar la posición de los conductores de sonidos, separándolos de las vías transmisoras de los ruidos. Tocante á las vías centrales del vestibular en las aves, nada seguro podemos adelantar.

## CAPÍTULO IX

### NERVIO FACIAL

Foco motor y sus radicales. — Vías sensitivas reflejas. — Ganglio geniculado. — Nervio de Wrisberg. Consideraciones fisiológicas sobre los reflejos del facial.

Consta este nervio de dos raíces: la principal ó motriz, *nervio facial propiamente dicho*; y la sensitiva ó delgada, conocida también con el nombre de *nervio intermediario* de Wrisberg.

### PORCIÓN MOTRIZ

En el hombre yace el núcleo motor del facial en el espesor de la protuberancia, por dentro de la raíz descendente del trigémino, por detrás de las fibras más bajas del cuerpo trapezoide y resto del cordón lateral, y rodeado, por el lado dorsal y contornos interno y externo, de la substancia reticular gris. En los roedores (conejo, ratón), así como en los carnívoros (gato, perro), el núcleo del facial hállase más cerca de la cara ventral del bulbo, por consecuencia de la delgadez de la protuberancia y cuerpo trapezoide, descendiendo también más abajo, como lo muestra la fig. 292, A, en que se ven á la vez las raíces del vago con su núcleo sensitivo y el núcleo motor del séptimo par. La figura de este foco es oblonga de arriba á abajo, de contorno irregular, como lobulado, ofreciendo, hacia adelante, una parte deprimida ocupada por haces del cordón lateral. Su cabo superior raya casi en la oliva superior, mientras que su extremo inferior confina con el cabo alto del núcleo ambiguo.

En las preparaciones de Nissl se nota muy claramente formado, tanto en sentido vertical como en el horizontal, de focos ó pléyades celulares, separados por tabiques de substancia blanca (fig. 291).

Según Marinesco (1) y van Gehuchten, que han trabajado con dicho método, el núcleo del séptimo par contendría *tres columnas celulares* dispuestas en un plano ventral, y una columna aislada situada más posteriormente, y que puede llamarse *núcleo dorsal*. Este núcleo dorsal (figura 291, CP,) representa el origen de las fibras nerviosas del facial superior; es decir, de la rama de este nervio destinada al frontal, superciliar

(1) *Marinesco*: L'origine du facial supérieur. *Revue neurologique*, 1898.

— *Nouvelles recherches sur l'origine du facial supérieur. Presse médicale*, número 69, Août, 1899.

y orbicular de los párpados (van Gehuchten, Marinesco). De las tres columnas ventrales, la *interna* inerva los músculos de la oreja y oído interno, como se deduce del hecho de escapar sus elementos á la cromatolisis, cuando se secciona el facial más allá de la rama auricular, es decir, cuando han emergido ya todos los ramos destinados á los músculos de la caja timpánica y oreja. En cuanto á la *columna intermediaria* y á la *externa*, originarían respectivamente, según Marinesco, los ramos bucales inferiores y los superiores. Por lo que hace á las relaciones que Duval,

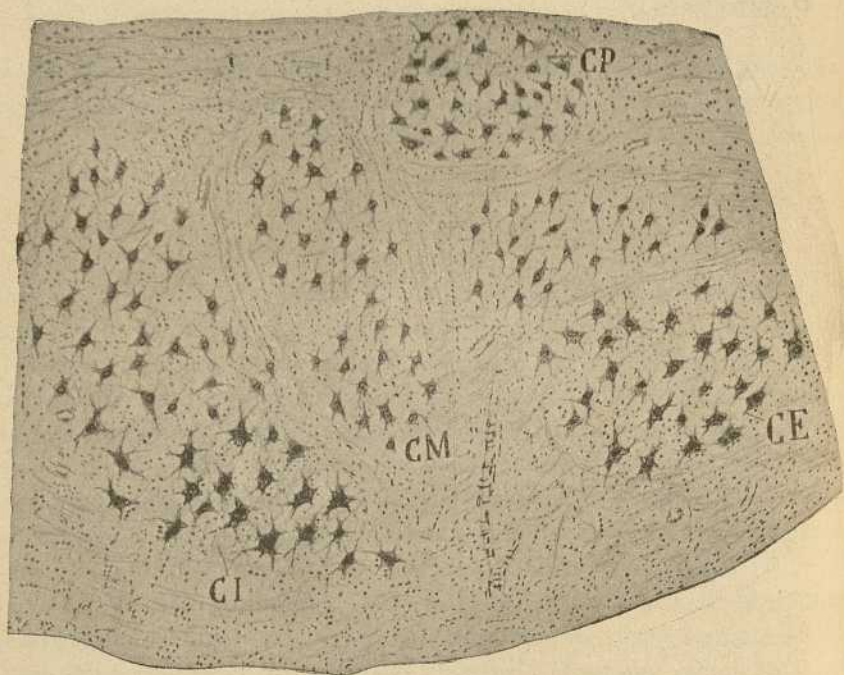


Fig. 291.—Corte transversal del núcleo facial del conejo. Método de Nissl.—CI, columna celular interna; CM, columna celular media; CE, columna externa; CP, columna posterior.

Testut y Mendel, habían supuesto entre las fibras del facial superior y el foco de origen del motor ocular externo, no han sido confirmadas por Marinesco y van Gehuchten (1). Tampoco nosotros hemos podido sorprenderlas, con los métodos de Nissl y de Golgi, en el ratón, conejo y gato.

Como puede verse en la figura 291, que copia un corte transversal del núcleo del séptimo par del conejo, la riqueza en células, así como el ta-

(1) *Van Gehuchten*: Recherches sur l'origine réelle des nerfs craniens. Le nerf facial. *Jour. de Neurol.*, 1898.

— Véase también: *Anatomie du système nerveux*, etc. 3.<sup>a</sup> édition, 2.<sup>o</sup> vol., 1900, pág. 107 y siguientes.

maño de éstas, varía algo en las tres columnas ó focos secundarios del facial.

Las más numerosas son las de las columnas interna y externa, en las cuales residen asimismo los corpúsculos más voluminosos y ricos en hu-

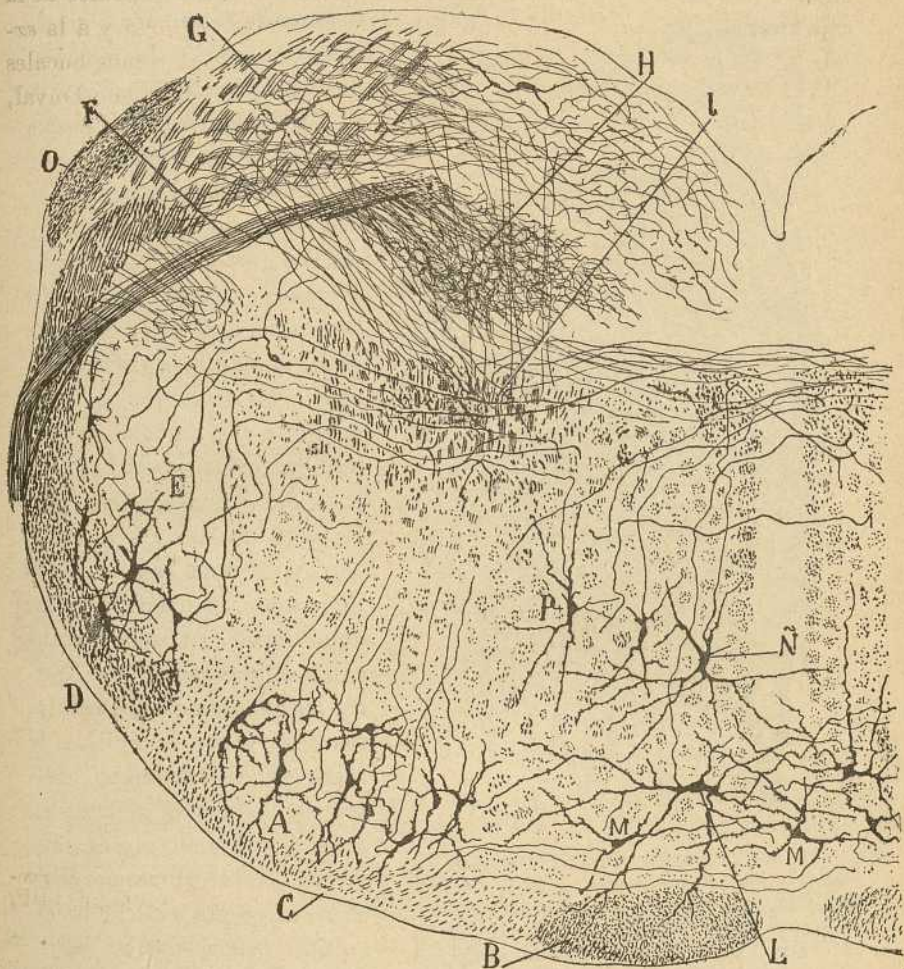


Fig. 292. — Corte de bulbo de ratón recién nacido á la altura del núcleo del facial. — A, núcleo del facial ; B, vía piramidal ; C, resto del cordón lateral ; D, trigémino ; E, substancia gelatinosa de éste ; F, vago ; G, foco descendente del vestibular ; H, columna gris interna del cordón solitario ; J, vía central del vestibular ; M, columna gris externa del cordón solitario ; N, columna dorsal ; O, cuerpo restiforme.

sos cromáticos. La columna media, así como el foco dorsal, poseen pocos y menudos elementos. En general, y salvo alguna excepción, la talla de las células parece disminuir de delante á atrás, yaciendo las más robustas en el lado ventral de la columna interna.



El método de Weigert denuncia entre las células de este foco (conejo, gato) un plexo complejo de tubos medulados, gruesos los unos y verosímilmente continuados con las radiculares, finos los otros, y continuados con ramillas colaterales de la substancia blanca vecina. Entre las columnas y aun en el espesor

mismo de éstas, véanse numerosos hacecillos longitudinales de substancia blanca.

En la figura 293 mostramos un corte transversal del núcleo facial del hombre, previa coloración con el método de Weigert-Pal. Los conglomerados celulares yacen más apretados que en el conejo y gato, siendo más difícil discernir las fronteras de cada columna que en estos animales. Su forma general es muy irregular, mostrándose prolongado de delante á atrás, con un extremo anterior puntiagudo y un cabo posterior voluminoso, del cual arrancan las fibras radiculares. Entre los conglomerados celulares obsérvanse hacecillos de tubos gruesos de curso horizontal, los cuales pertenecen á las fibras radiculares. En general, estas fibras marchan en su arranque ondeando en sentido más ó menos transversal, y, después de una reuuelta, ganan los límites laterales del foco para hacerse

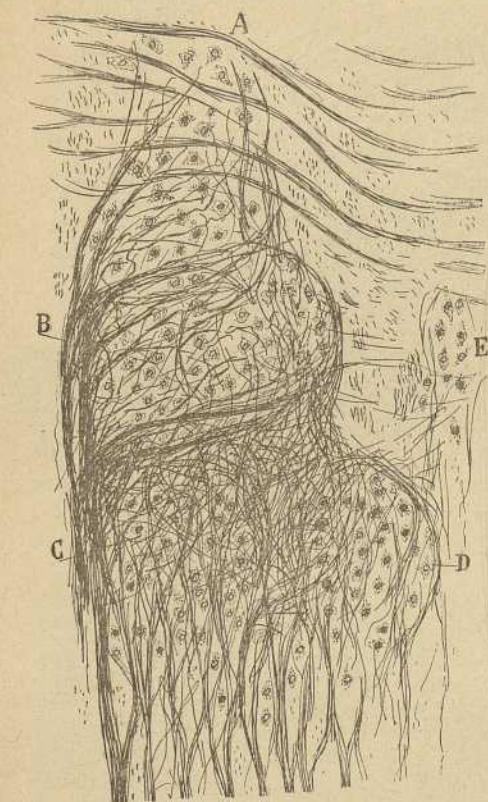


Fig. 293. — Corte transversal del núcleo del facial del niño de quince días. Método de Weigert-Pal. — A, vértice anterior del foco cruzado por fibras trapezoides; B, porción intermedia; C, porción profunda ancha, en cuyo límite externo se concentran muchas radiculares; D, foco interno; E, pequeña pléyade celular aislada.

antero-posteriores. Por la riqueza y disposición de las radiculares puede dividirse el ganglio en: región anterior, pobre en fibras, región media, ancha y surcada por muchos hacecillos oblicuos y transversales, y región dorsal plexiforme, donde dominan las fibras antero-posteriores. A través de la región anterior cruzan algunos haces del cuerpo trapezoide. Por dentro del foco principal se halla una pléyade sumamente pequeña, que no sabemos á qué porción del foco de los mamíferos corresponde (fig. 293, E).

Pero sólo el método de Golgi nos revela completamente la morfología de las células de este foco y el curso total de sus fibras. Trátase de elementos multipolares de gruesa ó mediana talla, y enteramente semejantes á los del foco del hipogloso. Dominan entre ellos las formas triangulares, fusiformes y estrelladas, de cuyas esquinas brotan largas, robustas y velludas dendritas, esparcidas en todas direcciones y preferentemente orientadas en sentido dorso-ventral. Por lo común, estas dendritas se distribuyen dentro del foco, pero no faltan algunas que traspasan sus fronteras, conforme se veía en la fig. 294, donde las células limitantes

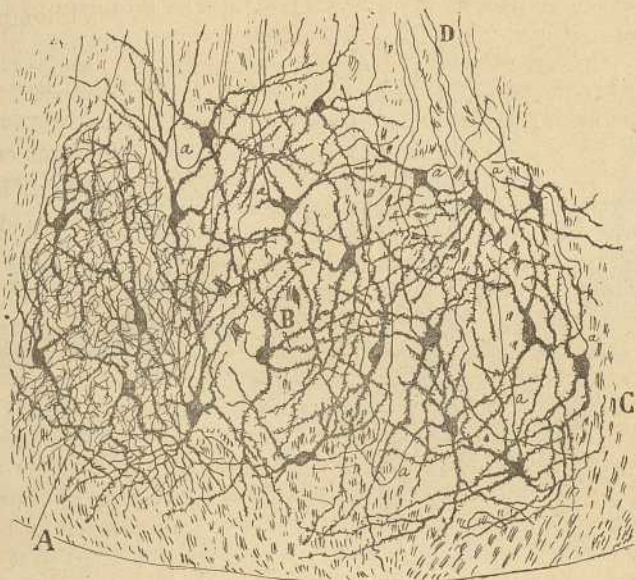


Fig. 294. — Núcleo facial del ratón de ocho días.— A, foco interno rico en colaterales ; B, foco ó columna media ; C, columna externa ; D, radicales dirigidas hacia atrás.

de las fronteras dorsal y ventral emitían largas prolongaciones para la substancia blanca circundante. En algún caso hemos visto penetrar dendritas externas en el foco sensitivo del trigémino.

El axon, espeso, nace del soma ó de una dendrita, y unas veces marcha directamente hacia atrás y otras traza en su trayecto inicial una gran revuelta de concavidad posterior para dirigirse finalmente hacia el lado dorsal. En este trayecto intra-focal carece de colaterales.

*Radiculares.*—La marcha de los axones, una vez alcanzadas las fronteras del ganglio, es derechamente hacia atrás, disponiéndose en manojitos plexiformes que llenan una ancha área de la substancia reticular blanca. Por entre los haces del nervio asoman los fascículos longitudinales de esta última. El curso ulterior, hémoslo descrito anteriormente; re-

cordemos aquí, que llegadas las fibras á la frontera dorsal de la substancia reticular gris, dirígensse hacia arriba, engendrando la rodilla del facial, y al nivel del límite inferior del cuerpo trapezoide, revuélvensse hacia adelante, para emerger finalmente por el borde posterior de la protuberancia.

Cuando las citadas fibras se hacen longitudinales, un grupo de ellas dirígensse hacia adentro, costea la frontera dorsal del fascículo longitudinal posterior y se cruza en el rafe con las fibras del otro lado. Esta descusación motriz, negada por Duval y Kölliker, fué ya señalada hace tiempo por Stieda, Obersteiner, y ha sido confirmada recientemente por

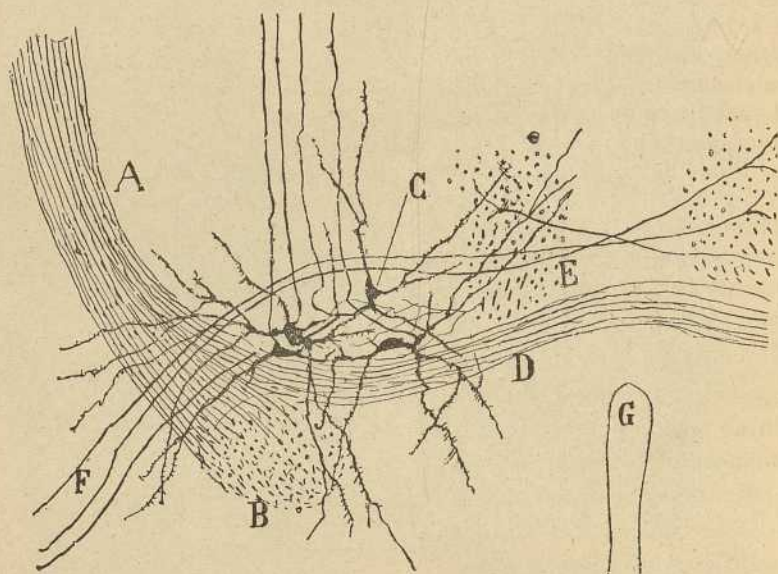


Fig. 295. — A, nervio facial ; B, porción principal emergente ; D, porción cruzada ; E, fascículo longitudinal posterior ; C, foco del motor ocular externo ; F, vía vestibular cruzada ; G, epéndimo.

van Gehuchten (1), Lugaro (2), Cramer (3) y Marinesco (4). Este último ha trabajado con el método de Nissl, cuyas revelaciones tocante á este punto, no parecen ser concluyentes, puesto que van Gehuchten (5), contradiciendo su antigua opinión, no ha podido convencerse, en un trabajo reciente, de la realidad de la susodicha decusación. Por lo demás, se-

- (1) *Van Gehuchten* : Le systeme nerveux de l'homme, 1.<sup>a</sup> edition, 1893.
- (2) *Lugaro* : Sull origine di alcuni nervi encefalici (V, VI, VII, VIII), *Arch. di ottalmologia*. Vol. II, fasc. 6, 1894.
- (3) *Cramer* : *Loc. cit.*
- (4) *Marinesco* : De l'origine du facial superieur. *Revue neurologique*, 1894.
- (5) *Van Gehuchten* : Le nerf facial. *Journal de neurologie*, 1898.

mejante entrecruzamiento, hémoslo sorprendido también en el gato y en el hombre empleando el método de Weigert. La mayor parte de las fibras decusadas proceden de preferencia en estos animales de lo alto de la porción ascendente, cuando el nervio traza el codo terminal para tornarse horizontal.

Uno de los problemas más difíciles de la histogenia es el esclarecimiento de las causas determinantes de la singular corvadura del trayecto intrabulbar del facial. Con ella es notorio que la naturaleza no ha obedecido á móviles teleológicos, sino acaso á exigencias evolutivas, cuyas condiciones mecánicas desconocemos todavía.

Que dicha revuelta es una exigencia de la evolución del sistema nervioso de los mamíferos, lo comprueba la falta de ella en el facial de los peces, batracios y reptiles. Los dibujos y descripciones publicadas por Herrich, Edinger y otros (véase, por ejemplo, la fig. 61, pág. 101 de la obra reciente de Edinger) (1), parecen probar que el núcleo motor del facial constituye como una pléyade ventral de las células del nervio masticador, marchando sus fibras directamente hacia afuera y emergiendo no lejos de las de éste. En las aves, según resulta de los trabajos de Brandis (2) y de los nuestros, falta todavía la corvadura ascendente, observándose no más una débil corvadura transversal de concavidad anterior, á semejanza de la que en los mamíferos ofrecen las radicales del vago nacidas en el núcleo ambiguo. Resulta, pues, que el curso ascendente del facial con su doble corvadura transversal y vertical, es atributo exclusivo de los mamíferos, enlazado con alguna condición peculiar á estos animales, impuesta al crecimiento y marcha intrabulbar de dicho nervio.

Esta condición podría ser muy bien, como afirma His (3), la *vesícula auditiva*, órgano epitelial embrionario que rodea la región bulbar y protuberancial, precisamente al nivel del punto por donde las radicales del facial hubieran emergido si lo hubieran hecho por el camino más corto. En presencia de este obstáculo, el facial, en vez de trazar una revuelta por fuera del bulbo, la describe por dentro, emergiendo por encima y fuera de la citada vesícula. Además, His ha demostrado que la curva del facial, por lo menos en su sentido transversal, se observa ya en las primeras etapas de la histogenia bulbar, saliendo el nervio por un plano muy lateral, como buscando la vecindad de la emergencia de los nervios mixtos y auditivo. Dentro de esta suposición de His, y en armonía con la teoría quimiotáctica, podríamos imaginar que la vesícula auditiva desorienta, obrando como una pantalla química indiferente, los neuroblastos del núcleo facial, cuyos conos de crecimiento se volverían hacia atrás, y chocando con la cutícula del epéndimo, y en virtud de la inclinación de ésta hacia afuera y atrás, deslizaríanse transversalmente hasta llegar

(1) *Edinger*: Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane, &. 6.<sup>a</sup> Aufl. 1900.

(2) *Brandis*: Untersuchungen über Gehirn der Vögel. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 43, 1894.

(3) *W. His*: Zur Geschichte der Gehirns sowie der centralen und peripherischen Nervenbahnen beim menschlichen Embryo. *Des XIV Bandes der Abhandl. de math.-physis. Clas. d. König. Sächs. Gesellschaft. d. Wissensch.*, núm. VII, 1888.

á planos en que las corrientes quimiotácticas procedentes del miotomo pudieran ser percibidas por los citados conos.

Pero esto no explica la forma y extensión considerable de la doble corvadura, y menos el curso vertical que adquiere el facial en uno de sus trayectos intrabulbares. Para comprender de alguna manera estas curvas, es preciso, á nuestro juicio, hacer intervenir nuevos factores mecánicos, cuales son : el desarrollo é incremento del foco del motor ocular externo, empujado hacia atrás por el crecimiento de la substancia reticular blanca y gris ; la aparición de las vías centrales del trigémino, vago-gloso-faríngeo ; y sobre todo, la formación de las vías cruzadas nacidas en el núcleo de Deiters, las cuales, debiendo pasar por delante del facial, obligan á éste á exagerar de cada vez más su curva posterior. Bajo este aspecto, es bien significativo notar que en los cortes sagitales de bulbo comprensivos de la curva del facial (ratón), esta curva (la vertical) se extiende precisa y exclusivamente al espacio longitudinal ocupado por la vía vestibular cruzada y por el foco del motor ocular externo. En cuanto á la emergencia lateral del facial cerca del surco de los nervios mixtos, ello obedecería á una ley económica : la de ahorro de agujeros craneales y vertebrales. Sólo esta finalidad utilitaria puede dar cuenta de la convergencia en un mismo orificio de la columna vertebral, de las raíces motoras y sensitivas de los nervios, aunque su distribución periférica sea muy diversa y su origen central muy distinto. Lo mismo sucede en el cráneo (conducto auditivo externo con los nervios facial, de Wrisberg, vestibular y coclear, agujero rasgado posterior con el vago, gloso-faríngeo y espinal, etc.).

**Conexiones sensitivas del núcleo facial.**— Hé aquí, según Kölliker, las fibras terminadas en el núcleo del facial: 1.<sup>a</sup>, fibras de la vía piramidal, las cuales, después de cruzar el rafe, ingresarían en el núcleo del lado opuesto ; 2.<sup>a</sup>, colaterales directas ó largas de la raíz sensitiva descendente del trigémino ; 3.<sup>a</sup>, colaterales brotadas del *resto del cordón lateral*; 4.<sup>a</sup>, colaterales procedentes del cuerpo trapezoide y oliva superior. En nuestros preparados faltan por completo las fibras piramidales, las nacidas de la raíz del quinto par y las emanadas del cuerpo trapezoide. El grandísimo número de cortes de embriones y de animales recién nacidos en quienes nuestros esfuerzos por sorprender tales colaterales han sido vanos, no obstante hallarse la vía piramidal y las fibrillas colaterales del trigémino y del cuerpo trapezoide bien impregnadas, nos inclinan á pensar que Kölliker ha sido inducido á error, tomando por colaterales largas las nacidas en las fronteras ó cerca de las fronteras del foco que estudiamos. Hé aquí las colaterales que nosotros hemos observado con absoluta constancia y que pueden verse en las figs. 294 y 242.

a) *Colaterales del resto del cordón lateral.*— Esta es, sin disputa, la principal vía refleja del facial, en cuyo núcleo penetran, no sólo ramas colaterales, sino también fibras terminales. Por esta razón, el resto del cordón lateral queda muy reducido por encima del núcleo del séptimo par. Tales colaterales son muy abundantes y nacen, unas de las fibras

situadas por delante del foco, y otras de los fascículos intersticiales también continuados con el cordón lateral; en fin, algunas brotan de los hacecillos situados á los lados. Corren estas hebras al foco en todas direcciones, ramificándose en su espesor, y engendrando entre las células un plexo de gran riqueza, que en algún caso hemos visto condensarse en cestas pericelulares. En el gato de quince días, estos nidos nerviosos son muy aparentes, mostrándose á menudo dispuestos en pléyades, las cuales reciben arborizaciones de las mismas colaterales. De todas las regiones del foco, la interna, correspondiente á la columna gris interna, es la más rica en colaterales emanadas de dicho cordón (véase la fig. 294, A).

Es indudable que, merced á estas colaterales, el facial recibe la influencia refleja de los focos sensitivos de la médula espinal, puesto que, en realidad, el cordón lateral representa una vía sensitiva corta de segundo orden, de curso ascendente y descendente en la médula, pero casi exclusivamente ascendente en el bulbo.

*Fibras acústicas.*—Ya hemos dicho que detrás del núcleo facial veíanse fibras descendentes prolongadas con las ramas inferiores de bifurcación del cuerpo trapezoide al continuarse con el lemnisco externo. En esta misma región pueden también residir fibras descendentes emanadas de los focos olivares. Ahora bien; de esta misma región fronteriza de la substancia reticular nacen colaterales, que se arborizan entre las células de dicho foco. Creemos, pues, que algunas, sino todas, representan colaterales acústicas de segundo ó de tercer orden, merced á las cuales el facial recibiría la influencia refleja del auditivo y suscitara movimientos en los huesecillos del oído, músculos de la oreja, etc.

*Fibras de la vía central del quinto par.*—Las colaterales sensitivas destinadas al núcleo del séptimo par son copiosas, pero no parten de la raíz descendente del trigémino, sino de axones transversales nacidos en células de la substancia gelatinosa. Por lo común, estos corpúsculos residen en la parte anterior de esta substancia, y no es raro ver que sus expansiones nerviosas envían dos robustas colaterales al núcleo del facial. Resulta, pues, que las conexiones entre el trigémino y facial, como todas las sensitivo-motrices del bulbo, salvo algún ejemplo excepcional, se verifican exclusivamente por colaterales ó terminales de fibras de segundo orden; y en el caso particular del facial, haremos notar que, dada la proximidad entre la raíz sensitiva del trigémino y el foco del séptimo par, si dichas colaterales directas existiesen, deberían sorprenderse con toda facilidad en el ratón y conejo, tanto más, cuanto que la inmensa mayoría de nuestras preparaciones de fetos de ratón y de ratones de pocos días, presentan admirable y completamente impregnadas las colaterales de la raíz descendente sensitiva del trigémino.

## PORCIÓN SENSITIVA DEL FACIAL

La porción sensitiva del facial, llamada también *nervio intermediario* ó *nervio de Wrisberg*, es una delgada raíz que acompaña al facial en una parte de su trayecto inicial, separándose de él en el peñasco para constituir, después de pasar por un conductito especial de éste, lo que se llama la *cuerda del tambor*.

Su origen, como el de todo nervio sensitivo, es un ganglio homólogo de los raquídeos, el *ganglio geniculado*, alojado en el espesor del peñasco.

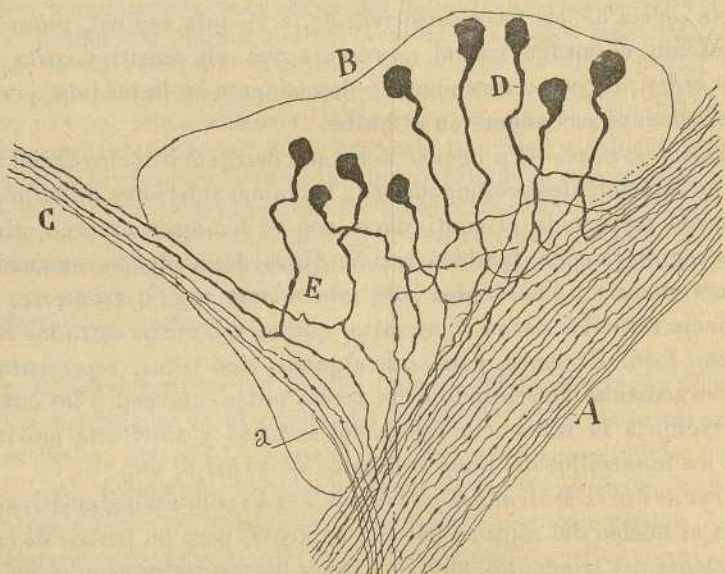


Fig. 296. — Ganglio geniculado del facial del feto de ratón. — A, tronco del facial; B, ganglio; C, nervio petroso superficial mayor; D, células cuya expansión externa marcha á la periferia del facial; E, células cuya expansión periférica va al nervio petroso; a, fibras motrices de éste.

**GANGLIO GENICULADO.**— Su naturaleza de ganglio raquídeo, sospechada por muchos, fué plenamente demostrada por Retzius (1), Penzo (2), y recientemente por Lenhossék, quien ha visto sus células, de forma monopolar, emitir dos ramas: una interna ingresada con el facial en el bulbo; otra externa dirigida hacia la periferia, adosada al facial, y probablemente continuada con la cuerda del tambor. Nosotros hemos comprobado también en el ratón de pocos días los resultados logrados por

(1) *Retzius*: Untersuchungen über die Nervenzellen der cerebro-spinalen Ganglien, etcétera. *Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. Jahr.*, 1880.

(2) *Penzo*: Ueber das Ganglion geniculi und die mit derselben zusammenhängenden Nerven. *Anat. Anzeiger*. Bd. VIII, 1893.

Lenhossék. Como se ve en la fig. 296, B, el ganglio geniculado posee una sección triangular, y, como en los ganglios raquídeos, la prolongación única de sus células emite una rama interna que se incorpora á la porción central del nervio facial, y una rama externa que se adosa al trayecto periférico del mismo. Casi todas las ramas internas son más delgadas que las externas; casos hay, sin embargo, en que nos han parecido ambas ramas de igual ó muy próximo espesor. Los experimentos fisiológicos y las observaciones anatómicas, han fijado concordantemente como territorio terminal de la cuerda del tambor, cordón formado por la reunión de las citadas ramas externas, los dos tercios anteriores de la mucosa lingual.

Sapolini (1) demostró primeramente, en 1883, que el nervio intermedio de Wrisberg no es una raíz del facial, sino una emanación interna del ganglio geniculado, el cual se continuaría periféricamente con la cuerda del tímpano, nervio positivamente sensitivo, según demostraron los experimentos fisiológicos de Duval, Vulpian, Schultze y otros.

La semejanza del ganglio geniculado con los raquídeos, fué ya hace tiempo reconocida por His (2) y Martin (3), los cuales sorprendieron también en los embriones de mamífero la bipolaridad originaria de sus células.

Según Lenhossék (4), que ha aplicado primeramente, con fortuna, el método de Golgi á este ganglio, las ramas periféricas se adosarían al facial, marchando con él hasta el punto de emergencia de la cuerda del tambor; pero al mismo tiempo, cruzarían el ganglio numerosas fibras, probablemente motrices y emanadas de la porción interna del facial, las cuales emergerían por el ángulo libre de aquél y se continuarían con el *nervio petroso superficial mayor*. No negaremos nosotros la existencia de éstas últimas fibras motrices del petroso, aunque no hemos tenido la suerte de impregnarlas (5); mas creemos que con ellas emerge también del ganglio un cierto contingente de fibras sensitivas; de suerte que el llamado nervio petroso superficial mayor, en caso de que por tal pueda estimarse el reproducido en la fig. 296, C, es verosimilmente un nervio mixto. Según Lenhossék, habría todavía otras fibras de origen desconocido, penetrantes en el ganglio y continuadas con la porción periférica del facial; éstas no aparecen teñidas en nuestros preparados.

RAMA INTERNA. — Llegada con el facial al bulbo, se aparta un poco de la emergencia del séptimo par, gana el lado anterior del vestibular,

(1) Sapolini: Etudes anatomiques sur le nerf de Wrisberg et la corde du Tympan. *Journ. de Med de Bruxelles*, 1884.

(2) W. His: Die morphologische Betrachtung der Kopfnerven. *Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. Jahrg.*, 1887.

(3) P. Martin: Die erste Entwicklung der Kopfnerven bei der Katze. *Osterreich. Monatsschr. Tierheilkunde*. Jahrg. 15, 1890.

(4) Lenhossék: Beiträge zur Histol. der Nervensystems und der Sinnesorgane. Wiesbaden, 1894, VIII. *Das ganglion geniculi nervi facialis*, etc.

(5) En una preparación lograda durante la impresión de estos pliegos, aparecen bien estas fibras motrices que mostramos en la fig. 296, a.



del cual parece ahora una dependencia, atraviesa después la porción descendente del trigémino, apartándose del curso del vestibular, que queda más atrás, sigue á través de la substancia gelatinosa, la cual cruza oblicuamente de delante atrás y de fuera adentro, y por último, en el borde posterior del arco trazado por la raíz del quinto par, describe un

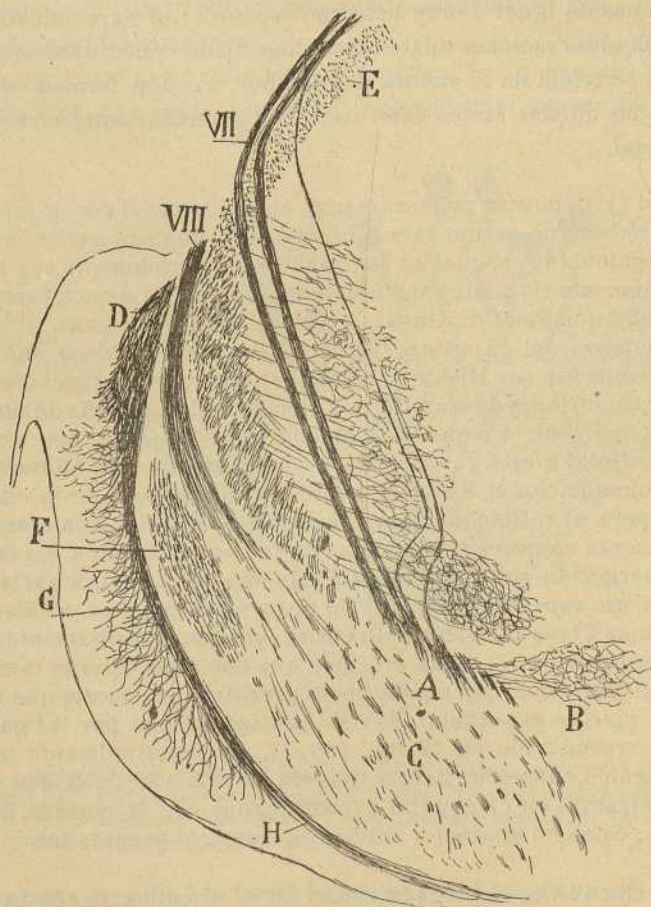


Fig. 297.—Nervio de Wrisberg del ratón.—A, porción vertical descendente del nervio ; B, plexo de colaterales nacidas del mismo ; C, foco de Deiters ; D, coclear ; E, porción descendente del trigémino ; F, pedúnculo cerebeloso inferior ; G, ramas cocleares para el tubérculo acústico ; H, fascículo coclear engendrador de las estrias acústicas ; VII, nervio de Wrisberg ; VIII, vestibular.

codó y se hace vertical y descendente, constituyendo la primera serie de las fibras verticales que más abajo se concentrarán, adicionadas con elementos del noveno y décimo par, en el cordón macizo longitudinal llamado *cordón solitario*. Este paradero del nervio de Wrisberg, ha sido establecido por los estudios de muchos autores, entre otros de Duval,

Held, Kölliker y Cramer y recientemente de Wallenberg y van Gehuchten. Este último sabio, utilizando el método de Marchi, ha probado que dicho nervio ocupa primeramente una posición muy externa, confundíéndose casi con las fibras más posteriores del quinto par, y que más adelante se hace algo más posterior incorporándose al haz solitario, dentro del cual no corre sino en una extensión muy limitada.

En nuestros preparados de bulbo de rata y de gato, este nervio ocupa efectivamente la parte más posterior de la porción descendente del quinto par. Según aparece en la fig. 297, VII, los hacecillos que lo forman, después de cruzar oblicuamente la substancia gelatinosa del trigémino y en cuanto arriban al ángulo dorsal de dicha porción descendente, tuercen poco á poco hacia abajo, constituyendo una serie acintada de hacecillos casi verticales dispuestos en plexo longitudinal. Estos hacecillos yacen por delante del foco descendente del vestibular, de cuyos fascículos se distinguen bien por ser muy compactos y hallarse muy inmediatos entre sí.

El nervio de Wrisberg carece de bifurcaciones; de él brotan solamente colaterales, las cuales nacen en cuanto las fibras radicales se inclinan hacia abajo, aumentando en número á medida que éstas descienden. Cada fibra puede suministrar varias colaterales; en una de ellas pudimos sorprender hasta tres ramillas de esta especie. Según mostramos en la fig. 297, B, las colaterales del nervio de Wrisberg forman un grupo de ramas que se arborizan en un delgado acúmulo gris dirigido hacia adelante y adentro, y que á un examen superficial parece continuación de los plexos de colaterales de la substancia gelatinosa del trigémino. La llegada de los primeros contingentes del glosio-faríngeo, refuerza notablemente este plexo, rechazando hacia afuera y atrás los haces del nervio de Wrisberg.

*Las células del foco gris* en que se arborizan las colaterales del nervio que estudiamos, son pequeñas y estrelladas. De la dirección del axon nada podemos decir, dada la escasez de las buenas impregnaciones obtenidas; presumimos, sin embargo, que marcharán á juntarse con los del glosio-faríngeo y vago para constituir la vía central de estos nervios.

En el nervio de Wrisberg no penetran fibras motrices. Tampoco hemos sorprendido el paso de sus fibras á la porción descendente del trigémino.

**Consideraciones fisiológicas.**—Las conexiones sensitivo-motrices que acabamos de exponer, explican bastante bien los reflejos del facial, dándonos á conocer al mismo tiempo el curso probable de las corrientes. Hé aquí la marcha de éstas en algunos reflejos.

*Reflejo del parpadeo.*—La excitación recogida en la córnea y conjuntiva por los tubos nerviosos sensitivos del trigémino (rama oftálmica) pasa desde luego al ganglio de Gasserio y á la raíz descendente del nervio, y, en fin, mediante las colaterales sensitivas del mismo propágase á

las células de la substancia gelatinosa y vías centrales del quinto par. De estas vías, representadas en su origen por fibras arciformes transversales, brotan colaterales que llevan la excitación á las células motrices del facial inervadoras del músculo orbicular de los párpados. Puesto que el reflejo del parpadeo es bilateral, resulta muy posible que las citadas fibras arciformes ó sensitivas de segundo orden, nacidas en el foco del quinto par, provean de colaterales á los dos núcleos faciales.

*Reflejo de la succión.*— Los impulsos sensitivos recibidos por la terminación del trigémino en la mucosa bucal se transmiten á la vía central del quinto par, desde la cual pasan, mediante colaterales, al foco del facial, rector, como es sabido, de los músculos bucinador y orbicular de los labios, etc.

La bilateralidad de este reflejo se explica como en el caso anterior; no obstante, podría comprenderse también invocando el cruzamiento parcial de las radicales del séptimo par. Para ello bastaría suponer que la pléyade motriz encargada de la transmisión centrífuga de la excitación, rige los músculos homónimos de ambos lados. De esta manera, cada foco podría estar solamente en relación homolateral con la vía central del quinto par.

*Risa, llanto, etc.*— Las contracciones de los músculos fisionómicos que siguen á la excitación débil (cosquilleo) ó fuerte de los nervios sensitivos de la piel, se realizarían merced á las comunicaciones establecidas entre el resto del cordón lateral (vía ascendente sensitiva corta de la médula) y el núcleo facial.

Dichos movimientos serían provocados también mediante impulsos bajados del cerebro. Desgraciadamente, hasta hoy todos los esfuerzos hechos para reconocer las fibras piramidales penetrantes en el núcleo del facial han sido vanos.

## CAPÍTULO X

### NERVIO MOTOR OCULAR EXTERNO (VI PAR)

Células motrices.—Radiculares.—Núcleo accesorio.—Colaterales sensitivas y sensoriales.—Consideraciones fisiológicas.

El *motor ocular externo*, nervio distribuído por el recto externo del globo ocular, tiene su núcleo de origen en la parte más posterior de la substancia reticular blanca del bulbo, delante de la porción ascendente del facial, á cuya concavidad vertical y transversal se amolda íntimamente por sus fronteras dorsal y externa. Este origen fué primeramente establecido por las investigaciones de Deiters, Stieda, Krause, Laura, etcétera, y ha sido modernamente confirmado por todos los histólogos que han estudiado el tema.

Células motrices.—Conforme se aprecia en las figs. 295 y 298, los corpúsculos motores del sexto par constituyen un acúmulo triangular en los pequeños mamíferos, ovoide, en el hombre, limitado hacia atrás por la curva del facial y las vías vestibulares cruzadas, por dentro por el fascículo longitudinal posterior y una parte de la substancia reticular blanca, y hacia fuera por un trozo del trayecto emergente del séptimo par. En el lado ventral no ofrece frontera bien acusada, mostrando sus células entremezcladas con haces longitudinales de la substancia reticular, y con elementos nerviosos de la misma. En algunos mamíferos (ratón y conejo), la punta anterior del foco se prolonga algo entre los haces radicales, en donde se alojan algunas células dislocadas. El espesor mismo del foco hállase salpicado de hacecillos longitudinales de substancia blanca.

La forma de las neuronas corresponde á la de todo foco motor; de gran tamaño, aunque algo menores que las del facial, ofrecen un cuerpo asteriforme, de cuyos ángulos emergen largas y velludas dendritas, repetidamente dicotomizadas. Muchas de estas expansiones se distribuyen en el interior del foco; pero otras traspasan sus fronteras, detalle que en este núcleo tiene particular significación. Entre las dendritas extrafocales, merecen citarse: *a)* Las dendritas *postero-externas*, que son muy numerosas, marchan hacia atrás y afuera, cruzan el facial y se terminan, después de algunas dicotomías, en el espesor del foco dorsal del vestibular, donde se ponen verosímilmente en relación con las colaterales de la rama descendente de este nervio (fig. 298, *b*). Dendritas de este género poseen casi todas las neuronas del foco que estudiamos, salvo acaso las más ventrales. *b)* *Dendritas internas*, las cuales son menos numerosas y

largas que las precedentes y se dirigen hacia las inmediaciones del fascículo longitudinal posterior, para multiplicar los contactos con las colaterales nacidas de éste. *c*) Dendritas anteriores, es decir, dirigidas ha-

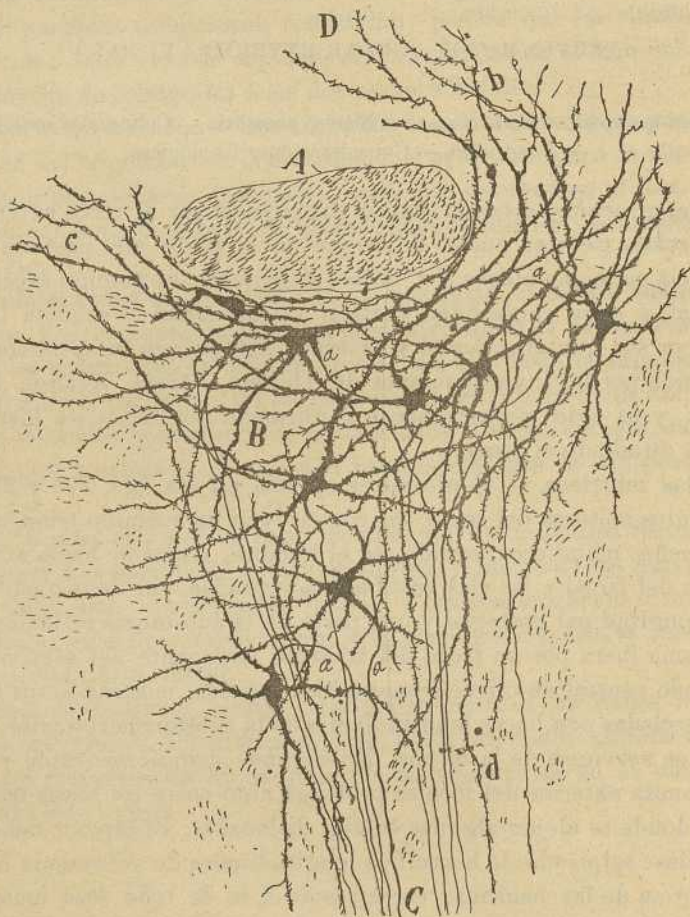


Fig. 298. — Núcleo del motor ocular externo del gato de pocos días. — A, corte de la porción ascendente del facial; B, foco del sexto par; C, fibras radiculares; D, núcleo dorsal del vestibular; *a*, axon; *b*, dendritas posteriores; *c*, dendritas internas.

cia el lado ventral del núcleo, del cual emergen, acompañando cierto trecho á las radiculares y entrando en contacto con las colaterales de la substancia reticular blanca (fig. 298, *d*).

*Núcleo accesorio del motor ocular externo.*—En el embrión de pollo ha observado Van Gehuchten (1) que, además del foco que acabamos de exponer, existe una pléyade celular ventral, situada no lejos del núcleo del

(1) *Van Gehuchten*: Le système nerveux de l'homme, 1.<sup>o</sup> edition, 1893.

facial; sus axones irían primeramente hacia atrás, incurvándose luego para incorporarse á las radicales del núcleo principal del sexto par.

También Lugaro (1) ha visto este núcleo accesorio en el embrión de conejo; su situación sería algo más alta que la del foco principal, yaciendo entre el núcleo del facial y el masticador. En fin, recientemente Van Gehuchten, ha confirmado mediante el método de Nissl (reacción cromatolítica, tras el arranque del nervio), la citada conexión en el conejo adulto (2). En el hombre, el foco accesorio existiría también, si hemos de dar fé á los estudios de Pacetti (3). Por nuestra parte, hemos observado en el feto de ratón y conejo la existencia de grandes células multipolares situadas por delante del foco principal en diversos puntos de la substancia reticular; pero aunque los axones muy robustos se dirigían hacia atrás, no hemos podido asegurarnos de su incorporación definitiva á las radicales del motor ocular externo.

**Radicales.**—Los axones nacidos en las células del foco principal, dirígense á veces después de alguna revuelta (fig. 298, a), hacia adelante, reuniéndose en haces rectilíneos que cruzan derechamente la substancia reticular blanca, confinando hacia afuera con el núcleo del cuerpo trapezoide, y emergen finalmente por el borde posterior de la protuberancia entre ésta y la pirámide. En el hombre, el gran desarrollo del puente de Varolio que recubre el cuerpo trapezoide, da por resultado el que la porción terminal del nervio aparezca sumergida en medio de los focos grises protuberanciales, según se aprecia en la fig. 218, VI.

En su trayecto inicial, los citados axones no suministran ninguna colateral.

El motor ocular externo no posee fibras cruzadas, según prueban de consuno los métodos anatómicos y el experimental de Nissl. Tampoco se ha confirmado la aserción ya antigua de Stilling, Meinert, Clarke, Duval, etc., autores que suponían que la porción antero-lateral del foco suministra radicales incorporadas al facial. Por lo demás, antes que los métodos anatómicos directos lo comprobaran, ya Mayser y Gudden habían reconocido que, cuando se arranca el facial, sólo se atrofian las células del foco de este nervio.

**Colaterales sensitivas y sensoriales.**—Cuando se examina el foco del motor ocular externo en preparaciones teñidas por el método de Weigert-Pal, adviértese entre las células un plexo fino de fibras meduladas que parecen llegar de los haces vecinos de substancia blanca. El método de Golgi permite reconocer el origen y la terminación de estas fibras, que distinguiremos en tres corrientes principales.

a) *Corriente vestibular cruzada ó colaterales del haz longitudinal posterior.*—Del vecino cordón longitudinal posterior y de fibras positiva-

(1) Lugaro: Sull'origine di alcuni nervi encefalici. *Arch. di Ottalmologia*, 1894.

(2) Van Gehuchten: I, Les nerfs moteurs oculaires. *Journal de Neurologie*, 1898.

(3) Pacetti: Sull'origine dell'abducente. *Ricerche fatte nel Labor, d' Anat. normale di Roma*, 1896.

mente continuadas con axones nacidos en el foco de Deiters, según hemos demostrado nosotros (1), proceden numerosas colaterales, las cuales marchan hacia adentro y engendran en el núcleo del motor ocular externo un plexo terminal complicado. En el gato de quince días, este plexito se concentra en cestas terminales pericelulares, más laxas y de hebras más finas que las análogas del núcleo facial. En la fig. 284, M, reproducimos algunas de estas colaterales tomadas del bulbo de ratón.

b) *Corriente vestibular directa.*— Del trayecto de la vía vestibular cruzada (la cual pasa por detrás del foco que estudiamos) y antes de que fenezca en el haz longitudinal posterior, proceden algunas pocas colaterales que se ramifican entre las células de dicho núcleo. También se sorprenden colaterales de este género, pero nacidas de la vía vestibular homolateral situada por fuera y detrás de este foco. El escaso número de estas fibrillas se justifica bien recordando que la conexión principal homolateral entre el vestibular y el motor ocular externo, se efectúa, según dejamos consignado, á favor de las largas dendritas postero-externas penetrantes en el ganglio dorsal.

c) *Corriente de la substancia reticular blanca.*— Examinando la frontera ventral del foco, repárase la presencia de algunas colaterales finas que ingresan en el mencionado plexo intercelular y se ramifican como las otras. Ignoramos si algunas de ellas representan, según aseguran Held y Kölliker, axones directos de las olivas. De todos modos, considerando la posición de la región de la substancia blanca de que emanan, bien pudieran ser también colaterales de las vías acústicas longitudinales cortas del bulbo, vías en cuya constitución intervienen los axones de las células olivares (2).

Hasta hoy no nos ha sido posible reconocer la existencia en el foco del motor ocular externo de fibras desprendidas de la vía piramidal ni de las vías cruzada y directa del trigémino.

**Consideraciones fisiológicas.**— Las conexiones sensitivo-sensoriales del foco del motor ocular externo pueden explicar la sinergia funcional bien conocida existente entre los movimientos de la cabeza y de los ojos. En efecto, cuando nos sorprende un ruido volvemos instintivamente la cabeza ó los ojos en dirección del presunto origen del mismo; y del propio modo, si al fijar la mirada en un objeto, la cabeza gira, los ejes oculares se mueven en sentido inverso, á fin de que el objeto pueda proyectar su imagen en la foseta central de la retina. El primer reflejo explica-

(1) *Cajal*: Apuntes para el estudio del bulbo raquídeo, etc.

(2) Recientes observaciones nuestras recaídas en el gato y conejo de pocos días, nos han permitido reconocer que algunas fibras longitudinales situadas por delante y fuera y aun en el mismo espesor del foco que estudiamos, son continuación de los axones de las olivas, singularmente de la accesoria. Ahora bien, de esta vía vertical emanan numerosas colaterales ramificadas entre las células del sexto par.

se bien por la conexión establecida entre el foco del motor ocular externo y las colaterales nacidas de las vías acústicas cortas bulbares; el segundo compréndese perfectamente dadas las relaciones de contacto mediante entre las vías vestibulares directa y cruzada y el consabido foco motor. Puesto que en el movimiento de adducción ó de abducción de los ojos trabajan sinérgicamente el recto interno regido por el motor ocular común, y el externo inervado por el sexto par, la teoría autoriza á suponer que las fibras vestibulares generadoras de colaterales homolaterales destinadas al foco del motor externo, las emiten también para el núcleo del motor ocular común.



## CAPÍTULO XI

### NERVIO TRIGÉMINO (V PAR)

Raíz sensitiva. — Ganglio de Gaserio. — Bifurcación de las prolongaciones internas del ganglio. — Rama ascendente y descendente con sus colaterales. — Células de la substancia gelatinosa de este nervio. — Via sensitiva central. — Raíz motora. — Núcleos superior ó descendente y principal. — Colaterales sensitivas terminadas en el foco masticador. — Consideraciones fisiológicas.

El *nervio trigémino* posee dos raíces : una *sensitiva* ó gruesa, y otra *motriz* ó delgada, ambas emergentes de la parte lateral de la protuberancia (véase la fig. 207, V).

#### RAÍZ SENSITIVA

Esta raíz, notablemente espesa y formada por tubos muy robustos, procede del ganglio de Gaserio, penetrando en la protuberancia un poco por detrás y fuera de la raíz motora.

**GANGLIO DE GASERIO.**—Representa un engrosamiento semilunar de la raíz sensitiva, alojado en la cara anterior y parte interna de la porción petrosa del temporal, y del cual brotan tres gruesas ramas sensitivas, á saber : la *oftálmica*, el *nervio maxilar superior* y el *maxilar inferior*.

La estructura de este ganglio coincide exactamente con la de los raquídeos. También en él se contienen células monopolares cuya expansión se divide en rama interna y externa (fig. 301). A menudo, ambas ramas son iguales en espesor, y aun puede superar la central á la periférica, como mostramos en la fig. 299, tomada del ganglio de Gaserio del ratón.

Según hemos consignado en un capítulo anterior (1), las referidas células, examinadas con el método de Ehrlich en los mamíferos adultos, revelan un glómérulo inicial, notablemente desarrollado, así como la presencia de arborizaciones pericelulares de diversos tipos, arborizaciones situadas por debajo de las cápsulas y continuadas quizás con fibras emanadas del ganglio cervical superior del gran simpático (fig. 301).

A la manera de los focos gangliónicos raquídeos voluminosos, el de

(1) Véanse las figuras 126, 132 y 133.

Gaserio aparece dividido en varias pléyades celulares separadas por ha-

caces de substancia blanca donde yacen las bifurcaciones.

RAMA PERIFÉRICA DE LAS CÉLULAS GANGLIÓNICAS.—Distribúyese por la piel de la cara, mucosa conjuntiva, bucal y lingual, y sus arborizaciones libres, terminadas en el espesor del epitelio ó en corpúsculos de Krause, corresponden á las descritas en la rama periférica de los ganglios raquídeos.

RAMA INTERNA Ó RAÍZ SENSITIVA PROPIAMENTE DICHA.— El conjunto de las ramas internas brotadas del ganglio, penetra en el espesor de la protuberancia, cruza por entre los paquetes de fibras de los pedúnculos cerebelosos medios, y en una región vecina del núcleo masticador y substancia reticular y gris ocurre la división en rama fina ascendente y rama gruesa descendente. Según se aprecia en la fig. 300, *a*, la rama ascendente corre por la corteza de la protuberancia durante cierto trecho, emite en

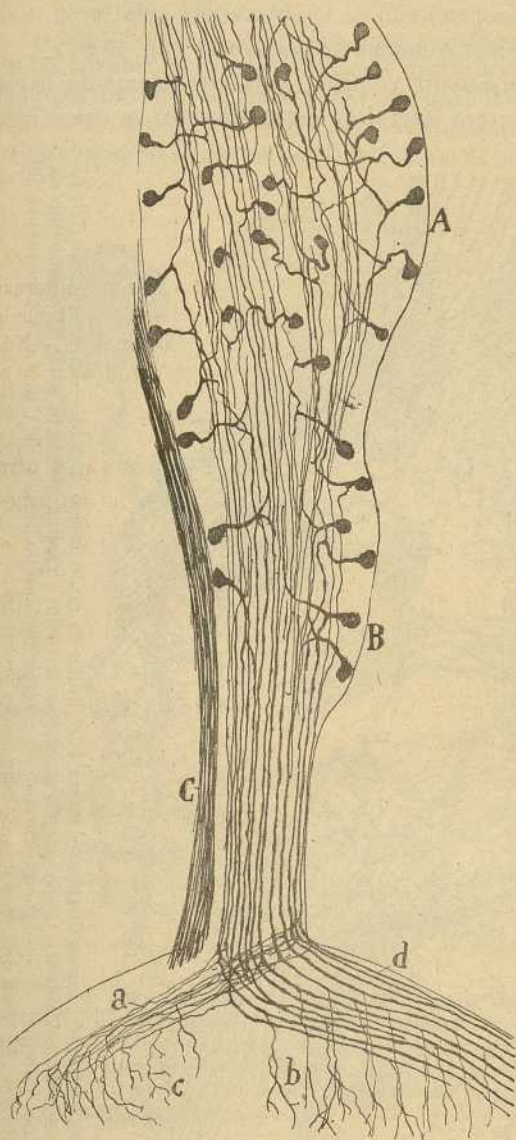


Fig. 299. — Ganglio de Gaserio del ratón recién nacido. Corte sagital del ganglio enfrente de su entrada en la protuberancia. — A, lóbulo principal del ganglio; B, lobulillo inferior ó accesorio; C, raíz motriz; *d*, rama descendente; *a*, ascendente; *b*, *c*, colaterales de las mismas.

su curso cuatro, cinco ó más colaterales distribuídas por la substancia gelatinosa y doblándose en arco en lo alto de esta substancia, se re-

suelve en una arborización compleja distribuída como la de las colaterales. A veces, esta ramificación terminal de la rama ascendente se repliega hacia abajo en el plano profundo de la substancia gelatinosa, tornándose sus últimas ramitas más ó menos descendentes (fig. 300, *c*).

La rama *descendente*, sumamente robusta, baja resueltamente hacia el bulbo, corriendo por la corteza lateral de éste, emite en su curso infi-



Fig. 300. — Corte longitudinal muy lateral del bulbo de ratón recién nacido. — A, trigémino; B, bifurcación del vestíbular; C, pedúnculo cerebeloso superior; D, haz nacido de éste; E, pedúnculo cerebeloso inferior; G, pedúnculo cerebeloso medio; H, cuerpo trapezoide; a, rama ascendente del quinto par; b, rama descendente; d, radicales profundas.

nidad de colaterales, y se prolonga hasta más allá del cruce de las pirámides, reforzando la capa de fibras que guarnece el vértice de la substancia de Rolando del asta posterior de la médula. La citada bifurcación afecta, por lo común, la forma de una Y, cambiando en ambas ramas la dirección del tallo generador; pero existen también tubos que se incli-

nan, desde luego, en el sentido de la rama descendente, semejando, por tanto, la ascendente una fina colateral.

La bifurcación de las radiculares sensitivas del trigémino, así como la de los corpúsculos gangliónicos de que proceden, fué primeramente señalada por nosotros en un trabajo que pasó desapercibido de los sabios (1). «En los fetos de ratón de término—decíamos—la parte lateral de la protuberancia, en la región corespondiente al origen del trigémino, presenta

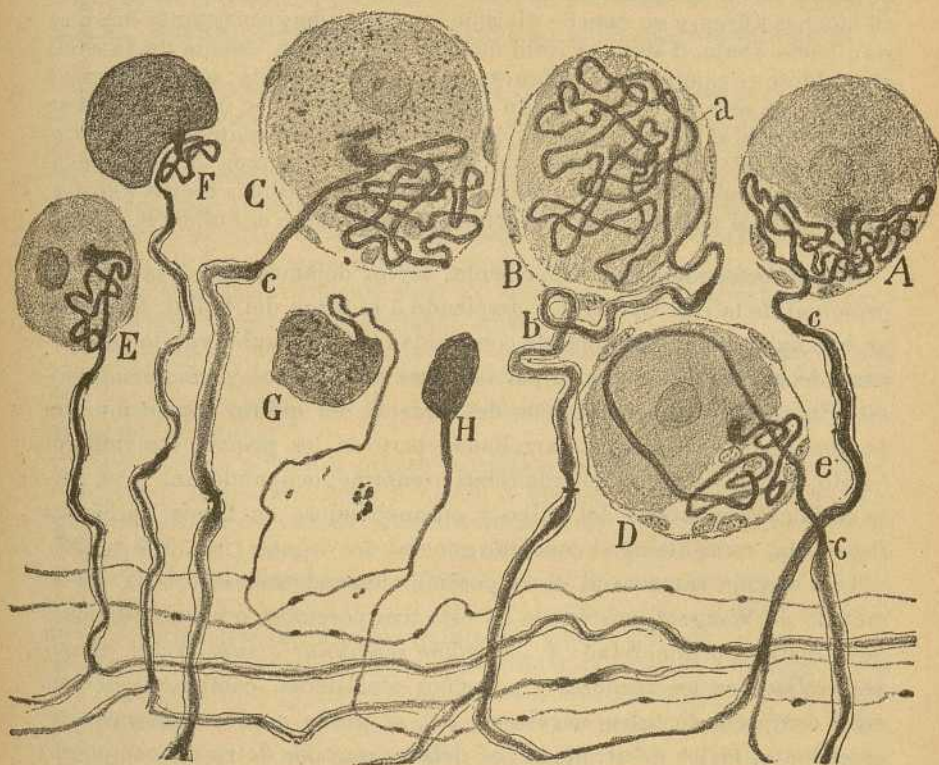


Fig. 301. — Diversos tipos celulares del ganglio de Gaserio del gato. Método de Ehrlich. Fijador mixto. Montaje en bálamo: A, célula con glomérulo concentrado y complejo; B, célula de glomérulo difuso; C, célula grande con glomérulo polar; D, célula cuya expansión principal trazaba un arco al salir del glomérulo; E, F, células medianas con glomérulos sencillos; H, célula sin glomérulo; c, comienzo de la mielina.

un haz grueso, longitudinal, y tan somero que forma relieve al exterior. Este haz está constituido por el conjunto de las ramas ascendentes y descendentes en que se bifurca cada fibra sensitiva llegada del ganglio de Gaserio. La bifurcación tiene lugar en ángulo obtuso, como en las raíces sensitivas de la médula, y de cada rama ascendente y descendente

(1) *Cajal*: Sobre la existencia de bifurcaciones y colaterales en los nervios sensitivos craneales y sustancia blanca del cerebro. *Gaceta sanitaria de Barcelona*, 10 abril 1891.

parten finas colaterales, cortas, terminadas por una arborización varicosa. La raíz motriz no presenta bifurcaciones». Poco después observaron dichas bifurcaciones Kölliker (1) y Held (2) en los mamíferos y Van Gehuchten en los embriones del pollo (3).

Este último autor añade á nuestra descripción un dato positivo, á saber: que á veces la bifurcación de las fibras de la raíz sensitiva es desigual, siendo la ascendente más fina que la descendente.

Por lo demás, estos autores parecen no haber visto claramente ni seguido hasta su fin la rama ascendente. Para Kölliker, falta la bifurcación en muchas fibras, y en caso de división, ambas ramas resultantes marcharían hacia abajo. Tampoco Held da una descripción exacta de la rama ascendente; examinando las figuras en que la representa, se inclina uno á pensar que este autor ha tomado equivocadamente por dicha rama una simple colateral de la prolongación descendente. En realidad, la verdadera disposición de las ramas sólo puede observarse, con entera evidencia y en *un solo corte*, en los fetos de ratón ó en ratones recién nacidos, según hicimos notar en nuestro primer trabajo sobre el bulbo (4).

**Rama descendente.** — Representa, según dejamos dicho, la porción principal de la raíz sensitiva y desciende á lo largo del bulbo, formando un haz aplanado ó semilunar de concavidad interna, subdividido en multitud de hacillos separados por tabiques neuróglícos y células nerviosas. En el hombre, esta porción descendente del quinto par se muestra proporcionalmente poco desarrollada; pero en los pequeños mamíferos (ratón, conejo) alcanza tamaño relativo enorme, ocupando una gran parte de la corteza lateral del bulbo y ensanchándose en forma de lámina incurvada, concéntrica al contorno general del órgano (figs. 303 y 292).

Una sección transversal de la porción descendente, coloreada por el método de Weigert, nos revela en ésta tres porciones ó planos escalonados á distinta profundidad: 1.º, el *plano semilunar ó superficial*, el más desarrollado en los roedores y pequeños mamíferos, compuesto de una masa compacta de tubos nerviosos; 2.º, el *plano medio*, subyacente al precedente, mejor desarrollado por delante que por detrás, y compuesto comunmente por una hilera de haces separados por tabiques de substancia gris; y 3.º, el *plano profundo*, situado á gran distancia de los otros y formado por haces redondeados diseminados irregularmente por el espesor de la substancia gelatinosa y particularmente concentrados cerca de la frontera profunda de ésta. Dichos haces profundos aparecen notablemente desarrollados en los grandes mamíferos y, sobre todo, en el hombre. Que todas esas capas de substancia blanca constan de fibras continuadas

(1) Kölliker: *Die feinere Bau des verlangerten Markes*. *Anat. Anzeiger*, números 14 y 15 (3 de agosto de 1891).

(2) H. Held: *Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abtheil.*, 1892.

(3) Van Gehuchten: *Le système nerveux de l'homme*, 1894.

(4) Cajal: Apuntes para el estudio del bulbo raquídeo, cerebelo y origen de los nervios craneales, 6 febrero 1895. *Anal. de la Socied. española de Historia natural.*

con ramas descendentes de la división del trigémino, lo persuade, además de su comportamiento semejante (todas poseen colaterales distribuidas en la substancia gelatinosa), el examen de los cortes verticales bulbares del ratón. En efecto, conforme se veía en la fig. 300, *d*, algunos tubos descendentes, en vez de colocarse en los planos superficiales, se sumergen, después de trazar una curva, en las regiones más hondas de la substancia gelatinosa, por el espesor de la cual descienden flexuosas y reunidas en hacecillos plexiformes; de ellas proceden, como en las superficiales, infinidad de colaterales terminadas en la referida substancia.

La forma del conjunto de la raíz descendente del quinto par, varía mucho en los distintos planos del bulbo y en los diversos mamíferos (véanse las figs. 214 G, y 216 G, y 215, E). Así en el hombre, al nivel del núcleo del facial, la sección de la raíz descendente es triangular; el plano medio se separa del superficial por un foco gris (*foco intersticial*) antero-posterior; y el plano profundo de tubos nerviosos se enlaza hacia adelante con los demás, constituyendo una especie de codo. La misma substancia gelatinosa subyacente aparece muy irregular, fragmentándose en islotes, algunos de los que alcanzan gran profundidad.

A la altura de las olivas, el macizo de tubos de los planos superficial y medio se alarga y adelgaza en sentido dorso-ventral, y el foco intersticial todavía subsistente, se halla cruzado por haces antero-posteriores llegados de las olivas.

Y, por último, á medida que se desciende en el bulbo, la sección de las porciones blancas superficial y media, se alarga y regulariza, la substancia gelatinosa crece en extensión antero-posterior, limpiándose de fascículos intersticiales, y los tubos constitutivos del conjunto de la raíz, empobrecidos por las colaterales emitidas en su largo itinerario, se adelgazan progresivamente. A la altura del cruce de las pirámides, la semejanza entre la substancia gelatinosa del quinto par y la de Rolando del asta posterior de la médula es ya perfecta, habiendo desaparecido por completo el foco intersticial, los islotes autónomos de la substancia gris y toda distinción en planos ó formaciones separadas de substancia blanca. Por lo demás, á ese nivel, la substancia blanca que bordea exteriormente la de Rolando, hállase reforzada hacia adentro por el contingente de las radicales sensitivas del cordón de Burdach, muchas de las cuales pasan, según veremos más adelante, á los planos profundos de la substancia de Rolando.

¿Hasta dónde bajan en el bulbo las ramas descendentes del trigémino? El estudio de una serie de cortes del bulbó, tomada de mamíferos recién nacidos, previa coloración con el método de Weigert, nos enseña que los tubos gruesos medulados del quinto par disminuyen mucho á la altura de la decusación de las pirámides, quedando poquísimos en el plano del nacimiento de la porción espinal del undécimo par. En este paraje, la corteza de substancia blanca que guarnece el vértice y porción externa de la substancia de Rolando, contiene exclusivamente fibras finas no meduladas ó débilmente meduladas, nacidas de las células de la substancia

de Rolando, ó tubos también delgados continuados con la porción externa de las radicales sensitivas (*zona marginal* de Lissauer).

*Colaterales sensitivas.*— Del curso de las ramas descendentes brotan en ángulo recto, según han descrito bien Kölliker y Held, infinidad de robustas colaterales que penetran y se ramifican prolijamente en la substancia gelatinosa, para cuyas células forman cestas complicadas. Las arborizaciones finales no engendran un plexo general difuso, sino que se disponen en pisos separados, lo que permite el establecimiento de conexiones celulares independientes para cada tubo sensitivo.

En nuestro trabajo sobre el bulbo, hemos diferenciado varias especies de colaterales, según la región en que se distribuyen :

1.<sup>a</sup> *Colaterales interfasciculares*, ó sean aquellas que distribuyen sus arborizaciones por debajo del cordón blanco superficial, en torno de ciertas células intersticiales allí residentes ; 2.<sup>a</sup>, *colaterales medias ó marginales*, que marchando ya hacia adelante, ya hacia atrás, y bordeando por dentro los haces de la formación media, se arborizan en torno de células fusiformes antero-posteriores ; 3.<sup>a</sup>, *colaterales meridianas ó internas*, extraordinariamente numerosas, que reunidas en hacecillos y pasando por entre los fascículos del plano profundo, engendran en la substancia gelatinosa dos ó tres pisos superpuestos de arborizaciones terminales, sumamente tupidas. Muchas de estas colaterales, particularmente las nacidas de la parte más posterior de la raíz descendente, se terminan en el espesor de ciertos islotes celulares, bastante bien limitados, yacentes en la porción dorsal de la substancia gelatinosa. En el gato, es frecuente ver que una colateral engendra un plexito compuesto de dos, tres ó cuatro cestas de hebras varicosas y notablemente enredadas (fig. 302).

En algún caso, la arborización alcanza desusado desarrollo, suministrando ramas á varios islotes ; estas arborizaciones extensas representan, por lo común, la terminación de tubos directos de la raíz descendente.

Las colaterales que acabamos de exponer pertenecen todas á la variedad corta, es decir, á la clase de las solamente ramificadas en la substancia gelatinosa. ¿Existen también colaterales largas ó reflejo-motrices? Kölliker las supone y afirma la existencia de conexiones entre las mismas y los núcleos del hipogloso, facial y masticador. Por nuestra parte, y según hemos expuesto repetidas veces en el texto, no hemos logrado nunca sorprenderlas.

*Células de la substancia gelatinosa del trigémino y via central de este nervio.*— Estas células han sido vistas por muchos autores, pero no han merecido, que sepamos, un estudio minucioso. Kölliker, que las menciona en su reciente libro, afirma que las células de la substancia gelatinosa son de dos clases, gruesas y pequeñas, y que las expansiones nerviosas desprovistas de colaterales van probablemente (pues confiesa no haberlas podido seguir suficientemente para poder certificar su curso)

hacia adentro, trazan arcos como las fibras del lemnisco, pasan el rafe y, después de hacerse longitudinales, contribuyen á formar la vía sensitiva central. En su curso longitudinal por el lemnisco interno emitirían colaterales, probablemente ramificadas en torno de las células de la substancia reticular gris y blanca.

Esta opinión de Kölliker, basada sobre todo en el examen de preparaciones teñidas por el método de Weigert-Pal, ha sido substancialmente confirmada por nosotros, *de visu*, en excelentes preparaciones del bulbo del feto de ratón, donde es facilísimo perseguir todo el itinerario de los cilindros-ejes emanados de las células de la substancia gelatinosa.

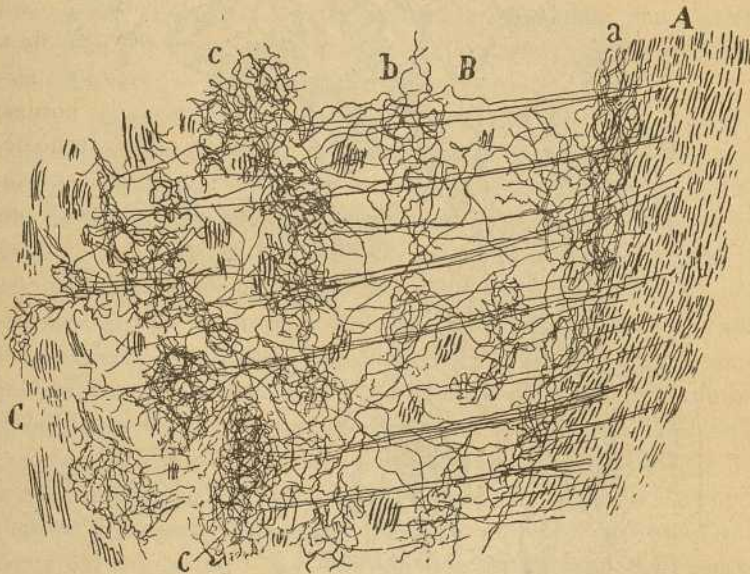


Fig. 302. — Trozo de la raíz descendente del quinto par en el gato recién nacido. — A, plano superficial y medio reunidos de la raíz; B, substancia gelatinosa; C, fibras radiculares del plano profundo; a, colaterales marginales; b, c, islotes formados por las arborizaciones de las colaterales meridianas ó internas.

Las células del núcleo sensitivo del trigémino están dispuestas en tres pisos ó zonas, que de dentro afuera son: 1.º, las células intersticiales; 2.º, las células marginales ó limitantes; 3.º, las células profundas ó internas.

Las células intersticiales son triangulares ó estrelladas, á veces fusiiformes, y residen ya entre los haces del plano radicular medio, ya entre éstos y el plano superficial. En el hombre, constituyen á veces un foco especial bien desarrollado (*foco intersticial*). Sus expansiones protoplásmicas corren unas hacia adelante, otras hacia atrás y algunas hacia adentro, pasando por entre los citados fascículos. El cilindro-eje marcha á menudo en sentido antero-posterior, é ingresa en los hacecillos in-



mediatos ; otras veces penetra en la substancia gelatinosa y se continúa con una fibra de la vía sensitiva central. Casi todas estas células son de talla media, pero algunas de ellas alcanzan proporciones gigantes (figura 303, *a*).

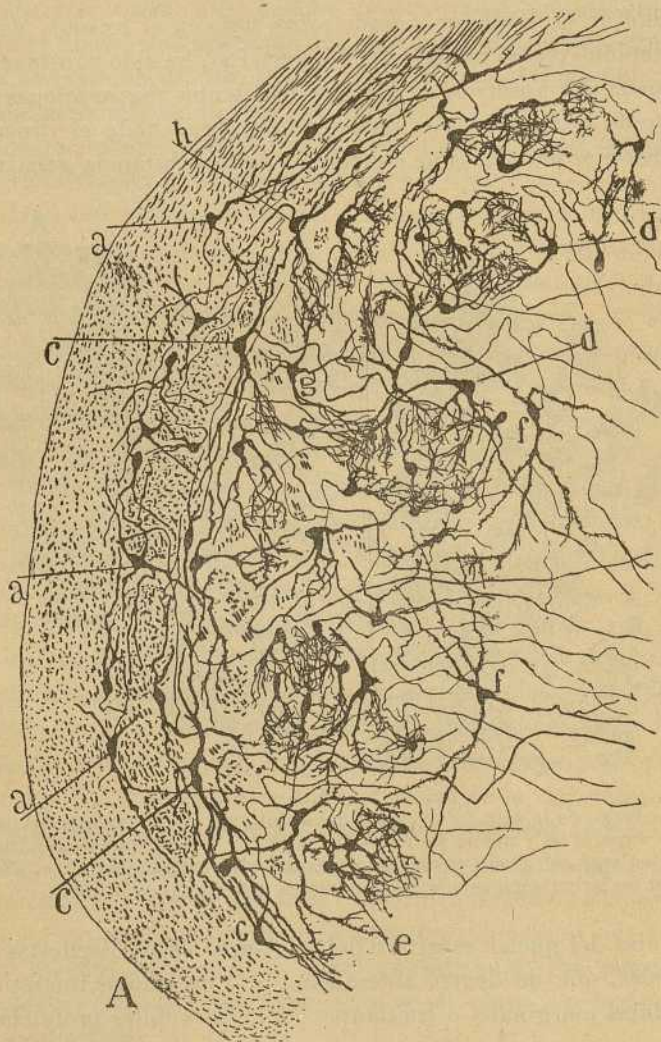


Fig. 303. — Corte transversal de la raíz sensitiva descendente del trigémino del conejo recién nacido. —A, parte anterior de la raíz ; *a*, células intersticiales ; *c*, células marginales ; *d*, islotes celulares de la substancia gelatinosa ; *e*, células pequeñas de estos islotes ; *f*, células grandes, estrelladas, no dispuestas en islotes ; *g*, células intercoloniales ; *h*, una célula marginal, cuyo cilindro-eje parecía ir hacia la substancia blanca ó región de la raíz.

Las *células marginales* constituyen un delgado estrato por debajo de los haces del plano fibrilar profundo. Muchas de ellas afectan forma de

huso, dirigiendo sus expansiones polares en sentido antero-posterior; otras presentan forma mitral y aun piriforme, brotando sus prolongaciones protoplásmicas, que marchan en su mayor parte en sentido antero-posterior, también del lado interno del cuerpo celular. El cilindro-eje, en dos ó tres casos, caminaba hacia adelante, suministraba una colateral para la substancia gelatinosa, y se continuaba con un tubo vertical del plano profundo. En otras células iba hacia adentro, para formar la vía sensitiva central. Por lo demás, las células marginales nos parecen representar los elementos de igual nombre de la substancia de Rolando, de la médula; su abundancia es tanto mayor, cuanto más nos acercamos al cabo inferior del bulbo (fig. 303, c).

*Las células profundas* ó de la substancia gelatinosa, son numerosísimas, afectan comunmente figura triangular ó estrellada y se distinguen por su talla, en dos tipos: gigante y pequeño.

*El tipo pequeño* es muy numeroso, y aun cuando algunos de ellos viven esparcidos sin orden en la substancia gelatinosa, los más aparecen apiñados ó asociados en islotes no siempre bien limitados. Semejantes islotes no faltan nunca en la región dorsal de la substancia gelatinosa, y constan de tres factores: expansiones protoplásmicas sumamente ramificadas, varicosos y espinosas, nacidas de células fusiformes ó triangulares, residentes en los intersticios ó espacios intercoloniales; expansiones sumamente complicadas procedentes de diminutos corpúsculos, yacentes dentro de los mismos islotes ó colonias; y finalmente, un número extraordinario de arborizaciones nerviosas tupidísimas, formadas por las colaterales nacidas de la rama descendente del trigémino (fig. 302, c). Las células situadas en la periferia de cada islote poseen á menudo forma mitral ó de pera, y sus expansiones protoplásmicas, que brotan solamente del lado interno del cuerpo, se descomponen, en el espesor del islote, en penachos de ramitos varicosos que recuerdan los de las células mitrales del bulbo olfativo. El cilindro-eje de las células pequeñas es finísimo, suministra varias colaterales ramificadas en la substancia de Rolando, y su curso es tan irregular, que rara vez puede seguirse más allá de dicha substancia. Alguna vez, sin embargo, lo hemos visto alcanzar la substancia reticular gris, por donde quizás iba á la vía sensitiva central.

*El tipo gigante y mediano* no se dispone en focos, sino que está irregularmente esparcido por toda la substancia gelatinosa. A menudo, como se observa ya en los preparados de Nissl, estas células abrazan con sus expansiones los haces verticales de la substancia gelatinosa. En estas células es donde hemos logrado seguir con toda certidumbre la expansión funcional. Nace ésta, por lo común, del arranque de una gruesa expansión protoplásmica, dirígese hacia adentro y atrás, trazando un arco de concavidad interna, suministra una, dos ó más colaterales, unas ar-

borizadas en la substancia gelatinosa, otras distribuídas en la *substantia reticularis grisea*, y finalmente, después de cruzar el rafe á distintas alturas, preferentemente por su porción posterior, se continúa con una fibra longitudinal ascendente de la vía central del trigémino del otro lado. De ordinario esta continuación no representa una mera inflexión del cilindro-eje, sino una bifurcación en rama ascendente y descendente.

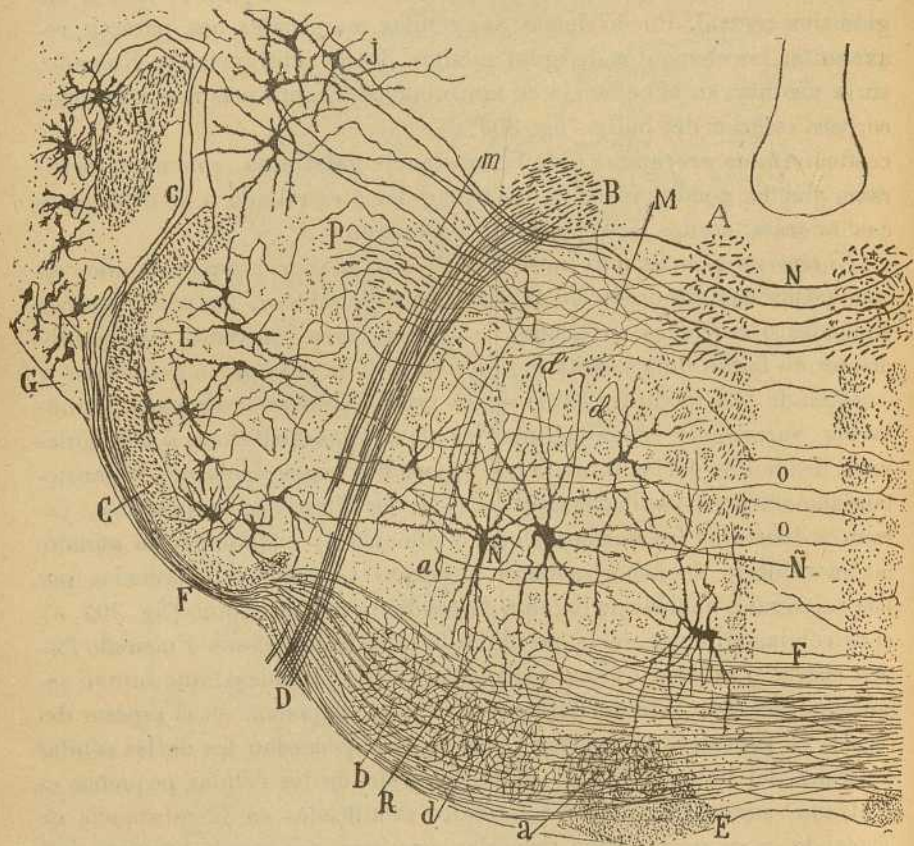


Fig. 304.—Corte transversal del bulbo del ratón al nivel del ganglio de Deiters y cuerpo trapezoide.—En L figuramos las células gigantes de la substancia gelatinosa del trigémino y la marcha de sus cilindros-ejes ; se ve que muchos de ellos forman una vía vertical en P, pero que otros cruzan el rafe ; A, fascículo longitudinal posterior ; B, rodilla del facial ; C, raíz sensitiva descendente del trigémino ; F, cuerpo trapezoide ; J, ganglio de Deiters ; E, pirámides.

Otros cilindros-ejes, nacidos del mismo tipo celular, no cruzan la línea media, sino que arribados al límite posterior de la substancia reticular gris, se doblan, engendrando en un paraje próximo al punto en que reside la rodilla del facial, una vía vertical ascendente y descendente.

*Vías centrales cortas del trigémino.*—El paraje de la substancia blanca donde se concentra la mayoría de los conductores cruzados y directos

nacidos en la substancia gelatinosa del quinto par, ha sido fijado primeramente por nosotros (1) en los pequeños mamíferos. Wallenberg (2), sin conocer nuestros trabajos, ha llegado á un resultado parecido, habiéndose servido del método de las degeneraciones (figs. 304 y 242, e).

Este paraje es un área irregular situada en la parte posterior de la substancia reticular gris, por delante de las vías vestibulares homolaterales y de las nacidas en los focos del vago y glosio-faríngeo. A esta región afluyen tanto fibras homolaterales como contralaterales. A veces, los axones destinados á dicha vía se dividen en dos ramas: una que ingresa en la vía central de su lado, y otra que, después de cruzar el rafe se incorpora en la del opuesto, generando una rama ascendente y otra descendente. Semejante división es bastante común y no es raro ver que la rama que baja es más gruesa que la que sube, y al contrario. En fin, cualquiera que sea su paradero final, los axones destinados á la citada vía, emiten, tanto en su curso transversal como longitudinal, numerosas colaterales ramificadas por los intersticios de la substancia reticular blanca y gris, algunas de las que asaltan los focos motores, particularmente el facial y el ambiguo.

*Vías centrales largas.* — Las vías antedichas pueden estimarse como los conductores sensitivos cortos destinados acaso exclusivamente á provocar reflejos en los focos motores del bulbo. Pero existen fibras nacidas también de la substancia gelatinosa, las cuales por instalarse en los parajes mismos donde yace el lemnisco interno ó vía sensitiva central de la médula, hay motivo para sospechar que engendran un sistema de tubos largos preferentemente ascendentes y quizá prolongados hasta el tálamo óptico ó más allá todavía. En efecto, de la porción más anterior de la substancia gelatinosa hemos visto salir axones que se dividían en rama ascendente y descendente, en la parte lateral anterior de la substancia reticular blanca, donde yacen muchas fibras del lemnisco; en otros casos, estas expansiones cruzaban el rafe y se hacían verticales en distintos planos de la substancia reticular blanca del lado opuesto, no lejos del rafe. Tales axones emitían también colaterales distribuídas en la substancia reticular.

#### RAÍZ MOTRIZ Ó NERVIO MASTICADOR

La porción motriz del trigémino, llamada *nervio masticador*, tiene su origen real en dos núcleos: uno inferior voluminoso, alojado en la substancia reticular gris del bulbo, por dentro del cabo alto de la gelatinosa

(1) *Cajal*: Apuntes, etc., 1895.

(2) *Wallenberg*: *Anatomischer Anzeiger*, Bd. XII, 1896. Véase también: *Secundare sensible Bahnen im Gehirnstamme des Kaninchen*, & *Anatomischer Anzeiger*, Bd. XVIII, 1900.

del quinto par, y llamado *núcleo principal*; y otro superior acintado, emplazado en el espesor del tubérculo cuadrigémino posterior y en las inmediaciones del pedúnculo cerebeloso superior, y designado por los autores *raíz descendente del trigémino, raíz pequeña ó cerebral ó núcleo accesorio* (fig. 305, Vs y Vm).

**Núcleo principal.**—Está emplazado, según hemos expuesto, en plena substancia reticular gris, por encima de la porción emergente y codo del

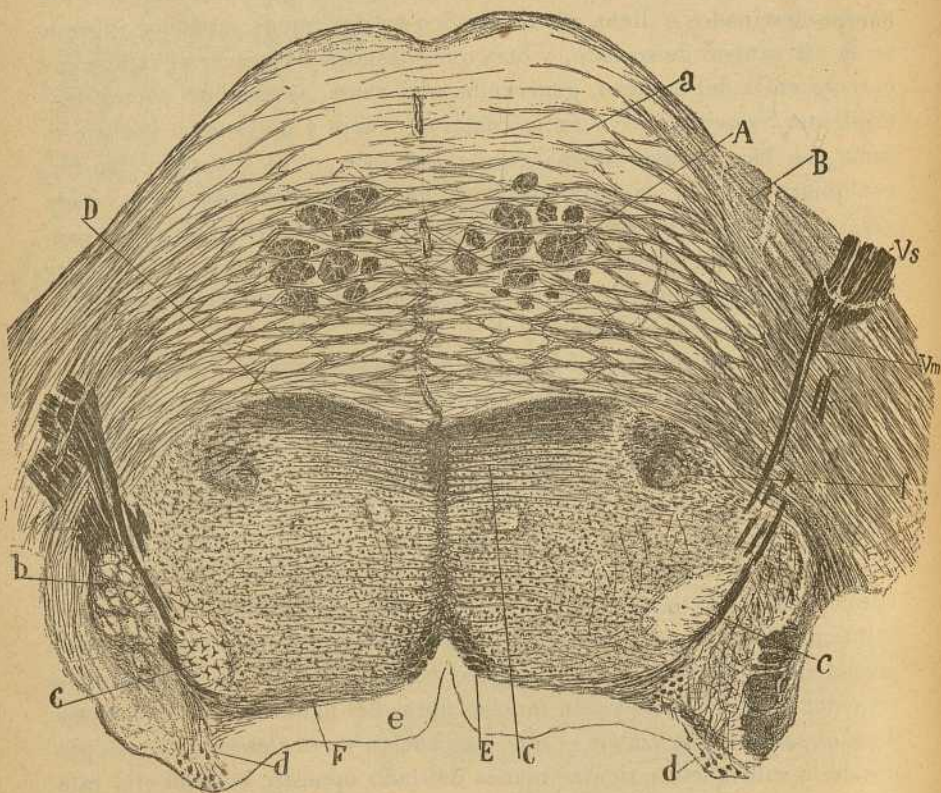


Fig. 305. — Corte al nivel del tercio medio de la protuberancia del bulbo del niño de quince días (Weigert-Pal). — A, haces de la vía piramidal; B, pedúnculos cerebelosos medios; C, cuerpo trapezoide; D, vía sensitiva central; E, fascículo longitudinal posterior; F, fibras arciformes posteriores; a, focos de la protuberancia; b, foco terminal sensitivo del trigémino; c, foco motor principal de este nervio; d, foco motor superior del mismo; e, substancia gris central; f, oliva superior; Vs, raíz sensitiva del quinto par; Vm, raíz motriz de este nervio.

facial, fronterizo, hacia fuera, de las pléyades grises más altas del foco sensitivo del trigémino y de las radicales del núcleo accesorio, limitado por detrás por haces nerviosos transversales que representan una vía sensitiva secundaria del quinto par, y lindando por dentro con la substancia reticular blanca. La forma es redondeada ú ovoidea, y sus células aparecen dispuestas en tres ó cuatro pléyades no bien deslindadas.

La morfología de sus elementos responde perfectamente á la del tipo motor. Estudiadas en los preparados de Nissl, se nos presentan voluminosas, semejantes en talla á las del facial, multipolares y estrelladas, y con un soma rico en protoplasma cuajado de grumos cromáticos apretados. El método de Golgi, primeramente aplicado en este núcleo por Lugaro, nos muestra los referidos elementos francamente estrellados y provistos de tres, cuatro ó más robustas expansiones vellosas que se dicotomizan repetidamente y corren en curso ondulado, para adaptarse á los cuerpos celulares, casi toda la extensión del núcleo. Las espinas de las

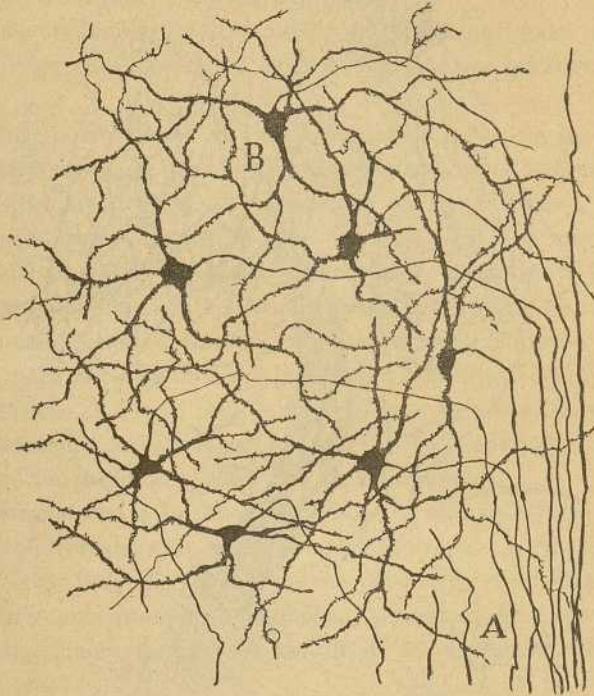


Fig. 306. — Células del núcleo masticador del gato recién nacido. — A, radicales situadas en el lado externo del foco; B, células.

dendritas véanse también en el contorno del soma. Entre las células, reside un plexo fibrilar bastante amplio, en el cual la hematoxilina de Weigert-Pal denuncia infinidad de fibras meduladas, entrecruzadas, y numerosos manojos verticales de tubos gruesos continuados, en su mayoría, según hemos podido asegurarnos por el estudio de series de cortes en el bulbo del ratón, con la vía sensitiva lateral ó central corta del trigémino. Resulta, pues, que este núcleo, á la manera del del motor ocular externo, yace sumergido en los intersticios, notablemente ampliados, de un sistema de tubos nerviosos verticales.

**Radiculares.**—Como se ve en la fig. 306, A, los axones brotan ya del soma, ya de una dendrita, y, marchando desde luego hacia adelante, reunidos en hacesillos y sin emitir ninguna colateral, emergen del bulbo por dentro de la raíz sensitiva del trigémino, á veces después de cruzar el cabo superior de la substancia gelatinosa. Alguna vez, el axon mar-

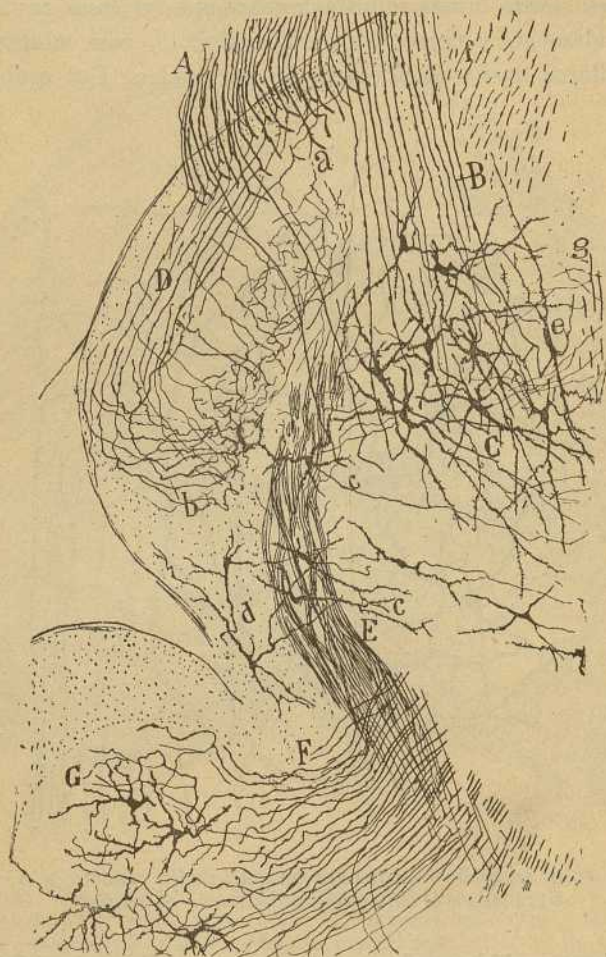


Fig. 307.—Corte transversal de los focos de origen del quinto par del feto de ratón. —A, raíz sensitiva del trigémino; B, nervio masticador; C, foco masticador; D, rama ascendente de la raíz sensitiva; F, pedúnculo cerebeloso superior; E, haz de colaterales del pedúnculo.

cha primeramente hacia atrás y revuelve hacia adelante, trazando una curva de concavidad anterior.

En el hombre, y también en el gato y perro, la mayoría de las radicales marchan desde luego hacia afuera, engendrando en el contorno

exterior del foco una zona de substancia blanca que sirve de frontera separatoria entre éste y el núcleo sensitivo. Los haces radiculares concentrados en dicho paraje, diríjense luego hacia adelante y salen del bulbo reunidos con los del núcleo accesorio (fig. 309, B).

*Colaterales destinadas al núcleo principal.*—Entre las células de este foco, el método de Golgi revela la existencia de infinidad de ramillas colaterales prolijamente ramificadas y dispuestas á veces en cestas apretadas pericelulares. Tales cestas no presentan empero la perfecta individualidad de las del núcleo de Deiters, por ejemplo; por lo común, el plexo pericelular abarca varios elementos y deja claros notables que acaso dependan de un defecto de impregnación.

Un análisis cuidadoso de estos plexos, en el conejo y gato, nos ha permitido deslindar en ellos dos especies de colaterales: las sensitivas y las motrices.

Las *sensitivas* son finas ramillas brotadas de tubos de la vía central lateral del trigémino, la cual, según dejamos consignado, cruza verticalmente el núcleo masticador y se concentra en sus fronteras, particularmente en la interna y dorsal (fig. 308, G). De aquí que muchas colaterales emanen de fibras verticales extrafocales, pero fronterizas, mientras que otras proceden del curso de tubos longitudinales intrafocales. Todas estas colaterales se dicotomizan varias veces dentro del núcleo, y coadyuvan, pero sólo en una mínima parte, á la construcción de los nidos perisomáticos. Es muy posible que el lugar principal de contacto de tales arborizaciones sensitivas sea el tallo de las dendritas, á lo largo de las cuales nos ha parecido alguna vez verlas adosadas.

Mencionemos todavía la presencia de colaterales sensitivas nacidas de los axones transversales que, reunidos en gruesos haces, cruzan por detrás del ganglio (fig. 308, B). Estos axones proceden en su mayoría de la substancia gris gelatinosa del trigémino, y después de pasar el rafe, se tornan longitudinales en diversos parajes de la substancia reticular gris del lado opuesto.

Colaterales directas de la raíz sensitiva del trigémino, nos ha parecido sorprender más de una vez en los embriones de ratón (fig. 309, *d*); pero su ausencia en el gato y conejo recién nacidos nos hacen sospechar que ó tales fibras no existen, ó son notablemente escasas, y en todo caso inferiores en número é importancia á las procedentes de la vía secundaria sensitiva del quinto par.

*Colaterales motrices.*—El contingente principal, si no exclusivo, de las arborizaciones pericelulares que dejamos descritas, fórmanlo ciertas fibras colaterales sumamente robustas emanadas del trayecto de las radicales del foco motor accesorio ó descendente (fig. 309, *e*). Tales colaterales asaltan el foco por su lado posterior y externo, se dicotomizan repetidamente, recorriendo casi todo el ganglio y entran en la constitución de



infinidad de plexos pericelulares. Cada radicular puede suministrar al núcleo dos, tres y hasta cuatro robustas colaterales; algunas radiculares gruesas, al tocar las fronteras del foco principal, se bifurcan en ramas próximamente iguales; una destinada á este núcleo, y otra que costeándole lateralmente, emerge del bulbo con la raíz motriz. En ningún caso las citadas colaterales y ramas de bifurcación abandonan el territorio del foco masticador, ni menos se dirigen al rafe para engendrar la pretendi-

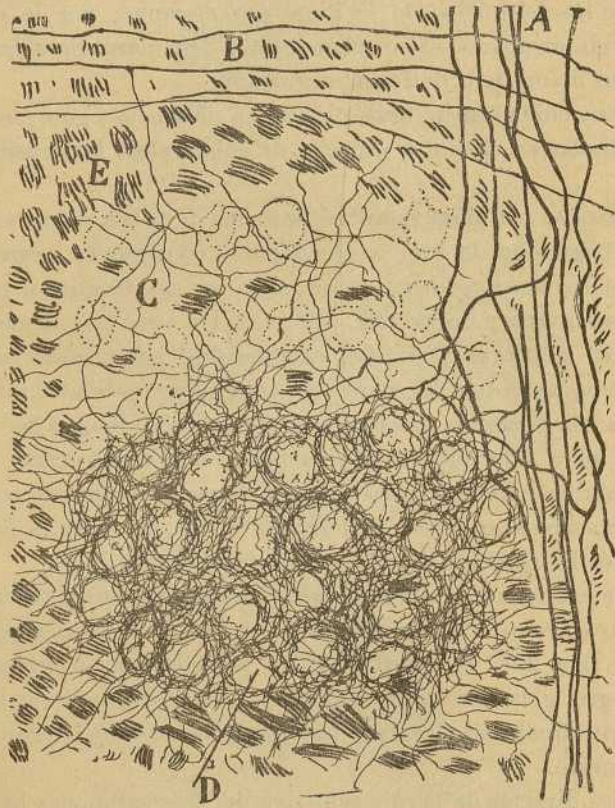


Fig. 308. — Núcleo masticador principal con sus nidos nerviosos del conejo de ocho días. — A, fibras llegadas del foco descendente ó cerebral; B, fibras transversales situadas en la frontera dorsal del foco; E, parte posterior de la vía central del trigémino; C, zona del ganglio donde representamos el plexo de colaterales sensitivas; D, nidos nerviosos formados principalmente de colaterales motrices.

da decusación motriz de ciertos autores (Obersteiner, Edinger, Bruce y Kölliker). Esas fibras entrecruzadas que aparecen claramente en el conejo y conejillo de Indias detrás del foco principal, fibras que Kölliker ha creído seguir en el conejo hasta el núcleo masticador, proceden positivamente de la substancia gelatinosa del trigémino. Algunas representan también axones de la vía central del foco de Bechterew.

Núcleo accesorio ó descendente. — Situado por detrás y encima del precedente, afecta la forma de conglomerado celular alargado, muy del-

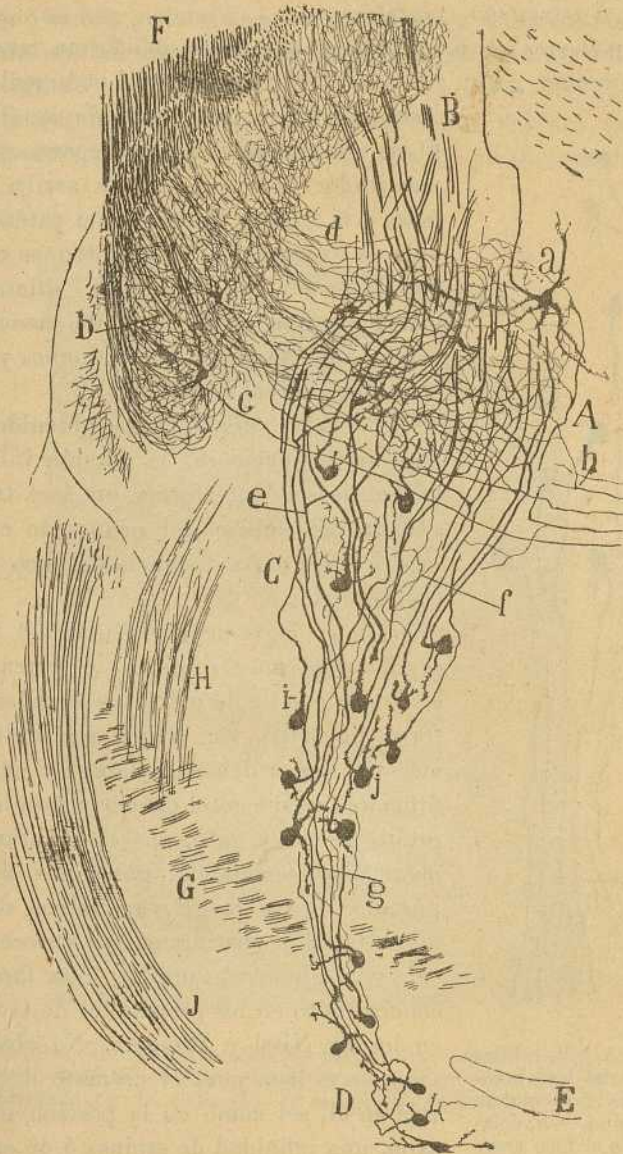


Fig. 309.— Conjunto de los focos motores del trigémino en el ratón.—A, foco masticador principal; B, radiculares motrices; C, subfoco inferior del descendente; D, cola ó subfoco superior; E, epéndimo; F, raíz sensitiva del quinto par; G, pedúnculo cerebeloso inferior; *e, f, g*, colaterales motrices; *d, c*, vias centrales del trigémino.

gado en la porción superior en que se transforma en cordón fibrilar ó

celulo-fibrilar, espeso y ancho en su porción inferior, que se aproxima, pero sin tocar, á la frontera dorsal del foco principal. Para comodidad descriptiva, distinguiremos en este núcleo dos subfocos: el *cordonal ó superior*, y el *triangular ó inferior*.

*Subfoco inferior.* — Es el más grueso, posee una forma triangular ó semilunar (conejo, gato), y está situado por dentro del pedúnculo cerebeloso superior y por detrás de un sistema de fibras transversales, que le separan del núcleo masticador principal. Hacia arriba, aproximase á la sección de la raíz del patético y válvula de Wiusens, y, por dentro, se conexiona con la substancia ferrugínea, dilatada masa gris extendida en el suelo del acueducto de Silvio, entre el foco que estudiamos y el fascículo longitudinal posterior.

En el ratón, donde hemos obtenido las mejores impregnaciones, la porción inferior del núcleo descendente forma un área triangular situada por debajo del pedúnculo cerebeloso superior y á corta distancia del foco principal (fig. 309, C).

La morfología de las células del foco descendente es muy singular, y forma extraño contraste con la de todos los corpúsculos motores (fig. 310). En vez de ser multipolares, afectan, según demostró Golgi y hemos confirmado Lugaro en el conejo y nosotros en el ratón, conejo y gato, una figura francamente monopolar, semejando, por tanto, á los corpúsculos de los ganglios raquídeos, de los que no obstante se distinguen por carecer de cápsula y de glomérulo inicial. Esta forma se reconoce tanto en los preparados de Golgi como en los de Nissl y Weigert. No obstante, el soma no es liso, pues el cromato de plata revela en él, así como en la porción inicial del axon, una infinidad de espinas ó de excrescencias poco salientes, rudimentaria representación del aparato colector de los elementos

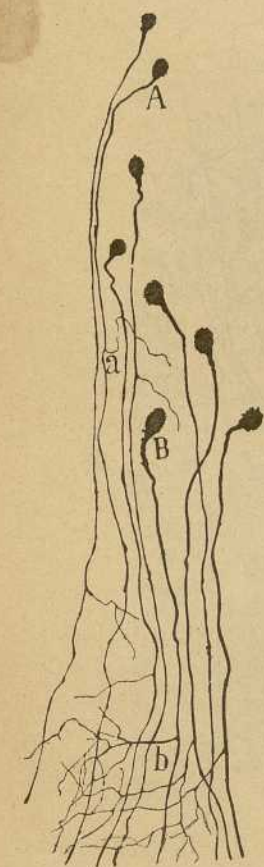


Fig. 310. — A y B, células piriformes del foco accesorio de la raíz motriz del trigémino. — a, colaterales para el foco accesorio; b, colaterales para el foco principal.

comunes. Mediante el método de Nissl, el protoplasma exhibe, según ha reconocido Kure, una infinidad de pequeños grumos cromáticos muy apretados, nunca dispuestos en huso. El axon, que brota de un cono protoplásmico, carece de ellos.

Mezclado á las células monopolares, puede existir algún corpúsculo multipolar, cosa que se observa alguna vez en el hombre y hasta en el conejo y gato. Pero tales elementos, vistos, sin duda, por Kölliker y Tertenjanz, que han generalizado su morfología á todos los demás, pueden muy bien ser células dislocadas del foco de Bechterew ó de la substancia ferrugínea.

Las células multipolares abundan más por dentro del foco, en los límites laterales de la substancia gris central, según puede apreciarse en la

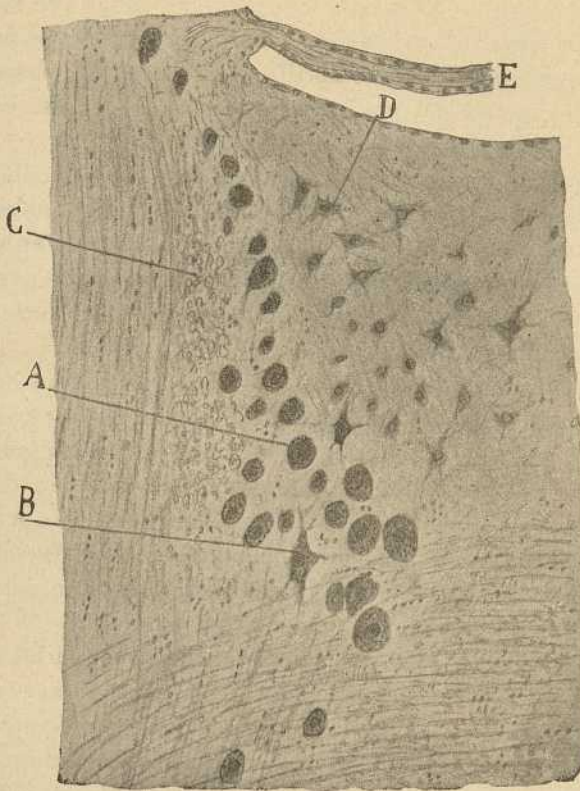


Fig. 311. — Células del subfoco inferior del núcleo descendente del quinto par del conejo. Método de Nissl. — A, células piriformes; B, célula multipolar; C, tubos de la raíz descendente; D, elementos de la substancia ferrugínea; E, válvula de Vinssens.

figura 311, D; pero tales corpúsculos estrellados no pertenecen probablemente al foco que estudiamos, pues jamás hemos visto que sus axones se incorporen al foco accesorio del quinto par.

En cuanto al axon de las células monopolares, ofrece un espesor notabilísimo, muy superior al de todas las radicales motrices, nace frecuentemente del polo ventral del soma, al nivel de un cono protoplásmico, y

medulándose á poco trecho, según revelan los preparados de Weigert del niño recién nacido y mamíferos adultos, marcha en seguida hacia abajo y adelante, asociándose en haces apretados; pasa después por fuera del foco principal, al que abandona infinidad de robustas colaterales, según dejamos dicho más atrás, é ingresa finalmente en la raíz motriz del quinto par. Tal es, al menos, la disposición en el gato, conejo y hombre. En el ratón, según se verá en la fig. 309, C, la mayor parte de dichas radicales penetra en pleno foco principal, al que aborda por su lado postero-externo.

*Plexo intercelular.*—Es mucho más pobre en fibras que el del núcleo masticador principal, como ya lo revelan las preparaciones de Weigert-Pal, donde aparecen muy pocas fibrillas meduladas. Sin embargo, el método de Golgi nos enseña que entre las células existen dos clases de ramificaciones: las motrices y las sensitivas.

a) Las motrices son colaterales emanadas de las radicales bajadas de la porción superior del foco. En el ratón se advierte que estas radicales más altas, una vez cruzado el pedúnculo, se apartan en abanico entremezclándose á las células del foco inferior, á las cuales envían bastantes colaterales, que generan un plexo intercelular mucho más flojo y pobre que el del núcleo masticador.

b) Las sensitivas solamente hemos podido sorprenderlas hasta hoy en el conejo y gato de ocho á diez días. Representan en su mayoría colaterales finas, llegadas de la substancia reticular gris y brotadas de la vía central lateral del trigémino. Algunas emanan también de los tubos transversales situados por delante del foco, entre éste y la substancia reticular gris fronteriza del núcleo principal, tubos transversales originados en la substancia gelatinosa del trigémino y representantes, por tanto, de una vía sensitiva central cruzada (fig. 312, A).

Todas estas fibrillas, reunidas á las motrices, engendran en torno de las células unas cestas flojas compuestas de ramas finas y varicosas de curso complicadísimo. Cuando las impregnaciones son completas, es imposible establecer el origen de dichas arborizaciones perisomáticas, porque se colorea al mismo tiempo un plexo intrincadísimo intersticial difuso, que abarca todos los espacios sin células del foco y se continúa con el de la substancia ferrugínea (fig. 312, C).

En la construcción de este plexo intersticial, participa también, conforme se aprecia en el gato, conejo y ratón, un gran número de fibras procedentes del núcleo de Bechterew, y continuadas verosímilmente con colaterales de la rama ascendente del vestibular. Si tales fibras intervienen ó no en la construcción de las referidas cestas, es cosa que no hemos podido todavía precisar.

*Subfoco superior ó cola del núcleo descendente.*—Modelado en cordón larguísimo, este núcleo representa una expansión ó cola ascendente del pre-

cedente. Consta de células por lo común menos gruesas que las del subfoco precedente, de forma de pera, también exentas de dendritas, y con la única expansión, que es el axon, dirigida hacia abajo. El cordón formado por las referidas células comienza en el ratón por encima del pedúnculo cerebeloso superior, gana la proximidad de la válvula de Viussens, costeano el epéndimo, y trazando una gran revuelta de convexidad interna, penetra en el tubérculo cuadrigémino posterior, ascendiendo todavía por debajo del núcleo de este centro hasta el espesor del anterior.

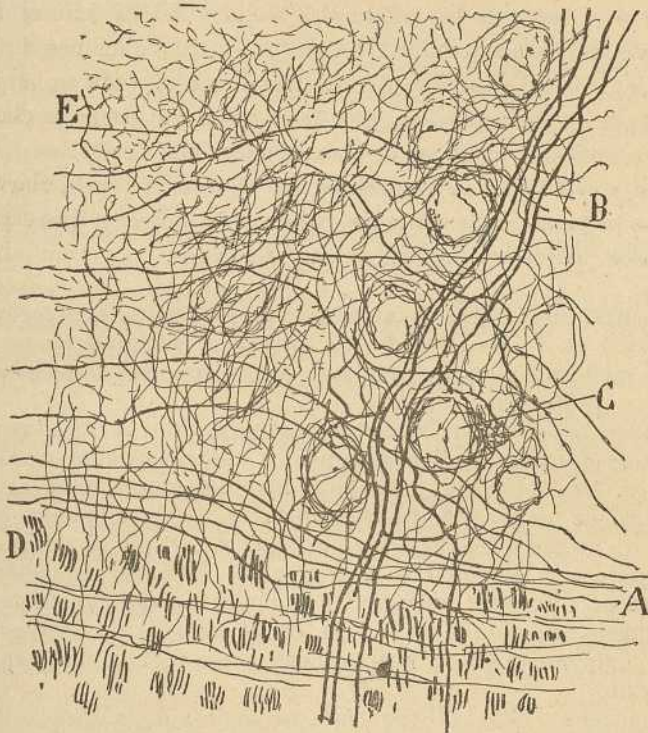


Fig. 312.—Plexos nerviosos de las células del subfoco inferior del núcleo descendente del conejo de ocho días. — A, fibras transversales situadas por delante y abajo; B, axones de la porción superior del foco; C, nido pericelular; E, plexo de la sustancia ferrugínea; D, vía central del quinto par.

En todo este largo itinerario, una gran parte del cual puede sorprenderse en los cortes protuberanciales de fetos de ratón, lo que marca claramente la individualidad del foco descendente es un haz de gruesas fibras, progresivamente espesado de arriba á abajo, y al cual se incorporan los axones de todos los corpúsculos monopolares que lo flanquean y que penden, como cerezas de un tallo, por uno y otro lado. Dichas células no forman una columna continua, sino una serie de pléyades, cada una de las cuales dista á veces mucho trecho de las vecinas.

Por lo que hace al axon, nace comunmente del polo distal de las referidas células, exhibiendo, por lo común, menos diámetro que el de los elementos del foco inferior, agrúpase con sus compañeros para engendrar un cordón denso, emite en su itinerario algunas finísimas colaterales ramificadas en torno de las pléyades de células halladas á su paso, é ingresa finalmente en el subfoco inferior y raíz motriz del quinto par, no sin haber suministrado antes colaterales para el núcleo principal y el subfoco inferior. En su largo trayecto descendente hállase protegido por una vaina medular de que carecen sus finas colaterales.

Hasta hoy, fuera de las colaterales nacidas de los axones de células congéneres, no hemos sorprendido plexos sensitivos en torno de los elementos del subfoco superior. Alguna vez hemos notado en él hacecillos de hebras delgadas, varicosas, que descienden con las radicales y que parecen ramificarse entre las células; mas no nos ha sido posible marcar su origen y establecer su naturaleza. De algunas de ellas, nos ha parecido que se trataba simplemente de radicales motrices finas, nacidas en corpúsculos piriformes superiores muy delicados.

La singular morfología de las células del foco motor accesorio ó descendente llamó ya la atención de los histólogos antiguos, y ha suscitado hasta en modernos tiempos opiniones contradictorias tocante á su naturaleza y significación.

El aspecto redondeado ó vesiculoso fué ya notado por Deiters y Meinert. Este último (1) comparó dichos elementos á los corpúsculos de los ganglios raquídeos. Más adelante, Duval (2) hizo una descripción muy exacta de los mismos, calificándolos de unipolares, distinguiéndolos bien de los del foco de origen del patético, y haciendo notar que su única expansión se incorpora á la raíz motriz del trigémino. Además, como prueba de la independenciam de estos corpúsculos de las raíces del cuarto par, adujo el hecho interesante de que en el topo, cuyos núcleos motores oculares faltan por completo, el núcleo descendente motor del trigémino aparece bien desenvuelto.

Ulteriormente, Golgi (3) confirmó, valiéndose de la disociación, la figura monopolar de dichas células; pero, al suponerlas generadoras de las fibras del patético, volvió á poner sobre el tapete un asunto ya ventilado suficientemente por Duval, y cometió un error que ha sido corregido por Lugaro (4) y Kölliker (5), y más modernamente por nosotros, van Gehuchten y Kure.

Sobre la forma de tales células, debemos á Lugaro algunas informacio-

(1) *Meinert: Psichiatric, t. I, pág. 98.*

(2) *Duval: Recherches sur l'origine réelle des nerfs craniens. Journ. de l'Anat. et de la Physiol., 1879.*

(3) *Golgi: Intorno all'origine del quarto nervo cerebrale. Atti della reale Accad. dei Lincei. Ser. V, vol. II, 1893.*

(4) *Lugaro: Sull'origine di alcuni nervi encefalici. Archivio di ottamologia, vol. II, fasc. 6, 1894.*

(5) *Kölliker: Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 6 Aufl., pág. 290, 1893.*

nes interesantes. Habiéndolas coloreado con el método de Golgi en el embrión de conejo, después de confirmar la monopolaridad descrita por Duval y Golgi, añade que alguna vez emiten alguna corta dendrita, y que el axón, grueso é incorporado al nervio masticador, suministra en su curso colaterales ramificadas prolongadas algunas hasta el núcleo principal.

Nuestros estudios confirmaron y ampliaron los resultados anunciados por Lugaro, demostrando los siguientes hechos: 1.º, que la forma adulta de los referidos corpúsculos es monopolar, lo que se advierte ya en el gato y conejo de ocho días; pero que en la época embrionaria todos ellos poseen alguna dendrita más ó menos ramificada destinada á reabsorberse; 2.º, que del axón de las células del foco descendente brotan infinidad de robustas colaterales, las cuales, ramificándose repetidamente en el núcleo masticador, engendran en torno de sus células un plexo apretadísimo y de importante significación fisiológica; 3.º, que, además de estas colaterales, entran en el foco principal numerosas fibrillas sensitivas, nacidas de la vía central del trigémino; y 4.º, que no existe el entrecruzamiento de las radicales descritas por los autores (Obersteiner, Edinger, Kölliker, etc.).

El carácter homolateral de las radicales del conjunto de los focos motores del trigémino, ha sido confirmado por van Gehuchten, que ha estudiado el núcleo descendente motor en los peces (1), cuyas células son tanto monopolares como multipolares y están provistas de un axón que emite colaterales para el foco principal.

Según Terterjanz (2) quien ha coloreado el núcleo descendente, mediante el cromato de plata, en el conejo de Indias adulto, las células de este foco serían en su mayoría multipolares y el axón ingresaría en la raíz motriz del trigémino. Pero del examen de las figuras anejas al trabajo de este sabio, no se deduce bien claramente que haya teñido las llamadas células vesiculosas, sino más bien elementos multipolares vecinos, que á veces se entremezclan con los elementos genuinos de la raíz descendente. Semejante sospecha se justifica, además, considerando que en los mamíferos adultos jamás se logra la impregnación de las células piriformes con el método de Golgi. No obstante lo cual, su monopolaridad no es dudosa por estas dos razones: 1.º, el método de Nissl, la disociación y las preparaciones de Weigert (decoloración insuficiente), las presentan constantemente como monopolares; 2.º, en los mamíferos de ocho y diez días, época en la cual la ramificación dendrítica de todas las células está completamente formada, los referidos elementos, cuya coloración con el cromato de plata es entonces posible, se muestran rigurosamente monopolares.

Kure (3), que ha estudiado los focos motores del trigémino en el conejo, confirma, mediante el método de las degeneraciones de Nissl, la ausen-

(1) *Van Gehuchten*: De l'origine du patetique et de la racine superieure du trijumeau. Bruxelles, 1895.

(2) *Terterjanz*: Die obere Trigeminuswurzel. *Arch. f. mikros. Anat. u. Entw.* Bd. 53, 1899

(3) *Kure*: Die normale und pathologische Structur des Zellen an der cerebralen Wurzel des Nervus trigeminus, &. *Arbeiten aus dem Institut. f. Anat. und Physiol. des Centralnervensystems. herausgegeben von Prof. Heinrich Obersteiner.* Wien. 1899. VI Heft.



cia de entrecruzamiento de los focos motores, así como la unión positiva del foco descendente con el nervio masticador. Según este autor, las fibras transversales cruzadas situadas detrás del foco principal, corresponderían a la vía central del trigémino, dictamen ya expuesto por nosotros (1), Kljatschkin (2) y todavía antes por Bregmann (3).

Sobre la significación de la raíz descendente y de las células que la escoltan, los pareceres andan encontrados. Para Mendel esta raíz sería de naturaleza trófica, y mixta de trófica y motriz para Homen. Kölliker la toma por genuinamente motriz, dictamen formulado por la mayoría de los autores, entre otros por Kure, para quien no sólo las del núcleo descendente, sino hasta las células del *locus ceruleus* irían al nervio masticador, puesto que reaccionan consecutivamente a la sección del trigémino.

Con el objeto de confirmar la conjetura de Kölliker, á saber, que la raíz descendente del trigémino inerva los músculos del velo del paladar, Terterjanz ha extirpado en el gato el músculo tensor del velo palatino y ha reconocido, mediante el método de Marchi, la existencia de una degeneración en la mencionada raíz.

De todos modos, y cualquiera que sea la opinión que se forme sobre la significación funcional de la raíz descendente, su naturaleza motriz no ofrece duda. Pruébanlo perentoriamente dos argumentos irrefutables: 1.º, las citadas células engendran fibras centrífugas, que salen del bulbo con el nervio masticador (esta emergencia es evidente en los fetos de ratón); 2.º, según han expuesto Kure y van Gehuchten, los referidos elementos vesiculares degeneran (método experimental de Nissi), cuando se corta la raíz del quinto par fuera del cráneo.

En cuanto á significación de la *substancia ferrugínea*, los dictámenes son muy varios. En sentir de Meinert, cuyas ideas son modernamente defendidas por Cramer, Obersteiner y Terterjanz, las células de la substancia ferrugínea, enviarían sus axones al rafe y participarían en la formación de la raíz motriz del quinto par del opuesto lado. También Kure acepta la unión de estas células con las fibras motrices. Para nosotros, esta participación de la substancia ferrugínea en la formación de la raíz motriz del quinto par, es muy poco probable. Tales corpúsculos, que hemos impregnado repetidas veces en los fetos de ratón y de gato, afectan forma triangular ó en huso, poseen varias dendritas ramificadas, y ofrecen un axon más fino que el de las células piriformes, el cual se dirige primeramente hacia adentro, para perderse finalmente en el espesor de la substancia gris central, donde alguna vez lo hemos visto adquirir dirección longitudinal. Y puesto que toda la región de la substancia ferrugínea y gris central recibe un número considerable de colaterales nacidas de la substancia reticular gris y blanca del bulbo (colaterales que se hacen, en su mayoría, ascendentes cerca del suelo ventricular), nosotros consideramos muy probable que dichas materias ferrugínea y gris central representen, en realidad, un foco sensitivo de tercer orden.

(1) *Cajal*: Apuntes para el estudio del bulbo raquídeo, etc., 1895.

(2) *Kljatschkin*: Experimentelle Untersuchungen über den Ursprung des Nervus trigeminus. *Neurol. Centralblatt.*, 1897.

(3) *Bregmann*: Ueber experimentelle aufsteigende Degeneration motorischer und sensibler Hirnnerven. *Arbeit. aus des Institut. f. Anat. u. Physiol. des Centralnervensystems an des Wiener Universität.* 1 Hef., 1892.

**Consideraciones fisiológicas.** — La excitación periférica de las ramas externas de las células del ganglio de Gaserio provoca un gran número de reflejos, algunos de los cuales han sido ya estudiados, desde el punto de vista de la marcha de las corrientes, en capítulos anteriores (parpadeo y oclusión del orbicular, succión, deglución). Aquí señalaremos solamente las vías del importante reflejo de la masticación. El examen de la figura 313, donde reproducimos esquemáticamente el conjunto de los focos motores y sensitivos del trigémino, así como sus vías sensitivas de segundo orden, nos ayudarán á comprender la marcha de la excitación. Esta comienza en la lengua (ramo lingual del maxilar inferior), encías ó carrillos (ramos palatinos y bucales), y es provocada por el contacto del alimento; gana en seguida el ganglio de Gaserio, pasa después á las ramas ascendente y descendente de la raíz sensitiva, y, por último, transmítese, mediante las colaterales de éstas, á las células de la substancia gelatinosa ó foco originario de la vía sensitiva cen-

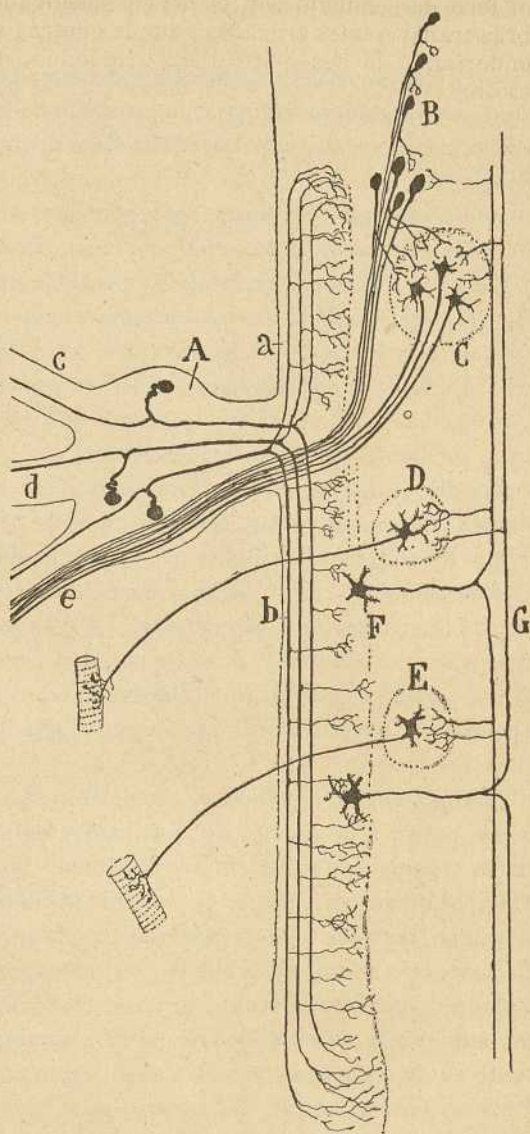


Fig. 313. — Conjunto de los focos y vías centrales del trigémino. Figura esquemática. — A, ganglio de Gaserio; B, foco motor accesorio; C, foco motor principal; D, núcleo del facial; E, núcleo del hipogloso; F, células de la substancia gelatinosa de la raíz sensitiva; G, vía central del trigémino; a, rama ascendente de la raíz sensitiva; b, rama descendente; c, rama oftálmica; d, maxilar superior; e, rama maxilar inferior.

tral. Arribado á esta vía, propágase el impulso, á favor de colaterales, al foco masticador principal, y, en definitiva, á los músculos masticadores.

Problemas de difícil esclarecimiento son los referentes á la significación de la extraña morfología de las células de la raíz motriz descendente ó accesoria, y al papel que éstas desempeñan en la función masticatoria.

Hemos expuesto ya, en párrafos anteriores, algunas opiniones tocante al oficio presumible de semejante raíz. Recordemos aquí el dictamen de Kölliker y Terterjanz sobre su probable enlace con los músculos del velo del paladar. Pero sin que nosotros neguemos la posibilidad de que la citada raíz inerve el músculo tensor del velo palatino, juzgamos necesario adjudicarle, además, una influencia positiva sobre el acto de la masticación. Téngase, en efecto, presente que las células piriformes se enlazan, mediante colaterales robustísimas, con todos los elementos del foco masticador principal, y que si nuestras ideas sobre la marcha de las corrientes en el soma y axon son acertadas, no hay más remedio que admitir que los impulsos recibidos por el cuerpo de los referidos corpúsculos del foco accesorio se propagan á las células del núcleo principal, y, por tanto, á los músculos masticadores. De esta suerte, la función de ambos núcleos resulta solidaria, se entiende si el impulso parte del foco accesorio ; el principal podría, no obstante, entrar en actividad de un modo independiente, cuando la excitación centrípeta proceda de sus colaterales sensitivas propias.

También el foco accesorio es susceptible de actuar por vía refleja, puesto que posee, á la manera de masticador principal, arborizaciones sensitivas especiales nacidas de la vía central del quinto par ; pero acaso su principal oficio sea recoger y conducir impulsos de otra especie, quizás de origen cortical. Desgraciadamente no es posible saber á punto fijo qué categoría de impulsos puedan ser estos, por que desconocemos las conexiones contraídas, durante su largo trayecto descendente, por la porción superior ó cola del foco accesorio, porción de la que sabemos solamente envía numerosas colaterales al segmento inferior de este núcleo y al mismo foco principal. Es seguro, pues, que el *primum movens* quizás de los movimientos voluntarios reside en las fibras nerviosas, todavía desconocidas, que en el espesor de los tubérculos cuadrigéminos establecen conexión con la larga serie de las células piriformes.

En cuanto á la bilateralidad de los movimientos masticadores tendría fácil explicación, recordando que los referidos focos reciben fibras de las dos vías sensitivas cruzada y directa del quinto par.

La forma singular de las células del foco descendente entraña otro problema de difícil solución. ¿Por qué las células de este foco motor, por excepción de la regla general, carecen de dendritas ó las poseen rudi-

mentarias? Desde luego, puede contestarse, aunque la respuesta no deje el ánimo completamente convencido, que la carencia de dendritas resulta de la pobreza de las fibrillas colaterales destinadas á este foco. Para entrar en conexión con ellas bastaba con la superficie del soma. Cosa análoga ocurre en los ganglios raquídeos y en las células amacrinas de la retina, cuyo soma entra en contacto con una ó poquísimas fibras nerviosas terminales. Por lo demás, la ausencia de dendritas en las células del núcleo accesorio no crea dificultad alguna, como pretendía Golgi, á la teoría de la polarización dinámica, dado que el soma de estos elementos, á la manera de los espongioblastos de la retina y corpúsculos de los ganglios raquídeos, representa también un aparato de recepción, y entra en contacto con arborizaciones pericelulares. Ya van Gehuchten hizo notar el poco fundamento de estos reparos del sabio de Pavía.

---

## CAPÍTULO XII

### VÍAS NERVIOSAS Y GANGLIOS ESPECIALES DEL BULBO RAQUÍDEO

Vía piramidal. — Cordón de Goll y de Burdach. — Terminaciones de sus fibras. — Colaterales sensitivo-motoras. — Núcleos de estos cordones. — Cinta de Reil. — Vía cerebelosa y núcleo dependiente.

Las vías nerviosas que recorren el bulbo, ya en sentido longitudinal, ya transversal, son de dos especies: unas son *exógenas*, tales como la *vía piramidal*, la *cerebelosa ascendente* de Flechsig, el *cordón superior ó sensitivo* de la médula, el *cordón lateral* de ésta, las *vías cortas* del asta posterior (*porción limitante interna* del asta dorsal), á las cuales podrían todavía juntarse otras vías no bien determinadas en su individualidad y posición (*fibras cerebelosas descendentes* de Marchi, *manejo descendente del pedúnculo cerebeloso superior*, etc.); y otras son *endógenas*, á saber: la *cinta de Reil* ó lemnisco interno, las *vías olivares* ó cerebelo-olivares, el *sistema de vías cortas* del trigémino, vestibular, coclear, vago y glosio-faríngeo, y el *fascículo longitudinal posterior*.

No vamos á reseñar aquí minuciosamente el curso de las citadas vías y cordones; algunas de ellas han sido ya descritas con ocasión del estudio de los nervios sensitivos bulbares; otras lo serán más adelante, cuando expongamos la estructura del cerebelo. Por ahora, limitaremos á tratar de las vías cuyos caracteres de textura ó de conexión merezcan mención especial. Y á fin de evitar repeticiones y disociaciones ilógicas, al describir cada cordón ó vía, expondremos la estructura del foco gangliónico, con quien establece particulares relaciones. Porque, según hemos de ver más adelante, cada vía ó cordón exógeno ó endógeno, posee (salvo la vía piramidal y alguna otra), uno ó varios núcleos bulbares anejos, con cuyas células tiene íntima dependencia, ya mediante fibrillas colaterales, ya á favor de tubos terminales; en estos núcleos subordinados genéranse nuevas vías, que complican notablemente la composición de la substancia blanca del bulbo. Así, el cordón posterior, en sus dos manojos de Goll y de Burdach, posee, en concepto de focos anejos, los llamados *núcleos de Goll y de Burdach* y los *redondos y accesorio*; la vía ascendente cerebelosa de Flechsig, se relaciona con un grupo celular especial del cordón lateral (*núcleo del manejo cerebeloso*); el cordón lateral aloja en su seno un foco considerable, el *núcleo del cordón*

*lateral*, conexionándose, además, con la oliva; el cordón anterior contiene diversas pléyades celulares, entre otras el *núcleo de Roller*; en fin, las vías cortas del bulbo, constitutivas de la substancia reticular blanca y gris, albergan una masa gris intersticial reticulada, que designaremos *foco reticulado ó plexiforme*, etc., etc.

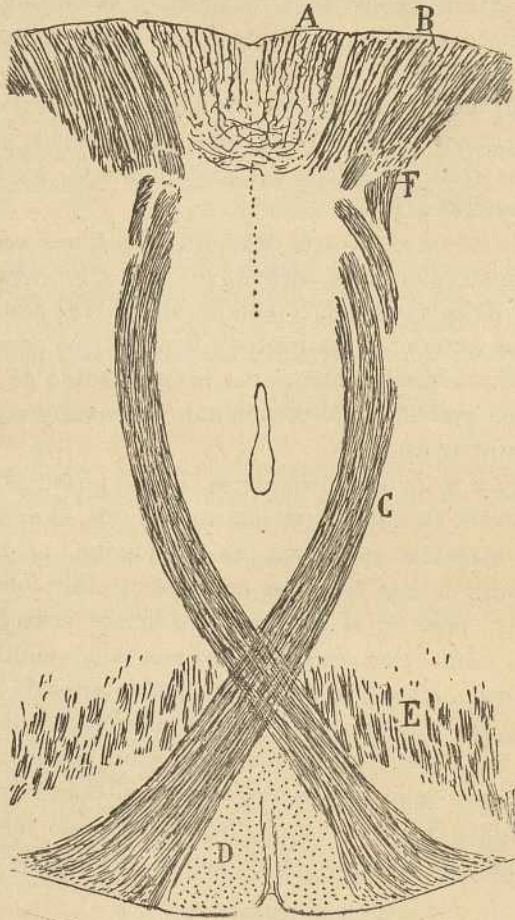


Fig. 314. — Corte antero-posterior del bulbo del ratón recién nacido.—A, cordón de Goll; B, cordón de Burdach; C, vía piramidal al nivel de su cruzamiento; D, comienzo de la oliva; E, cordón anterior de la médula; F, haces verticales de la vía piramidal en el cordón de Burdach.

VÍAS EXÓGENAS Y SUS FOCOS ANEJOS.—VÍA PIRAMIDAL.—Habiendo tratado ya de esta vía en diversas ocasiones, particularmente al exponer la conformación interior macroscópica del bulbo, concretarémonos ahora á añadir algunos datos de textura y de posición de sus fibras, recogidos en los pequeños mamíferos.

La vía piramidal, robustísima en el hombre y grandes mamíferos, lo que impide la fácil observación de su curso á través del bulbo, es simplicísima en el ratón y rata, donde aparece compuesta de un solo manojito de hebras delicadas (fig. 314, C), las cuales, después de un curso longitudinal por delante de las olivas, en la inmediación del rafe anterior, tuercen bruscamente hacia atrás, crúzanse delante del epéndimo en ángulo agudo, y sin apartarse mucho de la línea media, se continúan con la porción más anterior del cordón de Burdach. En la rata blanca y conejo de Indias, adviértese la misma disposición; pero en el conejo, gato y perro, la vía piramidal, mucho más gruesa y subdividida en fascículos, se comporta como en el hombre, alojándose, una vez terminada su decusación, en la porción interna y posterior del cordón lateral, según revela claramente la figura 228, H.

Durante todo su curso á través del bulbo, las fibras constitutivas de esta vía carecen de colaterales, siendo, por tanto, extrañas á todos los focos nerviosos de su vecindad. Y aunque alguna vez descúbranse en el ratón colaterales anteriores destinadas á la oliva, que parecen brotar de la vía piramidal, un examen atento nos ha persuadido de que los tubos de que provienen pertenecen al cordón antero-lateral y representan vías largas ascendentes de éste.

En el hombre y mamíferos superiores, la vía piramidal aparece costeadada en su contorno antero-interno por un foco gris, el *núcleo arciforme*, ya mentado en capítulos anteriores. En el hombre, no hemos logrado colorear las células de este foco, que no parece recibir colateral ninguna de la vía motriz; pero en el gato y perro hemos conseguido teñirlas, mostrándonosnos como elementos de mediana talla, multipolares, cuyo axon, dirigido hacia afuera, costea la frontera anterior de la pirámide de su lado ó la del opuesto, entrando en continuación con fibras arciformes anteriores. De todos modos, fáltannos datos sobre la constitución íntima de este núcleo, cuyo desarrollo parece crecer con el incremento de la vía piramidal. También Vincenzi parece haber coloreado tales corpúsculos en el hombre, aunque no pudo determinar el paradero de sus axones.

La singular propiedad que posee la vía piramidal de cambiar de lugar en los diversos mamíferos, fué ya mencionada por Stieda, quien advirtió que, en el ratón, dicho sistema de fibras se asocia, después del entrecruzamiento, á la substancia blanca del cordón posterior. Este dictamen fué confirmado por Lenhossék (1) en su excelente estudio comparado de la vía motriz, añadiendo que la misma disposición se observa en el conejo de Indias. Para este sabio, el lugar preciso ocupado por la vía piramidal en tales animales, es la porción anterior del cordón de Goll, ó sea el lugar de las vías cortas ó endógenas. Pero de nuestras observaciones recaídas

(1) *Lenhossék: Anatomischen Anzeiger. Bd. 4, 1889.*

en preparaciones irreprochables (1), donde se sorprendía todo el curso del cordón motor al nivel de su decusación, resulta que dicho lugar es la parte anterior é interna del cordón de Burdach. Sin conocer nuestro trabajo, Pontier y Gerard (2) han confirmado en la rata esta opinión. Igual posición ocupa la vía piramidal en la médula espinal del carnero, según Ziehen (3) y en los marsupiales (*Phascolaretus*), en opinión de Kölliker (4).

Bien consideradas, semejantes dislocaciones de la vía motriz, nos parecen responder á fines económicos, y particularmente á las leyes de economía de espacio y de materia. No hay sino comparar las dimensiones relativas del cordón posterior en los pequeños mamíferos y en el hombre, para deducir fácilmente la razón económica de las referidas dislocaciones. En efecto, en el hombre y grandes mamíferos (y en todos los animales de exquisita sensibilidad cutánea), el cordón posterior es enorme, así como la vía piramidal, la cual, de haber sido añadida á las fibras sensitivas de dicho cordón, hubiera obligado á la substancia gris á emigrar hacia los lados, alargando el camino de muchos axones, y caso de no suceder esto, hubiera producido un alargamiento excesivo dorso-ventral del cordón posterior, perdiéndose la forma cilíndrica del eje raquídeo, única forma que permite economizar el trayecto de todos los axones y colaterales de la substancia blanca. En cambio, en los roedores, el cordón posterior ó sensitivo es rudimentario, como lo es también la vía motriz, mientras que las vías cortas del cordón lateral alcanzan regular desarrollo. En condiciones tales, se ve bien que el cordón necesitado de refuerzo es el posterior, en donde yacen efectivamente las fibras piramidales, con cuya solución se mantiene la forma cilíndrica del eje medular.

Dislocaciones análogas motivadas, asimismo, por exigencias económicas, se advierten también en otras vías nerviosas; recuérdense, por ejemplo, las vías acústicas posteriores, y el nervio hipogloso, órganos cuya posición varía en relación con el volumen de los focos ó cordones que deben costear.

**CORDÓN POSTERIOR.**—Según dejamos consignado en capítulos anteriores, el cordón posterior de la médula cervical y bulbo, se muestra dividido en dos grandes haces: el interno llamado *cordón de Goll*, y el externo, mucho más ancho y robusto, designado *cordón de Burdach*. Sabido es también que ambos cordones se terminan en focos especiales de substancia gris, que pueden estimarse como excrecencias hipertróficas del asta posterior. De tales focos, conocidos con el nombre del cordón en ellos terminado (*foco del cordón de Goll* y *foco del cordón de Burdach*) brota la vía sensitiva central ó lemnisco interno.

(1) *Cajal*: Apuntes para el estudio del bulbo raquídeo, cerebelo, etc. Madrid, 1895, pág. 50.

(2) *Pontier et G. Gerard*: De l'entrecroisement des pyramides chez le rat. *Bibliographie anatomique*. Tomo VIII, 1900.

(3) *Ziehen*: Die Pyramidenkreuzung des Schäfer. *Anat. Anzeiger*. Bd. 17, 1900.

(4) *Kölliker*: Sur l'entrecroisement des pyramides chez les Marsupiaux et les monotremes. *Cinquantenaire de la Société de Biologie de Paris*, 1900.



Conocida ya la disposición macroscópica del cordón posterior y focos anejos, es forzoso ahora que expongamos la composición estructural de cada cordón y los detalles de su modo de terminar en los referidos acúmulos grises. Comencemos por el cordón de Burdach.

**Cordón de Burdach.**— En el momento en que este segmento de substancia blanca gana el nivel del cruce de las pirámides, su forma sufre una importante variación; de alargado que era en sentido dorso-ventral, resulta ancho transversalmente, y su frontera anterior aparece profundamente escotada por el foco de su nombre, entre cuyas células se arboriza la mayoría de los tubos que lo constituyen. Al propio tiempo, surge de su lado externo un pico ó expansión de substancia blanca prolongada, que avanza hacia adelante hasta tocar casi los haces del cordón del asta posterior, y que separa el núcleo del cordón de Goll de la substancia de Rolando del asta posterior.

En fin, todavía más externamente, dicho cordón se dilata en ala por detrás de esta última substancia, lindando y confundiéndose con las fibras de la zona marginal de Lissauer y con las de la raíz descendente sensitiva del trigémino. De aquí la división muy natural del cordón de Burdach, hecha por nosotros (1) en *porción semicircular interna ó ala interna*, es decir, la parte que contornea el foco de igual nombre, *porción semicircular externa*, ó sea la que rodea el segmento interno de la substancia de Rolando, y el *tabique ó expansión angular intermediaria* (fig. 315).

Todas estas regiones del cordón de Burdach constan seguramente de ramas ascendentes y descendentes de radicales sensitivas; pero el comportamiento especial de las fibras de cada área de dicho cordón, hace sospechar un distinto origen de sus elementos constitutivos. Así, el ala semicircular interna consta de fibras relativamente delgadas, arborizadas en el foco del cordón de Burdach, sin suministrar colaterales para los núcleos del centro y asta anterior; por lo cual, y recordando que las colaterales largas ó sensitivo-motrices, emanan, por lo común, del trayecto próximo á la bifurcación de las radicales, es muy probable que representen el trayecto terminal de ramas ascendentes continuadas con las radicales largas de la región dorsal y lumbar. En cambio, el ala externa y tabique intermediario constan de tubos gruesos, que emiten colaterales cortas para la substancia de Rolando, y largas para el haz sensitivo-motor; por donde puede colegirse que dichos tubos son continuación de radicales cervicales, las cuales, antes de abordar, arribadas á planos más altos, el núcleo de Burdach, necesitan establecer conexiones con los focos motores y centrales del bulbo. El paraje del cordón de Burdach,

(1) *Cajal*: Nueva contribución al estudio del bulbo raquídeo. *Rev. trim. microgr.*, vol. II, fasc. 2. Junio 1897.

portador de las radicales sensitivas más altas, es el tabique, punto de

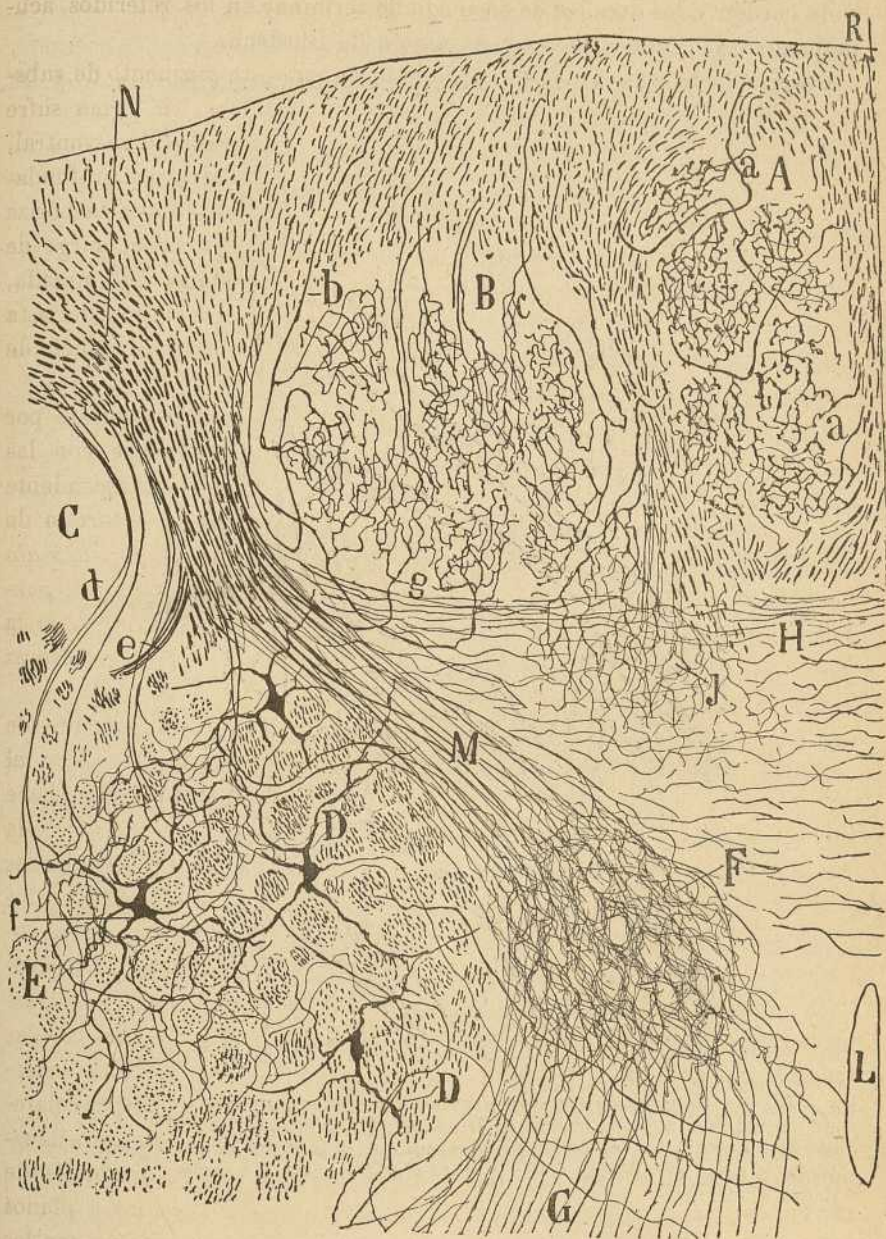


Fig. 315. — Corte transversal del bulbo del feto de gato al nivel del cruce de las pirámides. — A, foco del cordón de Goll; B, foco del cordón de Burdach; C, substancia de Rolando; D, cordón del asta posterior; H, comisura de colaterales sensitivas; F, foco gris intermedio; M, manojos sensitivo-motor; G, fibras destinadas al asta anterior; L, epéndimo; N, región de las radicales cervicales; R, rafe.

donde brota, según se aprecia en las figs. 315, M, y 117, el haz sensitivo-motor.

Por cierto que estas radicales más altas recuerdan por su comportamiento las de la cola ó porción terminal de la médula espinal. A menudo, conforme puede verse en la fig. 116, que reproduce un corte longitudinal

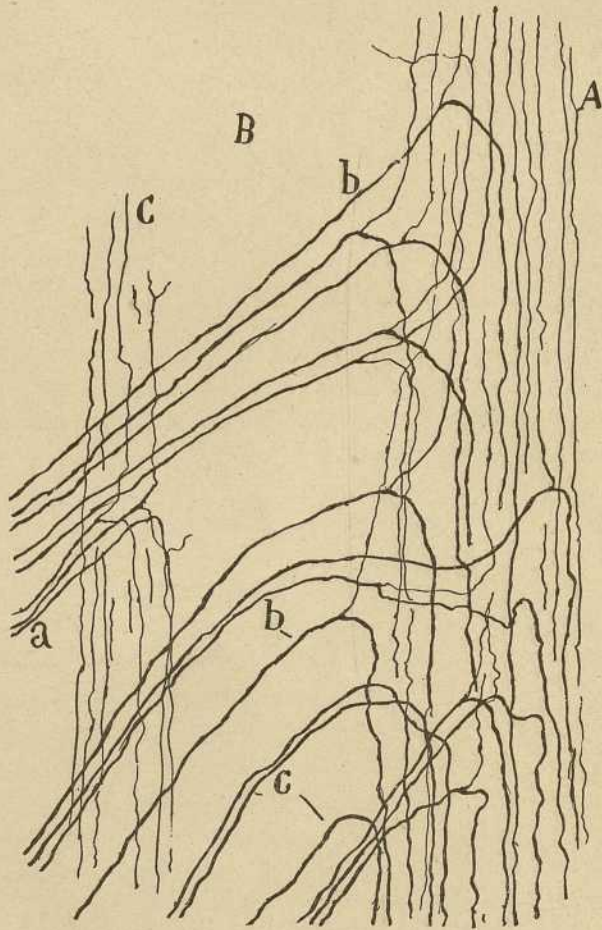


Fig. 316. — Últimas radicales sensitivas de los pares cervicales en el bulbo. — A, región del tabique en el cordón de Burdach ; B, substancia de Rolando ; C, fibras sensitivas externas ó delgadas continuadas con radicales finas ; D, radicular interna de rama ascendente fina ; c, radicales exentas al parecer de rama ascendente.

del cordón posterior del gato, la rama superior es más delgada que la inferior (*b*); existen, empero, bifurcaciones de ramas iguales, pero nos han parecido poco frecuentes. En ciertas radicales, no hemos podido ver rama ascendente; la fibra, una vez llegada á la región del tabique ó algo más adentro (*c*), describe un arco de concavidad inferior, para tornarse

descendente. Adviértase también el curso ascendente y oblicuo de casi todos los tallos radiculares, y repárese que, á semejanza de la médula espinal, existe aquí un haz de fibras sensitivas delgadas, las cuales en esta región bulbar se hacen longitudinales, al nivel de la porción lateral del ala externa del cordón de Burdach.

Pasemos ahora á estudiar la terminación de las tres categorías de fibras del cordón de Burdach, á saber: las terminadas en el foco de su nombre, las del haz sensitivo motor y las de la substancia de Rolando.

*Arborizaciones en el foco del cordón de Burdach.* — Hemos dicho ya que las fibras más largas de este cordón se arborizan sucesivamente en alturas diversas del foco de Burdach. Semejantes arborizaciones se distinguen en colaterales y terminales, es decir, que las unas se continúan con una colateral, y las otras, generalmente más extensas y complicadas, representan la terminación de las ramas ascendentes de raíces sensitivas. Cada arborización libre, ora provenga de colateral ó de terminal, afecta la forma de un plexo tupido y complicadísimo, dentro del cual se alojan varias células nerviosas. En el gato de quince días, estos plexos toman á menudo la forma de cestas pericelulares dispuestas en pléyades. En la porción superior y media del núcleo de Burdach, las colaterales y terminales marchan con frecuencia, antes de resolverse en su arborización varicosa, asociadas en hacecillos meridianos, que recuerdan por completo los de la substancia de Rolando de la médula. Algunas de dichas fibras poseen un curso recurrente, es decir, que llegadas á lo hondo del foco, tuercen hacia atrás para desplegar su ramificación. Fibras hay que engendran dos y más arborizaciones situadas en islotes distintos del foco que estudiamos (fig. 315, *b*).

Todas estas fibrillas acaban exclusivamente en el foco de Burdach; algunas pueden, no obstante, prolongarse hacia adelante, pero sin rebasar nunca el territorio del mango ó pedículo del mencionado foco.

Los cortes longitudinales del bulbo de ratón revelan un detalle digno de notarse. Muchas fibras del orden de Burdach penetran en ángulo obtuso en el foco de igual nombre, donde engendran una rica arborización, pero del ángulo mismo suele partir una fina colateral ascendente, que alcanza lo alto del foco, donde se hunde á su vez, ramificándose sobriamente (fig. 317, *b*). Hay, sin embargo, fibras desprovistas de esta fina colateral. En la fig. 317 se observa también que cada fibra puede suministrar antes de terminarse varias colaterales destinadas al mencionado núcleo.

*Fascículo reflejo-motor ó colaterales del tabique intermediario.* — Es interesante determinar en qué paraje del bulbo cesa el haz sensitivo-motor, trocándose el sistema de enlaces directos entre las neuronas sensitivas y motoras propio de la médula, por el sistema de conexiones indirectas, es decir, mediante una tercera neurona intercalar ó sensitiva central, disposición peculiar del bulbo raquídeo. La fig. 315 da idea de la

distribución de las referidas colaterales que nosotros hemos estudiado en el bulbo de gato fetal, así como en el gato y conejo recién nacidos.

En la fig. 318 reproducimos un corte de la médula cervical por debajo del entrecruzamiento de las pirámides. Nótese que el haz sensitivo-motor (F) es muy robusto y brota del ángulo saliente formado por la porción anterior del cordón de Burdach, y exteriormente al área donde se inicia la formación del núcleo de este cordón.

Llama desde luego la atención la condensación transversal sufrida por las colaterales constitutivas de dicho haz, y la inclinación de éste hacia

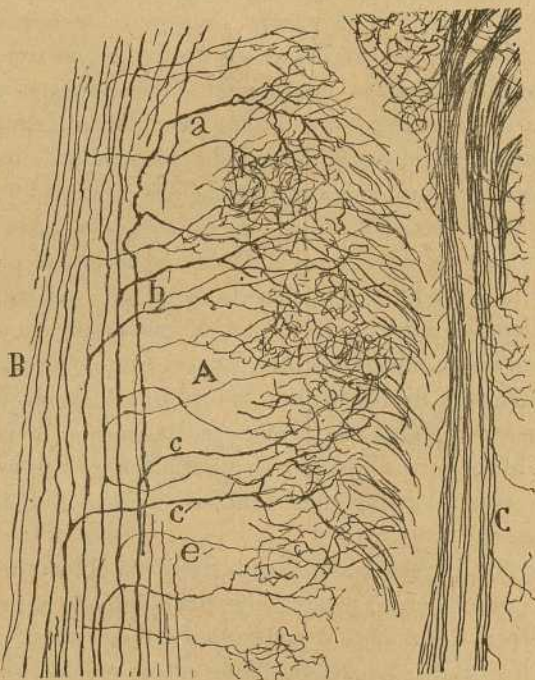


Fig. 317. — Corte longitudinal del núcleo del cordón de Burdach del ratón de pocos días. — A, foco del cordón de Burdach; B, cordón de Burdach; *b*, rama terminal en cuyo arranque hay una colateral ascendente; *a*, rama terminal gruesa; *e*, colaterales.

adentro, la cual se va acentuando á medida que se estudian planos bulbares más superiores. Contiene dicho fascículo tres clases de colaterales sensitivas: 1.<sup>a</sup>, las *colaterales reflejas ó largas*, las cuales son robustas y marchan hacia adelante, y después de costear la formación reticular, penetran en el asta anterior para relacionarse con las células motrices de los primeros pares cervicales y los elementos del núcleo del espinal; 2.<sup>a</sup>, las *colaterales del foco gris intermedio* (fig. 318, H), fibras ordinariamente más finas que se resuelven en un plexo intercelular tupidísimo, situado en la substancia gris intermedia, al nivel y por detrás del epén-

dimo (fig. 315, F); 3.<sup>a</sup>, *colaterales de la comisura posterior*, muchas de las cuales dimanan por bifurcación de las anteriores (fig. 318, G, y figura 315, H), y después de suministrar ramitas para la substancia gris

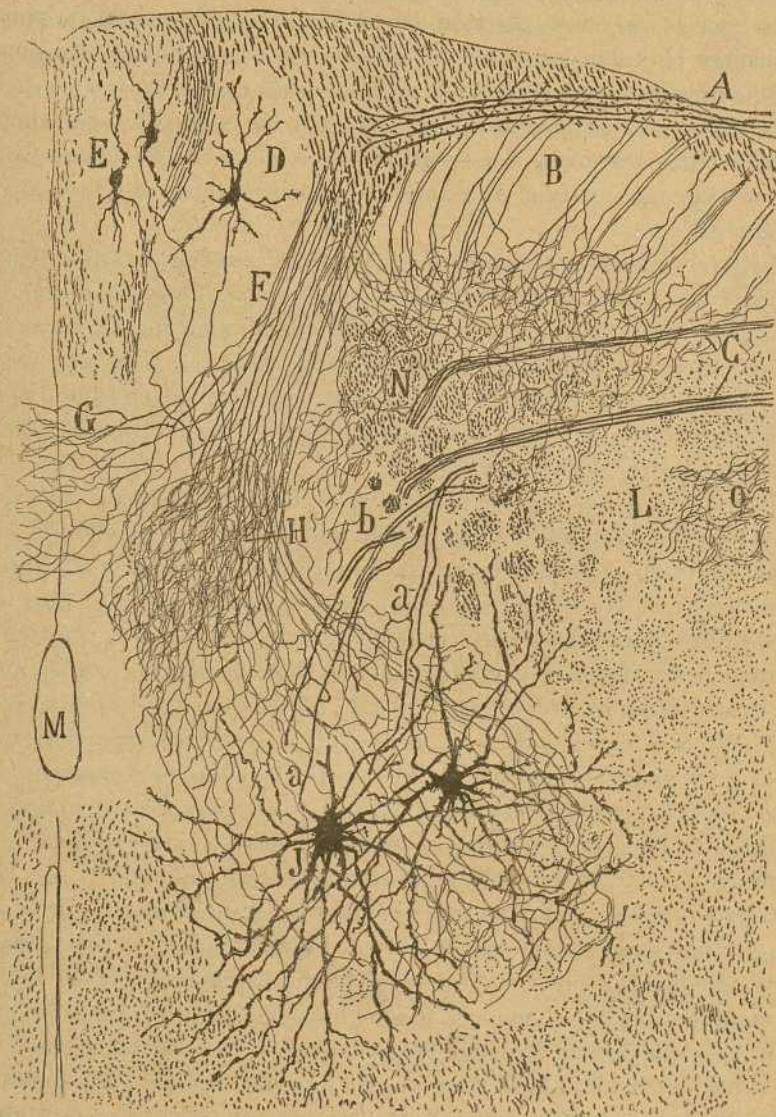


Fig. 318. — Corte del bulbo por debajo del cruce de las pirámides. Feto de gato. — A, raíces posteriores; B, substancia de Rolando; C, radicales del espinal; D, ganglio del cordón de Burdach; E, ganglio de Goll; F, manojito reflejo-motor; J, células del espinal.

próxima al rafe, cruzan éste engendrando la comisura gris y ramificándose en el asta posterior del otro lado.

Los cortes que interesan la decusación de las pirámides nos revelan el haz sensitivo-motor mucho más oblicuo, casi transversal (fig. 315, M), oblicuidad que se explica bien considerando la posición, cada vez más interna, ocupada por la vía piramidal, y la notable desviación hacia afuera que, por causa de la aparición del núcleo del cordón de Burdach, experimentan los tubos más externos de éste. Se comprueba asimismo que en el haz reflejo motor marchan confundidas las colaterales comisurales y las del foco gris intermediario (fig. 315, F). Es indudable que muchas de las fibrillas destinadas á este último foco, después de ramificarse en éste, se extienden hasta el asta anterior, incorporándose al grupo sensitivo motor.

Un detalle llama la atención en las colaterales reflejo-motrices. En su camino hacia adelante encuentran los gruesos haces de la vía piramidal, y, al pasar por entre ellos, se hacen perfectamente rectilíneas y paralelas, disponiéndose en laminillas horizontales (fig. 315, G). Una vez salvado este obstáculo, adoptan dirección tortuosa y se resuelven en tupido plexo de ramificaciones que rodean los corpúsculos motores del espinal y de los primeros nervios cervicales.

Más interesante es todavía el estudio del fascículo colateral sensitivo, á la altura del cabo inferior del núcleo del hipogloso, en plena región olivar. En la fig. 319, D, E, correspondiente á dicho nivel, se advierte la transición entre el foco del hipogloso y el asta anterior de la médula, pudiendo sorprenderse la transformación insensible de ésta en substancia reticular gris y blanca del bulbo, y en un núcleo celular del cordón anterior llamado *foco de Röller* (fig. 319, R). El haz sensitivo-colateral se ha debilitado considerablemente, y su origen, por causa del gran desarrollo de los núcleos de los cordones de Goll y de Burdach, es sumamente extenso; su curso es casi transversal, costeando de fuera á adentro la substancia reticular gris, y ramificándose en una masa celular, situada inmediatamente por fuera y debajo del núcleo del hipogloso (fig. 319, E). Esta masa gris representa el cabo superior del núcleo intermediario de la médula espinal, pues las células motrices del asta anterior, es decir, las correspondientes al espinal medular y las de los focos de origen de los pares raquídeos, se han agotado por completo. No hay, por consiguiente, aquí fibras que puedan llamarse *reflejo-motrices*; pero se mantiene todavía el haz destinado á la substancia gris intermediaria, región limitada, hacia adentro y adelante, por el núcleo del hipogloso y el foco de Röller, hacia fuera, por la substancia reticular gris, y, dorsalmente, por las masas grises del fascículo solitario y fronteras anteriores del ganglio del cordón de Burdach.

En vista de los resultados, siempre concordantes, de nuestras observaciones, creemos poder asignar como límite superior de las fibras reflejo-motrices directas, el foco medular del espinal y el del primer par raquí-

deo. Desde el núcleo del hipogloso hacia arriba, la conexión sensitivo-motora se verifica verosíblemente por colaterales procedentes de vías sensitivas de segundo orden.

*Ala externa del cordón de Burdach.*—Costea el lado interno y mitad posterior de la substancia de Rolando, á la cual consagra multitud de colaterales y acaso también terminales.

Las *ramas colaterales* provienen de todos los tubos de esta formación, incluso del lado externo del tabique intermediario, cruzan en haces me-

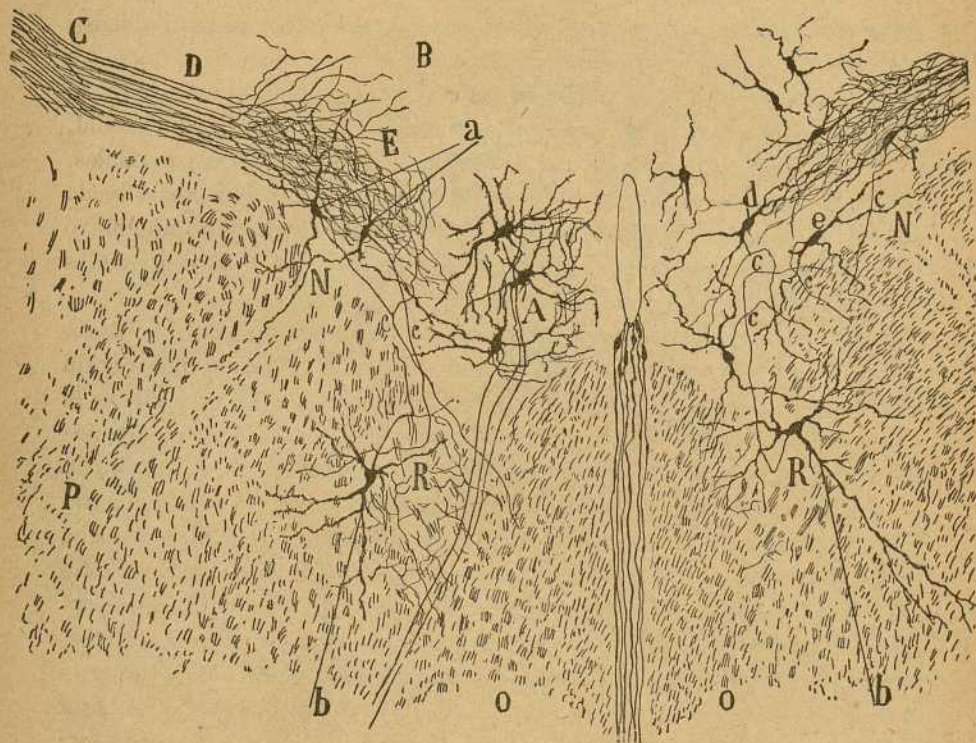


Fig. 319.—Corte del bulbo raquídeo, al nivel del cabo inferior del núcleo del hipogloso.—A, núcleo del hipogloso; B, substancia gris del fascículo solitario; C, resto del cordón de Burdach; D, haz de colaterales; E, foco gris intermedio; R, foco de Röller; O, territorio de las olivas; P, núcleo ambiguo; a, células cuyo axon emitía una gruesa colateral para el foco gris intermedio; b, células del núcleo de Röller, cuyo axon ingresaba en la substancia reticular gris.

ridianos la substancia de Rolando y acaban mediante arborizaciones libres, tanto en el espesor de ésta como en los intersticios de la *substantia reticularis* del cordón del asta posterior y vía piramidal.

Una gran parte de los tubos constitutivos del ala externa y porción lateral del tabique se comporta de una manera original, patente en la figura 320. Tales fibras sepáranse de sus compañeras, tórnanse profundas, cruzando asociadas en haces la substancia de Rolando, y ganando



finalmente el manajo limitante del cordón lateral ó cordón del asta posterior, conviértense en ascendentes. Nada más fácil que sorprender semejante dislocación de los tubos gruesos del cordón cuneiforme en aquellas preparaciones del bulbo, donde las fibras del cordón posterior se presentan bien impregnadas (ratón, conejo, gato y hombre). La dislocación no se efectúa de golpe, sino gradualmente, escalonándose al nivel de toda la longitud del núcleo de Burdach. Los más gruesos haces provie-

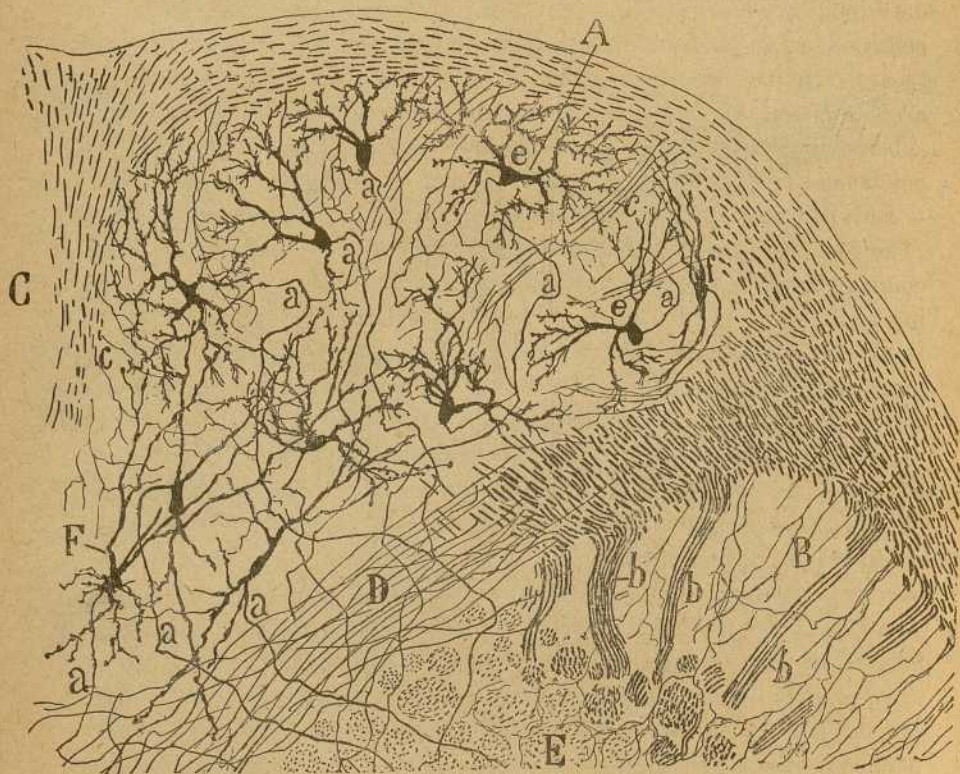


Fig 320. — Sección transversal, al nivel del tercio inferior del núcleo del cordón de Burdach del gato de pocos días.—A, núcleo de Burdach ; B, substancia de Rolando del asta posterior ; D, haz sensitivo de colaterales ; C, núcleo de Goll ; E, porción limitante del cordón lateral ; F, mango del foco de Burdach ; *a*, axones ; *b*, haces de radicales sensitivas ascendentes que pasan á la región del vértice del asta posterior.

nen de la parte anterior y externa de la región del tabique (*b*), pero no faltan tampoco en toda la prolongación semilunar externa del cordón de Burdach, aun cuando aquí los haces son más delgados y menos numerosos. El espesor notable de sus fibras permite distinguir, al primer golpe de vista, los referidos manojitos sensitivos de los del manajo limitante del cordón lateral y de los de la vía piramidal, situados por delante.

Las fibras constitutivas de esta vía sensitiva profunda, carecen de colaterales en su curso horizontal por la substancia de Rolando ; pero en cuanto se hacen longitudinales, emiten numerosas ramillas distribuídas por los tabiques celulares residentes en la región profunda del asta posterior y delante de la substancia gelatinosa subyacente á la raíz descendente del trigémino. La existencia de estas colaterales y la imposibilidad en que nos hemos visto de seguir, aun en preparaciones bien impregnadas, la referida vía sensitiva profunda hasta el límite superior del núcleo del hipogloso, nos inclinan á considerarla como una vía sensitiva corta, continuada con las ramas ascendentes de las raíces posteriores cervicales (y acaso también con las radicales dorsales más altas), y destinada á arborizarse en torno de aquellos corpúsculos que, por residir debajo de la substancia gelatinosa del trigémino, pueden estimarse homólogos de las células del centro del asta posterior de la médula.

En vista de los hechos que acabamos de exponer, ocurre preguntar : ¿ Por qué, de todas las fibras del cordón de Burdach, solamente algunas continuadas con las radicales cervicales dejan de relacionarse con el núcleo de este nombre? Difícil es dar satisfacción cumplida á esta cuestión, aun abandonando el dominio de la observación pura. A título de hipótesis, y amparándonos del hecho bien conocido de que las radicales posteriores engendran en toda la médula vías largas prolongadas hasta los citados focos de Goll y de Burdach, y vías cortas terminadas en distintos segmentos de la substancia gris medular, cabe pensar que las citadas fibras profundas del cordón de Burdach representan radicales cortas cervicales, terminadas por ambas ramas en la substancia gris del asta posterior. Mas en esta región como en las demás de la médula, existirían también radicales largas, cuya rama ascendente acabaría en el foco del cordón de Burdach, enlazándose así con la vía sensitiva central.

**Células del núcleo del cordón de Burdach.** — Es preciso distinguir en este foco dos regiones : la inferior ó estrecha y la superior ó ancha. Ambas pueden verse en las figs. 320 y 322 que reproducen cortes bulbares teñidos por el método de Weigert.

Las células de la porción inferior afectan diversidad de figuras, dominando la estrellada. Como se ve en la fig. 320, A, que copia el foco de Burdach del gato de pocos días, estos elementos poseen varias dendritas divergentes espinosas, las cuales, dividiéndose varias veces, engendran penachos terminales complicadísimos. Parajes hay donde concurren penachos de varias células ; estos puntos de preferente concentración de las dendritas, aparecen en los preparados de Nissl como masas finamente granuladas. Por lo demás, los referidos corpúsculos pueden hallarse sueltos ; pero más comunmente se disponen en islotes irregulares, separados por manojos de fibras nerviosas colaterales y terminales, llegados del cordón de Burdach. En cada islote ó pléyade celular se distribuye una fibra

sensitiva terminal ó un corto número de fibras, las cuales engendran un plexo intrincadísimo, que se pone en contacto con las mencionadas dendritas espinosas.

En el espesor de los tabiques ó haces de fibras que surcan el ganglio, hállanse células más gruesas y alargadas, cuyas dendritas polares ponen en comunicación entre sí varios islotes. Elementos semejantes abundan también en el pedículo ó región ventral del foco que estudiamos. (Figura 320, F).

El axon de todas estas células nace á menudo de la porción desnuda del soma ; traza desde luego una gran revuelta, cambiando frecuentemente de plano ; emite alguna colateral, distribuída entre las células

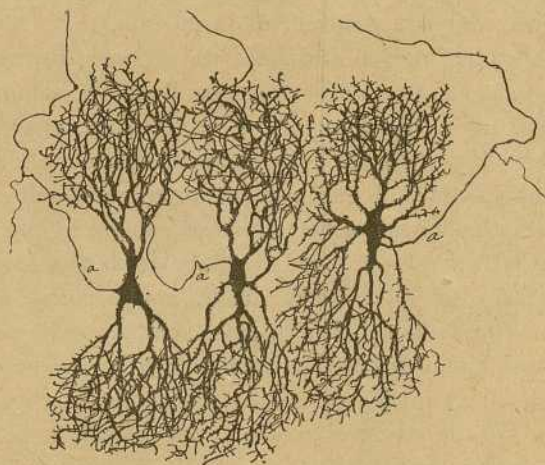


Fig. 321. — Un islote de células de la porción superior del foco de Burdach de un feto humano.

compañeras, á seguida, marcha hacia adelante y afuera, cruzando el haz sensitivo motor, y en fin, reuniéndose con otros, ingresa en la vía sensitiva central ó lemnisco interno.

La porción alta ó superior del foco que estudiamos es mucho más voluminosa, y sus elementos suelen alcanzar talla mayor y constituir islotes mucho más grandes que en la porción caudal del mismo. Por lo demás, la morfología celular no varía esencialmente, toda vez que las dendritas se resuelven también en penachos complicadísimos, en contacto con los islotes de las arborizaciones sensitivas. En la fig. 321 reproducimos un grupo celular de la porción superior del foco de Burdach de un feto humano de siete meses. Nótese que las dendritas proceden de preferencia de los polos y se resuelven en los límites de los islotes á favor de un plexo tupidísimo, comparable á un zarzal. La dirección de los so-

mas puede ser muy irregular, mas no es raro tampoco observar que se disponen de un modo paralelo, formando series ó empalizadas.

En el gato, donde hemos obtenido impregnaciones más completas (fig. 322) que en el hombre, esta región superior del foco de Burdach exhibe tres especies de células : 1.<sup>a</sup>, corpúsculos marginales gruesos, estrellados ó fusiformes, cuyo axon se dirige, por lo menos en algunos casos, á la substancia blanca inmediata ó dorsal (A); 2.<sup>a</sup>, células también voluminosas, de parecida morfología, situadas en los tabiques intermedios á los islotes, y cuyo axon marcha hacia adelante para ingresar en la

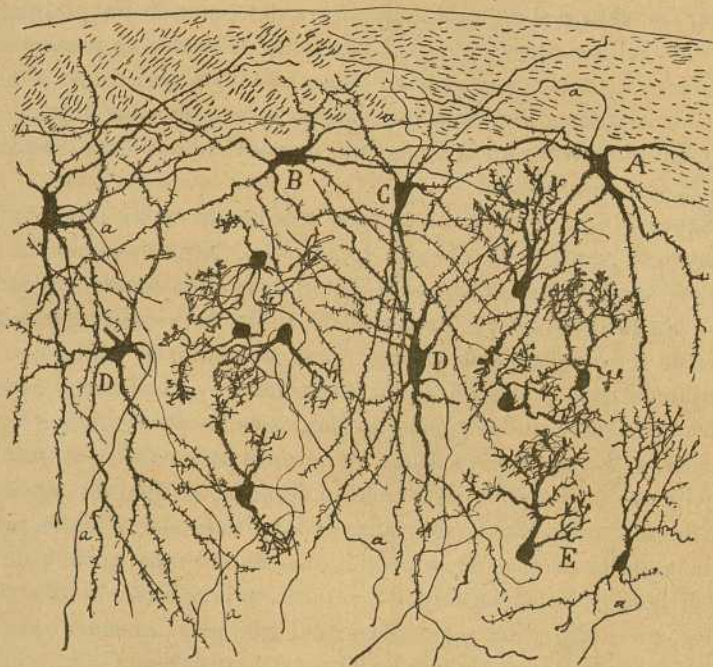


Fig. 322. — Trozo de un corte transversal de la porción superior del núcleo de Burdach del gato de ocho días. — A, B, C, células marginales cuyo axon iba hacia atrás; D, células de los tabiques; E, células de los islotes.

cinta de Reil (D); y 3.<sup>a</sup>, células estrelladas, medianas ó pequeñas, sueltas ó agrupadas en pléyade, y cuyas dendritas, relativamente cortas y sumamente ramificadas y espinosas, se resuelven en zarzal (E).

La diversa morfología de las células y su distribución en pléyades, obsérvanse claramente en los preparados de Nissl. En el hombre adulto nótese que las pléyades se continúan entre sí mediante cordones de substancia gris, advirtiéndose además que las células situadas en los límites de los islotes son á menudo piriformes ó semilunares, y dirigen todas sus dendritas hacia adentro. Cada agrupación consta de células grandes y de células pequeñas.

En estos mismos cortes del bulbo adulto coloreado por la tiónina, puede repararse que la estatura de las células crece en el núcleo de Burdach de abajo á arriba. Al nivel de las olivas, algunas afectan una talla que se aproxima bastante á la de los corpúsculos motores. El volumen es también mucho mayor en las células superficiales que en las profundas del segmento más elevado del ganglio. Las más grandes estaturas celulares (de 30 á 40  $\mu$ ) moran en aquella faja superficial de substancia gris que representa una ampliación del *núcleo accesorio* de Burdach. Las pléyades celulares más hondas constan sólo de elementos medianos ó pequeños (14 á 20  $\mu$ ).

**CORDÓN DE GOLL Y FOCO DE SU NOMBRE.**—En lo alto de la región cervical, por debajo y no lejos de la altura del cruce de las pirámides, el cordón de Goll se espesa y en sus porciones centrales se presentan masas celulares separadas por gruesos haces nerviosos verticales. A medida que los cortes ganan en altura, este núcleo se amplía y las fibras del cordón quedan confinadas atrás y adentro, manteniéndose éstas, finalmente, sólo en la frontera dorsal.

La figura 315, A, muestra este foco seccionado en su tercio inferior, y tal como se presenta en el gato de término. Nótese que de la corteza de substancia blanca salen, para distribuirse en la substancia gris, numerosas fibrillas, las unas colaterales de tubos nerviosos, las otras con carácter de terminales. Todas estas fibras se ramifican prolijamente en la substancia gris y engendran arborizaciones pericelulares espesas y complicadas, dentro de las cuales quedan espacios para varios corpúsculos nerviosos. No es raro ver fibras que cruzan todo el foco, al cual abandonan algunas colaterales, para hacerse después, en distinta región de la corteza de substancia blanca, nuevamente longitudinales. Existen también fibras colaterales nacidas de la porción más anterior del cordón de Goll, que se dirigen hacia adelante y se terminan en la substancia gris del asta posterior, cerca del rafe, y por detrás del foco gris intermediario (figura 315, J). Es muy posible que las fibras del cordón de Goll que emiten estas colaterales, representen vías cortas endógenas, y sean, por tanto, ajenas á las radicales sensitivas terminadas en el núcleo que estudiamos.

En los cortes longitudinales del bulbo de ratón, adviértese que muchas de las fibras del cordón de Goll penetran de abajo á arriba en el foco de su nombre, donde acaban adelgazándose, después de suministrar colaterales que marchan en todos sentidos.

**Células del núcleo del cordón de Goll.**—Estos elementos se inician por debajo de la altura del cruce de las pirámides, presentándose con un volumen considerable, figura en huso ó estrellada, diseminados por el espesor del cordón de Goll, y separados unos de otros, por haces de substancia blanca. A medida que los cortes interesan segmentos más superiores, los corpúsculos tienden á reunirse en acúmulos, comenzando por la región central del mencionado cordón.

En la fig. 323, A, C, mostramos algunas células tomadas de la porción inferior del núcleo del gato. Obsérvese cuán largas, enredadas y espinosas son las dendritas.

El corte reproducido en la fig. 324, corresponde á un plano más alto, en el cual el foco hállase en todo su apogeo. En este dibujo, tomado del bulbo de feto humano, distínguense á semejanza del foco de Burdach, dos especies de elementos : las *célelas estrelladas* ó poligonales, dotadas de varias dendritas, prolijamente ramificadas y fuertemente espinosas, que engendran plexos complejísimos, comparables á un *zarzal* (figura 324, D); y células fusiiformes ó triangulares de largas y poco ramificadas dendritas, repartidas en casi toda la sección del núcleo. En general, los elementos cortos ó en forma de *zarzal*, se disponen en conglomerados ó pléyades, separados por haces de fibras longitudinales ó transversales. Cada pléyade recibe un plexo especial de arborizaciones nerviosas, las cuales se ponen en contacto con esa especie de fieltro apretado, resultante de la concurrencia y entremezclamiento de las dendritas. En cuanto á los elementos alargados, no se concentran en pléyades, sino que se hallan diseminados sin orden por todo el foco, aunque habitan de preferencia en

el espesor de los haces nerviosos antero-posteriores. Sus ramitas dendríticas finales, penetran en varias pléyades de los corpúsculos de *zarzal*. A veces, se sorprenden también en el contorno posterior é interno del foco, ciertos corpúsculos fusiiformes ó triangulares gruesos, comparables por su disposición á las células marginales de la substancia de Rolando de la médula espinal (fig. 324, B).

El cilindro-eje de todas estas células, brota ya del soma, ya de un apéndice protoplásmico, y su curso es tan irregular, que jamás se logra ni

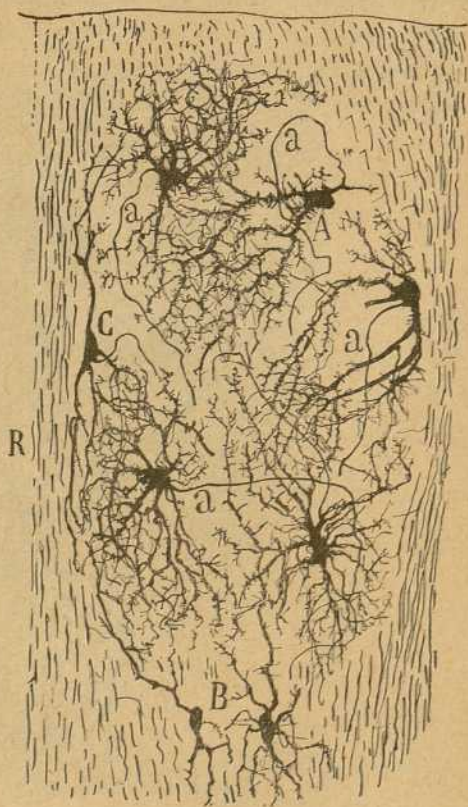


Fig. 323. — Corte transversal del foco de Goll del gato recién nacido. Porción inferior del núcleo. — A, células; R, rafe; a, axon.

en el ratón ni en el gato recién nacidos, perseguirlos hasta fuera del ganglio. Sin embargo, en los embriones de gato y de ratón, en donde las distancias son menores y más sencillo el trayecto del axon, puede seguirse alguna vez éste hasta la substancia gris de la comisura posterior. De todos modos, es preciso confesar que, aun en las mejores preparaciones, es imposible perseguir dichos cilindros-ejes hasta el lemnisco interno, porque lo impide, además de lo extenso de las distancias, las flexuosidades trazadas por aquéllos en su curso postero-anterior.

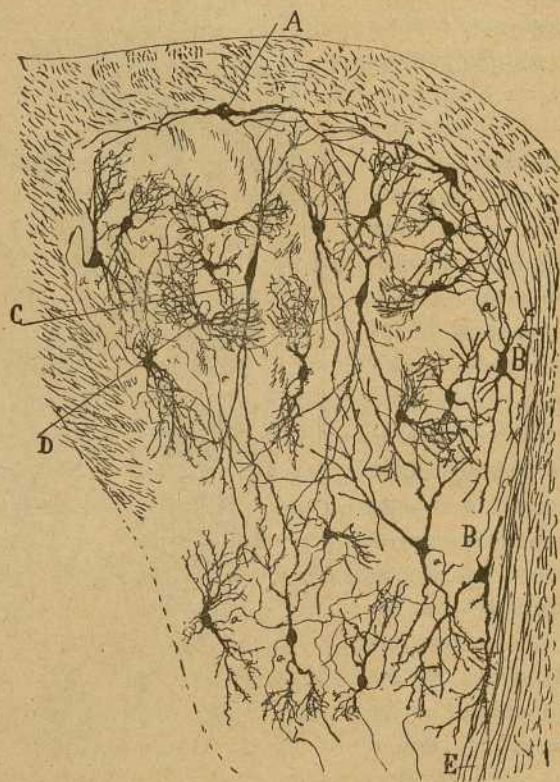


Fig. 324. — Corte transversal del núcleo de Goll del feto humano de siete meses.— A, células marginales; B, células cuyo axon iba hacia adentro y atrás incorporándose á la corteza blanca; B, células fusiformes de los tabiques; D, células de zarzal de las pléyades.

En el hombre, según aparece en la fig. 324, B, algunos axones, singularmente los nacidos en las células internas, dirígense hacia adentro y atrás, como si debieran abordar la substancia blanca inmediata. Aunque no hemos podido perseguir suficientemente estas expansiones, juzgamos probable que se continúen con las fibras arciformes superficiales ó posteriores, fibras que no hemos logrado hallar en el gato y conejo, pero que en el hombre, según es bien sabido, alcanzan notable desarrollo.

Núcleos redondos y accesorio del cordón posterior. —Según dejamos consignado más atrás, el espesor del cordón de Burdach contiene ciertos conglomerados de substancia gris, cuyo análisis estructural no ha sido hecho todavía.

Nuestras observaciones nos permiten afirmar que el *núcleo redondo externo* (el cual suele estar emplazado no lejos del asta posterior), representa un segmento de substancia de Rolando.

Según se aprecia en la fig. 325, tomada del bulbo humano, sus elementos son pequeños, fusiformes ó estrellados, poseen finísimas y enmarañadas dendritas y están provistas de un axon de gran delicadeza, cuyo paradero ignoramos. A la manera de lo que se ve en la substancia de

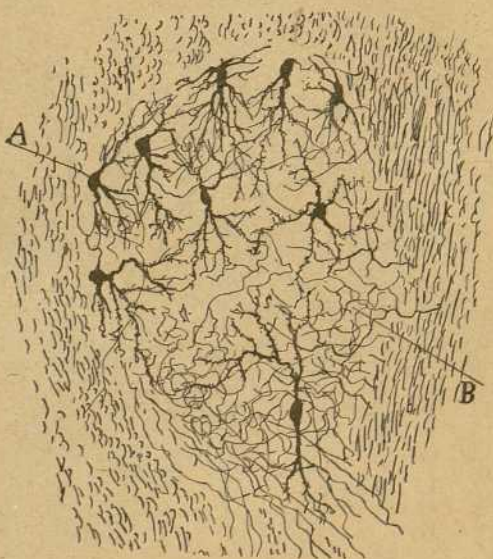


Fig. 325. — Núcleo redondo externo del cordón de Burdach. Feto humano.  
A, células; B, arborizaciones terminales.

Rolando, los elementos marginales de dicho núcleo son también piriformes ó triangulares, con las dendritas vueltas hacia la substancia gris. En medio de todos estos elementos, yace un plexo delicadísimo y tupido formado por colaterales nacidas de la substancia blanca inmediata. A veces, el polo anterior del foco presenta una expansión de substancia gris, por la cual ingresan en el foco de Burdach haces de fibras y no pocas largas dendritas.

El foco *redondo interno*, muy variable en forma y posición, así como el núcleo arciforme ó accesorio de Burdach, encierran células cuya morfología coincide con la de los corpúsculos del ganglio de Burdach. En la figura 326, B, reproducimos dos conglomerados celulares del bulbo del



gato, verosímilmente correspondientes al núcleo arciforme y al redondo interno del hombre. Adviértase que las células del foco interno son bastante voluminosas, muestran dendritas descompuestas en penachos y están provistas de un axon, que alguna vez hemos logrado seguir en su curso postero-anterior hasta el núcleo de Burdach. Las células del foco externo yacen sumamente superficiales, ostentan un penacho periférico de dendritas y poseen un axon que no es difícil seguir hasta la substancia de Rolando del foco del trigémino.

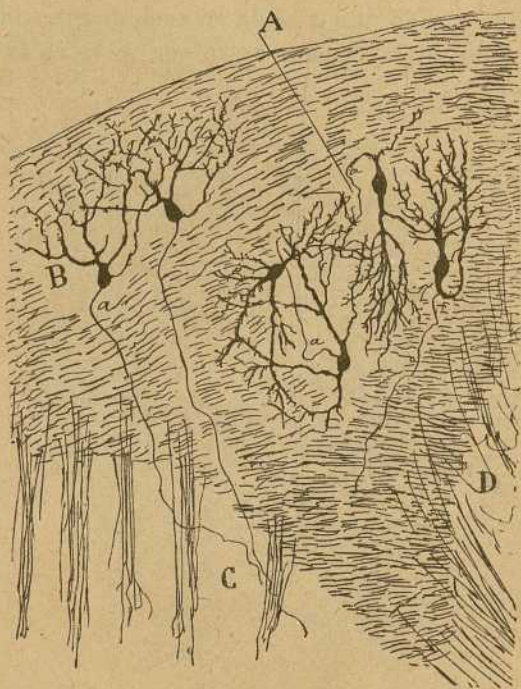


Fig. 326. — Dos conglomerados celulares del cordón de Burdach del gato. — A, células del foco redondo interno; B, células del núcleo accesorio; C, substancia de Rolando; D, foco de Burdach.

VÍA CEREBELOSA ASCENDENTE Ó FASCÍCULO DE FLECHSIG.—De la posición y curso de esta importante vía, hemos hablado ya al tratar de la médula espinal. Ahora nos limitaremos no más á exponer algunos detalles relativos á un foco gris especial del cordón lateral, con quien este sistema de fibras establece relación.

Cuando se examinan cortes transversales de la médula oblongada del gato que pasen por debajo del entrecruzamiento de la vía piramidal y al nivel del cabo inferior del núcleo del cordón de Goll, adviértense en el espesor del cordón lateral, entre los haces de la vía piramidal, unos islotes celulares comunicantes entre sí y formados de células nerviosas apre-

tadas (fig. 327, A). En algunos cortes, los focos confluyen en uno mayor, más ó menos irregular, cuya residencia se halla inmediatamente por debajo del cordón cerebeloso de Flechsig, entre los haces más superficiales de la vía piramidal cruzada. Al nivel del núcleo del cordón de Goll, los citados islotes se adelgazan, y en cuanto comienza el entrecruzamiento de las pirámides desaparecen por completo.

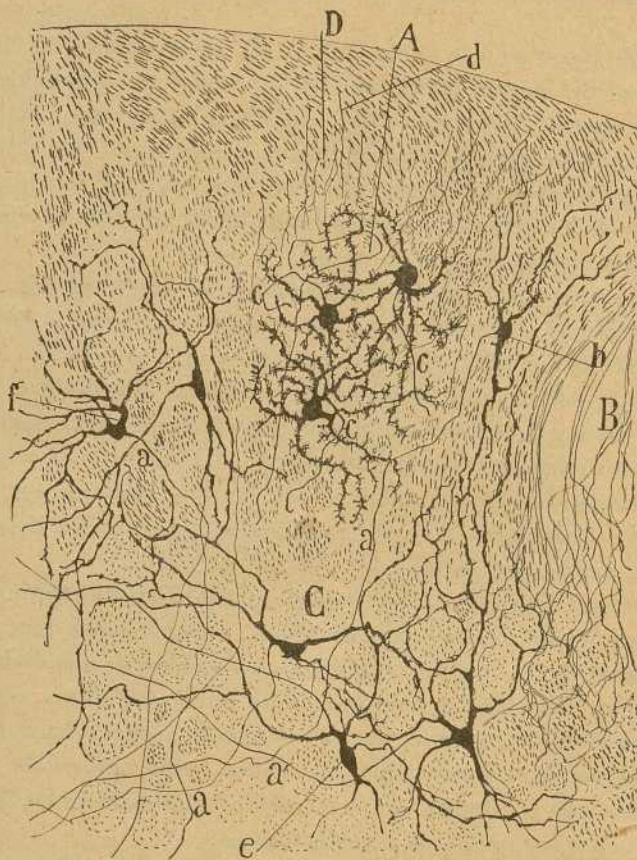


Fig. 327. — Corte transversal del cordón lateral de la médula cervical del gato recién nacido. — A, foco especial del cordón lateral; B, substancia de Rolando del asta posterior; C, haces de la vía piramidal cruzada; a, axones de las células de la substancia reticular; b, f, células de la porción periférica de esta substancia; e, células de la porción interna de la misma; d, colaterales de la vía cerebelosa para el foco especial del cordón lateral.

En la fig. 327, A, reproducimos un islote, el principal, del núcleo que estudiamos, tomado de un corte transversal de la médula de un gato de pocos días. Por su posición entre los haces de la vía piramidal cruzada, y sobre todo, por su continuación por dentro con los corpúsculos intersticiales, tanto de esta vía como del manajo profundo llamado *limitante*

del *cordón lateral* (nuestro *cordón del asta posterior*), el susodicho núcleo forma parte de la formación reticular de Deiters, y en ella sin duda le han englobado los autores. Pero la morfología especial de sus células y las particulares conexiones que éstas mantienen con la vía cerebelosa, son motivos más que suficientes para desglosar de la formación reticular el referido foco, en el cual acaso tenga su terminación una parte de las fibras del manajo de Flechsig y halle su arranque alguna nueva vía ascendente.

La simple inspección de la fig. 327, A, C, enseña bien á las claras que en el espesor del cordón lateral existen dos gánglios reticulados: *el superficial ó especial de la vía cerebelosa*, situado, como hemos dicho, entre ésta y el manajo piramidal, y muy particularmente en el espesor de la porción superficial de éste; y *el profundo* (fig. 327, e), mucho más difuso y reticulado, extendido por los intersticios, tanto de la vía piramidal como del *manajo del asta posterior*.

El *primer foco*, que llamaremos *núcleo del cordón cerebeloso* (fig. 327, A), consta de células esféricas, menos veces triangulares ó fusiformes; sus expansiones dendríticas son tan características, que bastan ellas para impedir toda confusión de estas células con las de la substancia reticular profunda. Dichos apéndices son cortos, más ó menos flexuosos, curvilíneos, y se terminan exclusivamente dentro del núcleo; en su trayecto aparecen revestidos de una infinidad de ramitos granulados á guisa de excrescencias irregulares, á su vez ramificadas, que prestan á las células un aspecto veloso particular.

El axon es difícilísimo de impregnar y más difícil de seguir (c). Después de examinar muchas preparaciones, pertenecientes tanto al gato como al ratón recién nacidos, nos hemos persuadido de que dicha expansión se dirige hacia arriba, continuándose quizá con fibras ascendentes situadas en el cordón lateral. Cuando el axon marchaba hacia adentro y hacia atrás, su curso no era nunca horizontal, sino que corría tortuosamente y acababa por tomar una orientación longitudinal. De todos modos, este punto exige nuevas investigaciones.

*Colaterales del haz cerebeloso.*—En el foco que estudiamos penetran infinidad de colaterales. Cuando las preparaciones están bien impregnadas, los cuerpos de las células aparecen envueltos en un plexo extraordinariamente tupido de arborizaciones terminales, plexo que, dicho sea de paso, falta ó es mucho más laxo en la substancia reticular profunda. Las fibras constructoras de este plexo distínguense en delgadas y gruesas.

Las fibrillas delgadas representan en su mayor parte colaterales del cordón cerebeloso superpuesto (fig. 328, b); penetran dispuestas en hacillos, en el foco de las células velosas, en el cual acaban descomponiéndose en delicadas y varicosas ramificaciones libres.

Las fibras gruesas dimanan también del cordón de Flechsig, y, aten-

diendo á su diámetro, parecen tubos terminales. Como se ve en la figura 328, *a*, dichas fibras bajan trazando flexuosidades por entre los haces de la vía piramidal, y á distintas alturas suministran varias ramillas repartidas por diversos islotes del núcleo que estudiamos. Algunas ramas siguen un trayecto recurrente, trazando en su porción profunda, un arco de concavidad exterior. El referido plexo entra en íntimo contacto, tanto con el soma, como con los apéndices dendríticos de aspecto veloso de que antes hicimos mérito.

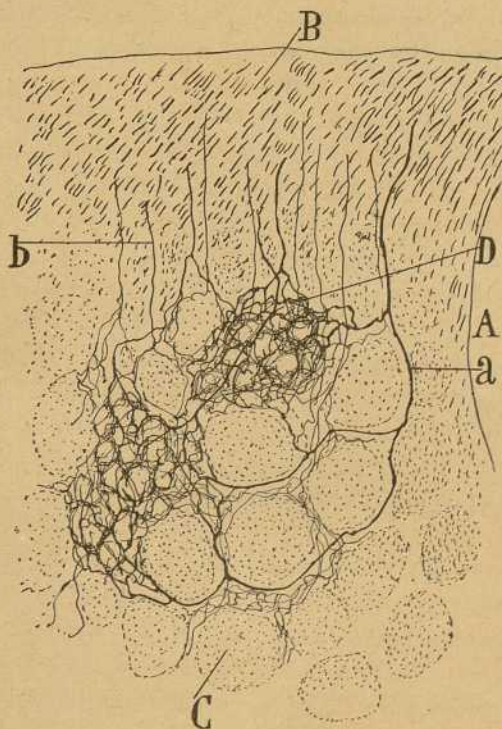


Fig. 328.—Corte transversal de la vía piramidal cruzada del gato de cuatro días.— A, substancia de Rolando del asta posterior; B, vía cerebelosa; C, haces de la vía piramidal cruzada; D, arborizaciones terminales en los islotes del foco del cordón cerebeloso; *a*, fibra al parecer terminal; *b*, fibrilla colateral.

El *foco reticular profundo* reviste muy distinto carácter (fig. 227, C), y representa la continuación de aquel núcleo gris intersticial residente entre los haces del cordón del asta posterior en la médula cervical. En la citada región del bulbo, el perímetro ocupado por este foco reticular es mucho más extenso, prolongándose por delante y detrás del núcleo de la vía cerebelosa, é insinuándose entre los haces del plano profundo de la vía piramidal y *manejo del asta posterior* (*zona limitante del cordón lateral* de los autores). Los corpúsculos de dicho foco reticular profundo

son robustos, afectan forma estrellada, triangular ó fusiforme, y exhiben larguísimos y flexuosos apéndices que divergen en todos sentidos y se dicotomizan repetidamente (fig. 327, *a, b, f*). El axon es espeso y marcha más ó menos horizontalmente hacia adelante y adentro para ganar, unas veces la comisura anterior y cordón ventral del lado opuesto, y otras planos distintos del cordón antero-lateral del mismo lado. En suma, los citados corpúsculos pertenecen á las dos especies llamadas *células funiculares directas* y *funiculares cruzadas*.

A los intersticios en donde moran las células del foco reticular profundo, envían su arborización terminal numerosas colaterales sensitivas, la mayor parte de las cuales pasan antes á través de la substancia de Rolando (fig. 327, B).

---

## CAPITULO XIII

### PROLONGACIÓN BULBAR DEL CORDÓN ANTERIOR DE LA MÉDULA

Colaterales y terminales de este cordón.—Ganglios anejos.—Núcleo post-olivar y post-piramidal.—Núcleo de Röller.—Oliva inferior.

Cuando se examinan los cortes longitudinales del bulbo y médula cervical de pequeños mamíferos, se advierte que el cordón anterior de la médula, en cuanto aborda el cabo inferior de la oliva, se sitúa en gran parte detrás de ésta, continuándose con la substancia reticular blanca del bulbo. En la fig. 329, reproducimos un corte sagital del bulbo de ratón recién nacido, en donde esta continuación aparecía con entera evidencia. Repárese que el plano más anterior y externo de dicho cordón, cruza formando ondas el espesor de la porción externa de la oliva, y que el plano dorsal ó posterior del mismo se prolonga sin interrupción con el *fascículo longitudinal posterior* y la substancia reticular blanca post-olivar. Algunos fascículos (gato, ratón, conejo, etc.) del cordón anterior se sitúan también por delante del ganglio olivar, no lejos del rafe y debajo de la vía motriz.

En el bulbo, guardan los tubos del cordón anterior una posición semejante á la que tienen en la médula. Así, en el ratón, hemos observado que la mayoría de las fibras que el fascículo longitudinal posterior recibe de dicho cordón, se continúan con la porción profunda de éste ó manajo comisural. Entran sin duda también en aquél conductores más anteriores, pero esto no obsta para que pueda afirmarse que el *fascículo longitudinal posterior representa la porción bulbar del cordón comisural de la médula espinal*. Si dichos tubos de procedencia medular se mantuvieran aislados en el bulbo sin entremezclarse con otras fibras, sería fácil empresa determinar su curso total y pasadero; pero en realidad, durante su trayecto ascendente se les incorporan numerosos tubos nacidos en la substancia reticular blanca y gris, y estos contingentes espesan y complican, no sólo la porción ventral de dicho cordón, sino el mismo fascículo longitudinal posterior. Al propio tiempo, algunas de sus fibras largas ó medulares se agotan en los focos grises de la substancia reticular blanca. Bastantes fibras terminales no llegan al bulbo, sino que finan en el cabo alto del asta anterior de la médula por debajo del cruce piramidal. En la figura 329, *a*, presentamos algunos de estos conductores cortos.

Durante todo su trayecto vertical, los tubos del cordón anterior que engendran la substancia reticular blanca emiten colaterales, las cuales

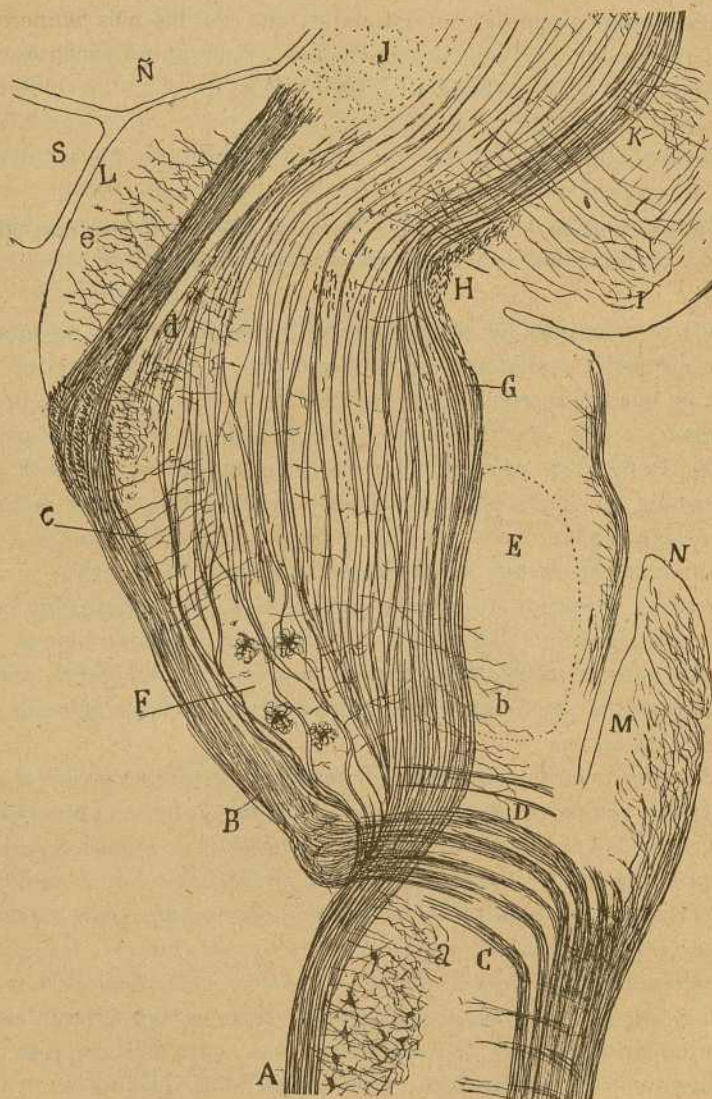


Fig. 329. — Corte sagital del bulbo del ratón de pocos días.—A, cordón anterior de la médula; B, vía piramidal; C, entrecruzamiento de ésta; D, fibras del cruce sensitivo; E, núcleo del hipogloso; F, oliva inferior; G, fascículo longitudinal posterior; H, porción cruzada del facial; J, ganglio interpeduncular; L, protuberancia; *a*, colaterales para el asta anterior de la médula; *b*, colaterales para el foco del hipogloso; *c*, colaterales de la vía piramidal.

marchan en diversidad de direcciones, aunque dominando la dorso-ventral. Muchas de ellas corren diseminadas y sueltas; otras caminan

concentradas en hacecillos, ramificándose en los intersticios fasciculares, en donde contraen conexiones íntimas con los elementos de la substancia reticular y los corpúsculos de los focos motores.

Además de las colaterales intersticiales, que son las más numerosas, se hallan ramas destinadas á los focos grises colindantes ó yacentes en el espesor de la substancia reticular. Mencionaremos : 1.º, las colaterales para la oliva, de las que trataremos al estudiar este foco gris; 2.º, las colaterales destinadas al foco de Röller y núcleos post-olivares; 3.º, las colaterales terminadas en el foco del hipogloso, las cuales penetran de preferencia por el cabo inferior de este ganglio; 4.º, las colaterales para el cabo alto del asta anterior de la médula cervical y los restos del foco gris intermediario. Estas últimas ramas, que mostramos en la fig. 329, *a*, son las más robustas y fáciles de observar, y establecen conexión con los elementos motores medulares más altos, así como con los corpúsculos funiculares y comisurales más superiores. En fin, el fascículo longitudinal posterior suministra, según veremos más adelante, una cantidad considerable de colaterales arborizadas en los focos motores oculares.

En resumen, el cordón anterior bulbar representa una vía sensitiva de segundo orden, principalmente ascendente, destinada á poner en relación los focos sensitivos primarios de la médula con los motores del bulbo, protuberancia y calota. En este trayecto superior dicho cordón entra también en relación con algunos focos sensitivos terciarios (oliva, foco post-olivar, substancia reticular gris y blanca, etc.).

Pero, aunque en menos caudal quizás, nosotros hemos visto llegar también de los focos sensitivos y sensoriales del bulbo axones, que, unas veces por división en T, otras por simple inflexión, engendran en la substancia reticular blanca una vía en parte ascendente y en parte descendente. Ya Held (1) señaló la conexión del cordón anterior con los núcleos sensitivos bulbares (*foco del quinto par, núcleo de Deiters, tubérculos cuadrigéminos, núcleo dorsal del nervio vestibular, etc.*), pero cometió el error de reputarlos como punto de terminación de las fibras de dicho cordón, cuando en realidad representan núcleos de origen. Esto nos da á entender que, del mismo modo que en el cordón anterior existen conductores ascendentes destinados á relacionar los focos sensitivos medulares con los motores bulbares, se contienen también otros de curso descendente y de igual naturaleza, destinados á poner en conexión los focos sensitivos y sensoriales superiores del bulbo, protuberancia, etc., con los motores de la médula espinal.

¿Hasta dónde llegan por arriba los tubos ascendentes del cordón anterior de la médula? Los cortes longitudinales del bulbo del ratón permi-

(1) Held: Die Beziehungen des Vorderseitenstranges zur mittel und Hinterhirn. Des XVII Band. der Abhandl. d. math.-phys. Clas. d. Kön. Sachs. Gesellsch. d. Wiss. n.º VI, 1892.



ten seguir algunas de sus fibras hasta el plano profundo de la protuberancia; acaso lleguen hasta la parte anterior del tubérculo cuadrigémino anterior. Es muy difícil la persecución de dichas fibras en los tramos altos del istmo del encéfalo, en donde, entremezcladas con tubos ascendentes ó descendentes de origen bulbar ó protuberancial, pueden confundirse fácilmente con éstos. Esta mezcla y confusión de conductores constituye un serio obstáculo para fijar de un modo absoluto el límite superior del cordón anterior. La porción más dorsal de éste, es decir, el fascículo longitudinal posterior, alcanza, según es bien sabido, la región del tubérculo cuadrigémino anterior; algunos de sus tubos pueden remontarse al tálamo; mas la imposibilidad de seguir individualmente las fibras en tan larguísimo trayecto, no permite averiguar si entre esos conductores talámicos figuran algunos emanados de la médula espinal.

Varios son los focos grises que pueden estimarse anexos del cordón anterior y substancia reticular blanca. El principal de todos es la *oliva bulbar*; vienen después ciertos acúmulos celulares de menor importancia y de significación poco conocida, á saber: los *focos post-olivares* ó sean el *núcleo del cordón anterior (resto del foco interno del asta anterior)*, (fig. 313, D) y el *resto del foco externo del asta ventral* (fig. 313, F); el *núcleo post-piramidal* y el *foco de Röller*.

**Núcleo del cordón anterior (Obersteiner) ó resto del foco interno del asta ventral** — Al tratar de la topografía del bulbo, hemos fijado la posición, algo variable, de este acúmulo celular que desaparece en las regiones superiores de la porción olivar del bulbo. Aquí nos limitaremos á recordar brevemente su textura.

Según aparece en la fig. 330, A, tomada del bulbo del feto humano, el citado núcleo consta de corpúsculos estrellados de talla mediana, cuyas dendritas se extienden exclusivamente por el interior del ganglio. El axon marcha hacia los lados y parece continuarse con una fibra longitudinal. Entre las células obsérvase un plexo tupido construído de arborizaciones nerviosas complicadas, generadas por fibras aferentes cuyo origen no hemos podido determinar. Como se ve, este foco, que Kölliker identifica con la *oliva accesoria interna*, no se parece en nada, bajo el aspecto estructural, á las formaciones olivares. Análogas propiedades exhibe este núcleo en el gato, donde presenta notable desarrollo, posee una sección triangular y una posición muy próxima á la cara dorsal de la oliva.

**Resto del foco externo del asta ventral.** — Consta igualmente de elementos estrellados, de talla mediana, comparables á las células funiculares de la médula espinal. En la fig. 330, B, en que reproducimos una célula tomada de un feto humano, el axon se dirigía hacia afuera.

**Foco post-piramidal.** — Los acúmulos grises, situados por detrás de la pirámide, entre ésta y la oliva, acúmulos que se prolongan hacia atrás,

constituyendo una faja doblada en ángulo obtuso, poseen una estructura que recuerda la de los focos anteriormente descritos. Según aparece en la fig. 331, sus corpúsculos son estrellados, de talla media, y por lo común inferior á la de las células olivares; sus dendritas son largas, divergentes y no muy ramificadas. El axon marcha en diversidad de direcciones, acabando por ingresar en la substancia blanca contigua, donde parece continuarse con un tubo longitudinal.

Este foco se ha confundido con la oliva accesoria interna. En realidad, es independiente de ésta, en prueba de lo cual no hay sino com-

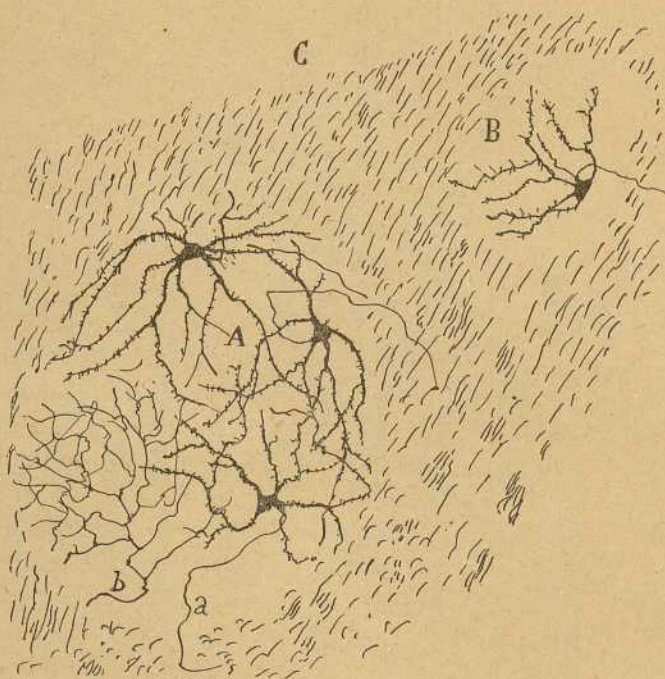


Fig. 330. — Núcleo del cordón anterior del bulbo de feto humano. — A, células; a, axon; b, arborizaciones terminales; B, una célula del resto del foco externo del asta ventral.

parar las células de la fig. 331 con las de la fig. 335, que reproduce un corte de la oliva humana. El contraste morfológico es notable. Esta confusión ha nacido sin duda de que aquel foco yace en un lugar próximo á la *para-oliva interna* y acaso tiene con ella relaciones de contacto. Pero la altura de ambos núcleos es diversa: la para oliva interna, cuya estructura es netamente olivar, aparece al nivel del tercio medio ó más arriba de la región olivar del bulbo, precisamente cuando la prolongación interna del foco post-piramidal ha desaparecido enteramente. En el gato y conejo, este foco es rudimentario, constando de algunas células fusifor-

mes diseminadas en la substancia blanca que media entre la vía piramidal y la oliva.

Otros acúmulos post-piramidales más anteriores existen, pero no hemos podido impregnar sus células con el cromato argéntico.

**Foco de Röller.**— Conocida ya su topografía réstanos mostrar aquí la morfología de sus elementos (fig. 332, E).

Un corte que pase por el tercio inferior del foco principal del hipogloso, presenta el *núcleo de Röller* en su máximo desarrollo. En el gato, al cual se refiere la fig. 332, ocupa este foco un lugar intermedio entre las

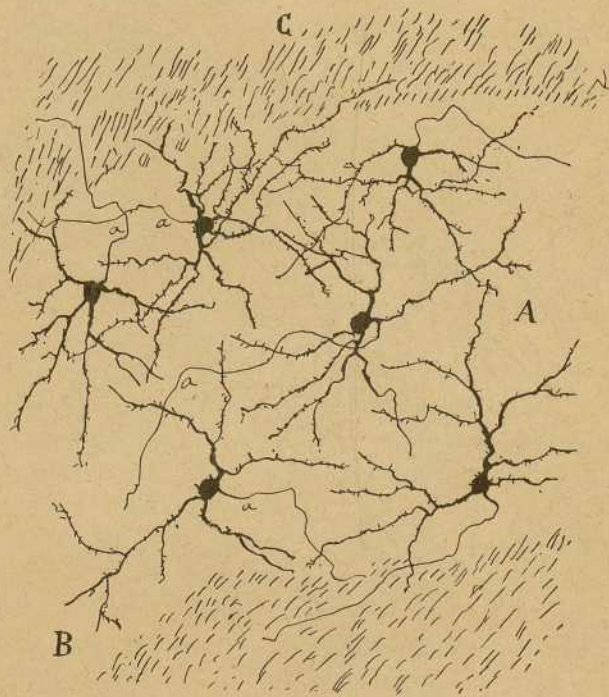


Fig. 331. — Porción del foco post-piramidal del bulbo del feto humano. — A, células de la porción transversal del núcleo; B, porción vertical ó interna; C, fibras de la vía piramidal.

substancias reticular blanca y gris; su forma es irregularmente ovoidea y en su espesor se encuentran siempre hacesillos verticales de fibrillas, así como dos ó más fascículos postero-anteriores del hipogloso.

Las células de este foco son pequeñas, estrelladas ó fusiformes; dispóñense sin orden ni orientación marcada entre los haces de fibras, y sus expansiones protoplásmicas, que se dicotomizan varias veces, irradian en todos sentidos, traspasando á veces las fronteras del núcleo. El axon posee un curso muy variable: en algunas células, quizá en la mayor parte, dirígese hacia atrás, y una vez que ha suministrado una ó dos colatera-

les al foco que estudiamos, se continúa con algún tubo longitudinal del contorno posterior del mismo (fig. 332, *b*, *b'*), es decir, de la substancia reticular gris inmediata; en otros corpúsculos, el cilindro-eje marcha resueltamente hacia afuera é ingresa en la substancia reticular fronteriza, dividiéndose á menudo en rama ascendente y descendente. Uno de estos axones (fig. 332, *e*), emitía en su curso horizontal, á través del *foco de Röller*, tres ó cuatro colaterales distribuídas en éste. En fin, otros axo-

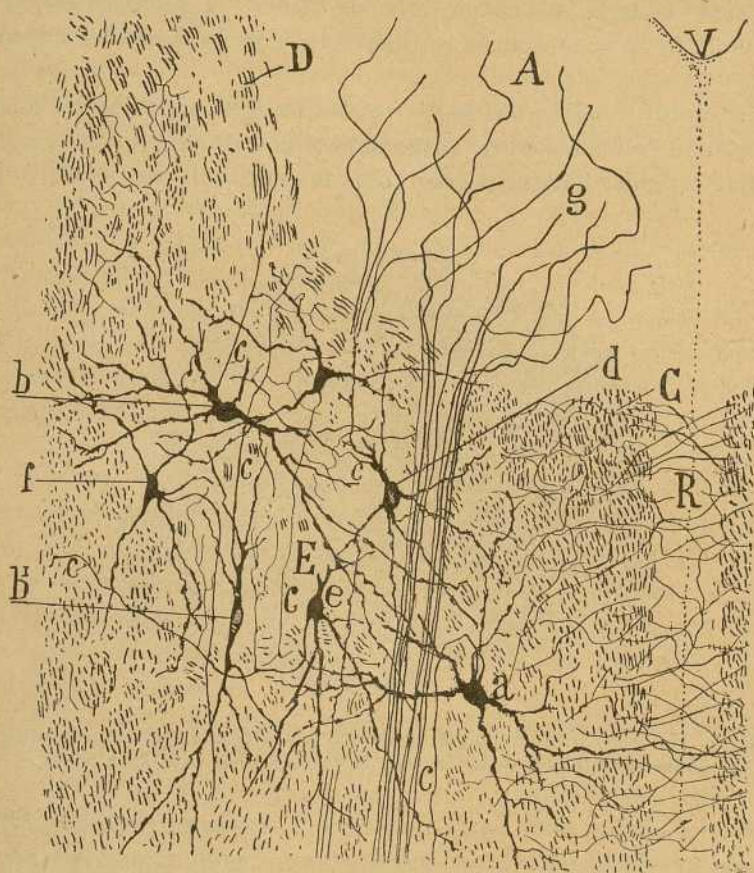


Fig. 332. — Núcleo de Röller del gato (feto casi de término). — A, núcleo del hipogloso; C, fascículo longitudinal posterior; R, rafe; E, núcleo de Röller; *a*, célula cuyo axon iba adelante; *b* y *b*<sup>1</sup>, células cuyo axon se hacía longitudinal por detrás del foco; *e*, célula cuyo axon iba hacia afuera.

nes dirígense resueltamente adelante, ganan la porción anterior de la substancia reticular gris ó blanca y se convierten también en fibras verticales. Acaso sean estos los cilindros-ejes considerados por Röller como radiculares adicionales del hipogloso. Excusamos decir que en nuestros preparados no es dable sorprender jamás una fibra del nervio hipogloso nacida en el núcleo de Röller.

Los axones comisurales no parecen abundantes. En nuestras preparaciones no hemos hallado más que dos, los cuales, después de brotar de células emplazadas en lo más posterior del foco y de suministrar alguna colateral para éste, cruzaban el rafe y parecían ir á la substancia reticular blanca del otro lado.

En el foco de Röller no penetran colaterales sensitivas directas; la mayoría de las colaterales distribuídas en dicho núcleo, brotan de la región fronteriza de la substancia reticular blanca; algunas, pocas, proceden también de la substancia reticular gris y de los fascículos intersticiales.

Como se ve, el *núcleo de Röller* parece tener la significación de un foco sensitivo de tercer orden, cuyos axones contribuirían á reforzar la formación reticular blanca, y sobre todo, la substancia reticular gris li-

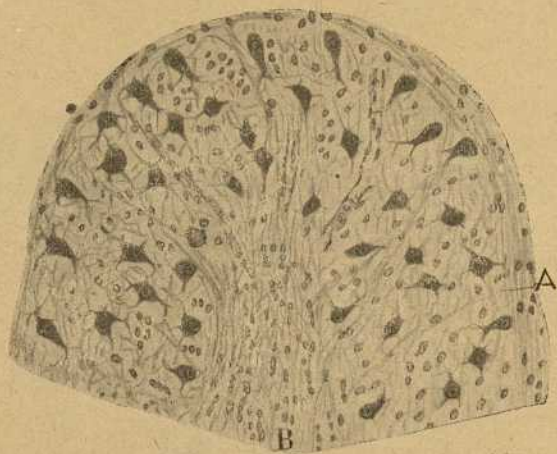


Fig. 333. — Un trozo de lámina olivar coloreado por la tionina. Hombre adulto. — A, células marginales ó periféricas; B, eje blanco de la lámina olivar.

mítrofe. La continuación hacia abajo con el asta anterior de la médula, y su carencia de corpúsculos motores, permiten presumir que este núcleo representa un acúmulo de neuronas del asta referida, descartado de los elementos motores, los cuales se han dislocado, unos hacia adentro, para engendrar el *núcleo del hipogloso*, y los otros hacia afuera, para constituir el *núcleo ambiguo* y foco del espinal bulbar.

La continuación del *foco de Röller* con el asta anterior de la médula aparece en la fig. 319, que representa un corte que pasa por debajo del foco del hipogloso, es decir, por el cabo alto del asta ventral. Repárese en R la formación de un divertículo donde se muestran los primeros elementos del núcleo que estudiamos.

**Oliva bulbar.** — La textura y conexiones de este importantísimo gan-

glio, íntimamente relacionado con el cerebelo, constituye uno de los temas más difíciles de la neurología.

La causa de esta dificultad estriba en el curso intrincadísimo que llevan los axones de las células olivares, y en la casi imposibilidad de seguir las fibras aferentes hasta sus orígenes. No son, por tanto, de extrañar las divergencias de pareceres entre los sabios, ni el que algunos de ellos, desconfiando de los métodos anatómicos directos, hayan recurrido á las revelaciones, harto difíciles á veces de interpretar, de los procedimientos de la anatomía patológica.

Numerosas han sido las tentativas conducentes al esclarecimiento de la textura olivar, y los resultados conseguidos, sin ser decisivos para la solución del problema de las conexiones, son muy interesantes. Las más importantes pesquisas debémoslas á Vincenzi (1), Bechterew (2), Kölliker (3), Van Gehuchten (4) y Weigert. Nuestros estudios (5), efectuados en dos épocas distintas, nos han permitido añadir algunos detalles, que referiremos brevemente.

Cuando se examina por el método de Nissl la lámina gris, cuyas plegaduras forman el foco olivar, obsérvanse, sumergidos en un plexo finamente granuloso, ciertos corpúsculos, pequeños ó medianos, de figura poligonal ó estrellada, pobres en protoplasma, el cual exhibe una red bastante rica en cromatina. Estas células hállanse un tanto apartadas entre sí, constituyendo en el hombre tres, cuatro ó cinco hileras discontinuas. Gran cantidad de núcleos de neuroglia salpican el plexo intercelular, y muy particularmente los tabiques contiguos de substancia blanca.

El examen de las circunvoluciones olivares á favor del método de Golgi revela los factores siguientes: 1.º, las *células olivares*; 2.º, las *arborizaciones nerviosas aferentes*; 3.º, las *fibras longitudinales*, y 4.º, las *fibras arciformes transversales*.

*Células olivares.*—Estos elementos fueron primeramente impregnados en el hombre por Livio Vincenzi, que notó su especial morfología; después fueron vistos y coloreados en diversos mamíferos por Kölliker, van Gehuchten y nosotros.

La morfología de las células de la oliva es singular y muy característica; probablemente no existe otra igual en ningún centro nervioso. Como se ve en las figs. 334 y 335, los corpúsculos, comunmente es-

(1) *L. Vincenzi*: Sulla fina anatomia dell' oliva bulbare dell' uomo. Estr. degli R. Accad. medica di Roma. Anno XIII. 1886-1887. Serie II, vol. III.

(2) *Bechterew*: *Neurologischen Centralblatt*, 1885, Bd. V.

(3) *Kölliker*: *Handbuch de Gewebelehre des Menschen*, 6 Aufl., 1893.

(4) *Van Gehuchten*: *Le systeme nerveux de l'homme*. 1 ed.

(5) *Cajal*: *Apuntes para el estudio del bulbo raquídeo, etc.* Madrid, 1895.

— Véase: Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios del encéfalo. VI. Conexiones distantes de las células de Purkinje. 1894.

trellados, poseen dendritas dicotomizadas repetidamente, y que ofrecen la particularidad de replegarse sobre sí mismas, trazando flexuosidades y curvas irregularmente concéntricas, que, amontonándose y enmarañándose cerca de la célula, dan al conjunto de la arborización el aspecto de un ovillo revuelto. Las ramas secundarias, que se descomponen en numerosos ramúsculos, son varicosas y hállanse erizadas de espinas, ó de apéndices más largos nacidos en ángulo recto ú obtuso.

Cuanto grado más inferior ocupa el animal en la serie de los mamíferos, menos enmarañada aparece dicha arborización y más cortas son las

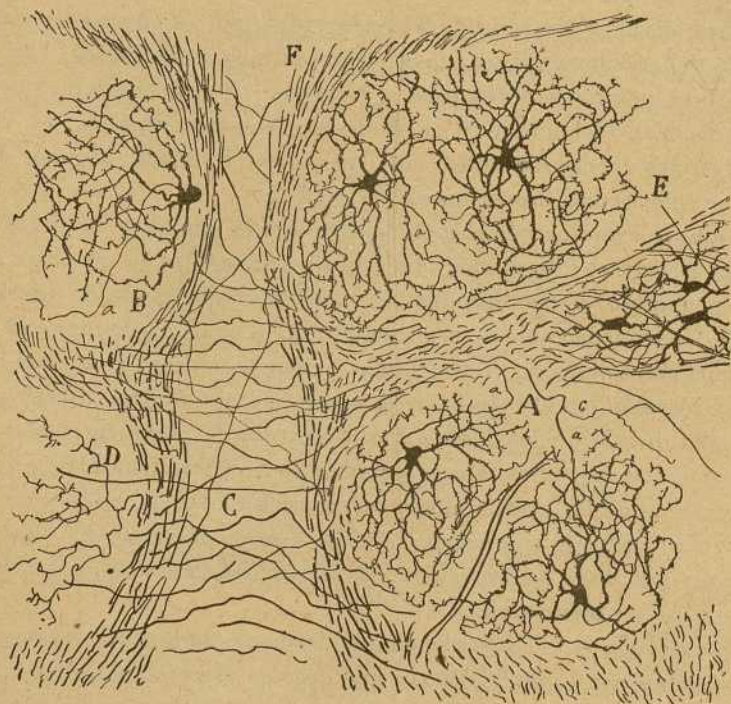


Fig. 334. — Células de la oliva del gato de cuatro días.—A, corpúsculos cuyos axones cruzaban la línea media; B, corpúsculo marginal cuyo axon iba hacia afuera; C, rafe; D, colateral arborizada en la oliva; F, fibras verticales de la cinta de Reil.

ramas dendríticas secundarias y terciarias. Así, en el ratón, la arborización es pobre; alcanza mayor riqueza y complicación en el conejo, crece todavía ésta en el gato (fig. 334, A) y llega al máximo en el hombre, en donde el zarzal terminal es tan denso y consta de ramas tan delicadas, que es imposible perseguir la arborización por entero (fig. 335, A, B). Es probable que en el hombre adulto aumente todavía esta complicación.

La morfología presenta algunas variantes, en relación con la posición ocupada por la célula. En las marginales no son raras las figuras de semiluna y aun de pera, con un lado curvo exento de dendritas y fronteri-

zo de las láminas, y con el opuesto provisto de numerosos apéndices. Esta particularidad obsérvase ya en las figuras de Vincenzi, que dibuja sin embargo, acaso por defecto de impregnación, demasiado pobre el plexo dendrítico producido por cada célula. En el interior de las láminas, la forma más común es la poligonal con numerosas dendritas divergentes (fig. 335, B). Finalmente, en aquellos sitios en que las láminas presentan curvas ó ángulos muy acentuados, la célula se alarga en sentido perpendicular á aquéllas, estirándose en igual sentido el zarzal dendrítico.

El axon es relativamente fino, y procede ya del soma, ya del origen de una gruesa dendrita. Traza muy á menudo, en cuanto nace, una gran revuelta, cambiando frecuentemente de plano, lo que dificulta extraor-

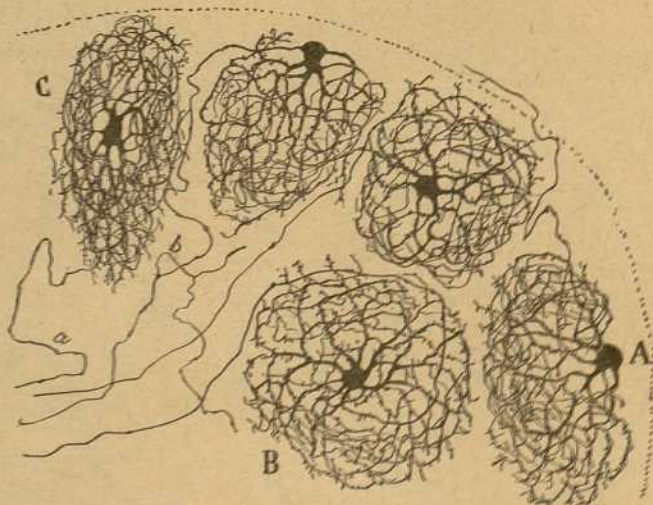


Fig. 335. — Células de la oliva del piño recién nacido. — A, célula marginal; célula profunda: a, axon; b, colateral.

dinariamente en el hombre la persecución de esta expansión. En cambio, en el gato y conejo y, sobre todo, en el ratón, hemos podido observar, sin la menor duda, que, después de un curso más ó menos vertical, oblicuo ó flexuoso, dicha fibra acaba por hacerse horizontal, dirigiéndose ulteriormente, en la mayoría de los casos, hacia el rafe, cruzado el cual se continúa con un tubo horizontal del lado opuesto. Pero no faltan fibras que, en vez de ganar el rafe, marchan hacia afuera, saliendo de la oliva y perdiéndose entre las fibras arciformes situadas no lejos del trigémino. En el hombre, y hasta en el perro, es imposible perseguir un tubo cruzado ó directo más allá de la oliva.

Durante su trayecto inicial, es decir, mientras circula entre las células de la misma circunvolución olivar, el axon emite alguna vez, pero no



siempre, una, dos, rara vez tres colaterales, que ya fueron señaladas por Vincenzi. En el axon de la mayoría de las células olivares, pueden distinguirse tres porciones: intra-olivaria homolateral, intra-olivaria contralateral y extra-olivaria. El trayecto inicial ó intra-olivaria homolateral, es siempre curvilíneo é irregular, y casi nunca se halla en un plano horizontal, por lo menos en el gato, perro y hombre. En su segunda porción, es decir, cuando la fibra ha pasado el rafe (en cuyo punto suele cambiar de plano), tórnase casi rectilínea y atraviesa sin emitir colaterales ni detenerse la oliva contrapuesta. En fin, durante el trayecto post-olivaria, dicho axon, reunido con otros, forma hacecillos continuados con las llamadas fibras olivares, cerebelo-olivares ó arciformes (figs. 215 y 216).

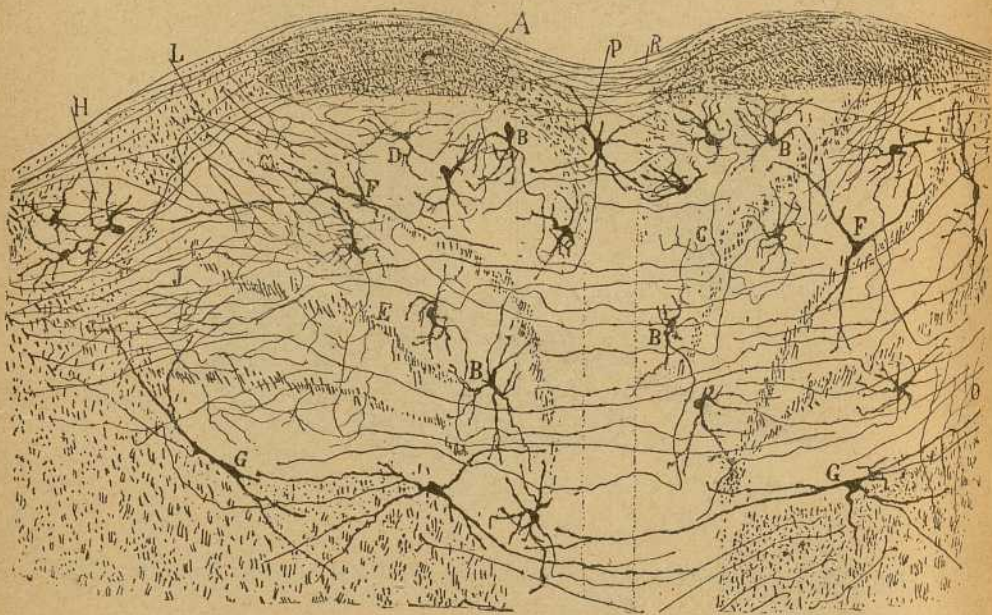


Fig. 336. — Corte transversal de la oliva bulbar del ratón recién nacido. — A, vía piramidal; B, células de la oliva; F, G, células marginales; J, L, colaterales de la substancia blanca.

En los pequeños mamíferos, y aun en el gato, casi todas las fibras nacidas en las olivas se concentran por delante de la raíz descendente del trigémino del lado opuesto, para pasar desde allí al pedúnculo cerebeloso inferior y ganar el cerebelo. Mas en el hombre, según es bien sabido, estos haces cerebelo-olivares, que son muy robustos en razón de la gran extensión de las circunvoluciones olivares, pasan unos por delante, otros al través y otros por detrás de la citada raíz trigeminal. No pocas fibras, en cuanto llegan al rafe, se hacen dorso-ventrales, contornean por delante las pirámides y concurren. finalmente, en el cuerpo restiforme (*fibras*

*arciformes anteriores*). Estos tubos prepiramidales, existen también en el ratón, conejo y gato, pero en pequeño caudal (fig. 348, a).

Añadamos, para ser completos, la existencia, ya en los tabiques separatorios de las circunvoluciones, ya en las fronteras interna posterior y externa del foco olivar, de células alargadas, triangulares ó fusiformes, que flanquean la substancia gris, pero sin suministrar á ella, sino rara vez, dendritas ramificadas. En el ratón, algunas de las dendritas son tan largas, que pueden cruzar el rafe. El axon va á la substancia blanca inmediata, continuándose con un tubo longitudinal homolateral ó contra-

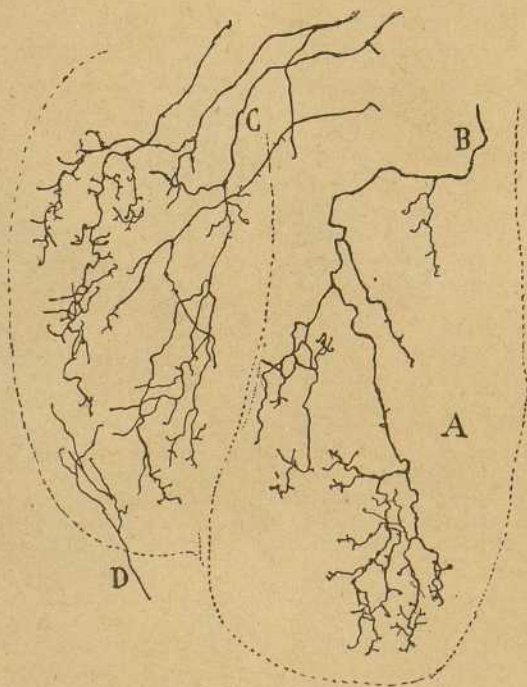


Fig. 337. — Trozo de un corte vertical de la oliva del gato recién nacido. — A, lámina olivar; B y C, fibras aferentes arborizadas en la substancia gris olivar; D, fibra ascendente.

lateral del resto del cordón anterior. Semejantes elementos nos parecen representar células de la substancia reticular del bulbo, que han sido englobadas entre las olivas ó en los tabiques interiores de éstas. En el hombre faltan probablemente. (Fig. 336, F, G.)

*Fibras exógenas y arborizaciones terminales intra-olivares.* — En el espesor de la substancia gris olivar, existe un plexo nervioso muy tupido, formado por la concurrencia y arborización de infinidad de fibras exógenas, llegadas de la frontera de la oliva ó de las láminas de substancia blanca intra-olivar

Estas fibras exógenas, y sus arborizaciones libres, que fueron descubiertas por Kölliker (1) y confirmadas por Held y nosotros, poseen un aspecto muy diverso, según que se estudien en embriones ó en animales de algunos días. En los embriones humanos del quinto ó sexto mes, estos tubos, después de mostrar alguna división, se descomponen en una arborización sobria de ramúsculos flexuosos, esparcidos por el espesor de la circunvolución y acabados libremente. Así es como Kölliker las representa. Mas cuando se impregnan en el niño recién nacido (fig. 338), la arborización se complica enormemente y deja notar algunas particularidades interesantes.

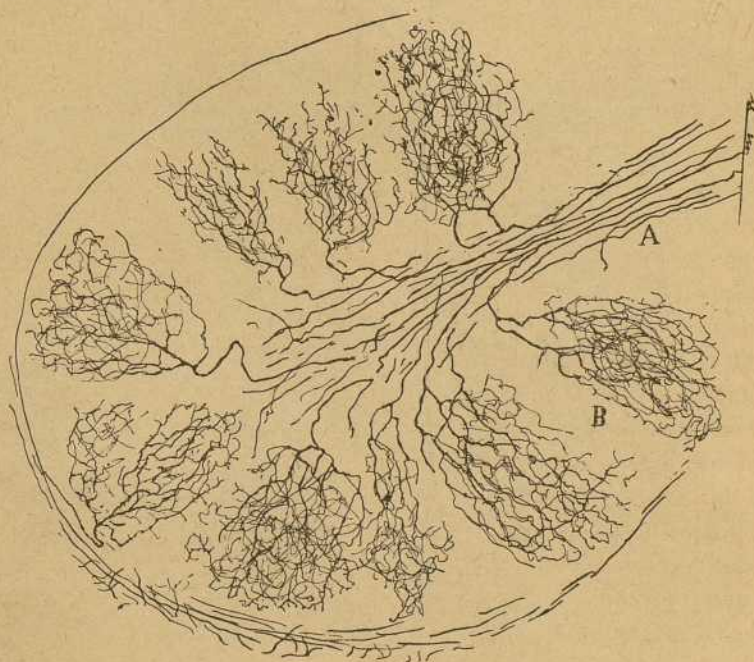


Fig. 338. — Arborizaciones nerviosas exógenas de la oliva inferior del niño recién nacido.—A, eje de la laminilla ; B, arborizaciones terminales.

Adviértese, desde luego, que casi todas las fibras generadoras vienen del eje ó lámina blanca central de las circunvoluciones y se continúan con tubos ya oblicuos, ya horizontales. Sin embargo, en algún caso hemos sorprendido fibras que abordaban el foco por fuera, es decir, por el lado de la substancia reticular gris y blanca. El tubo generador, una vez bifurcado ó trifurcado, se descompone de repente en un penacho de ra-

(1) Kölliker : *Anat. Anzeiger*. Bd. VI. 1891.

— *Lehrbuch der Gewebelehre*. Bd. II. 1896.

músculos varicosos sumamente flexuosos, cuya dirección general es perpendicular al plano de la lámina, cerca de cuyo límite acaban por variocidades libres y cabos recurrentes.

En ciertos parajes, la arborización se condensa para engendrar un grupo de nidos nerviosos; pero, en otros territorios, la ramificación es más laxa y floja. En general, nos ha parecido que cada arborización se continúa con una sola fibra; á veces, sin embargo, colaboran en ella dos ó más conductores aferentes; esto ocurre, sobre todo, en los plexos difusos poco diferenciados. Síguese de lo expuesto, que en la oliva, como en casi todos los órganos nerviosos, la arborización terminal entra en conexión con un grupo de elementos que no bajan en el hombre de 4 á 8.

Las mencionadas arborizaciones las hemos impregnado asimismo en el gato, perro, conejo y ratón de pocos días, donde las ramillas secundarias y terciarias producen también plexos complicadísimos. Sin embargo, las arborizaciones no suelen formar islotes bien separados como en el hombre, antes bien, exhiben el aspecto de un plexo difuso. Si el animal es recién nacido (gato, conejo), la ramificación es menos compleja, pudiendo seguirse fácilmente el conjunto de la misma hasta el tubo generador, que adquiere muy á menudo curso oblicuo ó longitudinal (fig. 337). Esta circunstancia, así como la gran longitud de las fibras, impide casi siempre determinar en el gato y perro, y con mayor razón en el hombre, el origen de los citados tubos.

¿De dónde provienen estas singulares fibras aferentes? Kölliker, basándose en el supuesto de que la oliva es un foco motor destinado acaso á engendrar alguna vía descendente enlazada con los núcleos de la médula, á la manera de la vía piramidal, expone las dos hipótesis siguientes: 1.<sup>a</sup>, que las fibras exógenas de la oliva representan tubos de Purkinje, nacidos en el cerebelo y llegados con el pedúnculo cerebeloso inferior; 2.<sup>a</sup>, que los axones de las células olivares no van al cerebelo, sino que, arribadas á la substancia reticular inmediata, se incorporan al *resto del cordón lateral*, para engendrar una vía descendente de naturaleza motriz. En el hombre y mamíferos de gruesas olivas no es dable comprobar esta conjetura de Kölliker, por ser imposible, según hemos dicho ya, perseguir una fibra exógena más allá de los límites de las láminas olivares.

Para evitar estas dificultades, nosotros hemos atacado el problema por el lado más sencillo, es decir, recurriendo á los embriones de ratón y conejo, y apelando al examen, tanto de los cortes transversales como de los sagitales. Estos ensayos, ya antiguos (1), pero confirmados y ampliados por recientes observaciones, nos han permitido descubrir un hecho interesante, á saber: que la mayoría de las fibras exógenas de la oliva son colate-

(1) *Cajal*: Apuntes para el estudio del bulbo, etc.

rales ó terminales nacidas de tubos longitudinales del cordón anterior en sus segmentos post-olivar, pre-olivar interno y pre-olivar externo. En ningún caso hemos sorprendido la prolongación de una fibra de éstas con un tubo arciforme llegado del cerebelo. Hé aquí las corrientes de colaterales que aparecen más evidentes en nuestros preparados :

1.<sup>a</sup> *Corriente antero-interna* (fig. 339).—Por dentro de las pirámides, y en la proximidad del rafe, existe en el ratón, rata y conejo, un plano de tubos del cordón anterior que se distinguen bien de los piramidales

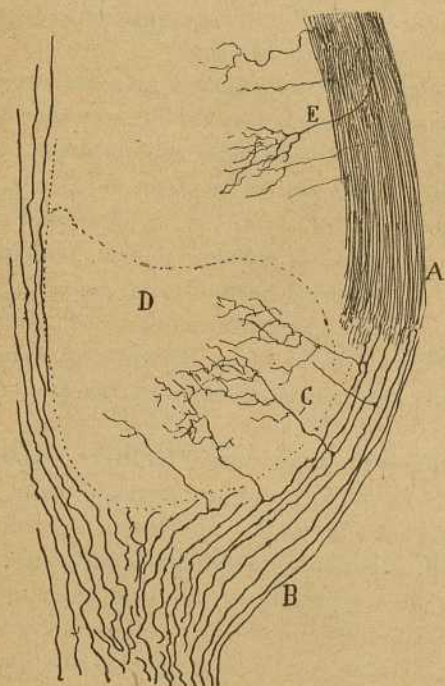


Fig. 339.—Corte sagital interno de la oliva del ratón de cuatro días. — A, vía piramidal; B, fibras preolivas del cordón anterior de las cuales emanan colaterales (C) para la oliva; D, lobulillo olivar interno; E, una fibra terminal descendente.

por su mayor diámetro. De estas fibras emanan constantemente algunas robustas colaterales, nacidas en ángulo recto ó casi recto y á menudo dirigidas un poco de abajo á arriba (fig. 339, C). Llegadas al lóbulo antero-interno de la oliva, se ramifican y engendran en el espesor de la substancia gris un plexo varicoso sumamente tupido.

2.<sup>a</sup> *Corriente antero-externa*.—De la substancia blanca que rodea por delante y afuera la oliva emanan también gran número de colaterales muy robustas, nacidas en ángulo recto y algo de abajo á arriba. El área de distribución de estas colaterales es muy extensa; sin embargo, la mayoría de ellas se concentran en la circunvolución más externa de la oliva y en un pequeño foco ó apéndice olivar residente en el ángulo

antero-externo de aquel ganglio, que acaso represente en el ratón la *para-oliva externa* del hombre. Los cortes longitudinales revelan que la mayoría de dichas colaterales (las cuales brotan á menudo de un ángulo ó inflexión de los tubos), asaltan el ganglio olivar por el tercio medio y á veces por algo más abajo. (Fig. 340, A, C; y fig. 336 y 242, b').

3.<sup>a</sup> *Corriente posterior*.—Cuando se examina un corte transversal de las olivas del ratón ó conejo (fetos casi de término), adviértese á menudo un grueso haz de fibras dorso-ventrales que penetra en la oliva por el cen-

tro de su cara posterior, desparramándose en abanico. Estas fibras proceden de una vasta área del cordón anterior dilatada dorsalmente hasta la proximidad del fascículo longitudinal posterior, y extendida por fuera hasta las inmediaciones y acaso hasta la frontera del cordón lateral (substancia reticular gris). (Fig. 351, b).

Los cortes longitudinales del bulbo de ratón recién nacido ó de pocos días (fig. 341, D) son todavía más demostrativos, revelándonos claramente que las citadas fibras son, acaso en su mayoría, conductores terminales descendentes, generalmente finos, que trazando una revuelta de largo radio, asaltan el foco de atrás adelante y de arriba abajo.

Otras veces, dichas fibras representan colaterales de conductores longitudinales, destinados á formar más abajo, en el espesor del foco olivar, la arborización terminal. Como se verá en la fig. 341, J, la colateral preterminal se halla frecuentemente muy cerca de la terminal propiamente dicha.

En fin, en otros casos la fibra productora de colaterales olivares desciende hasta más allá de la oliva, ingresando en pleno cordón anterior medular (figura 341, E, B); en este último ejemplo no es raro

ver que el tallo descendente es más delgado que alguna de las colaterales arborizadas en dicho foco. Estas colaterales penetran en el ganglio olivar á la manera de las terminales, es decir, que son oblicuas de atrás adelante y de arriba abajo, señal ésta reveladora de su curso descendente.

Llegadas á las circunvoluciones olivares, todas las citadas fibras (entre las cuales las hay gruesas y delgadas) ganan los tabiques, cambian en ellos de curso, tornándose á menudo longitudinales ú oblicuas y se arborizan polijamente entre las células olivares. Acaso se distribuyen en todo el ganglio, del cual forman, á nuestro parecer, la principal conexión.

4.<sup>a</sup> *Corriente superior.*— Por detrás y encima de la oliva, hemos visto

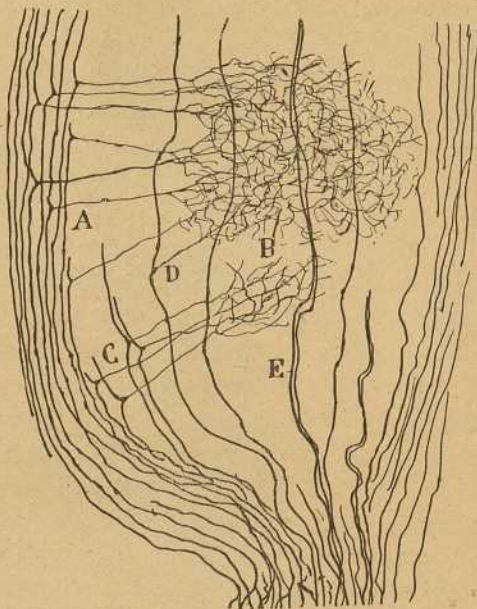
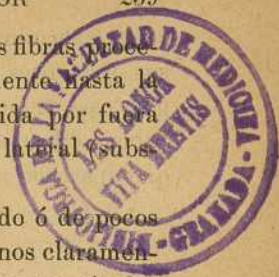


Fig. 340. — Corte sagital externo de la oliva del ratón de cuatro días. — A, porción preolivaria del cordón antero-lateral; B, plexo de colaterales en el espesor de la oliva; C, colaterales del cordón anterior; D, colaterales de los tubos intraolivares ó perforantes de este cordón.



entrar también colaterales, y sobre todo fibras terminales descendentes, ricamente arborizadas en la porción alta del ganglio olivar, y continuadas con tubos ondulantes, medianos ó delgados, situados profundamente en la substancia reticular blanca del bulbo. Consideramos esta corriente como una dependencia de la posterior, y estimamos, por consiguiente, que sus fibras representan conductores de la propia naturaleza. (Fig. 341, A).

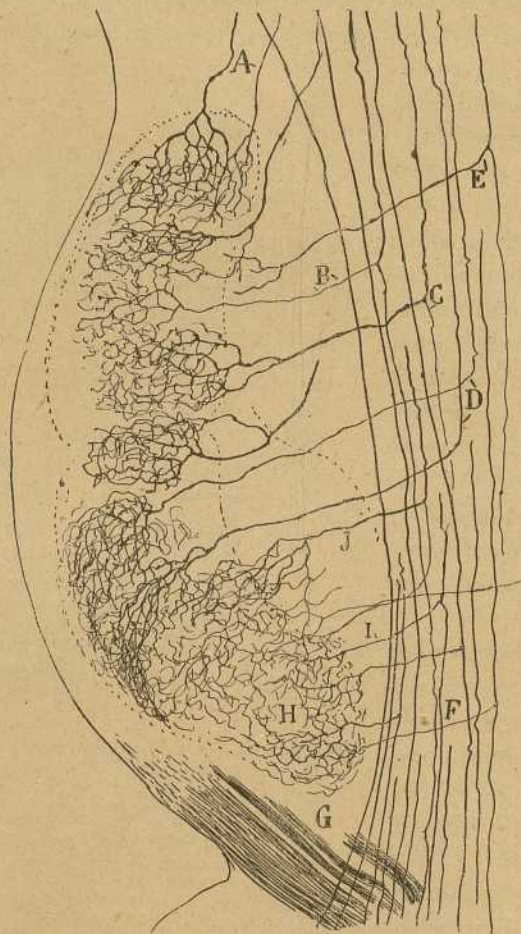


Fig. 341.—Corte longitudinal de la oliva inferior del ratón de ocho días.—A, fibras terminales superiores descendentes; D, ramas terminales posteriores; C, E, ramas gruesas de bifurcación destinadas á la oliva; I, colaterales posteriores; G, vía piramidal; F, fibras post olivares del cordón anterior; H, plexo nervioso terminal.

Excusado será advertir, después de lo dicho, que las fibras de la substancia reticular blanca ó gris, con quienes las referidas arborizaciones intraolivares se continúan, no tienen la menor inclinación á marchar al cerebelo; algunas veces hémoslas seguido hasta más arriba del núcleo del

facial, sin que parecieran separarse de su posición profunda y orientación sagital. Este hecho milita en contra del parecer de Kölliker, quien, según hemos expuesto más atrás, estima las arborizaciones intra-olivares continuadas con fibras de Purkinje del cerebelo.

En resumen, y aunque nuestras investigaciones no estén del todo terminadas, consideramos seguro que en la oliva bulbar acaban dos especies de corrientes exógenas: *corriente descendente*, llegada no sabemos de dónde, verosímilmente de focos situados más allá de la protuberancia; y *corriente sensitiva ó ascendente*, arribada de la médula espinal. Esta corriente, acaso menos importante que la otra, está exclusivamente representada por fibras colaterales; mientras que en la primera parecen predominar los conductores terminales. Los estímulos aportados por ambos sistemas aferentes, después de excitar los elementos olivares, se transmitirían á lo largo de los axones de éstos, es decir, por las fibras arciformes ó cerebelo-olivares, hasta el cerebelo, donde actuarían sobre las células de Purkinje.

*Fibras de paso.* — La oliva aparece cruzada en toda su extensión por una infinidad de hacecillos transversales, continuados con tubos arciformes externos. En general, los autores propenden á estimar la mayoría de estas fibras como conductores nacidos en la oliva ó destinados á ella. En el hombre, ocurre esto positivamente, según permiten observar los preparados de Weigert-Pal (fig. 224 y siguientes); pero en los animales la naturaleza de tales haces transversales es muy otra, como es dable reconocer examinando cortes bulbares de ratón, conejo ó gato recién nacidos, previa impregnación con el cromato argéntico. En estos preparados se ve que la inmensa mayoría de los hacecillos transversales, son tubos de paso que cruzan sin detenerse ni emitir colaterales las olivas para ingresar, en cuanto cruzan el rafe, en la vía sensitiva central. Los axones nacidos en la oliva, así como las colaterales y terminales destinadas á este ganglio, no suelen disponerse en haces transversales rectilíneos, sino que marchan en variedad de direcciones, y siguen un curso muy irregular. Sólo por fuera de las olivas pueden constituir hacecillos los axones en ellas nacidos.

Tocante á la cuantía de los tubos sensitivos de paso, existen diferencias entre el hombre y los mamíferos. En éstos, toda la extensión dorsoventral de las olivas aparece atravesada por tubos sensitivos perforantes, según demuestran perfectamente los preparados de Weigert del ratón, conejo y gato. Mas en el hombre, el enorme desarrollo de las olivas y su dislocación hacia adelante y los lados, disminuye mucho el número de dichos conductores sensitivos: éstos habitan sólo en el cuarto posterior de las olivas, y representan fibras sensitivas de segundo orden, nacidas en la parte más extensa del foco de Burdach y foco del trigémino. Es claro que semejantes fibras de paso disminuyen notablemente, y acaso



faltan por entero en las regiones olivares superiores del hombre, toda vez que no existen ya allí los focos de Goll y de Burdach.

*Neuroglia.* — Para ser completos, mencionemos aún la existencia de las células *neuróglícas*. Pertenecen éstas á dos tipos: células de cortas radiaciones situadas exclusivamente en el espesor de la substancia gris; y células de largas radiaciones bien descritas por Weigert (1), las cuales yacen de preferencia en los límites de las láminas grises y en sus intervalos. Las larguísimas hebras nacidas de estas células, coloréanse muy bien en el hombre con el método de Golgi, y se las ve formar en el espesor de cada lámina un plexo riquísimo é inextricable.

Sobre las conexiones de los ganglios olivares se han emitido muchos pareceres, cosa que se justifica bien, teniendo en cuenta la gran dificultad que existe para perseguir los tubos nacidos en aquéllos.

La opinión clásica, mantenida en las escuelas hasta hoy, es la de Deiters y Meynert, autores que supusieron la oliva continuada con el cerebelo, mediante fibras arciformes cruzadas, y con la médula espinal, á favor de conductores descendentes incorporados al cordón posterior. La primera relación ya hemos visto que es cierta, estableciéndose, según hemos probado nosotros y ha confirmado van Gehuchten (2), mediante los axones de las células olivares. En cuanto á la segunda conexión, nuestras observaciones le prestan un sólido apoyo, aunque conducen á otra interpretación, puesto que dicha relación se establece, no con tubos del cordón posterior, sino con ramas colaterales del antero-lateral.

La opinión de Kölliker ha sido ya expuesta en el texto.

Bechterew (3) ha defendido también un dictamen que merece atención particular, sobre todo desde que nuestros trabajos han revelado la existencia de una corriente centrifuga terminada en la oliva. Empleando el método embrionario de Flechsig, ha podido seguir este autor una vía que llama *vía central de la calota* (*centrale Haubenbahn*), la cual se extendería desde la substancia gris del tercer ventrículo hasta la corteza blanca que rodea por fuera y detrás la oliva bulbar. Puesto que esta vía adquiere su mielina simultáneamente con la vía cerebelo-olivar, y no hay modo de seguir el citado sistema descendente más allá de la oliva, entiende este autor que ambas vías son continuas, sirviendo de lazo de unión este mismo ganglio. Sobre el modo de continuación, así como tocante al origen y terminación de la vía central de la calota, Bechterew no se pronuncia.

Ignoramos si la vía central de la calota de Bechterew corresponde á la corriente descendente de fibras arborizadas en la oliva que dejamos descrita. Pudiera ser la misma, mas para establecer esta identificación fuera preciso hacer en los roedores un estudio cuidadoso, con el método de Flechsig, del referido manojó de Bechterew. Pero aunque cupiera la identificación, siempre quedaría en pié una cuestión importante, la del origen superior de la mencionada vía, que el neurólogo ruso no parece haber seguido más allá del cerebro medio.

(1) *Weigert*: Beitrage zur Kenntnis der normalen menschlichen Neuroglia, 1899.

(2) *Van Gehuchten*: Le systeme nerveux de l'homme. 3.<sup>a</sup> edition, 1900.

(3) *Bechterew*: Die Leitungsbahnen zur Gehirn und Rückenmark. Leipzig, 1894.

— Véase también *Neurol. Centralbl.* 1885, n.º 9.

En cuanto á la unión que, según Bruce (1), existiría entre la oliva y el núcleo de Deiters, no hemos visto preparación alguna que la demuestre. En algunos cortes longitudinales del bulbo del ratón, hemos sorprendido alguna vez hacillos desprendidos de la porción descendente del vestibular que cruzaban, marchando hacia adelante, el borde posterior de la porción descendente del trigémino y la substancia reticular gris (figura 343, T); pero en ningún caso asaltan estos fascículos la oliva. Acaso tales fibras tendidas entre el foco del vestibular y la substancia reticular, correspondan á cierto haz descrito por Bechterew, el cual juntaría el cordón antero-lateral de la médula con el foco de Deiters.

Cuando se extirpa parcial ó totalmente el cerebelo, y se exploran, días después, con el método de Marchi, las degeneraciones secundarias, aparecen, según hicimos notar en otro trabajo (2), numerosos rastros grasientos en el espesor de las olivas y á lo largo de las fibras arciformes anteriores y medias. Como estas degeneraciones las habíamos comprobado nosotros en conejos de Indias, á quienes sólo se habían extirpado territorios corticales cerebelosos muy limitados, dedujimos legítimamente (dada la interpretación corriente de los resultados del método) la existencia en las olivas de terminaciones de fibras de Purkinje, es decir, de tubos de origen cerebeloso. Pero ulteriores experiencias con el método de Marchi, en las cuales, tras lesiones cerebelosas insignificantes y prontamente cicatrizadas, se observaron degeneraciones hasta en el *lemnisco interno* y nervios motores (degeneraciones ya vistas por Marchi), nos han hecho sospechar que los fenómenos flegmáticos provocados por la operación previa producen degeneraciones difusas celulípetas y celulífugas, no sólo en los focos ó vías interesadas, sino también en las vecinas y aun en las que pasan á distancias considerables. A nuestro juicio, el método de Marchi sólo da resultados dignos de fé cuando la lesión está lejos del eje cerebro-raquídeo, y no han podido ocurrir propagaciones centripetas de la inflamación. Estas reservas nos obligan hoy á abandonar la tesis sostenida antes por nosotros, á saber: que las fibras de Purkinje intervienen también en la construcción del plexo intra-olivar.

Algunos cortes longitudinales de las olivas del ratón revelan también la presencia de algunas colaterales de la vía motriz, que parecen penetrar en el territorio olivar. En otro trabajo habíamos señalado su existencia, aunque sin interpretar el hecho. Hoy, después de más detenidos estudios, nos hemos convencido de que estas escasas colaterales de las pirámides están destinadas en realidad, después de pasar ya á través, ya por la parte interna de la oliva, á la substancia reticular blanca. Acaso algunas de ellas procedan de ciertos tubos del cordón anterior de la médula que se mezclan al contigente de la vía motriz. Estimamos, pues, que esta vía no interviene en la formación del plexo nervioso intra-olivar.

Las fibras arciformes que cruzan el bulbo al nivel de las olivas convergiendo en el cuerpo restiforme, son muy numerosas. Mingazzini (3) hace

(1) Bruce: Proceedings of the Royal Society of Edimburg, 1891.

(2) R. Cajal: Conexiones distantes de las células de Purkinje. *An. de la Soc. española de Historia natural*, 2.<sup>a</sup> serie, tomo III. Madrid, 1894.

(3) Mingazzini: Sulle origine e connessioni delle Fibrae arciformes e del Raphe nella porzione distale della oblongata dell uomo. *Inter. Monatsch. & Bd. IX*, 1892.

— Ulteriori ricerche intorno alle fibrae arciformes e del raphe, &. *Inter. Monatschrift f. Anat. u Physiol. B.I. X*, 1893.

derivar solamente de este último cuerpo cinco especies de tubos arciformes: 1.<sup>a</sup>, *fibras cerebelo-olivares cruzadas*, las cuales van desde el cuerpo restiforme de un lado, al foco olivar del opuesto. Tal es, sin duda, la categoría más importante de las fibras cerebelo-olivares, y, según hemos visto, representan axones de células de la oliva; 2.<sup>a</sup>, *fibras cerebelo-olivares ventrales ó zonales*, las cuales, viniendo del cuerpo restiforme, pasarían por delante del trigémino y de la oliva, para terminarse en el foco olivar homolateral. Estas fibras son menos numerosas que las anteriores. Nosotros las hemos observado en el gato y conejo, y en nuestro sentir, corresponden á los axones directos de las células de la oliva; 3.<sup>a</sup>, *fibras cerebelo-piramidales cruzadas*, es decir, tubos que viniendo del pedúnculo cerebeloso inferior y cruzando el rafe por detrás de las olivas, rodean la vía piramidal y parecen terminar ó comenzar en sus núcleos; 4.<sup>a</sup>, *fibras cerebelo-piramidales directas*, que, partidas del cuerpo restiforme y pasando por delante de las olivas, acaban en los focos peripiramidales del mismo lado; 5.<sup>a</sup>, *fibras extendidas por delante de la oliva*, desde el núcleo del cordón lateral hasta los focos peripiramidales de igual lado.

Nuestras pesquisas sobre estas tres últimas especies de conductores arciformes, son muy incompletas. En el hombre, no hemos logrado nunca impregnarlos. Sólo en el perro y gato, donde existen, aunque muy atrofiados, los focos peripiramidales, hemos visto alguna vez nacer, de células situadas por dentro de las pirámides, axones cruzados que, pasando por delante de éstas, se continuaban con tubos arciformes anteriores.

Por lo demás, en el gato, perro, conejo y ratón existen también las fibras arciformes prepiramidales, según puede notarse en los preparados de Weigert (fig. 348, a); pero la inmensa mayoría de las fibras nos han parecido representar conductores cerebelo-olivares cruzados. En efecto, se las ve, una vez situadas por delante ó á través de las pirámides, hundirse en el rafe, para marchar verticalmente por él y cruzarse y convertirse definitivamente en conductores horizontales al nivel del plano medio interolivar.

En estos preparados de Weigert hállanse también haces de fibras extendidas desde el núcleo del cordón lateral hasta el lado ventral de la vía motriz (quinta especie de arciformes de Mingazini). Pero semejantes conductores, lo mismo que los llegados al foco del cordón lateral desde el cuerpo restiforme (fig. 348, c), nos parecen ser fibras cerebelo-olivares de paso, apartadas y como deshilachadas por las pléyades celulares del referido foco.

## CAPÍTULO XIV

### CORDÓN LATERAL Y SUS GANGLIOS

Foco del cordón lateral. — Vía central ascendente del cordón lateral.

CORDÓN LATERAL Y SUS GANGLIOS. — Es difícil marcar en el bulbo la región de substancia blanca donde se albergan las fibras del cordón lateral. De un modo grosero, es decir, atendiendo sólo á la topografía general, cabe afirmar que dicho cordón se continúa con la substancia reticular gris del bulbo, en la cual pueden distinguirse dos corrientes: la *superficial*, es decir, la situada por delante del *núcleo ambiguo*, y la cual se prolonga con la porción principal ó antero-externa del cordón lateral (excluidas la vía cerebelosa y la piramidal); y la *profunda*, emplazada entre el plano del foco ambiguo y la substancia gris del suelo ventricular, y confinando, por dentro, con las raíces del hipogloso, y por fuera con la substancia gelatinosa del trigémino.

Ambos territorios, anterior y posterior, contienen no sólo fibras ascendentes de origen medular y bulbar, sino gran caudal de conductores descendentes nacidos en los centros superiores. Recordemos que sólo en el plano ó piso posterior del cordón lateral del bulbo ó *substancia reticular gris posterior* residen, entremezcladas con tubos ascendentes medulares: la *vía cerebelosa descendente* nacida en el pedúnculo cerebeloso superior (de ella nos ocuparemos más adelante); la *vía visual descendente* de Held (llegada del tubérculo cuadrigémino anterior); la *vía descendente*, ya muy empobrecida, representada por el *haz de la calota de Gudden*, y finalmente, las *vías centrales* del trigémino, glosio-faríngeo, vago, nervio de Wrisberg, de los focos del vestibular y de los ganglios olivares del coclear. Dada esta enorme complicación de conductores, que se entremezclan con los medulares, ya se comprenderá cuán difícil, por no decir imposible, será establecer las fronteras de cada sistema y fijar la posición de los conductores arribados del cordón lateral de la médula.

De un modo general, cabe, empero, afirmar que los conductores que en la médula yacen en la parte anterior y exterior del cordón lateral (excluidas la vía motriz y cerebelosa de Flechsig), colócanse en el bulbo en el plano anterior de la substancia reticular gris; mientras que la porción posterior é interna de dicho cordón (*procesus reticularis*, *manejo del asta posterior* ó *porción limitante del cordón lateral*) habita en la parte más

posterior y externa de la substancia reticular gris del bulbo, entremezclando sus fibras con las vías sensitivas centrales de los nervios craneales.

La misma incertidumbre reina en cuanto á los límites superiores. Nosotros, en cortes sagitales de bulbo de ratón, hemos logrado seguir tubos

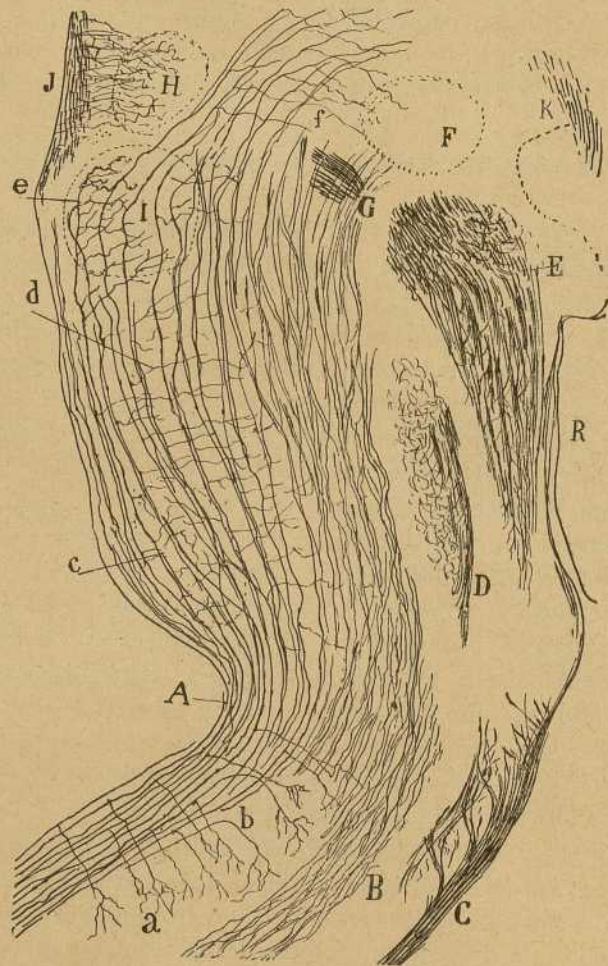


Fig. 342.—Corte sagital del bulbo de ratón. La sección pasa por fuera de la oliva.— A, cordón lateral; B, cordón del asta posterior de la médula; C, cordón de Burdach; D, cordón solitario; E, raíz descendente del vestibular; F, núcleo masticador; G, facial; H, oliva superior; J, cuerpo trapezoide; I, núcleo del facial; a, b, colaterales y terminales para el asta anterior; c, colaterales para el foco del cordón lateral; d, colaterales para la substancia reticular gris; e, fibras terminales para el núcleo del facial; f, colaterales para el foco masticador.

del cordón lateral hasta más allá del núcleo del facial. Hacia la protuberancia, la substancia reticular gris se mantiene bien desarrollada, achicándose algo en la región de los tubérculos cuadrigéminos; pero, natu-

ralmente, no es dable distinguir aquí los tubos ascendentes medulares de las innumerables vías nacidas ya en los focos sensitivos del bulbo, ya en los tabiques de substancia gris intersticial. De todos modos, no creemos alejarnos mucho de lo cierto si ponemos la terminación de las fibras más altas del cordón lateral medular en la substancia reticular gris de la calota.

En la fig. 342 reproducimos un corte longitudinal del bulbo del ratón, en el cual podía seguirse el curso de los tubos del cordón lateral. Repárese que, en general, los tubos de origen medular son más espesos que los nacidos en el bulbo, circunstancia que aparece muy de relieve para los conductores yacentes en el plano más ventral del cordón lateral.

En esta misma figura se muestran las colaterales procedentes de este cordón y destinadas unas á lo alto del asta anterior de la médula, y otras al espesor del bulbo. Particularmente las ramificadas en el asta anterior son muy robustas y copiosas. Algunos tubos generadores de colaterales acaban también por sumergirse en el asta anterior, arborizándose prolijamente entre las neuronas motrices; pero la mayoría prosigue su curso á lo largo del bulbo. (Fig. 342, *b*).

Llegados los tubos á la altura de las olivas bulbares, es decir, al nivel del ganglio del cordón lateral, las colaterales abundan, orientándose en su mayoría hacia atrás para terminar en la substancia gris intersticial, así como en dicho foco. Finalmente, al nivel del núcleo facial sorpréndese la presencia, no sólo de colaterales arborizadas en él, sino de verdaderas fibras terminales (fig. 342, *c*). Es para nosotros indudable que un buen contingente de los tubos del cordón lateral (porción anterior) remata en pleno núcleo del séptimo par. Aún suben más allá algunas fibras, pero no hemos podido precisar su paradero.

Según Bechterew (1), que reconoce en el resto del cordón lateral, desposeído ya de su vía motriz y fascículo cerebeloso, dos porciones, externa é interna, el término de la mayoría de las fibras ascendentes que lo componen sería cierto núcleo reticular difuso del puente de Varolio, que este autor designa *nucleus reticularis tegmenti*. Kölliker adopta asimismo esta opinión, que nosotros hallamos probable, aunque hoy por hoy resulte indemostrable por los métodos anatómicos directos.

Cuando los cortes sagitales pasan por un plano próximo al trigémino, la substancia reticular se hace más laxa y los haces ascendentes medulares se pierden casi por completo, cediendo su lugar á las vías centrales de los nervios craneales y á dos vías exógenas descendentes importantes, ya mencionadas, que reproducimos en la fig. 343, y cuya descripción detallada haremos más adelante. Estos son: el haz descendente de la calota ú óptico reflejo (I) y el cordón descendente del pedúnculo cerebeloso supe-

(1) Bechterew: *Neurol. Centralbl.*, 1885.

rior. (G) Todavía aparece un haz ascendente fronterizo de la raíz del trigémino: probablemente la *vía central del cordón lateral*, de que trataremos más adelante. (H)

**Núcleo del cordón lateral.**— Es un acúmulo irregular de células nerviosas situado en el plano anterior del cordón lateral, entre la oliva bulbar y la raíz descendente del trigémino.

En el hombre, comienza este foco un poco por encima del cruce de las pirámides, llegando á todo su apogeo al nivel del tercio inferior de las

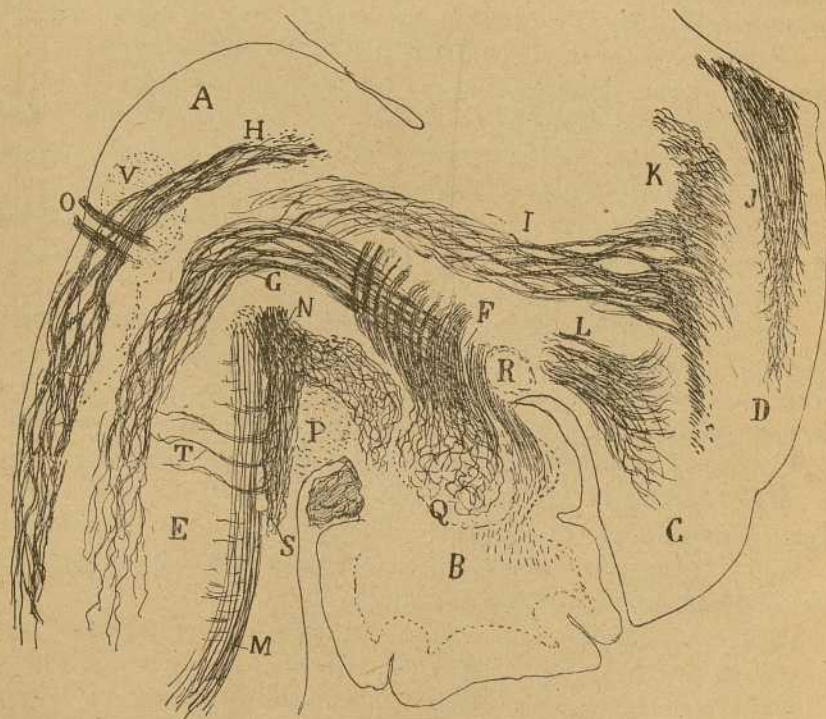


Fig. 343.— Corte muy lateral del bulbo, cerebelo y calota del ratón de pocos días.— A, protuberancia; B, cerebelo; C, tubérculo cuadrigémino posterior; D, tubérculo cuadrigémino anterior; F, pedúnculo cerebeloso anterior; G, cordón cerebeloso descendente; H, vía central del cordón lateral; I, vía óptica descendente; V, facial; N, núcleo del vestibular; M, raíz descendente del quinto par.

olivas. Mas superiormente, las células se diseminan y se pierden entre los haces, resultando difícil distinguirlas de las de la substancia reticular gris.

En el conejo, pero sobre todo en el gato, hállase este núcleo muy desarrollado, particularmente á la altura de la porción inferior de la oliva, en donde forma un *ganglio interno* muy voluminoso, y un *foco más pequeño*, colocado en plano más posterior y superficial, y no lejos de la raíz descendente del trigémino. Esta pléyade posterior se caracteriza también

por la relativa pequeñez de sus células. En fin, en algunos pocos cortes aparece cerca del trigémino un foco estrecho dorso-ventral compuesto de células fusiformes voluminosas: tal es el *núcleo lineal*, el cual comienza á superior altura que los otros dos focos y se termina también hacia arriba, mucho antes que los mismos. En la fig. 344 mostramos un corte del bulbo del conejo en que se veían los tres núcleos.

El foco grueso ó interno se fragmenta á menudo en lóbulos á consecuencia del tránsito de numerosos haces de substancia blanca, que obligan á las células á disponerse en islotes y aún en tabiques de substancia gris de aspecto plexiforme. (Fig. 344, A).

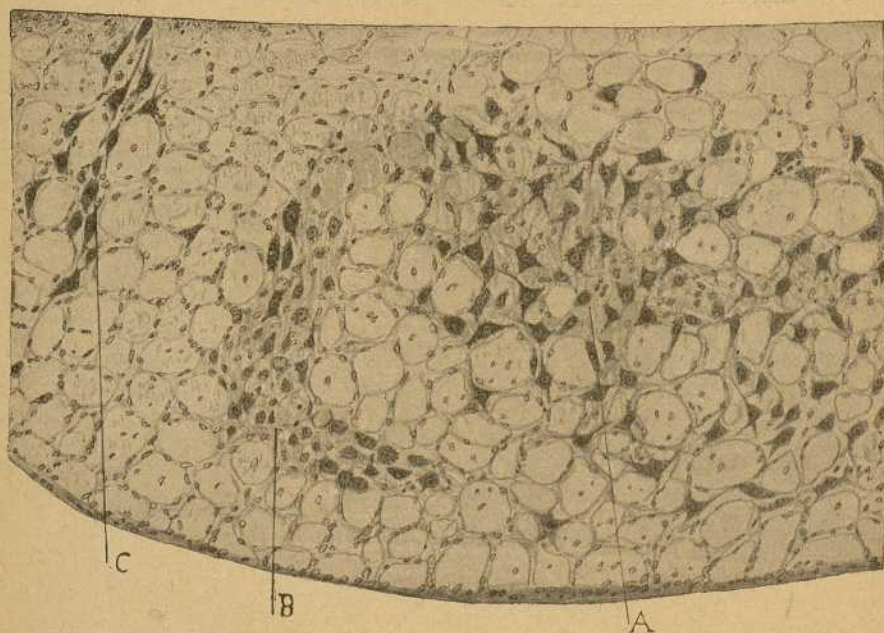


Fig. 344. — Corte transversal del núcleo del cordón lateral del conejo adulto. Método de Nissl.—A, foco interno ó principal; B, foco posterior ó de pequeñas células; C, foco lineal.

En frente del cabo superior de las olivas, esta dispersión de las células del foco interno, se exagera todavía, ocurriendo unas veces que el acúmulo principal adquiere forma de anillo irregular, ó se fragmenta en dos series ó pléyades celulares antero-posteriores, superficial y profunda. Por encima de las olivas todas las pléyades del cordón lateral han desaparecido.

En el *núcleo interno* ó principal del cordón lateral hay que estudiar las células, las fibras aferentes y los tubos de paso.

*Células.*—El método de Nissl permite reconocer en este foco células medianas y grandes, de figura estrellada, triangular ó fusiforme, y pro-



vistas de un protoplasma sembrado de grumos cromáticos de mediano volumen. Estas células se agrupan á veces en islotes, y más á menudo en series que corren por los intersticios interfasciculares. En el hombre adviértese que la mayoría de las dendritas se orientan en sentido dorso-ventral.

La morfología de tales elementos no ha sido explorada con el cromato de plata; ni van Gehuchten ni Kölliker, dicen nada acerca de la misma. Con ánimo de llenar este vacío, hemos procurado nosotros impregnar tales corpúsculos en el conejo y gato. En la fig. 345, presentamos las formas más frecuentemente teñidas. Confírmase, en efecto, la

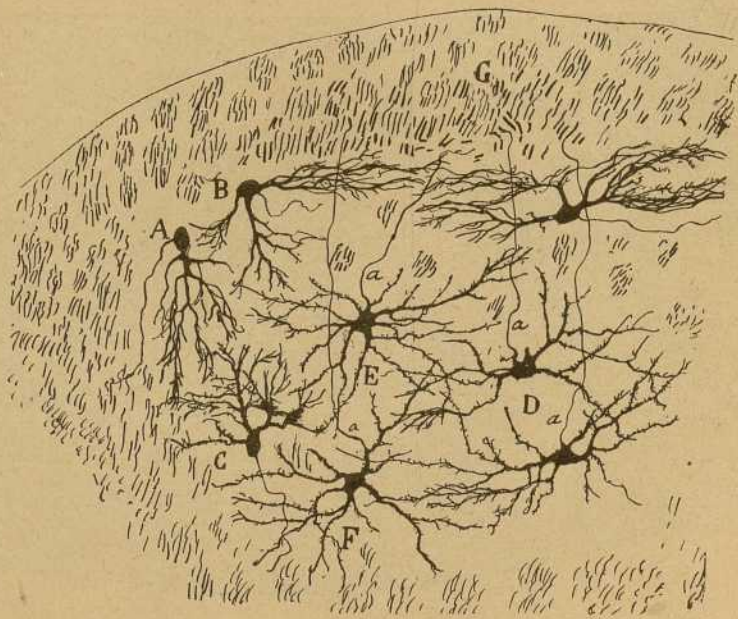


Fig. 345. — Trozo del núcleo del cordón lateral del gato de cuatro días. Corte transversal.—A, C, células cuyo axon iba hacia atrás y afuera; D, F, E, células cuyo axon formaba en G una vía superficial longitudinal.

talla mediana y la figura estrellada y fusiforme ya perceptibles en los preparados de Nissl. Las dendritas son robustas, divergentes, y se presentan prolijamente ramificadas. En algunas células estas ramificaciones son tan abundantes, que cada dendrita engendra un largo pincel de hebras varicosas, cuya dirección es muy variable (fig. 345, B). Semejantes pinceles protoplásmicos, concurren en los intersticios interfasciculares, donde engendran intrincados plexos que rodean los fascículos verticales circulares por el ganglio. Ciertas células, particularmente las más profundas, ostentan dendritas más largas y menos complejamente ramificadas. Por último, el núcleo pequeño ó externo, suele exhibir cor-

púsculos más menudos, cuya figura varía mucho, no siendo rara la piriforme, provista de corto y complicado penacho de dendritas.

Procede el axon ya del soma, ya de una dendrita, y marcha en variedad de derroteros; en algunos pequeños elementos, singularmente en los yacentes en planos posteriores, el axon marcha hacia la substancia blanca dorsal, donde se continúa, por bifurcación generalmente, con tubos finos longitudinales (fig. 345, C). Pero en las células gruesas, que son la mayoría, este axon corre hacia adelante, y después de trazar alguna inflexión, se prolonga con un tubo robusto de la substancia blanca superficial (fig. 345, E, D). Alguna vez, el axon se continúa con un tubo grueso de los haces intersticiales de paso. Colaterales iniciales no hemos visto.

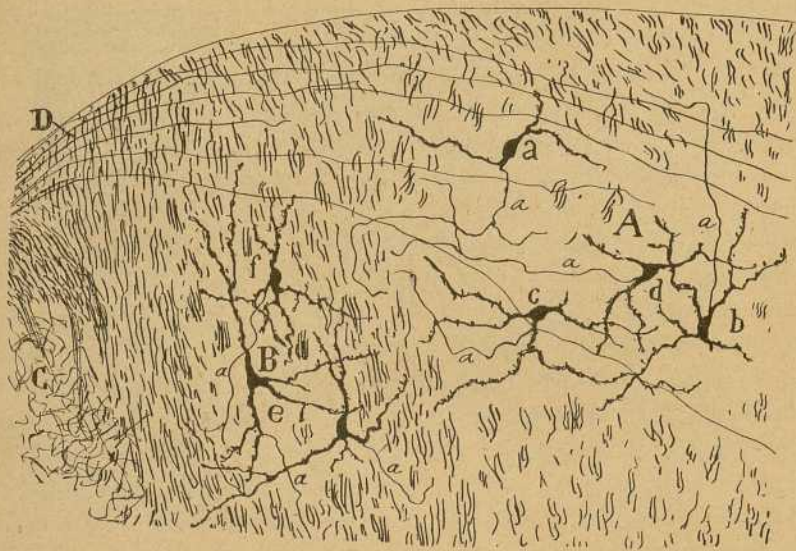


Fig. 346. — Corte transversal del núcleo del cordón lateral. Ratón de pocos días. — A, foco interno ó principal; B, foco lineal; C, núcleo de la raíz descendente del trigémino; D, fibras cerebello-olivares de paso.

Como la mayoría de dichos cilindros-ejes dirigen hacia afuera y adelante, fórmase en las zonas superficiales del cordón lateral, una vía ascendente de conductores gruesos que destaca, por el desusado espesor de los mismos del resto del cordón de igual nombre de la médula (fig. 345, G).

En el ratón, según se observa en la fig. 346, hemos coloreado también algunas células de los núcleos del cordón lateral. Confírmase asimismo que el axon de los elementos del núcleo interno ó principal se continúan con tubos longitudinales de la substancia blanca limítrofe. Algunos cilindros-ejes se dividen en ramas ascendente y descendente, que se sitúan á veces en parajes algo diversos de la substancia reticular gris.

Tocante á los elementos del foco más externo ó *lineal*, sólo hemos logrado impregnarlos en el ratón de pocos días, animal en que este acúmulo gris está relativamente más desarrollado que en el conejo y gato. Acaso en dicho roedor el referido foco posea la representación tanto del núcleo lineal como del posterior, formado de pequeñas células. Conforme se advierte en la fig. 346, B, los axones se continúan, en su mayor parte, con tubos ascendentes situados en las fronteras del núcleo, sobre todo en el lado ventral. También algunos axones se dividen en rama ascendente y descendente.

Las *colaterales* arborizadas en el foco del cordón lateral, emanan tanto de los haces verticales de paso, como de las fibras que lo rodean. Aun-

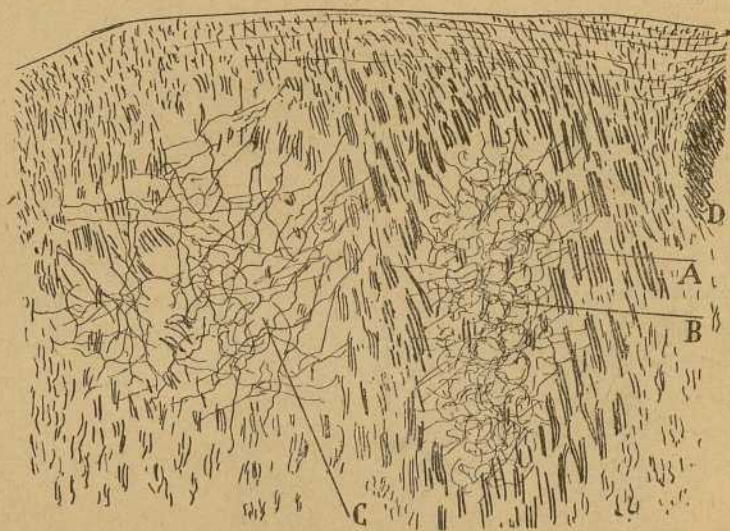


Fig. 347. — Corte transversal del bulbo de ratón al nivel del núcleo del cordón lateral. — A, gruesas fibras del haz en cuyo espesor yace el foco lineal; B, foco lineal; C, plexo de colaterales del núcleo interno principal; D, raíz descendente del quinto par.

que en todo el contorno del foco interno ó principal sorpréndense ramillas de este género, las colaterales más robustas y copiosas emanan del macizo de tubos gruesos emplazado entre este núcleo interno y la raíz del trigémino.

La dirección de estas colaterales es muy variable. En el foco grande, donde existen diversas corrientes de colaterales, la orientación es múltiple, aunque prepondera la dorso-ventral. Entre las células, ramificanse dichas colaterales prolijamente, y engendran plexos varicosos y tupidos, que reservan por claro el soma de las neuronas.

El *foco lineal* posee asimismo innumerables colaterales que se tiñen muy bien en el ratón. Casi todas ellas son sumamente delicadas, nacen

de las fibras gruesas que contornean el ganglio, y se resuelven en un plexo fino granuloso, sumamente rico, que llena los espacios intercelulares (fig. 347, B).

Fibras terminales no hemos visto en este último núcleo; pero, en cambio, el foco principal las contiene en gran número. Así que estimamos probable que la mayoría de los tubos continuados con la porción más anterior y externa del cordón lateral de la médula, se agota en el foco principal, donde arranca una nueva vía ascendente.

*Fibras de paso.* — El foco del cordón lateral está cruzado en sentido transversal y oblicuo por multitud de fibras sueltas y de hacecillos laxos, flexuosos, que se presentan muy claramente en los preparados de Weigert-Pal (fig. 348, c). A la altura de las olivas, se nota que muchas de estas fibras arciformes se continúan con tubos cerebello-olivares, cruzando, según líneas flexuosas, las regiones medias y profundas del foco principal, y concentrándose por dentro en el lado ventral de la oliva y pirámide, y por fuera y detrás, en el borde anterior de la raíz descendente del trigémino (fig. 348, c). Estos tubos se apartarían, pues, entre sí al pasar por el foco del cordón lateral, pero no se terminarían en él ni le proveerían de colaterales.

No es posible, empero, estimar como fibras de paso cerebello-olivares y arciformes sensitivas, todos los tubos medulados que penetran en el núcleo principal de atrás á adelante, y de fuera adentro. Algunas de estas fibras subsisten todavía en el confín inferior del núcleo, es decir, por debajo de las olivas y en un plano en que no existen aún los conductores cerebello-olivares. Semejantes fibras nos parecen nacer en el ganglio mismo, y representan muy verosímilmente los axones de células de este foco, los cuales, según nos revela el método de Golgi en los animales recién nacidos, marcharían unos directamente hacia adelante, otros oblicuamente hacia afuera y atrás, para continuarse con tubos ascendentes longitudinales emplazados entre los haces cerebello-olivares, y en el plano antero-externo del cordón lateral.

*Vía central del foco del cordón lateral.* — Dedúcese de todo lo expuesto que los focos del ganglio del cordón lateral constituyen una estación ó empalme interpuesto entre las fibras de este sistema y una vía central, en gran parte ascendente, cuyo curso y paradero son todavía enigmáticos. Recuérdese que esta es también la disposición presentada por los focos de Goll y de Burdach.

En el conejo y gato, nuestras observaciones tocante á la marcha y situación de esta vía central son muy insuficientes. Todo lo que cabe decir se reduce á localizar dicha vía en la parte más externa y anterior del cordón lateral, entre las dos lindes longitudinales representadas por la raíz descendente del trigémino y el núcleo del séptimo par. Los límites profundos de la misma son inciertos, quizá por entremezclarse sus fibras con

conductores directos ó largos del cordón lateral de la médula, y con tubos emanados de la substancia reticular gris.

En el ratón, en cambio, el problema del curso de la susodicha vía central, se presenta más abordable. En los animales de pocos días no es raro sorprender en cortes sagitales muy laterales, impregnado de un modo á veces exclusivo, un haz compacto de tubos espesos, el cual por su posición corresponde, si no á la totalidad, á una buena parte de la vía central del foco del cordón lateral.

Esta vía parece nacer al nivel del cabo inferior del citado foco, ocupando en su origen una posición algo profunda; tórnase después más superficial, colocándose entre la raíz del trigémino y el *núcleo lineal* (que está envuelto por ella), al cual suministra muchas finísimas colaterales; se remonta después por delante y fuera del núcleo del séptimo par al que abandona asimismo algunas ramillas, y finalmente se substraer al examen en lo alto de la protuberancia, en la cual adopta una posición no muy alejada del lado interno de la vía acústica central. Consideramos probable que esta vía ingrese en el tálamo óptico, toda vez que en la proximidad del ganglio interpeduncular, límite superior hasta el cual fué perseguida, no mostraban ni tendencia á disgregarse ni disminución aparente de sus contingentes fibrilares. Al nivel del núcleo facial, algunos tubos de la referida vía se apartan, pasando por el espesor del foco, según se aprecia en la fig. 343, H.

---

## CAPÍTULO XIV

### CONTINUACIÓN DE LAS VÍAS Y FOCOS BULBARES ENDÓGENOS

Vía sensitiva central ó cinta de Reil. — Células de la substancia reticular gris y blanca del bulbo. — Vías cortas de éste. — Significación de la substancia reticular.

Vía sensitiva central. — Hemos aludido ya en diferentes ocasiones al origen y curso de la vía sensitiva central. Recordemos ahora que este interesante sistema de fibras nace en los focos de Goll y de Burdach, crúzase por delante del epéndimo y algo por encima de la decusación piramidal, ocupa luego aquella área de la substancia reticular blanca situada entre las olivas (véase las figs. 219, S y siguientes, sobre todo la 217, C y la 220, D), pasa después á la protuberancia, ocupando en ésta el plano anterior de la substancia reticular, donde se dispone en lámina transversal, y finalmente se pierde en el espesor del tálamo óptico.

El itinerario de la vía sensitiva ofrece algunas variantes en los mamíferos, sobre todo en su porción inicial ó inferior. Así en el gato, según puede verse en la fig. 248, *k*, casi todas las fibras arciformes nacidas en los focos de Goll y de Burdach, son *arciformes externas*, es decir, conductores que marchan trazando una gran revuelta á través de la porción externa de la substancia reticular gris y en parajes no muy lejanos de la substancia gelatinosa del foco del trigémino. Las *arciformes internas*, es decir, las que ganan el rafe pasando por fuera del foco del hipogloso y á través de la porción más dorsal del cordón anterior, no emanan, á nuestro juicio, de los focos de Goll y de Burdach, sino de la substancia reticular gris y focos del quinto y noveno par. Llegadas al rafe, las fibras sensitivas ó arciformes externas, marchan á lo largo de éste, cruzándolo en dirección dorso-ventral muy oblícua, y, en fin, á una distancia variable de la vía piramidal, se hacen ascendentes, colocándose por detrás de la misma. En cuanto aparecen las olivas, las citadas fibras sensitivas ó arciformes externas no alteran su curso ni su paradero, limitándose á cruzar ahora los ganglios olivares, agrupadas en manojitos curvilíneos que se han confundido muchas veces con tubos olivares propiamente dichos. Resulta, pues, que en el gato falta casi por completo el sistema de fibras arciformes sensitivas internas tan desarrollado en el hombre, según puede verse en la fig. 212.

La posición de la vía sensitiva del gato al nivel de la región olivar, aparece representada en la fig. 349, B, C, D. El lemnisco forma como en el hombre un septo interolivar, pero sumamente delgado y provisto de dos espesamientos triangulares, uno anterior grueso muy prolongado hacia afuera y relacionado con la vía piramidal, y otro dorsal menos robusto y emplazado no lejos de la substancia reticular blanca. Adviértense además, dos aletas de tubos transversalmente extendidas por el espesor de la oliva, á la cual dividen en tres grandes áreas oblicuas (fig. 349, E).

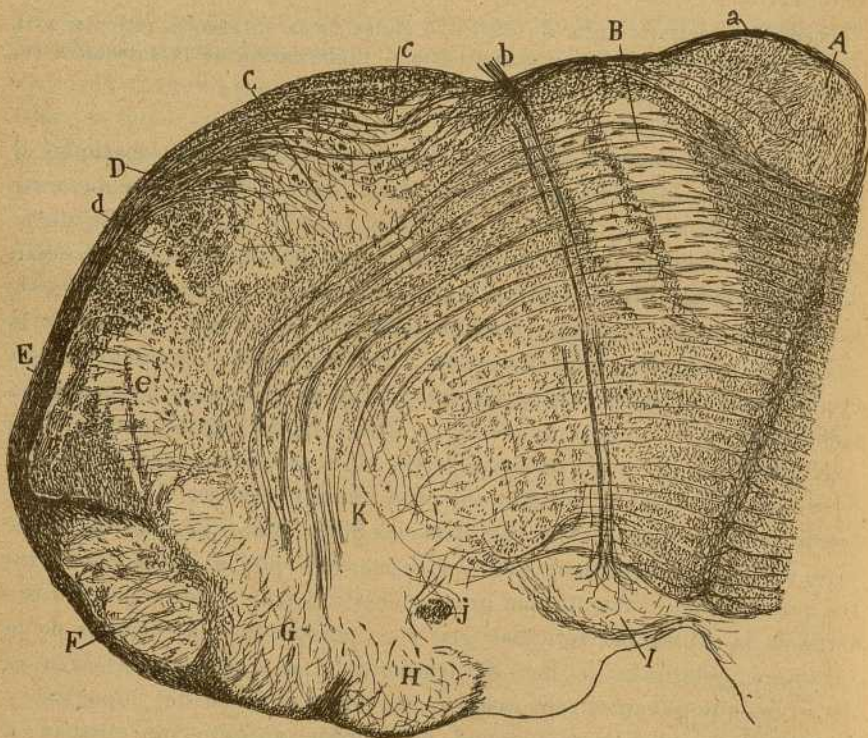


Fig. 348. — Corte transversal del bulbo del gato adulto. Método de Weigert-Pal. — A, vía piramidal; B, oliva inferior; C, núcleo del cordón lateral; D, fibras cerebelo olivares; E, continuación de éstas para formar el cuerpo restiforme; F, foco de Burdach accesorio; G, foco de Burdach principal; H, núcleo de Goll; I, núcleo del hipogloso; K, fibras arciformes sensitivas externas; a, fibras cerebelo-olivares prepiramidales; b, hipogloso; c, fibras de paso del foco del cordón lateral; d, núcleo posterior; e, foco del trigémino.

Las fibras de estas aletas representan elementos desgajados ó dislocados del yacimiento principal, los cuales, pasada la oliva, volverán á concurrir en el lemnisco. En la fig. 350, que representa una sección frontal y longitudinal de las olivas bulbares, aparece bien claramente esta continuidad, así como las ondas elegantes que los tubos erráticos describen por entre las láminas olivares. Nótese que el número de fibras aumenta de

abajo á arriba, merced al arribo de nuevos contingentes de fibras sensitivas ó arciformes.

En el conejo el lemnisco es todavía más delgado que en el gato (figura 351, B). La mayoría de las fibras, por lo menos en la región inferior de las olivas, representa, como en el hombre, un sistema de tubos arciformes internos. Inicianse los hacecillos en el plano anterior de los focos de Goll y de Burdach, inmediatamente por dentro del cordón solitario. Es de notar que la mayoría de los tubos emanados del núcleo externo exhiben mayor espesor que los nacidos en el interno, y no son raras las cola-

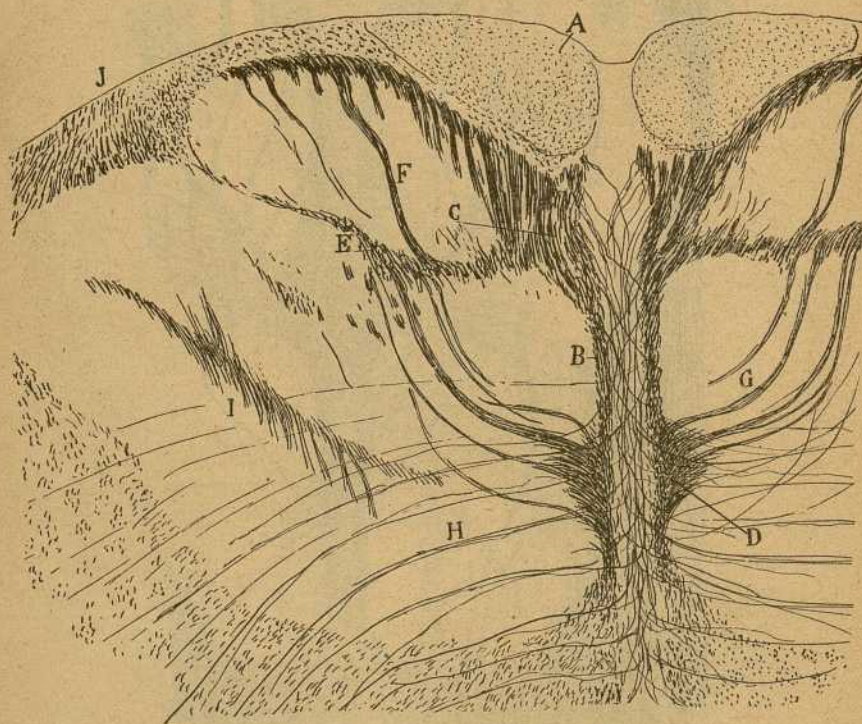


Fig. 349. — Corte transversal de la región olivar del gato recién nacido. Método de Golgi. — A, vía piramidal; B, plano interno de fibras sensitivas; C, espesamiento anterior del lemnisco; D, espesamiento dorsal; E, F, G, fibras sensitivas ondulantes que pasan de un plano á otro de la oliva; H, fibras arciformes sensitivas externas; I, fibras del cordón anterior.

terales iniciales. Pasan luego las fibras al espesor del cordón anterior, donde se cruzan en ángulo muy agudo con las homónimas del opuesto lado; corren después por el rafe en dirección dorso-ventral y se hacen longitudinales en el angostísimo espacio interolivario y por dentro y detrás de las pirámides. El lemnisco, pues, en el conejo forma una delgada lámina antero-posterior, que bordea el rafe y se termina por delante á favor de un ensanchamiento en contacto con el borde interno de la vía



piramidal. Es muy posible que en esta región interpiramidal y preolivar concurren también, como ocurre en el ratón, algunos tubos del cordón anterior de la médula.

¶ Un análisis atento del curso de la cinta de Reil, revela claramente un hecho negativo de cierto interés ; la ausencia de colaterales, tanto du-

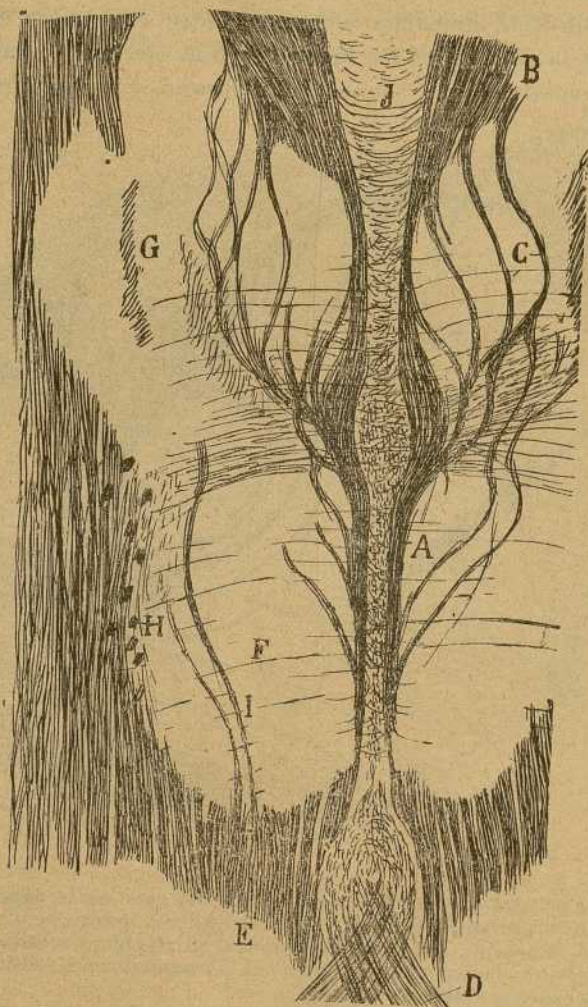


Fig. 350. — Corte frontal y longitudinal de las olivas del gato recién nacido. Método de Golgi. — A, fibras más internas del lemnisco ; B, porción superior engruesada de éste ; C, haces ondulantes ; D, cruce de las pirámides ; E, cordón anterior ; I, fibras perforantes de este cordón ; H, raíces del XII par.

rante el itinerario horizontal (fibras arciformes) como durante el longitudinal. Una excepción hay, sin embargo, que notar ; al nivel de la protuberancia nacen del curso de dicha vía numerosas colaterales que se ar-

borizan, según veremos más adelante, en las regiones medias del ganglio pontal. También en esta misma región parecen salir algunas ramillas destinadas á la substancia reticular gris del puente ó á otros focos más hondos. En ningún caso hemos sorprendido colaterales repartidas en los focos motores

¿Hasta dónde se extiende superiormente el lemnisco interno? Dejamos consignado ya, con ocasión del examen del mecanismo de los refle-

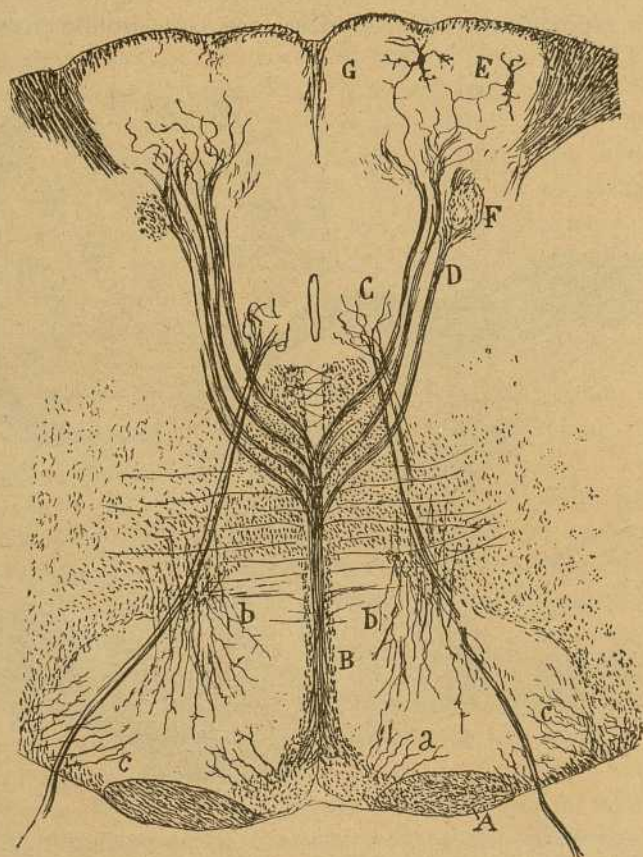


Fig. 351. — Corte transversal del bulbo al nivel de las olivas. Feto de conejo. — A, vía motriz; B, lemnisco; C, núcleo del hipogloso; D, fibras arciformes internas llegadas de los núcleos de Goll y de Burdach; G, núcleo de Goll; E, núcleo de Burdach; F, fascículo solitario; a, colaterales anteriores destinadas á la oliva; b, colaterales posteriores terminadas en este mismo foco; c, colaterales externas.

jos medulares, que los pareceres de los neurólogos andan divididos. Quiénes admiten la continuidad no interrumpida de esta vía hasta el cerebro; quiénes, como Monakow, Dejerine y Mahaim, suponen que la neurona del lemnisco cesa en el tálamo óptico, donde comenzaría un nuevo anillo de la vía sensitiva; algunos, en fin, como Flechsig y Hosel,

Ferrier, Turner, etc., prefieren pensar que una parte de la citada vía se interrumpe en el tálamo y otra parte se prolonga hasta el cerebro.

Recientes investigaciones nuestras recaídas en el ratón y rata de algunos días, nos permiten afirmar que, precisamente en el foco especial del tálamo en donde Monakow coloca la estación final de la ciuta de Reil (*núcleo ventral* de Nissl, *lateral* de Kölliker) se termina, mediante arborizaciones libres, muy tupidas y complicadas, un robusto manajo de tubos ascendentes que bien pudiera ser el lemnisco interno. En la figura 352, A, reproducimos estas arborizaciones, cuyo estudio circunstancia-

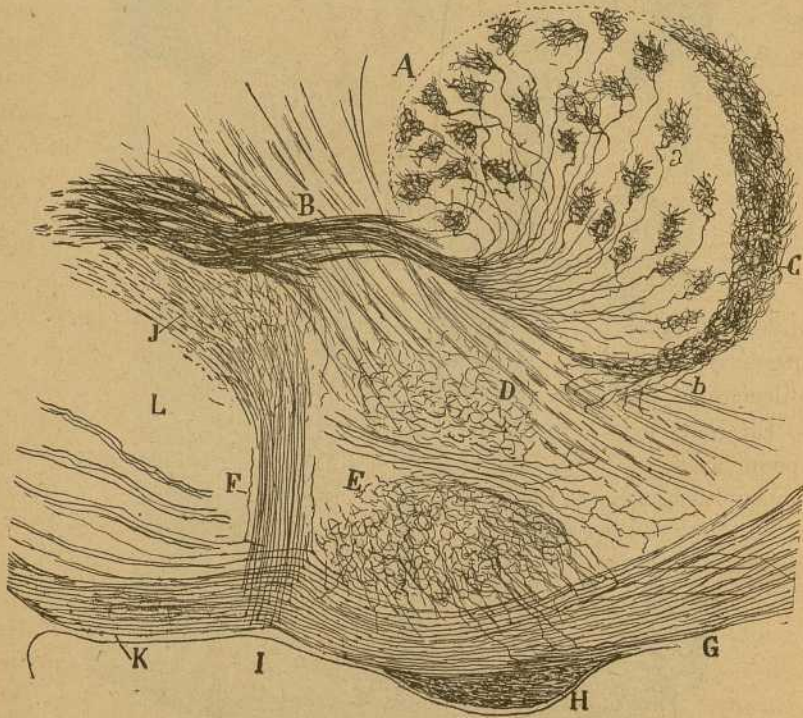


Fig. 352. — Corte sagital de la región talámica inferior y peduncular del ratón de veinte días. La sección es bastante lateral y comprende el eje del pedúnculo cerebral. — A, foco lateral del tálamo; B, fascículo sensitivo; C, foco semilunar; D, *Gitterkern* ventral de Nissl; E, ganglio de Luys; F, fascículo de colaterales del pedúnculo; G, pedúnculo; H, *tractus* óptico; I, asta de Ammon; J, campo de Forel donde principalmente se termina el haz de colaterales.

do haremos al tratar de la textura del tálamo óptico. Si hemos de juzgar por nuestros preparados, todas las fibras de dicho manajo, quedarían interrumpidas en dicho núcleo, del cual arrancaría la tercera neurona sensitiva ó tálamo-cerebral.

CÉLULAS DE LA SUBSTANCIA RETICULAR DEL BULBO. — Hemos tratado ya de las masas grises principales que albergan en su seno la

substancia reticular blanca y gris ; pero réstanos decir algo de los elementos nerviosos diseminados por todo el espesor de estas substancias, así como del plexo intersticial separatorio de los fascículos nerviosos.

Células.—Las células de la substancia reticular gris y blanca, impregnadas hace tiempo por Vincenzi (1), han sido bien estudiadas por Kölliker (2) y Held (3), cuyas descripciones hemos confirmado nosotros (4).

Una serie de cortes transversales coloreados por el método de Nissl, revela que las referidas células residen en toda la extensión de las citadas substancias reticulares, abundando mucho más en la gris ó externa que en la blanca ó interna. Solamente el fascículo longitudinal posterior, la raíz del trigémino, la vía piramidal y el lemnisco interno, carecen de estos corpúsculos intersticiales. Inferiormente, comienzan dichas células algo por encima del cruce de las pirámides, alcanzan gran abundancia al nivel de las olivas y porción acústica del bulbo, se mantienen abundantes en la protuberancia, y en fin, se extienden superiormente, aunque muy disminuídas, hasta el plano profundo de la calota, por debajo y por fuera del fascículo longitudinal posterior.

Las células que estudiamos exhiben talla variable, contándose bajo este aspecto, dos especies : tipo pequeño y mediano (de 14 á 24  $\mu$ ) extendido por ambas substancias reticulares, pero concentrado especialmente en la gris ; y tipo grande y gigante (de 30 á 90  $\mu$ ), que yace con predilección en la substancia reticular blanca y en la mitad interna de la gris. En general, los corpúsculos gigantes alcanzan mayor estatura en los pequeños mamíferos (conejo, gato, conejo de Indias) que en el hombre, y sobrepasan bastante la talla de los motores del núcleo facial ó del foco del hipogloso, compitiendo solamente con ellos las robustas células estrelladas del núcleo de Deiters.

La morfología de estos elementos, bien estudiada por Kölliker, recuerda la de los corpúsculos motores. Adoptan figura estrellada, triangular ó fusiforme, y están dotados de brazos protoplásmicos espesos, vellosos, que no tardan en descomponerse en larguísimas dendritas divergentes. El axon, que describe á menudo revueltas iniciales y emite tal cual colateral, se continúa constantemente con un tubo de la substancia reticular blanca ó gris.

Para penetrar algo más el estudio de estos elementos, conviene distinguirlos en tres especies topográficas : *los del rafe*, *los de la substancia reticular blanca* y *los de la substancia reticular gris*.

(1) Vincenzi : Sulla Morfologia cellulare del Midollo allungato é istmo dell' encefalo. Torino, 1885.

(2) Kölliker : Die feinere Bau des verlangerten Markes. *Anat. Anzeiger*. H. 14-15, 1891.

(3) Held : Beitrage zur feineren. Anatomie des Kleinhirn und Hirnstammes. *Ach. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abtheil.*

(4) Cajal : Apuntes para el estudio del bulbo raquídeo, etc.

*Células del rafe.*—Desde el foco del hipogloso hasta más arriba de la protuberancia, encuéntrase en el rafe, diseminadas con irregularidad, varias células nerviosas de grande, mediana ó pequeña estatura. Faltan solamente en aquella parte de la línea media en donde las fibras arciformes transversales se concentran en gruesos haces; tal ocurre, por ejemplo, en el plano más superficial de la protuberancia, al nivel del cruce de las fibras olivares y de los tubos del cuerpo trapezoide. Por punto general, cabe afirmar que estos elementos aumentan en número de abajo arriba, alcanzando su mayor riqueza al nivel de la protuberancia. También es de notar que son más numerosas en la mitad anterior del rafe que en la posterior. Las inmediaciones de las vías transversales son puntos de preferente concentración de estos elementos, como se advierte detrás del cuerpo trapezoide y en la vecindad de las vías cerebelo-olivares (detrás de la vía piramidal).

En el hombre no faltan las células del rafe, aunque no son tan copiosas como en el conejo, ratón y gato. Hay parajes, empero, en que abundan sobremanera, v. gr., el segmento medular correspondiente al tercio superior de las olivas, ó sea por encima del núcleo del hipogloso, á cuyo nivel se presentan tres pléyades celulares, una *anterior* ó post-piramidal, compuesta de neuronas medianas, otra *media* emplazada entre ambos lemniscos internos, y otra *posterior* situada cerca del fascículo longitudinal posterior y constituída por corpúsculos fusiformes voluminosos.

Tocante á su posición en el rafe, pueden distinguirse en dos especies de elementos: *marginales*, es decir, corpúsculos fusiformes que bordean en sentido dorso-ventral la substancia blanca; y *centrales* ó *transversales* de figura triangular ó estrellada, cuyos brazos protoplásmicos invaden ambas mitades bulbares.

En la fig. 292, L, mostramos algunos elementos de este género, coloreados por el cromato de plata (ratón recién nacido). Repárese cómo las dendritas ganan la substancia blanca limítrofe y se extienden por ella y entre los fascículos, durante largos trayectos. El axon, que en muchas células no hemos podido seguir completamente, marcha hacia afuera y por lo común en sentido horizontal, y después de emitir alguna colateral, se continúa ya por bifurcación, ya por inflexión con un tubo longitudinal de la substancia reticular blanca. En las células post-piramidales correspondientes á la altura del núcleo facial, hemos visto incorporarse alguna vez el axon al plano superficial del resto del cordón lateral (fig. 292, M).

*Células de la substancia reticular blanca.*—Estos elementos relativamente escasos, afectan por lo común gran volumen (los hay también pequeños) poseen forma estrellada, y están dotados de larguísimas y divergentes dendritas espinosas. Algunas de las ramas dirigidas hacia adentro, atraviesan el plano medio y engendran, entrecruzándose con las del opues-

to lado, así como con las expansiones de los elementos del rafe, una extensa comisura protoplásmica, especialmente concentrada detrás de la vía piramidal (fig. 292).

El axon suele ser robusto, traza á menudo, á poco de su emergencia, una gran revuelta y sigue después variable dirección :

1.º Unas veces camina desde luego hacia adentro, cruza el rafe y se continúa con una fibra de la substancia reticular blanca y aun gris del opuesto lado, comportándose, por tanto, á la manera de los elementos comisurales de la médula. Estos axones pueden hacerse longitudinales en cualquier paraje de la substancia reticular, aunque prefieren de ordinario las zonas próximas á la célula de origen. Sin embargo, las excepciones abundan ; entre ellas citaremos el comportamiento de los axones de células gigantes anteriores ó medias (fig. 292, L), los cuales marchan hacia atrás, cruzan la línea media muy posteriormente, y se continúan con un tubo del fascículo longitudinal posterior.

2.º Pero mucho más frecuentemente, corre el axon bien hacia atrás, bien hacia adelante ó afuera, y tras un itinerario variable, tórñase longitudinal, continuándose con un tubo de la substancia reticular blanca homolateral ó de la reticular gris más inmediata (plano interno de ésta).

Tanto los cilindros-ejes directos como los cruzados, emiten, aunque no constantemente, en su curso horizontal inicial varias colaterales, repartidas entre los haces de la substancia reticular. La continuación del axon con los tubos verticales de ésta tiene lugar, unas veces, por simple inflexión, y otras, á favor de una división en T, produciéndose un tubo ascendente y otro descendente. A menudo, como ha visto Held, dicha expansión se prolonga con tres ó más tubos de la substancia blanca situados en diferentes regiones de la misma ; por ejemplo : el cilindro-eje emite primeramente una gruesa colateral que se hace longitudinal, continuándose con un tubo de la substancia reticular ; luego el tallo inicial pasa el rafe y produce, por bifurcación, dos tubos de la substancia reticular del lado opuesto. Es también frecuente sorprender axones en los cuales las ramas de bifurcación se continúan con tubos del mismo lado, pero emplazados en planos bastante apartados (fig. 353, R). En el punto en que la fibra pasa de horizontal á vertical, es común la emergencia de una robusta colateral. En fin, en algunas células, el axon engendraba tres fibras longitudinales de la substancia reticular gris, pero todas de igual lado, dos ascendentes y una descendente.

Aun cuando sea difícil trazar fronteras é individualizar focos en las substancias reticulares, hay parajes del bulbo en que los elementos intersticiales se concentran algo más, mereciendo designaciones especiales: esto ocurre, sobre todo, al nivel del núcleo del facial y focos acústicos. En estos parajes, que comprenden tanto la substancia reticular blanca como las inmediaciones de la gris (ambas substancias se continúan y no

tienen fronteras precisas por encima del foco del hipogloso), se perciben pléyades de células gigantescas, las cuales corresponden, sin duda, en parte al menos, al *núcleo reticular magno-celular* de Kölliker.

Tales pléyades no constituyen un foco único. En nuestros preparados

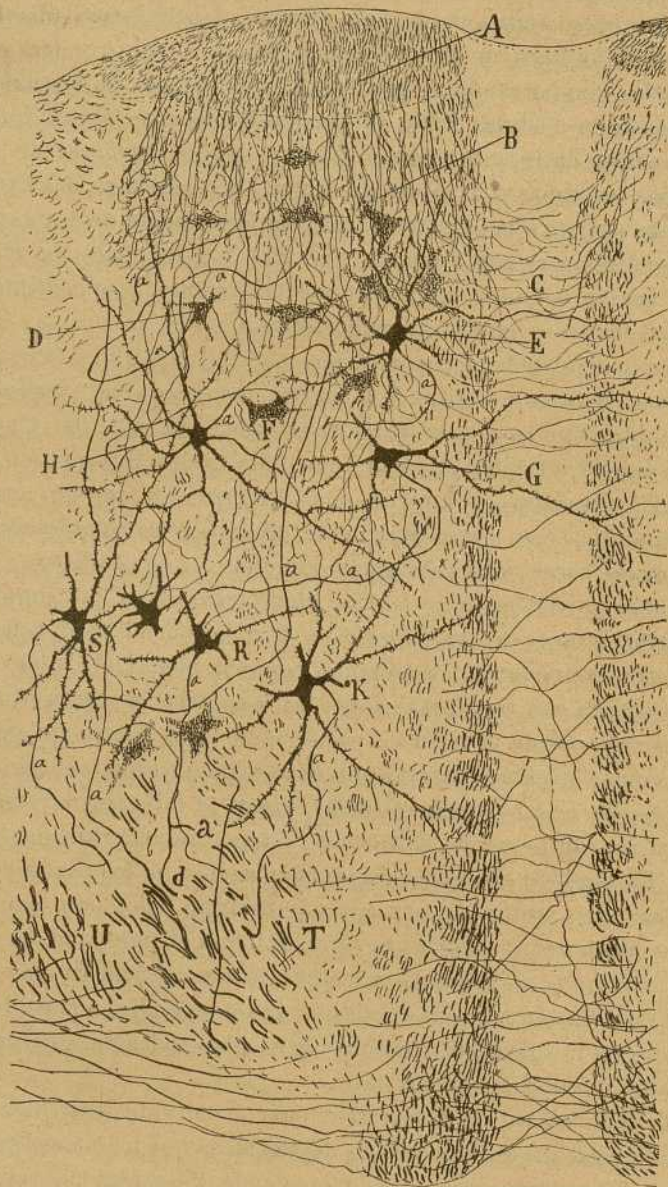


Fig. 353. — Algunas células de la substancia reticular blanca del bulbo del ratón. — A, vía piramidal; B, colaterales de esta vía; C, comisura de colaterales; D, E, F, G, células del foco magno-celular ventral; K, S, R, células del foco magno-celular dorsal; T, vía descendente formada por los axones de éste.

del bulbo del ratón y conejo aparecen más bien dos grandes conglomerados de neuronas gigantes que distinguiremos en: *foco magno-celular ventral* y *foco magno-celular dorsal*.

El *magno-celular ventral* (fig. 353, F, G) yace en una región no muy alejada de la vía piramidal. Sus células, que afectan á menudo talla gigante, envían de preferencia sus axones á la substancia reticular blanca inmediata ó á las inmediaciones de la gris. La mayoría de estos engendran, pues, una vía robusta ascendente y descendente homolateral (no faltan en absoluto los elementos comisurales), emplazada en el tercio anterior de la referida substancia reticular (fig. 292, L).

El *núcleo magno-celular dorsal* ocupa una área variable que puede fijarse aproximadamente en el centro del tercio posterior de la substancia reticular blanca y en la vecindad de la gris, á cierta distancia del fascículo longitudinal posterior y vías centrales del trigémino y vestibular. La mayoría de los axones de estos corpúsculos colosales marcha hacia atrás, emitiendo alguna colateral horizontal, y llegados que son cerca del confín posterior de la substancia reticular blanca, es decir, por delante del plano de la rodilla del facial y foco del motor ocular externo, se hacen longitudinales y descendentes. Fórmase en este paraje del bulbo una vía vertical de tubos gruesos, emplazada por dentro y por delante de las centrales del vestibular y trigémino, vía cuyo paradero nos ha sido imposible determinar (fig. 353, T). Algunos axones se dividen en rama ascendente y descendente, por lo cual la citada corriente no puede reputarse exclusivamente centrífuga.

Los elementos del *núcleo magno-celular dorsal* no deben confundirse con las células anteriores del foco del sexto par, toda vez que jamás se los ve incorporar su axon á los haces radiculares de este nervio.

*Células de la substancia reticular gris.*— Poseen talla harto variable, aunque, en general, inferior á la de los corpúsculos de la reticular blanca; sin embargo, el tercio interno y, á veces, la mitad de la reticular gris, exhibe también acá y allá células gruesas, comparables en propiedades á las antes descritas. Algunas de ellas son indudablemente de la misma naturaleza que las de los núcleos magno-celulares.

En cambio, las células residentes en la mitad ó tercio externo de la substancia reticular gris, afectan un volumen exíguo y son más abundantes. Extiéndense formando rastros y tabiques de substancia gris por toda la extensa área limitada hacia afuera por la substancia gelatinosa del quinto par, por delante, por el núcleo facial, foco del cordón lateral y olivas superiores, y por detrás, por las vías de los pares quinto, octavo, noveno y décimo, entre cuyos haces se insinúan también no pocos corpúsculos. Casi todos los citados elementos externos, después de un trayecto no muy largo y de suministrar alguna colateral, se continúan con tubos de la substancia reticular gris externa. También en ellos se ven á



menudo divisiones en rama ascendente y descendente, y hasta en dos ramas, ambas ascendentes ó descendentes, pero colocadas en plano diferente de la substancia reticular.

*Plexos intersticiales de la substancia reticular.* — Cuatro especies de fibras engendran estos plexos: 1.º, axones horizontales ú oblicuos llegados de las células de la substancia reticular antes de volverse longitudinales; 2.º, colaterales nacidas de los tubos verticales de la substancia reticular gris y blanca; 3.º, colaterales emanadas del curso inicial horizontal de estos mismos axones; y 4.º, finalmente, colaterales de la vía motriz.

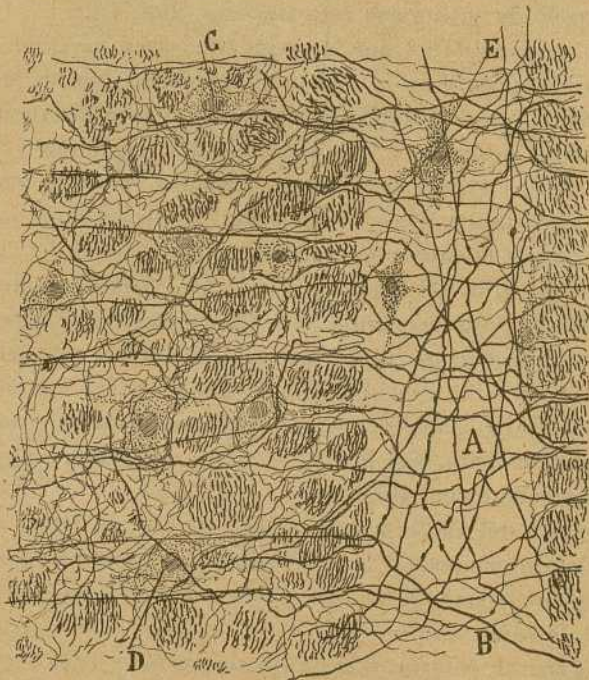


Fig. 354. — Trozo del rafe y de la substancia reticular blanca del bulbo de gato. Corte transversal coloreado por el cromato argéntico. — A, axones que cruzan el rafe; D, células intersticiales rodeadas de plexos nerviosos; E, células del rafe.

Algunas colaterales brotadas de las fibras de la substancia reticular blanca, tanto en su trayecto vertical como en el horizontal, cruzan el rafe y se distribuyen en la substancia reticular del lado opuesto. Existe, pues, también aquí una comisura de colaterales, pero mucho más pobre que la de la médula.

El conjunto de todas estas fibras forma entre los haces de la substancia reticular un plexo complicado, cuyos elementos son muy difíciles de seguir. En este plexo, que es más complejo y rico en la reticular gris que en la blanca, el principal factor está representado por las ramillas colaterales de los axones longitudinales sensitivos de segundo orden residentes en ambas substancias reticulares, es decir, por las vías nacidas bien

en focos de la médula (resto del cordón antero-lateral), bien en los núcleos sensitivo-bulbares (vías centrales de éstos). Todas estas ramillas corren en variedad de sentidos, dividiéndose y subdividiéndose entre los haces y engendrando arborizaciones laxas, varicosas, erizadas de cortos ramúsculos y aplicadas al soma y largas dendritas de las células intersticiales. En los animales de quince y veinte días (gato y conejo), estas ramificaciones se modelan en cestas, pero no tan densas y precisas como las de los focos motores.

Aunque la dirección general de estas arborizaciones varía con la dirección de las células y la orientación y amplitud de los intersticios, adviértese que domina la transversal en la substancia reticular blanca y la antero-posterior en la gris. Detrás del facial, por ejemplo, así como en las inmediaciones del foco del hipogloso, véanse verdaderos haces de colaterales que corren en sentido dorso-ventral, atravesando grandes distancias y recorriendo algunos más de la mitad del espesor de la substancia reticular. Algunas de estas largas colaterales no se ramifican en esta substancia, sino que conservan su individualidad hasta los focos motores, en donde se terminan.

*Las colaterales motrices* merecen una mención especial. Son difíciles de seguir, á causa de su delgadez; pero no faltan nunca y son muy numerosas en las regiones en que la vía piramidal toca directamente á la substancia reticular, por ejemplo, encima de las olivas y al nivel del núcleo facial. Como se ve en la fig. 353, A, estas ramillas nacen en ángulo recto, marchan en seguida hacia atrás, ya aisladas, ya reunidas en pequeños manojos, y se extienden en sentido ventro-dorsal hasta la mitad anterior lo menos de la substancia reticular blanca. Acaso vayan más allá todavía; pero en nuestros preparados del bulbo del ratón no es posible perseguirlas sino durante breves trayectos. En su camino tales ramillas se dicotomizan y arborizan sóbriamente, complicando enormemente el plexo fibrilar de la mitad superficial de dicha substancia. Algunas colaterales nos ha parecido que cruzan el rafe y se ramifican en el opuesto lado. De todos modos, aunque esta continuidad con fibras contralaterales no siempre es posible de comprobar, es significativo el hecho de existir constantemente en la porción más anterior del rafe del ratón, precisamente en aquel paraje donde abundan las células medias, un plexo tupidísimo de hebras delicadas, plexo que no se presenta con este carácter en otras regiones bulbares.

Comparando los preparados en los que las citadas colaterales motrices se han coloreado bien con aquellos otros en donde aparecen teñidas las células intersticiales, repárase que lo más tupido del plexo motor de la substancia reticular blanca corresponde precisamente al *foco magno-celular anterior* (fig. 353). Es, pues, de suponer que los elementos de esta pléyade entren en especial contacto con las células motrices. Es más, hasta los

corpúsculos gigantes del foco magno-celular posterior podrían también recibir corrientes de la vía piramidal, toda vez que sus largas dendritas alcanzan á menudo, por delante, el área de distribución de las mencionadas colaterales. Acaso estas mismas se extiendan también en el adulto mucho más atrás de lo que los mamíferos recién nacidos manifiestan.

En vista de esta relación, que creemos, si no segura, probable, ¿no podrían considerarse los focos magno-celulares, y singularmente el ventral, como un sistema de neuronas motrices de segundo orden, verdadero anillo intermediario entre la vía piramidal y los focos motores del bulbo? Prueba de semejante supuesto no tenemos; pero existen algunas razones que lo abonan. Una de ellas es la ausencia de conexiones directas demostradas entre las colaterales de la vía piramidal y los focos motores del bulbo. Otra consideración que habla en pró de la citada hipótesis es la incertidumbre que reina tocante á estas mismas relaciones en el dominio de la médula espinal, donde Lenhossék ha creído hallar una neurona motriz intermediaria, es decir, interpuesta entre las colaterales de la vía piramidal y las neuronas motrices del asta anterior. En fin, otra razón es la extrañeza que causa el hecho de no constar la vía motriz sino de dos neuronas eslabonadas, cuando, según es sabido, todas las vías sensitivas ó sensoriales centrales están constituídas por tres ó más.

Pero si se acepta una tal opinión, ¿reputaremos motrices todas las células de la substancia reticular gris y blanca? De ninguna manera. La mayoría de estos elementos, según ha hecho notar Kölliker, representan neuronas sensitivas de tercer orden, puesto que, por un lado, sus axones establecen comunicación, mediante colaterales, con los focos motores, y por el otro, reciben la influencia de innumerables colaterales sensitivas, ramificadas en los intersticios de la substancia reticular y brotadas de las vías sensitivas de segundo orden residentes en ésta (resto de los cordones anterior y lateral, vías centrales del trigémino, glosio-faríngeo, etc.).

En resumen, y como deducción general de nuestros estudios y reflexiones sobre la estructura y significación fisiológica de la substancia reticular gris y blanca, damos por probable:

1.º Que las células de la substancia reticular no tienen todas igual significación fisiológica ni las mismas relaciones; unas, las más, son neuronas sensitivas de tercer orden y reciben la influencia de colaterales de las vías centrales sensitivas; otras, las menos, representan neuronas motrices de segundo orden, cuyo ministerio sería llevar á los focos motores del bulbo, la excitación recolectada en las colaterales ó terminales de la vía piramidal.

2.º Los tubos de la substancia reticular blanca y gris, pertenecen á cuatro categorías: *a*) conductores ascendentes de la médula; *b*) conductores ascendentes ó descendentes nacidos de las células intersticiales motrices; *c*) conductores ascendentes ó descendentes originados en las cé-

lulas sensitivas de tercer orden ; *d*) conductores procedentes de los focos sensitivos y constitutivos de vías centrales largas ó cortas de segundo orden. Esto sin contar los numerosos tubos descendentes llegados del cerebello, ganglios acústicos y tubérculos cuadrigéminos.

En cuanto á la extensión longitudinal y conexiones de las vías sensitivas terciarias constitutivas de la substancia reticular, sólo conjeturas cabe hacer. Puesto que tales conductores disminuyen progresivamente, conforme avanzamos hacia los tubérculos cuadrigéminos, es de pensar que la mayoría de los ascendentes se terminen en los núcleos motores del puente ó de dichos tubérculos. Para los tubos nerviosos pertenecientes al resto de los cordones anterior y lateral de la médula, Bechterew admite una terminación en el puente, al nivel del *nucleus reticularis tegmenti*, y en parte más superiormente aún, en el *núcleo central superior*. Kölliker, que halla plausible un tal dictamen, añade que á estos mismos focos vendrían á parar también los citados tubos sensitivos de tercer orden nacidos en las células de la substancia reticular ; por donde, si esto fuera cierto, sería forzoso admitir la existencia de vías sensitivas de cuarto orden, ó sean vías cortas representadas por los axones de las células del *nucleus reticularis tegmenti* y otros. Semejante complicación parecerá á muchos excesiva, pues implica un plan de organización bulbar tan intrincado, que el ánimo se resiste á aceptarlo, tanto más, cuanto que discurriendo *a priori*, es difícil no reputar como suficientes para todas las exigencias de los reflejos y de las combinaciones de movimientos, la disposición de las vías sensitivas terciarias y secundarias y sus enlaces con los focos motores.

## CAPÍTULO XV

### PUENTE DE VAROLIO

Células nerviosas pontales. — Vía motriz y sus colaterales. — Colaterales sensitivas.  
Fibras transversales y pedúnculos cerebelosos medios.

La protuberancia ó puente de Varolio, de cuya disposición macroscópica hemos tratado ya, es un ganglio transversal voluminoso, impar, colocado por delante y en torno de la vía piramidal, y enlazado con los pedúnculos cerebelosos medios.

El volumen de este foco guarda relación con el desarrollo del cerebelo ; así, es pequeño en el ratón y conejo, más grande en el gato y perro, y llega al sumo en el hombre, dotado, como es sabido, de un cerebelo muy voluminoso. Esta solidaridad entre ambos centros, se comprende hoy muy bien, porque sabemos que los axones de los elementos pontales constituyen los pedúnculos cerebelosos medios, y cada uno de aquellos se termina probablemente sobre una célula de Purkinje.

Cuatro factores principales entran en la constitución de la protuberancia : *las células ganglionares pontales, la vía piramidal y sus colaterales, las colaterales sensitivas y las fibras transversales* ó tubos de los pedúnculos cerebelosos medios. Estos elementos se disponen de tal suerte, que los haces verticales ó de la vía piramidal se entrecruzan y entrelazan por capas y en ángulo recto con los fascículos transversales ó cerebelosos ; los huecos resultantes entre los citados fascículos están ocupados por substancia gris, la cual forma un ganglio intersticial continuo, en ambas mitades del puente, extendido desde cerca de la superficie pontal hasta el plano ventral del lemnisco interno y externo, plano que separa la protuberancia propiamente dicha del piso inferior de la calota.

En la superficie anterior del puente, la substancia gris hállase cubierta por un primer piso de haces transversales continuados con los pedúnculos cerebelosos medios. Naturalmente, la disposición y volumen de los cuatro citados factores de construcción, habrá de variar con la mayor ó menor riqueza fibrilar de los pedúnculos cerebelosos medios y la cuantía de las células nerviosas intersticiales ; pero la estructura y conexiones de aquellos no cambia esencialmente en ningún mamífero.

**Células nerviosas del puente.** — Examinadas en cortes transversales coloreados por el método de Nissl, se echa de ver que constituyen una

masa continua, apretada, que rellena todos los huecos que dejan entre sí los hacecillos longitudinales y transversales. Existen también extensos conglomerados, el principal de los cuales yace en el rafe, entre las dos vías piramidales, extendiéndose desde el lemnisco á la corteza blanca protuberancial; este foco medio, delgado por abajo, crece hacia arriba en espesor transversal, conforme las pirámides se apartan de la línea media (ratón, conejo y gato). A cada lado, y por fuera de la vía piramidal, obsérvase también otro foco voluminoso. Finalmente, los pequeños acúmulos, generalmente alargados, tienen su asiento en los territorios recorridos por manojos apretados, es decir, entre los haces longitudinales de la vía piramidal y los transversales de los pedúnculos cerebelosos medios.

La talla de las células es mediana, oscilando entre 20 y 30  $\mu$ . Hacia los lados, entre los haces motrices, nótanse á menudo corpúsculos más grandes, los cuales no faltan tampoco cerca del rafe, en la vecindad del lemnisco interno. La forma es poligonal, fusiforme ó triangular, asemejándose, á primera vista, en los preparados de Nissl, á la de los corpúsculos de la oliva, á quienes se parecen, además, las células pontales por la finura de los gránulos cromáticos del protoplasma.

Pero la total morfología de estos elementos, sólo el cromato de plata es capaz de revelarla. La reacción negra de Golgi fué aplicada primeramente por Livio Vincenzi (1), que obtuvo resultados muy incompletos, y posteriormente, y con éxito más lisonjero, lo fué también por Held, nosotros y Pusateri. En las figuras 355 y 356, mostramos los tipos más comunes de células encontrados por nosotros en la protuberancia del niño de quince días. Son éstos: un *tipo grueso*, un *tipo mediano ó pequeño* y un *tipo veloso ó musgoso* de axon corto.

a) *Tipo grueso* (fig. 355, C).—Es el más abundante, hallándose, sin excepción, en toda la extensión de la protuberancia. El soma suele ser redondeado, pero afecta también la figura poligonal, piriforme y triangular. De sus ángulos brotan seis, siete ó más dendritas robustas, lisas al principio, las cuales no tardan en ramificarse prolijamente, engendrando penachos de ramúsculos flexuosos sumamente varicosos y algo espinosos. Algunas veces, las últimas ramas trazan semicírculos que, al encontrarse con los descritos por otras dendritas, forman nidos y anillos donde se alberga el soma de vecinos elementos, disposición que es propia también de los ganglios simpáticos. Naturalmente, esta morfología celular, así como la dirección y número de las dendritas varía mucho, según la topografía: cuando el corpúsculo vive en un ancho espacio, desarrolla de preferencia la forma radiada; pero si está cogido entre haces, alárgase en el sentido de éstos, y afecta figuras de huso con doble penacho polar, de pera con penacho monolateral, etc., etc.

(1) Vincenzi: Sulla Morfologia cellulare del midollo allungato e istmo dell'encefalo. Torino, 1885.

El axon es robusto y nace á menudo de la superficie de la célula más pobre en dendritas, bien que en esto hay muchas excepciones ; traza después una revuelta y marcha flexuoso y varicoso sin emitir colateral alguna (no obstante la aserción de Held que las cita), hasta un paquete de

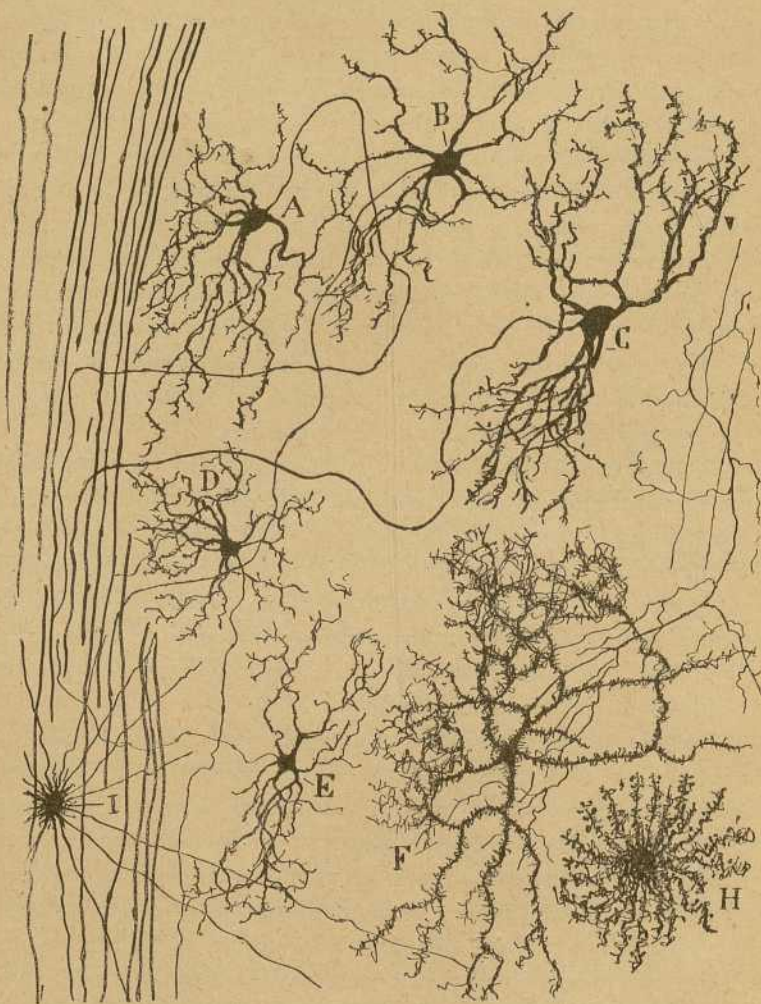


Fig. 355. — Células nerviosas y neuróglícas de la protuberancia del niño de pocos días. — A, B, células nerviosas de tipo mediano ; C, elementos voluminosos ; D, E, corpúsculos menudos ; F, célula musgosa ; H, células neuróglícas de cortas radiaciones ; I, elemento neuróglíco de los paquetes de tubos.

tubos transversales, en cuyo espesor penetra, continuándose con una fibra de los pedúnculos cerebelosos medios. La mayoría de los axones cruza después la línea media y se prolonga con los tubos pedunculares del opuesto lado ; pero existen otros que se continúan con fibras peduncula-

res homolaterales. Esta última especie de axones se la reconoce, sobre todo, en el perro, gato y hombre; no falta, empero, en absoluto en el ratón y conejo. La continuación de dichos cilindros-ejes con las fibras de los pedúnculos, tiene lugar siempre por inflexión, es decir, que no existe nunca bifurcación.

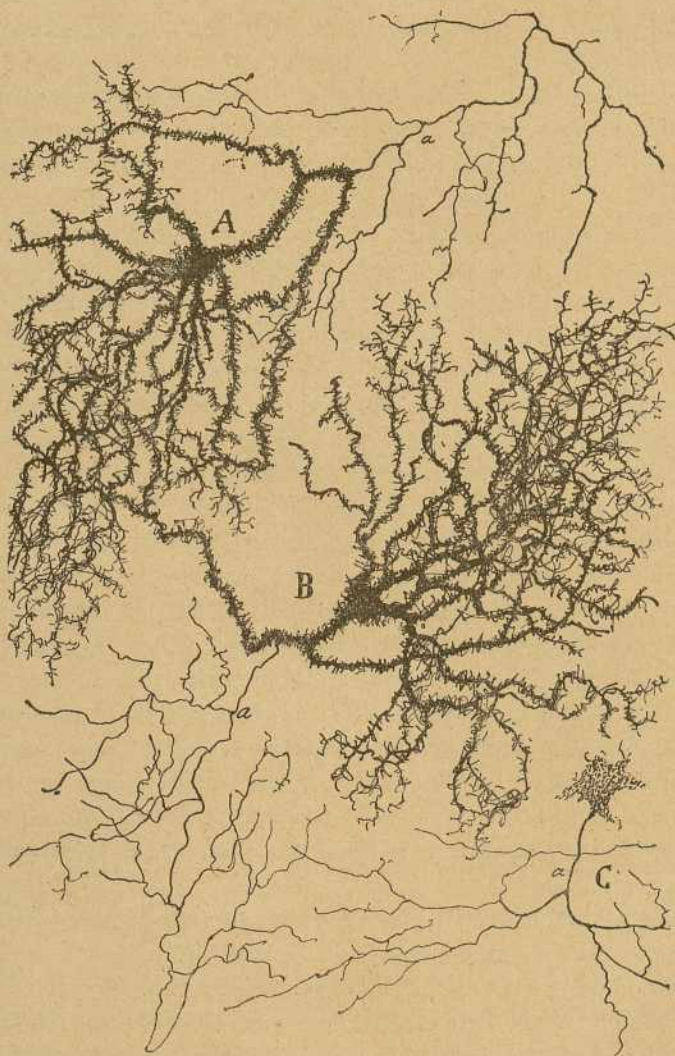


Fig. 356. — Células musgosas de la protuberancia del niño de pocos días. — A, B, células cuyo axon emanaba de una dendrita ; C, célula cuyo axon se bifurcaba.

Ya se comprenderá que lo enorme de las distancias hará imposible en el hombre, y aun en el perro, gato y conejo, observar por entero el curso de los cilindros-ejes y su paso por el rafe. En tales mamíferos, sólo es



dable sorprender la incorporación de los tubos á los haces transversales; pero, en cambio, en el ratón, según se aprecia en la fig. 357, *c*, es empresa hacedera y fácil seguir una fibra cruzada ó directa hasta el comienzo de los pedúnculos. Debemos, pues, considerar esta continuación como un hecho definitivamente adquirido para la ciencia. En igual sentido que nosotros hablan Held, Van Gehuchten y Pusateri.

*Tipo mediano y pequeño* (fig. 355, A, D, E). — Menos frecuente que el precedente, se distingue de él por su menor volumen y por la delgadez y cortedad de sus dendritas, que suelen ser algo más espinosas y complicadas en sus ramos finales que las de los tipos voluminosos. El axon, más delgado también, se comporta lo mismo que en la especie anterior.

*Células vellosas ó musgosas de axon corto.* — Nuestras recientes investigaciones en la protuberancia del niño recién nacido y de quince días, nos han permitido descubrir un tipo celular singularísimo, que reproducimos en la fig. 355, F, y fig. 356. Tan semejante es en su aspecto, extraordinariamente velloso, á un corpúsculo neuróglíco gigante, que en un principio lo habíamos tomado por una variedad especial de neuroglia. Pero insistiendo en nuestro examen, logramos sorprender al fin el axon y determinar la naturaleza de estas extravagantes neuronas.

La forma es estrellada, triangular ó fusiforme. El volumen del soma es grande, pero parece mayor por el gran número de apéndices verrugosos y espinosos que lo recubren, y que le prestan un aspecto semejante al cuerpo de ciertas arañas. Estas vellosidades son más largas que las espinas, se ramifican prolijamente y forman una especie de musgo que tapiza también el contorno de las largas dendritas divergentes. Pero la particularidad más original de estas células es que las últimas dendritas, cubiertas de infinidad de pestañas varicosas, se entrelazan entre sí y engendran á menudo verdaderos nidos, donde se alojan los cuerpos de las células comunes. En los elementos dibujados en la fig. 356, esta disposición era muy elegante y pronunciada; otras, la presentan menos acusada.

El axon es difícil de hallar, porque cuando nace del soma, el largo vello de éste oculta su emergencia; así, durante algún tiempo, no pudimos cerciorarnos de su existencia. Afortunadamente, en algunas células dicha expansión nace á distancia del soma, del curso de una dendrita, circunstancia favorable, pues en éstas las vellosidades son menos complicadas y no suelen ocultar el cono inicial del axon. En ocasiones, antes de dar origen al cilindro-eje, la dendrita emite una ó dos ramas recurrentes, según se aprecia en la fig. 356, A, B. Marcha después el axon en diversidad de derroteros, y á no gran distancia de la célula, se resuelve en una arborización difusa, cuyas ramas son en gran parte recurrentes. Generalmente precede á la arborización final una bifurcación del axon, como

se veía en la fig. 356, C; otras veces se agota éste á fuerza de dar colaterales, pero después de conservar su individualidad bastante trecho. En fin, en los casos en que existe bifurcación final, el tallo generador suele emitir algunas colaterales finas varicosas y recurrentes, que pueden entremezclarse con las dendritas (fig. 356, A) de la célula de origen.

**Paquetes de fibras transversales.**—Acabamos de ver que toda la protuberancia está surcada de haces transversales de tubos continuados, de una parte, con los axones de las células pontales, y de otra, con los pedúnculos cerebelosos medios. Un examen atento de estas fibras permite notar que son gruesas, varicosas, más recias que las de la vía piramidal,

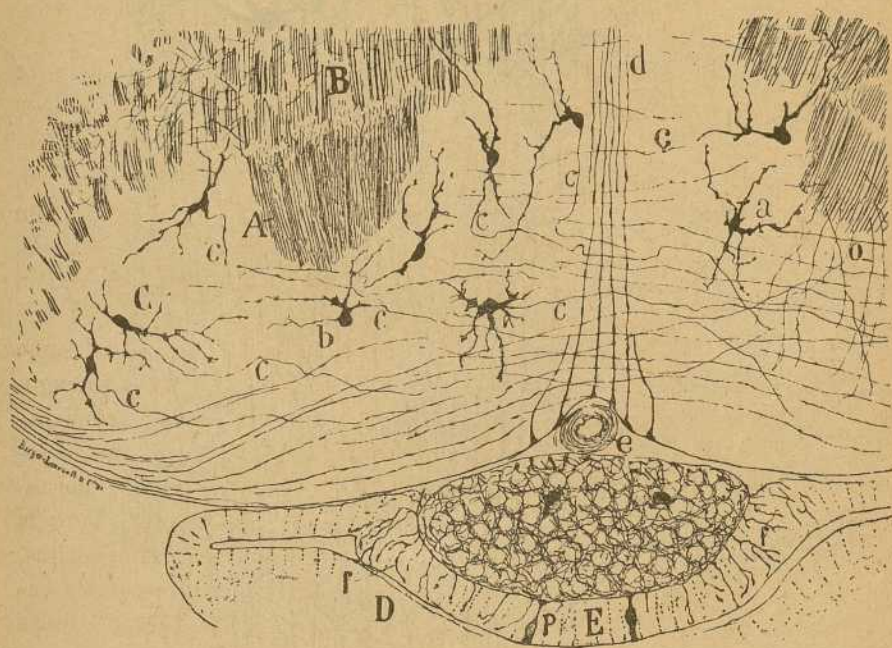


Fig. 357. — Corte transversal de la protuberancia del ratón de dos días. — A, pirámides; B, lemnisco interno; C, células protuberanciales; c, axones continuados con fibras transversales ó ponto-cerebelosas; d, haz de fibras epiteliales; o, colaterales motrices; D, glándula pituitaria.

y absolutamente desprovistas de colaterales. Al pasar por el rafe, suelen doblarse en ángulo obtuso, cuyo vértice mira hacia atrás, particularidad que se nota, sobre todo, en los haces más hndos. Por fuera de la línea media, el curso de estas fibras varía, marchando unas por delante de las pirámides y otras por detás, y algunas á través, para converger, arribadas que son á la cara lateral del lemnisco externo, en el pedúnculo cerebeloso medio. El grueso fascículo ó estrato fibrilar superficial de la protuberancia, consta generalmente de axones nacidos en las células más ventralmente emplazadas, aunque en esto hay excepciones. En el ratón

recién nacido es dable seguir alguna vez estas fibras hasta el espesor mismo del cerebelo, en cuyas láminas de substancia blanca penetran, emitiendo colaterales.

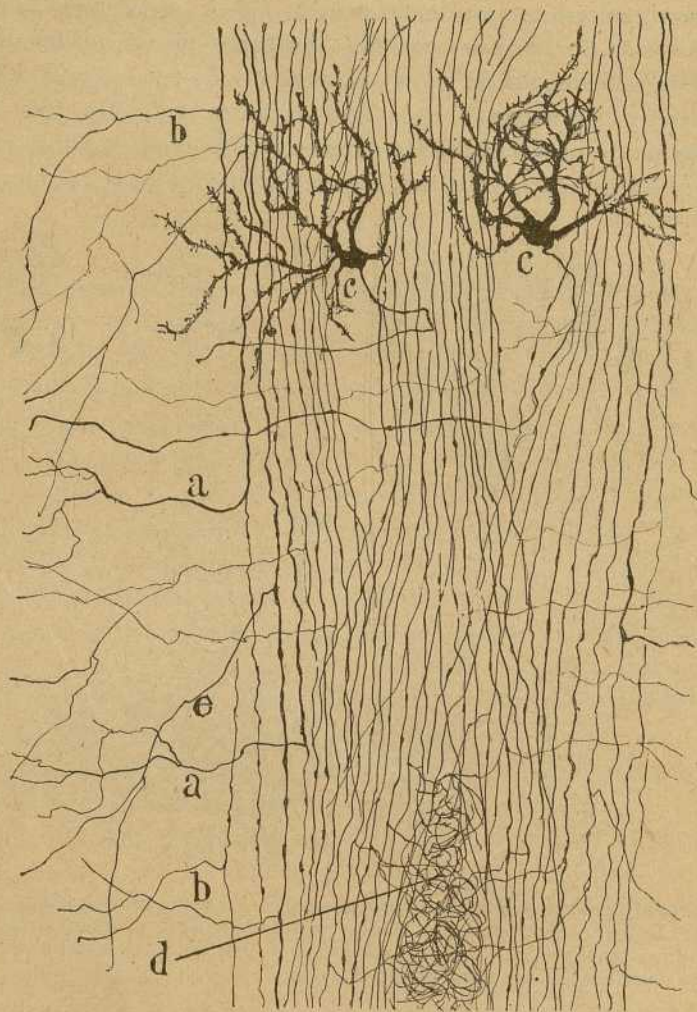


Fig. 358.—Corte longitudinal del puente de Varolio del gato de quince días. Método de Golgi. — *a*, colaterales piramidales gruesas que representan, por su diámetro, fibras terminales; *b*, colaterales ordinarias; *c*, células del puente de Varolio situadas entre los haces de fibras piramidales; *d*, plexos de colaterales de la vía piramidal; *e*, colaterales descendentes.

¿Existen tubos transversales, ramificados en el puente? Kölliker, en virtud de consideraciones teóricas, admite ramificaciones de tubos de Purkinje del cerebelo en los ganglios pontales. Held las menciona también en la protuberancia de los pequeños mamíferos, y afirma igual procedencia. Pusateri parece haberlas visto en el hombre, aunque no deta-

lla las ramificaciones. Nosotros no hemos logrado impregnar de un modo cierto tales conductores. En algunas pocas ocasiones (dos ó tres veces en el gato), hemos sorprendido arborizaciones robustas, extendidas en sentido dorso-ventral y emanadas de tubos transversales aislados (figura 361, e); pero no habiendo nunca podido seguir en suficiente espacio el tallo de origen, y figurando además en el puente otras fibras — las terminales de la vía piramidal — que se comportan casi lo mismo, debemos permanecer, en cuanto á la admisión de los referidos tubos cerebelo-pontales, en una prudente reserva.

Vía piramidal y sus colaterales.— A su paso á través de los ganglios de la protuberancia, la vía piramidal se descompone en un grupo de ha-

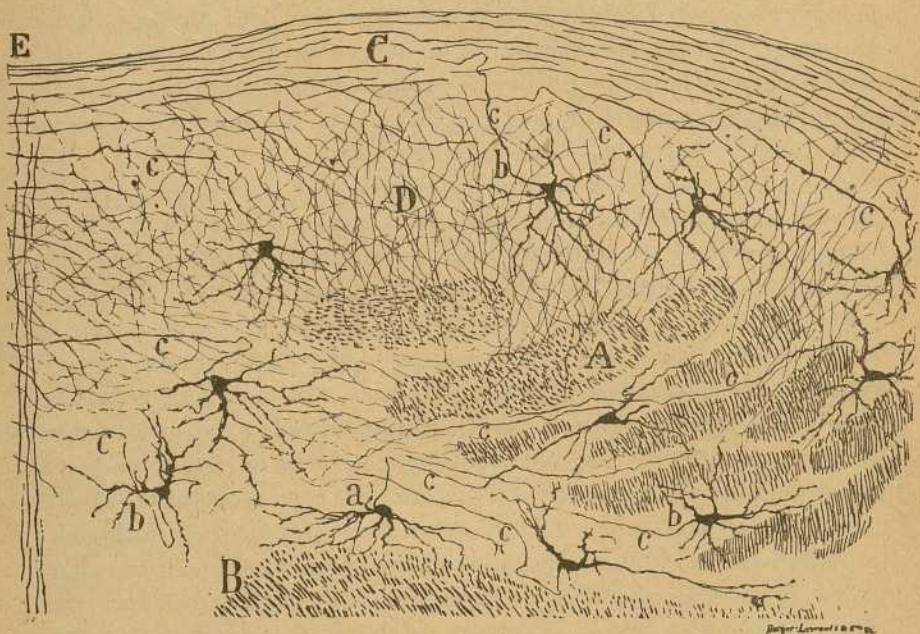


Fig. 359.—Corte transversal de la protuberancia del perro recién nacido.—A, haces de la vía piramidal; B, lemnisco interno; D, plexo nervioso formado por colaterales de las pirámides; a, célula cuyo cilindro-eje marchaba hacia afuera; b, células cuyo cilindro-eje iba hacia el rafe.

NOTA. El cilindro-eje está marcado con la letra c.

cecillos, dispuestos en plexo longitudinal, según se aprecia en los cortes longitudinales. Sólo en el ratón (fig. 357, A) aparece esta vía concentrada en compacto fascículo, ó al menos en un grupo de hacecillos sumamente próximos. En general, los haces se colocan á cierta distancia del rafe y cerca de la vía sensitiva central, abandonando á las células protuberanciales un gran espacio central ó medio, que crece todavía hacia lo alto, y dos grandes áreas laterales y ventrales.

Cuando las fibras motrices del conejo, gato ó perro de pocos días se

colorean con el cromato de plata, se aprecian que son, por lo común, más delgadas que las constitutivas de los tubos transversales, y que poseen un trayecto casi rectilíneo. Entre ellas hay diversos calibres, cabiendo distinguirlas en gruesas, que son escasas en número, medianas las más abundantes, y finísimas, no muy copiosas.

Del curso protuberancial de estas fibras piramidales, parten, según reconocimos nosotros, una cantidad extraordinaria de colaterales finísimas, ramificadas y terminadas libremente entre las células del puente. Estas colaterales llenan toda la masa gris de la protuberancia, marchando en distinta dirección, según su origen. Las que proceden de los fascículos anteriores de las pirámides, se distribuyen en la masa ventral y siguen en gran parte una dirección postero-anterior. Las que nacen de los manojos piramidales más hondos, se pierden en los tabiques grises intercalados. Las colaterales y sus ramificaciones constituyen en la substancia gris de la protuberancia un plexo tupidísimo, en el cual se ven numerosos huecos donde se alojan las células nerviosas.

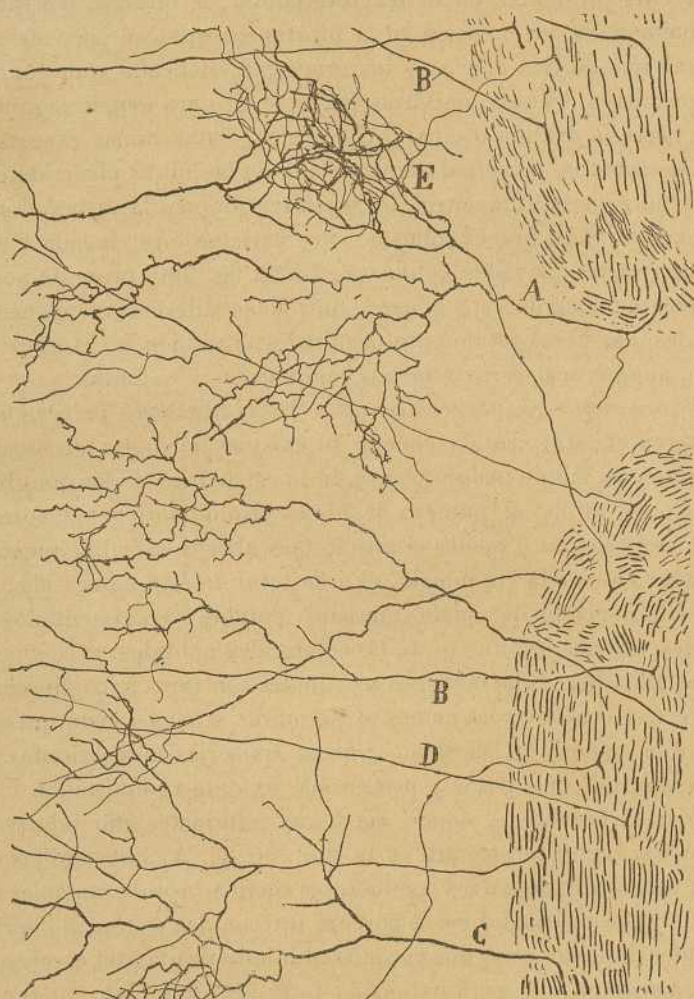
En los animales recién nacidos ó de pocos días (ratón, gato, perro), las ramificaciones de las colaterales son escasas: la mayoría de ellas se bifurcan y acaban por extremos libres y varicosos; pero esta sobriedad de ramificación depende de lo incompleto del desarrollo (fig. 359, D).

En el gato de veinte días, por ejemplo, así como en el niño de quince, las colaterales alcanzan mucha mayor longitud y se dicotomizan repetidas veces, formando amplias y laxas arborizaciones, cada una de las cuales se pone en contacto con un grupo considerable de corpúsculos pontales. En la fig. 360, D, reproducimos algunas fibras de este género, tomadas del niño recién nacido. La longitud enorme de algunas de ellas en el hombre (pasa de una décima de milímetro), no permite sorprender la totalidad de la ramificación; pero en otras colaterales más breves (figura 360, E) se advierte que ésta es laxa y se compone de ramas finas varicosas, las cuales, en unión de otras, engendran á menudo plexos tupidos, en cuyas mallas se encierra un número variable de corpúsculos pontales.

Entre los haces verticales de la vía piramidal, hállanse á veces islotes ó pléyades de corpúsculos nerviosos provistos de dendritas muy complicadas, confinadas casi exclusivamente dentro de aquéllos. Tales pléyades poseen colaterales motrices especiales, más cortas que las ordinarias, y nacidas de los fascículos inmediatos. En la fig. 358, c, mostramos estos islotes y sus colaterales, tal como aparecen en el puente del gato de ocho días. En el niño, semejantes islotes afectan mucho mayor volumen, y encierran, además de las células comunes, por lo menos un corpúsculo musgoso.

Si nos fijamos ahora en las fibras piramidales dotadas de colaterales, echaremos de ver que sólo los tubos gruesos y medianos las presentan;

los finos carecen de ellas, ó cuando más, poseen una, siendo así que en los medianos suelen contarse hasta tres y cuatro (gato, perro y niño). Es claro que la gran longitud de las fibras piramidales y su frecuente paso de un haz á otro, hacen difícil la exploración del número de sus ramillas, pudiendo ser mayor de lo que el examen de los cortes longitudinales ma-



Fi. 360. — Fibras colaterales y terminales de la vía piramidal en los ganglios progerberanciales. Niño de quince días. — A, C, fibras terminales; B, ramas gruesas te bifurcación; D, colaterales; E, plexos pericelulares continuados por colaterales.

nifiesta. En nuestro sentir, las fibras finas desprovistas de colaterales, representan la rama descendente de ciertos tubos medianos ó gruesos, cuya rama principal, según ahora veremos, se termina en el puente.

*Fibras matrices terminales.* — Desde el punto de vista de la forma de

origen, es preciso distinguir dos especies de fibra terminal, según resulta de nuestras recientes investigaciones en el puente del gato (1) y del niño :

a) *Bifurcación desigual*.—Es escasa en el ratón, más frecuente en el conejo y gato, y frecuentísima en el hombre (fig. 360, B). Consiste en que la fibra piramidal, en su trayecto pontal, se bifurca, constituyendo una gruesa rama que penetra en la substancia gris, un poco de arriba á abajo y trazando una curva, y un ramúsculo delicado que continúa el curso primitivo del tubo nervioso, y que en el gato hemos seguido alguna vez hasta la médula espinal. Ahora bien, estas ramas espesas deben estimarse como la principal continuación de las fibras piramidales : además de su superior diámetro, lo acredita también la disposición de su arborización final, que es robusta, muy varicosa é intrincada y se conecta con varias pléyades celulares. En la fig. 360, presentamos algunas arborizaciones de este género, que no se diferencian apenas de las generadas por fibras totalmente terminales. También en el gato y perro existen, aunque más raras y menos complicadas y extensas.

b) *Fibras enteramente terminales*.—Estas fibras nos parecen faltar en absoluto en el ratón, rata y conejo. Si existen deben ser tan escasas que constituyen un factor insignificante de la estructura de los ganglios pontales. En el ratón, el número de fibras piramidales penetrantes en el puente, es poco más ó menos el mismo que aborda el bulbo raquídeo. Si al ingresar en éste la vía motriz, el área total de ésta parece algo disminuída, ello depende del adelgazamiento notable experimentado por las fibras después del suministro de las colaterales pontales.

En el gato, las fibras motrices terminales son raras aún ; sin embargo, en dos ó tres ocasiones las hemos sorprendido, y hemos visto que se comportan á la manera de las ramas gruesas divisorias antes citadas. Acaso afectan algo mayor espesor y poseen más extensa ramificación.

Pero en el hombre es donde las fibras terminales son relativamente abundantes, según mostramos en la fig. 360, C, A. Estas fibras corresponden verosímilmente á los conductores cortico-protuberanciales que los autores suponen situados en la porción interna del pedúnculo cerebral y extendidos desde los ganglios pontales al lóbulo frontal del cerebro. En el puente, nacen en una gran extensión de la vía piramidal, aunque se nos han mostrado más frecuentes en los haces profundos cercanos al lemnisco. Por lo demás, estos tubos son más gruesos que la mayoría de las fibras piramidales, y llegados que son á la substancia gris pontal, emiten en ángulo agudo ramas robustas, cada una de las cuales, y tras un curso variable, se descompone en otras tantas arborizaciones extensas, complicadas y varicosas, en relación con varias pléyades de neuronas pontales.

(1) *Cajal*: Algunos detalles más sobre la anatomía del puente de Varolio, etc. *Rev. trim. microgr.*, tomo III, 1898.

El número de estos tubos motores terminales nos ha parecido ser algo inferior al de las fibras de bifurcación desigual, y enormemente más escaso que las colaterales de la vía piramidal.

¿Las fibras terminales entrarían en relación con elementos especiales del ganglio pontal ó con las mismas células que reciben la influencia de las colaterales? La cuestión es importante, sobre todo desde el punto de vista de ciertas teorías modernas acerca del modo de acción de la vía piramidal (la de Van Gehuchten, por ejemplo, acerca de la doble vía cortico-ponto-cerebelosa). Nuestras investigaciones no nos permiten, por desgracia, aclarar este punto, que debe abandonarse á ulteriores y más profundos análisis.

**Colaterales sensitivas.**—En ciertas preparaciones de la protuberancia en las cuales las colaterales motrices no aparecen teñidas, suelen mostrarse en la región próxima al rafe una infinidad de hebras finas dorso-ventrales prolijamente divididas y en su mayor parte nacidas del lemnisco interno ó cinta de Reil ó al menos de tubos longitudinales ascendentes perfectamente entremezclados con los de la vía sensitiva central (conejo, gato, perro).

No son igualmente abundantes estas colaterales en toda la extensión del lemnisco. En el gato, donde particularmente las hemos estudiado, faltan casi por completo en el tercio externo de éste, son escasas en el tercio medio y se presentan con gran abundancia en el tercio interno, singularmente en el grueso cordón por que remata junto al rafe la cinta de Reil. Se demuestra asimismo que dichas colaterales son nulas ó rarísimas en el tercio posterior de la protuberancia, aumentando en caudal hacia arriba y llegando al máximo en la vecindad del ganglio interpeduncular.

Desde el punto de vista de la longitud y modo de distribución de las colaterales sensitivas, conviene distinguirlas en tres especies: colaterales internas ó nacidas del cordón sensitivo interno (así llamamos al espesamiento interno del lemnisco), colaterales medias, y colaterales externas.

*Las colaterales internas* (fig. 361, D) son las más finas y numerosas. Nacen de los tubos del cordón sensitivo-interno, marchan de un modo laberíntico trazando flexuosidades y revueltas durante cierto trecho, y, después de corto trayecto, se terminan resolviéndose en nidos complicados, cuyas ramas corren en variedad de direcciones, disponiéndose á menudo en asas, y trazando revueltas que hacen casi imposible su total persecución. Estos nidos rodean las células de un cierto ganglio triangular colocado cerca del rafe y en la proximidad del lemnisco (fig. 361, D), ganglio que para distinguirlo del resto de los focos grises de la protuberancia, designaremos *foco dorsal ó triangular del rafe*. En los preparados de Nissl aparece en tal paraje un grupo de corpúsculos bastante voluminosos, estrellados ó fusiformes, bastante bien deslindados de los del resto del puente. La morfología general de estas células no se separa mucho de la



que poseen los demás elementos pontales, y en cuanto al curso del axon no parece discrepan tampoco del seguido por dichas células, toda vez que marcha hacia adelante y se continúa (por lo menos en algunos casos) con un tubo transversal del puente.

A pesar de su vecindad del rafe, son pocas las colaterales del grupo interno que lo cruzan; la inmensa mayoría de ellas representa por consecuencia una corriente sensitiva homolateral. Por lo demás, en este grupo interno entran también algunas pocas colaterales cuyo origen no hemos

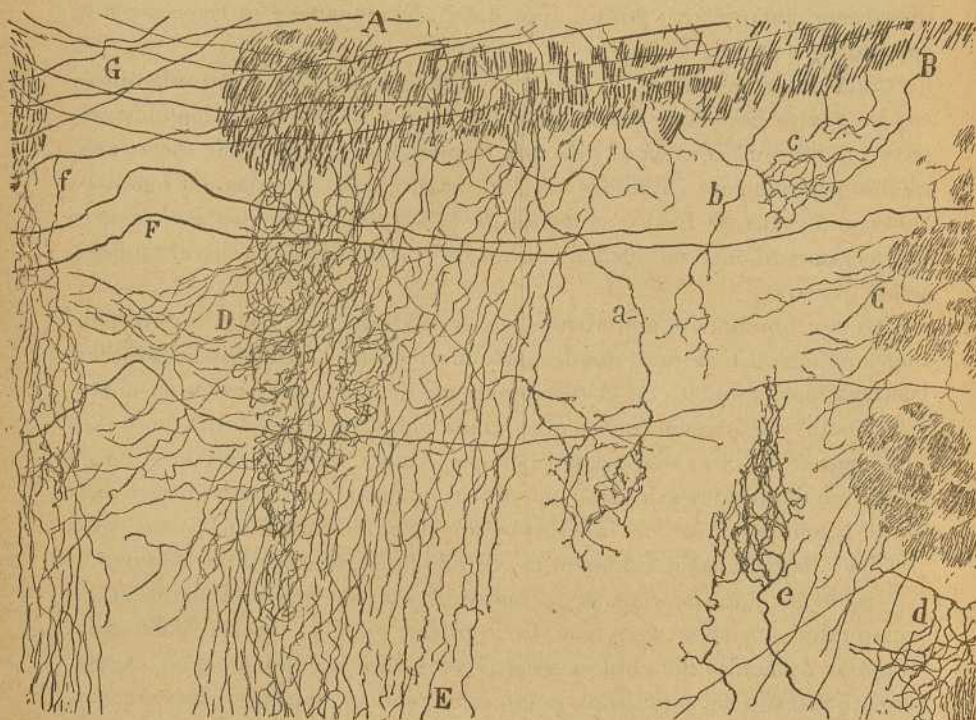


Fig. 361. — Colaterales sensitivas de la protuberancia del gato de pocos días. — A, B, lemnisco interno; C, haces de la vía piramidal; D, plexos pericelulares del foco ventral del rafe; E, colaterales sensitivas medias; F, axones de células protuberanciales; G, cruce en el rafe arciformes destinadas á la porción externa del lemnisco ó vía acústica; a, b, c, colaterales medias acabadas por arborizaciones densas; d, e, gruesas fibras terminales motrices; f, colateral de una fibra arciforme ramificada en el foco ventral del rafe.

podido determinar, y que parecen provenir de tubos longitudinales colocados detrás del lemnisco. En un caso hemos sorprendido una colateral nacida del curso horizontal de un tubo arciforme, conforme mostramos en la fig. 361, f.

Las *colaterales medias* son menos abundantes, pero más robustas, nacen tanto del cordón interno como de sus inmediaciones, y marchan dicoto-

mizándose hacia adelante, paralelamente al rafe, hasta alcanzar la corteza blanca ventral de la protuberancia. En su curso dorso-ventral forman un plexo alargado ancho por detrás, más estrecho por delante, que se aproxima gradualmente al rafe (E). En la mitad ventral del ganglio protuberancial la mayoría de estas fibras corre ya en pleno rafe, donde constituye un ancho pincel ó mejor un tabique fibrilar central compuesto de filamentos varicosos, cuyas escasas ramas ondulantes y flexuosas dejan entre sí huecos prolongados ocupados por las células protuberanciales medias ventrales. Estos elementos, entre los cuales domina la forma en huso y la dirección dorso-ventral, forman una especie de ganglio difuso, único y central por delante, bifurcado por detrás y mal separado lateralmente de los corpúsculos pontales dependientes de la vía piramidal. Semejante foco, que llamaremos, para distinguirlo del posterior, *foco ventral del rafe*, gana en espesor hacia lo alto, hasta que, rechazado á los lados por el ganglio interpeduncular, desaparece por completo así como su compañero dorsal.

Las colaterales *sensitivas externas* son mucho más raras y se distribuyen en una estrecha faja triangular situada entre las colaterales medias y los fascículos más internos de la vía piramidal, á los cuales no puede llegar. Alguna de estas fibras son espesas y se resuelven en robustas arborizaciones (fig. 331, *a, b, c*).

La descripción precedente se refiere sobre todo al gato recién nacido ó de pocos días. En el conejo, la disposición es esencialmente idéntica. Nótese, empero, algunas variantes. El lemnisco aparece en algunos pares dividido en segmentos, de los cuales el interno grueso y redondeado y el medio, no muy alejado de éste, suministran casi todas las colaterales. Las del grupo interno se ramifican en un *ganglio dorsal del rafe* robusto y ancho, observándose que no pocas colaterales cruzan el rafe, constituyendo una comisura transversal flexuosa y laxa. Algunas de estas ramillas más internas, en vez de cruzar la línea media se resuelven en ella, casi á igual distancia de ambos focos dorsales, en elegantes cestas que envuelven algunos corpúsculos estrellados ó fusiformes medios. Las colaterales destinadas á la región ventral del puente (región vecina del rafe), nacen preferentemente del segmento medio de la vía sensitiva central.

La existencia de las referidas colaterales sensitivas en el espesor de un ganglio nervioso donde, según dejamos dicho, tienen también su terminación las colaterales de la vía piramidal, plantea un problema tan difícil como importante. Estos dos órdenes de colaterales ¿se relacionan con las mismas células protuberanciales ó cada uno de ellos afecta indiferentemente á todas ellas?

Por lo que se refiere á las regiones próximas á la línea media, y sobre todo al *foco dorsal del rafe*, la respuesta no es dudosa; en este punto no penetran las colaterales motrices, las cuales tienen su radio de distribución más externo, por lo menos en el gato, perro y hombre. Debemos,

por tanto, inferir de esta disposición, que las células residentes en el núcleo dorsal del rafe, reciben solamente la influencia de las colaterales sensitivas.

Por lo que toca al campo de distribución de las colaterales medias, la respuesta es dudosa, porque si bien dominan éstas, no faltan nunca algunas fibrillas llegadas de la vía piramidal. Semejante mezcla y confusión de conductores, no implica necesariamente uniformidad de conexiones. La individualidad de las vías podría ser aquí mantenida también. No hay sino imaginar que las neuronas relacionadas con las colaterales motrices, no son precisamente las conexionadas con las sensitivas. Pero esto es una mera hipótesis que exige confirmación.

En cuanto á los territorios próximos á la vía piramidal, y particularmente los situados por delante, por fuera y entre los haces de la misma, deben estimarse como exclusivamente motrices; al menos hasta ahora no hemos visto penetrar en ellos más que colaterales de la vía motriz.

En resumen; de nuestras recientes observaciones, no acabadas aún, resulta como conclusión probable que el puente de Varolio es un ganglio mixto motor en sus tres cuartos externos ó más, y sensitivo en la proximidad del rafe. Ambos focos engendrarían tubos nerviosos continuados con los pedúnculos cerebelosos medios.

Muchos autores, siguiendo á Bechterew, admiten dos especies de conductores en los pedúnculos cerebelosos medios: unos ascendentes nacidos en el puente y terminados en el cerebelo, otros descendentes originados en las células de Purkinje de éste, y acabadas en el puente ó en otros focos centrales.

La admisión de esta doble vía se funda, no en observaciones anatómicas directas, sino en consideraciones relativas á la distinta época de medulización de los tubos transversales del puente. Bechterew (1) observó primeramente que estas fibras transversales forman dos sistemas en el niño de pocas semanas: uno situado proximalmente, es decir, en la parte anterior del puente, y el cual se medula muy tardíamente, y otro distal situado detrás del precedente y tempranamente medulado.

El sistema distal ó tempranamente medulado (*sistema espinal* de Bechterew, *fibras cerebelo-pontales descendentes* de Kölliker), comprende dos categorías de conductores: los unos acabarían en ambas mitades pontales; mientras que los otros, después de pasar por capas más profundas, cruzarían el lemnisco interno y finirían, quizá, en el dominio de la calota, en cuya substancia reticular, así como en el *nucleus reticularis tegmenti* de Bechterew, penetrarían lateralmente.

De este núcleo partirían ahora nuevas fibras descendentes enlazadas con las cerebelosas mencionadas, y constitutivas de una vía espinal diseminada por la substancia reticular gris del bulbo, y destinada á llevar la influencia cerebelosa á los focos motores de la médula espinal.

Según Kölliker (2), que acepta en sus líneas generales esta doctrina de

(1) Bechterew: *Neurol. Centralbl.* 1885.

(2) Kölliker: *Lehrbuch der Gewebelehre*, etc., 6 Aufl., Bd. 2, pág. 334.

Bechterew, las fibras centrifugas cerebelosas ó descendentes seguirian dos derroteros : unas marcharian desde las células de Purkinje de un lado al hemisferio cerebeloso opuesto, pasando por el puente ; otras ganarian en éste la vía motriz é irian al cerebro. Pero estas vías estarian interrumpidas en los ganglios pontales, donde los tubos de Purkinje tendrian un empalme, á favor de arborizaciones finales, con las neuronas destinadas al cerebelo y cerebro. Mingazini y Pusateri, con algunas variantes, admiten también la doble vía centrifuga y centripeta de los pedúnculos cerebelosos medios. Este último autor dice haber coloreado por el método de Golgi, tanto las fibras cerebelosas acabadas en la protuberancia, como las que, en sentir de Bechterew, tendrían su término en la substancia reticular gris de la protuberancia.

Nosotros (1), en un primer trabajo sobre las conexiones cerebelosas, efectuado con el método de Marchi (extirpación superficial de las láminas cerebelosas para no herir sino tubos de Purkinje y examen de las degeneraciones resultantes), nos habiamos pronunciado también en pro de la existencia de estas fibras descendentes, que suponiamos cruzadas en el rafe y continuadas acaso con tubos de la substancia reticular gris del puente. Además, el método de Golgi nos permitió también colorear en el puente del ratón algunas fibras de este género.

Pero actualmente, en vista de la dificultad extrema de hallar dichos conductores en el puente de los pequeños mamíferos, explorados con el método de Golgi, creemos que la citada vía descendente de Bechterew tiene menos importancia de la que se creyó en un principio. No negaremos la existencia de fibras de este género; pero presumimos que, si existen, son una minoría insignificante por comparación con los conductores ponto-cerebelosos ascendentes que constituyen la masa principal de los pedúnculos cerebelosos medios. Por otra parte, los errores cometidos con el método de Marchi y el de Flechsig, métodos en contradicción muchas veces con los resultados más evidentes de los procedimientos anatómicos directos, nos obligan á ser muy cautos en la adopción de aquellas hipótesis que no hallan apoyo en las revelaciones del método de Golgi.

Además, recientes observaciones nos han enseñado que los tubos horizontales del cuerpo trapezoide invaden constantemente en los pequeños mamíferos el espesor del puente (cuarto inferior en el conejo y ratón), cruzando no sólo la región del lemnisco interno, sino el espesor de la substancia gris pontal. En el gato, estas fibras superiores llegan todavía más arriba. Así que juzgamos probable que algunos de tales tubos gruesos arciformes, erráticos y como perdidos en la substancia gris protuberancial, hayan sido tomados más de una vez, y aun por nosotros mismos (2), por conductores de la susodicha vía descendente cerebelo-pontal ó cerebelo-ponto-medular.

Hemos visto anteriormente que la vía motriz se bifurca en el puente, engendrando dos sistemas centrifugos : uno largo ó *cortico-ponto-cerebeloso*, constituido sucesivamente por la neurona motriz cerebral, las colaterales de sus axones en el puente, las células protuberanciales, y finalmente, los axones de Purkinje, los cuales, según Marchi y otros, se

(1) *Cajal* : Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios del encéfalo ; VI, Conexiones distantes de las células de Purkinje ; I, Puente de Varolio. *Anal. de la Socied. españ. de Hist. natural*. 2.<sup>a</sup> serie, tomo III ; 1.<sup>o</sup> de agosto de 1894.

(2) *Cajal* : *Loc. cit.* I, Puente de Varolio.

terminarían, después de ingresar en el cordón antero-lateral de la médula, en los focos motores; y otro *directo ó cortico-espinal* representado por el tallo de los axones de la vía piramidal que descienden á lo largo de la cápsula interna, bulbo y médula espinal.

La existencia de la vía indirecta que nuestros trabajos sobre la protuberancia han demostrado, tiene en su apoyo numerosos hechos de anatomía patológica y fisiológica. Ya Turner y Meynert, fundándose en que la atrofia de un hemisferio cerebral va seguido de la del hemisferio cerebeloso opuesto, admitieron entre ambos centros un enlace cruzado, que tendría lugar por intermedio de los ganglios de la protuberancia y pedúnculos cerebelosos medios. La naturaleza de este enlace, naturalmente, se desconocía entonces; y así, cuando contra esta manera de ver se alzaron Gudden, Vejas y Mingazini, alegando que la extirpación de un hemisferio cerebeloso, no provoca atrofia del pedúnculo cerebral, era imposible dar una contestación satisfactoria que armonizase todas estas experiencias contradictorias. Pero la conciliación es posible, y estriba, como hace notar van Gehuchten (1), en que la relación cerebro-cerebelosa no se establece directamente, sino á favor de un empalme ó contacto entre colaterales ó terminales motrices arborizadas en el puente y las células de este ganglio, cuyos axones se terminan en el cerebelo: puesto que la neurona ponto-cerebelosa es ascendente, es decir, que tiene el soma ó centro trófico en la protuberancia y no en el cerebelo, es natural que la extirpación de este órgano no produzca atrofias en la vía motriz. Además de los hechos anatomo-patológicos y evolutivos que implican la existencia de esta vía motriz indirecta ó cerebelosa, hay experiencias fisiológicas que hablan en su favor. Así Wertheimer y Lepage (2), habiendo cortado las pirámides en el bulbo del perro, han observado que la excitación de los centros motores de la corteza provocaba todavía movimientos. Parecidos resultados ha obtenido Starlinger (3), quien en varios perros, cuya vía piramidal fué seccionada, apenas notó trastornos motores, recobrando rápidamente los animales la normalidad de sus reacciones motrices espontáneas.

Un punto importante relacionado con esta cuestión de la doble vía motriz, es saber si, además del sistema ponto-cerebeloso nacido del empalme con colaterales motrices ó ramas gruesas de bifurcación, minuciosamente descrito en páginas anteriores, existe otro sistema ponto-cerebeloso, empalmado exclusivamente con fibras terminales motrices, es decir, con ese *fascículo pontal cortico-protuberancial* de Flehsig, que según Dejerine emanaría de la zona motriz de la corteza cerebral. La existencia de este nuevo sistema motor indirecto ha sido confirmada por el examen micrográfico con el método de Golgi. En las páginas anteriores hemos visto que, en efecto, en la protuberancia del hombre se ramifica un número notable de fibras motoras terminales; pero hemos notado, además, que tales conductores directos faltan ó son escasísimos en los mamíferos de escasa talla, en los cuales la vía indirecta está casi exclusivamente formada por las colaterales motrices y las células ponto-cere-

(1) *Van Gehuchten*: Anatomie du Systeme nerveux, II vol., pág. 447.

(2) *Wertheimer et Lepage*: Sur les fonctions des pyramides antérieures du bulbe. *Comp. rendus de la Société de Biologie*, 29 juin. 1896.

(3) *Starlinger*: Die Durchseidung beider Pyramiden beim Hunde, *Jahrb. f. Psychiatrie*, 1896.

belosas. El establecimiento de una vía formada por fibras terminales representaría, pues, no una disposición esencial, sino un perfeccionamiento de la vía cortico-ponto-cerebelosa de colaterales, perfeccionamiento reservado exclusivamente para los mamíferos de gran cerebelo, y singularmente para el hombre. La creación de semejante disposición podría haber ocurrido por sucesivo adelgazamiento y atrofia de la rama descendente ó espinal de algunas fibras piramidales.

Resulta, pues, de todo lo expuesto, que en el hombre existen tres vías motrices ó cortico-medulares: 1.<sup>a</sup>, *la directa ó cortico-ponto-medular*; 2.<sup>a</sup>, *la indirecta de colaterales ó cortico-ponto-cerebelo-medular*, y 3.<sup>a</sup>, *la indirecta de terminales ó cortico-ponto-cerebelo-medular* de los autores.

*Apuntes históricos.*—Los puntos principales de la estructura de la protuberancia han sido resueltos por Meynert y Bechterew, que ignoraron, sin embargo, la morfología de las células pontales y sus conexiones precisas con el cerebelo y la vía piramidal.

La morfología de las células fué primeramente precisada por Vincenzi, que no pudo, empero, determinar la marcha del axon.

Mis estudios sobre la protuberancia, además de permitirnos demostrar plenamente algunos asertos, deducidos de ciertos experimentos anatómopatológicos (tales como el paso de los axones de las células protuberanciales á los pedúnculos cerebelosos homo y contralaterales), condujeron á los siguientes resultados: 1.<sup>o</sup>, existencia de las colaterales pontales de la vía piramidal y de sus relaciones de contacto con las células de la protuberancia; 2.<sup>o</sup>, presencia de las bifurcaciones desiguales de los tubos motores; 3.<sup>o</sup>, existencia de un tipo celular específico en la protuberancia humana; 4.<sup>o</sup>, detalles sobre las terminaciones en el hombre de las fibras del manojo cortico-protuberancial; 5.<sup>o</sup>, demostración del curso y terminación de las colaterales sensitivas; 6.<sup>o</sup>, en fin, por primera vez, llamamos la atención de los sabios sobre la importancia fisiológica de las colaterales motrices pontales, mostrando que, merced á ellas, la excitación arribada del cerebro á la protuberancia se bifurca en dos corrientes, una de las cuales se termina sobre las células de Purkinje del cerebelo.

Cuando nosotros publicamos nuestro primer trabajo sobre el tema donde se consignaba el descubrimiento de las colaterales motrices, ignorábamos que antes que nosotros las había señalado, bien que muy lacónicamente, Held (1), en un trabajo sintético y sin figuras sobre el bulbo y cerebelo. Este autor no debió hallar acaso sino tal cual colateral esporádica, toda vez que no dió importancia al hecho ni se preocupó de su significación fisiológica. Su descripción se reduce á esto: «también las pirámides muestran aquí (en el puente) algunas colaterales sumamente delgadas y poco ramificadas en los jóvenes animales». En este trabajo, extraordinariamente sucinto, nombra también Held, sin describirlas, las colaterales del lemnisco interno. La noticia que da de ellas se reduce á esto: «En el plexo nervioso del puente, colaboran también colaterales de los cordones longitudinales del puente, así como de la fronteriza capa del lemnisco» (2).

(1) Held: Beitrage zur feineren Anatomie und des Kleinhirns und des Hirnstammes. *Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abtheil.*, 1893. He aquí el pasaje: «Auch die Pyramidenbahn zeigt hier solche collateralen; sie sind jedoch ausserordentlich dünn und wenig verzweigt auf jüngerenstufen».

(2) El texto, dice así: «bildet sich dies Flechtwerk von Nervenfasern aus

En fin, Pusateri (1), que trabajó sin tener conocimiento de nuestra primera comunicación sobre el tema, confirmó á su vez la existencia de las colaterales motrices en la protuberancia humana, y señaló la presencia de las arborizaciones del fascículo cortico-protuberancial, aunque limitándose no más á nombrarlas, sin dar de ellas dibujo ni descripción por las cuales se acredite que no las ha confundido con ramos colaterales.

Para ser completos, mencionemos aún las consideraciones atinadas é ingeniosas que sobre la interpretación fisio-patológica de las colaterales motrices del puente, han publicado Van Gehuchten (2) y Lugaro (3). De ellas hemos tratado ya en la pág. 468 y siguientes, Tomo I.

collateralen der Langstränge der Brücke sowie der sie dorsal abgrenzenden Schleifenschicht».

(1) *Pusateri*: Sulla fina anatomia del ponte di Varolio nell'uomo. *Riv. di patol. ner. e mentale*, vol I, fas. 1, 1896

(2) *Van Gehuchten*: Contribution à l'étude du faisceau pyramidal. *Journal de neurologie et hypnologie*, 1896. Véase también: A propos des contractures post-hémiplegiques. *Travaux du Laboratoire de Neurologie*, 1 fasc., 1898.

(3) *Lugaro*: Sui rapporti fra il tono muscolare, la contractura e lo stato dei riflessi. *Rivista di Patol. ner. e mentale*, 1898.



## CAPÍTULO XVI

### CEREBELO. — ESTRUCTURA DE LA CORTEZA CEREBELOSA

Capa molecular ó plexiforme. — Células de Purkinje, células de cesta y corpúsculos de axon corto.

El *cerebelo* es un centro nervioso irregularmente lenticular, situado en el hombre por debajo y detrás del cerebro, entre la prolongación occipital de éste y la cara dorsal de la médula oblongada y tubérculos cuadrigéminos.

Consta el cerebelo de tres segmentos ó lóbulos: el *vermis* ó lóbulo medio y los *hemisferios laterales*, constitutivos de la mayor parte de este centro.

A la manera del cerebro, se compone el cerebelo de una substancia blanca central y de una corteza gris rosácea. Esta corteza aparece surcada por multitud de circunvoluciones delgadas llamadas *laminillas*, en gran parte paralelas y transversalmente orientadas. Semejante orientación transversal, muy regular en el lóbulo medio, algo alterada en los hemisferios laterales, se mantiene en toda la serie animal, y representa el resultado mecánico del superior crecimiento antero-posterior de la substancia gris cerebelosa en la época embrionaria, y acaso también una acomodación á la dirección de las fibras nerviosas dominantes en la zona plexiforme ó molecular (fibras paralelas).

Los citados lóbulos del cerebelo no guardan entre sí las mismas proporciones en la serie animal. En los peces, batracios y reptiles, existe solamente el *vermis* ó lóbulo medio, que puede estimarse como el cerebelo primitivo ó ancestral; en las aves se inicia ya un rudimento de lóbulo lateral; pero sólo en los mamíferos, y singularmente en el hombre, alcanza este lóbulo todo su desarrollo. Sin embargo, el desarrollo del cerebelo no decrece en la serie animal de un modo regular. Su volumen y riqueza en circunvoluciones están en relación, como Edinger ha hecho notar, con la potencia de los músculos equilibradores del cuerpo y de la cabeza, y, por consiguiente, con la cantidad de trabajo que el animal debe gastar en mantener su estabilidad de posición. Así, los reptiles y batracios, que poseen ancha base de sustentación y, por tanto, fácil equilibrio, tienen un cerebelo insignificante y exento de circunvoluciones; mientras que los peces, colocados en grado más inferior de la serie ani-



mal, pero cuyas funciones de equilibración son muy importantes, hállanse dotados de robusto cerebelo, surcado en algunas especies de gran talla por numerosas circunvoluciones. En fin, en el hombre y las aves, en donde la base de sustentación es angosta y por ende potentes y numerosos los músculos equilibradores, el cerebelo alcanza gran desenvolvimiento.

Las precedentes consideraciones bastan ya para presumir que este ganglio central es ajeno á toda actividad psíquica ó de orden superior.

El estudio del cerebelo comprende tres partes principales: 1.<sup>a</sup>, *la corteza cerebelosa*; 2.<sup>a</sup>, *los ganglios centrales (oliva cerebelosa, ganglio del techo, etc.)*; y 3.<sup>a</sup>, *los pedúnculos cerebelosos*.

#### CORTEZA CEREBELOSA

Cuando se examina una sección antero-posterior del cerebelo de un mamífero, aparece una gran masa central de substancia blanca, limitada periféricamente por una corteza gris ó gris rojiza, y mucho más delgada que la substancia de igual nombre del cerebro. Esta zona gris se presenta replegada en laminillas ó dobleces, en el eje de los cuales destaca por claro una prolongación también membranosa de substancia blanca.

Visto al microscopio un corte fino de una laminilla coloreada por el carmín ó anilinas, se perciben tres zonas bien deslindadas: 1.<sup>a</sup>, *la capa plexiforme* (así llamamos á la conocida generalmente con la designación impropia de *zona molecular*); 2.<sup>a</sup>, *capa de los granos ó de las células de axon bifurcado*, ó simplemente de las *neuronas enanas*, y 3.<sup>a</sup>, *capa de la substancia blanca*.

Entre la zona primera y la segunda, pudiera, en realidad, admitirse otra estratificación intermediaria, la de las *células gigantes ó de Purkinje*, corpúsculos ovoideos ordenados en hilera horizontal; pero la adición de semejante zona no trae provecho ni claridad á la descripción, toda vez que la parte principal de tales elementos gigantes, corresponde á la zona primera ó plexiforme.

**ZONA PLEXIFORME** (*Zona molecular, capa de las células de cesta de Retzius*). — Limitada exteriormente por la superficie cerebelosa y profundamente por la hilera de las células de Purkinje y contingentes más altos de la capa de los granos, exhibe en los preparados coloreados con carmín ó hematoxilina, su aspecto pálido y finamente granugiento, apariencia que ha motivado el nombre de *molecular*; mas, como luego veremos, tales granulaciones son apariencia engañosa, pues en realidad, esta zona está construída de un plexo ó urdimbre muy apretada, donde participan fibras longitudinales, transversales y axiales. Como todas las formaciones antiguamente llamadas *moleculares*, representa dicha capa un paraje de empalme ó articulación por contacto, entre penachos protoplásmicos y fibrillas nerviosas terminales.

En ella hay que estudiar tres especies de células: las de Purkinje, las estrelladas gruesas ó profundas y las estrelladas pequeñas ó superficiales. En su construcción colaboran, además, diversos factores nerviosos y neuróglícos emanados de la zona segunda ó de los granos.

Células de Purkinje.—Así designadas en honor de su descubridor (1), estas células son gruesas, ovoideas, semilunares ó mitrales, y constituyen una hilera discontinua situada precisamente en el confin de las dos capas plexiforme y de los granos ó células enanas. Sus diámetros son en

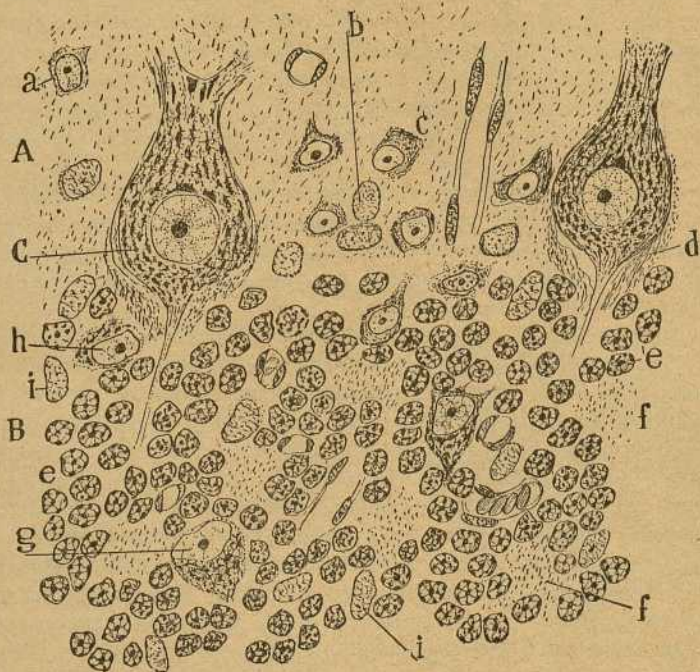


Fig. 362. — Trozo de un corte de la corteza cerebelosa del hombre adulto. Método de Nissl. Obj. 1,30 apocr. Zeis. — A, porción inferior de la capa plexiforme; B, capa de los granos; C, cuerpo de las células de Purkinje; a, célula estrellada de la capa plexiforme; b, núcleos de las células epiteliales; c, otra célula nerviosa estrellada con cromatina marginal; d, masa fibrilar que corresponde á las cestas de Purkinje; e, núcleos de los granos; f, islotes granulados ó cerebelosos; g, h, células de Golgi de la capa de los granos; i, núcleos de las células de neuroglia.

el hombre de 35 por 65  $\mu$ , variando algo en los diversos mamíferos. Su estructura coincide con la de los corpúsculos motores, exhibiendo: un núcleo voluminoso provisto de un nucleolo esférico y de una red pálida que no se colorea apenas con las anilinas básicas, aunque sí con las ácidas; un protoplasma abundante salpicado de granos cromáticos pequeños, irregulares, entre los cuales destaca casi siempre un grumo perinuclear,

(1) Purkinje: Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher in Prag, 1837.

triangular ó semilunar, situado en dirección del tallo principal; y, por último, una finísima membrana que sólo puede verse con los apocromáticos 1'30 ó 1'40, y á la cual se adhieren, al parecer, por dentro, las trabéculas del espongioplasma y, por fuera, un plexo especial de fibras nerviosas (fig. 362, G).

Todavía cabe reconocer en torno de la célula y á guisa de refuerzo de la membrana, una corteza de material granuloso coloreable en pardo por el cromato argéntico. Esta corteza, que se prolonga á lo largo del tallo y de todas las dendritas secundarias y terciarias (fig. 363, G, B), aparece surcada por líneas é impresiones irregulares, que en ciertos casos le prestan el aspecto de un mosaico muy incorrecto.

Descubierta por nosotros (1) hace algunos años, la citada corteza ha sido confirmada por Golgi, quien hace notar que, en otros muchos elementos, posee una disposición francamente reticulada (células motrices, corpúsculos gigantes del bulbo).

Nosotros creemos que Golgi identifica aquí dos cosas diferentes: el cemento pericelular que se presenta solamente en torno de aquellos elementos portadores de cestas ó arborizaciones terminales; y unas redes finas residentes en la membrana celular, ó acaso en la porción periférica del espongioplasma de ciertas neuronas.

Estas singularísimas redes pericelulares no aparecen en las células de Purkinje, ni por el método de Golgi ni por el de Ehrlich. En cambio, se presentan, y acaso constituyen una disposición constante, en los grandes corpúsculos motores de la médula, del simpático y de los focos del bulbo raquídeo, según acreditan las observaciones de Golgi (2), Donaggio (3), Bethe (4), Nissl (5) y Meyer (6). Nosotros (7) las hemos reconocido también en las pirámides cerebrales coloreadas con el método de Ehrlich, y recientemente Simarro (8) las ha impregnado en la médula del conejo, sirviéndose de un procedimiento particular de coloración. Nuestras observaciones nos permiten afirmar, contra Bethe y Meyer, que en ningún caso cabe sorprender una continuación entre el susodicho retículo superficial y las arborizaciones nerviosas pericelulares; ambas formaciones, siquiera se hallen muy próximas, son absolutamente independientes.

(1) Cajal: A propos de certains éléments bipolaires du cervelet, & *Intern. Monatschr. f. Anat. u. Physiol.* Bd. VII, fasc. 11, 1890.

(2) Golgi: Interno alla struttura delle cellule nervose. (*Bollettino della Società Medico-chirurgica di Pavia*, 1898).

(3) Donaggio: Nuove osservazioni sulla struttura delle cellule nervose. Reggio-Emilia, 1899. (*Riv. sperim. de Freniatria*).

(4) Bethe: Ueber die Primitivfibrillen in der Ganglienzellen des Menschen, & *Morphol. Arbeit. v. Schwalbe* Bd. 8. H. I, 1898.

(5) Nissl: Nervenzellen und graue Substanz. *Munchener medicinischen Wochenschrift*, núms. 31, 32 y 33, 1898.

(6) Semi Meyer: Ueber Centrale Neuritendigung. (*Arch. f. Mikros. Anat.*, 1899).

(7) Cajal: La red superficial de las células nerviosas centrales. (*Rev. trim. micrográfica.*, 1897).

(8) Simarro: Nuevo método histológico de impregnación por las sales fotográficas de plata. *Rev. trim. micr.*, tomo V, año 1900.

Según Golgi (1), además de las citadas redes superficiales, ciertas células, singularmente las ganglionares raquídeas y los elementos de Purkinje, alojan dentro del protoplasma un armazón reticulado especial, formado de tallos gruesos y al parecer sin comunicación con el axon ni las expansiones dendríticas delgadas. Esta incomunicación con las expansiones, así como el aspecto ondeado y frecuentes anastomosis de sus trabéculas, distinguen al primer golpe de vista el aparato filamentososo intraprotoplasmático de Golgi de las hebras finísimas y rectilíneas que Bethe (2) ha mostrado en el espesor de algunas células de gran talla, en aquellas en que ya los antiguos autores habían reconocido fibrillas intersticiales.

En la fig. 364, A, mostramos el retículo endocelular de Golgi tal como aparece en nuestros preparados de cerebelo de ave, donde el método doble (no el especial de Golgi, sino el usual) lo impregna con bastante frecuencia. Obsérvense las anastomosis frecuentes, la forma laminar de las trabéculas, los angostos agujeros que exhiben ciertas partes engrosadas de la red, y la convergencia general de las fibras hacia el tallo dendrítico, dentro del cual lo incompleto de la impregnación no permite seguir las. En torno de la red existe un delgado limbo de protoplasma incoloro. Repárese asimismo en dicha figura la existencia de retículos finos granulosos, aplanados y muy superficiales, hasta en las células de cesta (fig. 364, B), elementos en que todavía no se habían señalado. Dentro del aparato filamentososo, un gran vacío marca la posición del núcleo y de una parte de protoplasma central exento de precipitados.

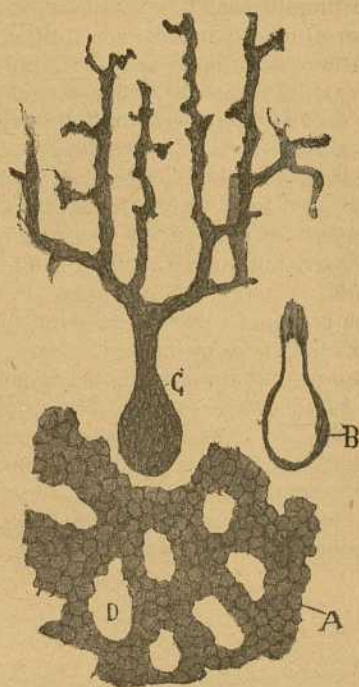


Fig. 363. — Corteza de cemento que rodea las células de Purkinje. Método del cromato de plata. — A, cemento intergranular; B, corteza que rodea las células de Purkinje vista en enfoque ecuatorial; C, la misma en el enfoque superficial; D, islotes protoplásmicos.

El retículo intraprotoplásmico de Golgi ha sido confirmado por Verat-

(1) Golgi: Interno alla struttura delle cellule nervose. (*Bollettino della Società Medico-chirurgica di Pavia*, 19 aprile 1898).

(2) A. Bethe: Ueber Neurofibrillen in den Ganglienzellen von Wirbelthieren und ihre Beziehungen in Golginetzen. (*Arch. f. Mikros. Anat.*, etc., Bd. 59, 1900).

ti (1), Holgrem (2), Studnicka (3), Nelis y Donaggio (4). Estos cuatro últimos autores se inclinan, siguiendo á Holgrem, á considerarlo, no como un armazón de trabéculos sólidos, sino más bien como una red de conductitos linfáticos intraprotoplásmicos. También Retzius (5) que ha impregnado recientemente este armazón en los ganglios raquídeos, halla verosímil esta opinión, y compara dicho retículo con los conductos intraprotoplásmicos de ciertas células glandulares. Para Ballowitz (6), constituiría la red un resto de ciertas figuras debidas á degeneraciones nucleares. En fin, Bethe (7) lo ha visto recientemente en las células de los ganglios raquídeos; pero no cree tampoco que sea la misma cosa que los conductitos intracelulares señalados por Holgrem. La cuestión, pues, de la naturaleza del retículo endocelular de Golgi, dista mucho de estar resuelta.

Por lo demás, el citado retículo había sido ya observado algunas veces por nosotros en los preparados coloreados por el método ordinario de la doble y triple impregnación; pero la inconstancia con que tales precipitados reticulados se presentaban, y su disposición irregular y fragmentaria, nos impidieron hacer de ellos un estudio detenido (encuéntrense en algunas de nuestras antiguas preparaciones de los focos motores del hipogloso y vago, así como en las del cerebelo y ganglios ráquídeos), y nos obligaron á reservar su descripción en espera de nuevos datos que nos revelaran su naturaleza. Por otra parte, no concedimos entonces al hecho ninguna importancia, considerándolo como una precipitación de cromato de plata sobre algún albuminoide coagulado. Hoy, empero, en vista de las valiosas observaciones de Golgi, efectuadas con ayuda de un procedimiento de teñido más constante y seguro, estimamos preexistente la citada red, aunque no podemos persuadirnos de que corresponda á un sistema de conductos interiores. En muchos preparados, tales trabéculos se presentan siempre macizos, laminares y sin indicios de hueco ni pa-

(1) *Veratti*: Ueber die feinere Structur der Ganglienzellen des Sympathicus. *Anat. Anzeiger*, 1898.

Véase también:

Su alcune particularita di struttura des centri acustici nei mammiferi, &. Pisa, 1900.

(2) *E. Holgrem*: Studien in der feineren Anat. der Nervenzellen. Aus Bonnet-Merkel's. *Anatomischen Heften*, Bd. 18, 1900. Véase también:

— Zur Kenntniss der Spinalganglienzellen des Kaninchen und des Frosches. *Anat. Anzeiger*, Bd. 16, n° 7.

— Weitere Mittheilungen über den Bau der Nervenzellen. *Anat. Anzeiger*, Bd. 16, n° 15, u. 16.

— Noch weitere Mittheilungen über den Bau der Nervenzellen. *Anat. Anzeiger*. Bd. 17, n° 1.

(3) *Studnicka*: Ueber das Vorkommen von Kanälchen und Alveolen in Körper der Ganglienzellen, &. *Anat. Anzeiger*, 1899.

(4) *Nelis*: Un nouveau detail de structure du protoplasme des cellules nerveuses, &. *Bull. de l'Acad. des sciences de Belgique*, 1899.

(5) *Retzius*: *Biologische Untersuchungen*. Bd. 9, 1901.

(6) *Ballowitz*: Eine Bemerkung zu dem von Golgi und seine Schülern beschriebenen Apparato reticulare interno der Ganglien und Drussenzelle. *Anat. Anzeiger*. Bd. 18, n° 8, 1900.

(7) *Bethe*: Einige Bemerkungen über die intracellularen Kanälchen der Spinalganglienzellen und die Frage der Ganglienzellenfunction. *Anat. Anzeiger*, Bd. 17, 1900.

red, tanto en los cortes longitudinales como en los transversales de los mismos.

¿No podría ser este retículo el mismo espongioplasma celular, es decir, ese almacén de trabéculas membraniformes, obscuramente dibujado en los preparados de Nissl, el cual atraería algunas veces, aunque sólo en ciertos puntos, el precipitado argéntico? Si semejante parecer se estimase verosímil y plausible, habría que reconocer que los preparados de Nissl no dan la verdadera morfología del espongioplasma, el cual, como dejamos dicho, ni se insertaría en la membrana ni se prolongaría por el axon y finas dendritas.

De todos modos, es preciso proceder con cautela al interpretar las citadas imágenes, pues podrían no corresponder enteramente á formas pre-existentes. En muchas células se descubren indicios de que el citado retículo representa un fragmento mutilado, por impregnación incompleta, de un vasto almacén intracelular, acaso tan extenso como el espongioplasma de los preparados de Nissl. Por ejemplo, en los focos motores (hipogloso, facial, vago) hemos visto á menudo los trabéculos de la red prolongarse

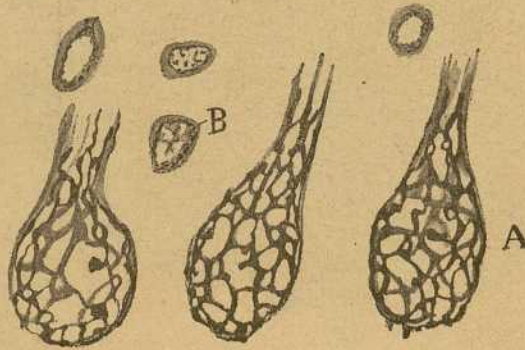


Fig. 364.—Redes intraprotoplásmicas de las células de Purkinje de la paloma de un mes (A); B, redes finas perinucleares de las células de cesta.

hasta el origen de las dendritas, donde cesaban bruscamente, como si la impregnación se hubiera interrumpido. Quizás la falta de trabéculas en el axon y de enlaces directos del retículo con la membrana, constituyan también una laguna de la impregnación, laguna imputable á la incapacidad de las zonas superficiales del espongioplasma para fijar los depósitos argénticos. No olvidemos tampoco que se ha puesto por algunos en duda la preexistencia del espongioplasma, y que podría muy bien suceder que el cromato argéntico se hubiera fijado en un precipitado protéico artificial, producido por la acción coagulante de la mezcla osmio-bicrómica.

Por lo cual creemos que las interpretaciones que se han dado del referido aparato endocelular son todas prematuras, siendo forzoso esperar nuevas y más penetrantes pesquisas.

*Arborización dendrítica de las células de Purkinje.*—Del soma de estos corpúsculos brotan, según puede notarse en las preparaciones coloreadas en carmín y hematoxilina, pero sobre todo en las del cromato de

plata, dos clases de expansiones: las *protoplásmicas*, que nacen de lo alto, y el *axon*, que emana constantemente del cabo ó polo inferior.

Iniciase la arborización dendrítica por la proyección hacia afuera de uno, dos, rara vez tres tallos recios, ascendentes ú oblicuos, los cuales se separan en arco de lo alto del soma, y en su camino se dicotomizan repetidamente, llenando, como demostró primeramente Golgi (1), de ramas primarias y secundarias toda la altura de la zona plexiforme. El ángulo

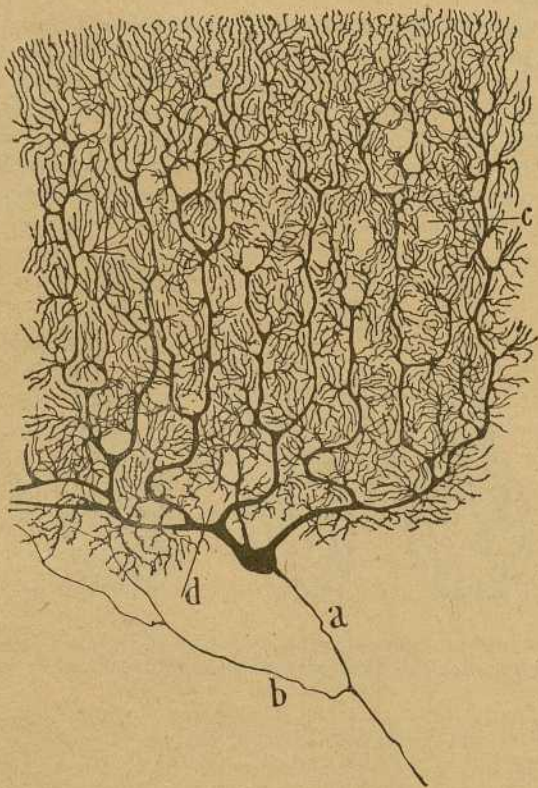


Fig. 365. — Célula de Purkinje del cerebelo del hombre adulto. — *a*, axon ; *b*, colateral recurrente ; *d*, vacíos donde se alojan células de cesta ; *c*, huecos para vasos.

trazado en cada bifurcación aparece suavizado por una concavidad, y el tallo progenitor exhibe un ensanchamiento triangular. El contorno de todos estos tallos ó nerviaciones principales carece de espinas (fig. 365). Un cierto espacio mediante entre los mismos y la trama de la zona plexiforme, se aprovecha, según veremos más adelante, para alojar las arborizaciones trepadoras (fig. 366 y 368, *b*).

Del contorno de las nerviaciones secundarias y terciarias brotan las

(1) *Golgi* : Sulla fina Anatomia deglis organi centrali, etc., 1886.

innumerables ramillas dendríticas terminales, que son delgadas, cortas, fuertemente espinosas, sobriamente ramificadas y de un espesor sensiblemente igual. Tan numerosas y próximas se presentan, que engendran en toda la extensión de la zona primera una copa ó macizo de apéndices foliáceos, comparables por su forma, disposición y número, al ramaje de un pino.

De cuando en cuando, este ramaje reserva algún claro redondeado é irregular, donde se alojan capilares y células nerviosas estrelladas. Como es natural, tales vacíos son mucho más numerosos y extensos cerca del

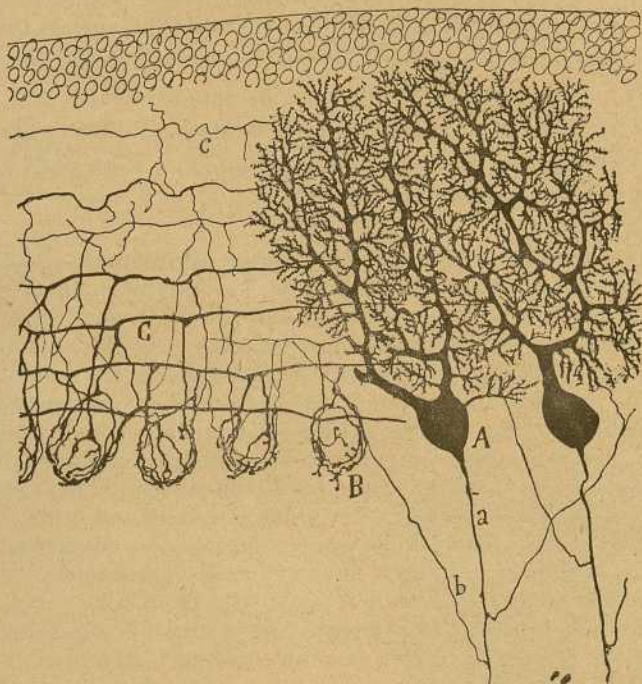


Fig. 366. — Corte transversal de una laminilla cerebelosa delgado de veinte días. — A, célula de Purkinje; B, cestas nerviosas; C, axones de las células estrelladas.

soma de las células de Purkinje, por ser el paraje donde se concentran especialmente los citados elementos estrellados. En lo alto de la zona plexiforme, las ramillas ú hojuelas terminales acaban libremente, inmediatamente por debajo de la membrana basal, después de tocar la cual, algunas de ellas se arquean y repliegan hacia adentro. Inferiormente, cesa la arborización dendrítica al nivel de una línea que juntara lo alto de los somas de Purkinje. En este plano casi todas las hojuelas terminales proceden de dendritas terciarias ó secundarias recurrentes y á veces de tallos supernumerarios nacidos *ex profeso* en el cuerpo celular. Las dendritas basales ó descendentes faltan por completo. Si alguna vez, como Falco-



ne ha observado (1), se advierte alguna rama muy baja, ésta no se ramifica jamás en la zona de los granos, sino en el tramo más hondo de la capa plexiforme.

La arborización dendrítica de las células de Purkinje ocupa en el hombre un área considerable de la zona plexiforme, en la cual no se extiende por igual en todas direcciones, sino que, según descubrió Henle (2) y ha demostrado Obersteiner (3) con el método de impregnación del sublimado, se dispone en una lámina ú hoja delgada cuya dirección es transversal al sentido de la laminilla cerebelosa. Esta arborización es comparable, pues, á los setos de acacia que circundan los jardines ó á los macizos de hiedra que enraman una pared. Por virtud de tan curiosa orientación, los cortes transversales muestran los citados ramajes de frente (fig. 366) y en toda su extensión, en tanto que los longitudinales, así como los tangenciales ó paralelos al plano exterior de las laminillas cerebelosas, los presentan de canto y reducidos, por consiguiente, á un rastro lineal de dendritas vistas en sección óptica.

El ramaje protoplásmico de las células que estudiamos, se colorea también, mostrando propiedades morfológicas semejantes, por el método de Cox, por el procedimiento de la hematoxilina de Pal, por un método ideado recientemente por nosotros (endurecimiento en formol é hidroquinina y sumersión en nitrato y de plata) (4), por el de Ehrlich, al azul de metileno, según ha demostrado Dogiel (5) en las aves, y nosotros (6) en las aves y mamíferos (gato, perro, conejo). Este último método impregna dichas dendritas con relativa rareza, presentándolas coloreadas de un azul pálido, homogéneo, y sin las varicosidades que la acción del aire provoca en las dendritas de las células estrelladas y en casi todos los elementos. Sin embargo, con un buen objetivo apocromático, se advierten, esparcidos por el protoplasma, algunos finos granitos, intensamente coloreados en azul y semejantes por su tamaño y distribución á los granitos fuchinófilos de Held. En las aves, empero, hemos obtenido coloraciones algo más intensas. El cuerpo celular es muy refractario también, atrayendo apenas el azul de metileno.

Este particular comportamiento, en presencia del método de Ehrlich, de las dendritas de Purkinje, y otras reacciones que son peculiares de estas células, nos obligan á admitir en el protoplasma de tales elementos una composición química algo especial. La *substancia cianófila* (la que atrae el azul de metileno y determina por sus acúmulos las varicosidades), es

(1) *Falcone*: La corteccia del cerveletto. Napoli, 1893.

(2) *Henle*: Handbuch der Nervenlehre des Menschen, 2 Aufl. 1879, p. 265.

(3) *Obersteiner*: Anleitung zum Studium des Baues der nervösen Centralorgane, 1888, p. 325.

(4) *S. Ramón Cajal*: Pequeñas comunicaciones técnicas. *Rev. trim. microgr.* tomo V, 1900.

(5) *Dogiel*: Die Nervenlemente im Kleinhirn der Vogel und Säugethiere. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 47. 1896.

(6) *Cajal*: El azul de metileno en los centros nerviosos. *Rev. trim. microgr.*, tomo I, 1896.

en ellas sumamente escasa, al revés de las células estrelladas, donde abunda notablemente. Por lo demás, semejante déficit de materia cianófila, caracteriza también á todos los corpúsculos motores del bulbo y médula espinal, que jamás hemos logrado colorear intensamente por el método de Ehrlich.

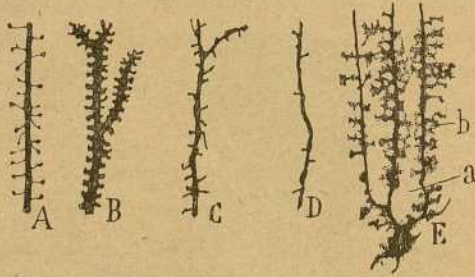


Fig. 367. — Variedades de espinas que se ven en las células de la capa molecular del cerebello del ratón. Cromato de plata. — A, espinas de una pirámide cerebral; B, espinas de las células de Purkinje; C, espinas de un corpúsculo de *cesta*; D, espinas de un elemento de Golgi; E, excrecencias de una célula neuróglia de la capa molecular del cerebello; *a*, grandes huecos para las células estrelladas; *b*, pequeños vacíos para las fibrillas paralelas.

Las preparaciones de Ehrlich no revelan, en general, las espinas colaterales de las dendritas, tan perfectamente acusadas en los preparados de Golgi. Sin embargo, nosotros hemos conseguido impregnarlas por el azul de metileno en el cerebello de las aves; el reactivo colora intensamente (fig. 337, B) el abultamiento ó varicosidad final de dichos apéndices y pone de manifiesto también una trama como esponjosa en el protoplasma de los tallos y ramos secundarios.

Las espinas de las células de Purkinje son bastante características de estas células, pues en ninguna neurona aparecen tan cortas, recias y abundantes (fig. 337, B). Brotan casi todas de los bordes de la arborización, aunque se observan algunas también en las caras (lados perpendiculares á la dirección de la laminilla). Como veremos más adelante, en los huecos ó escotaduras interespinosas se alojan ciertas fibras que se llaman *paralelas*.

Para hacer resaltar la disposición de las espinas de las células de Purkinje, hemos dibujado en la fig. 368 un trozo bien impregnado de la arborización dendrítica del ratón. En ella se ve que las espinas nacidas de ramas próximas se acercan tanto, que casi se tocan, dejando entre ellas unos espacios circulares ú ovoideos, en cada uno de los cuales no deben caber más de dos ó tres *fibrillas paralelas* (véase más adelante). En el



Fig. 368 — Trozo bien impregnado de la arborización de Purkinje del cerebello del ratón. — *a*, hueco vascular; *b*, hueco que rodea los gruesos tallos, donde se aloja la arborización trepadora.

hombre, los huecos susodichos son mayores, pudiendo dar paso franco á cuatro ó seis fibrillas nerviosas. Estas mismas preparaciones permiten advertir que el plano de ramificación de cada célula de Purkinje no es único, sino que, detrás y delante del plano principal de la arborización y en todos aquellos sitios donde quedan huecos ó intervalos protoplásmicos demasiado grandes, una rama anterior ó posterior de dicho ramaje viene

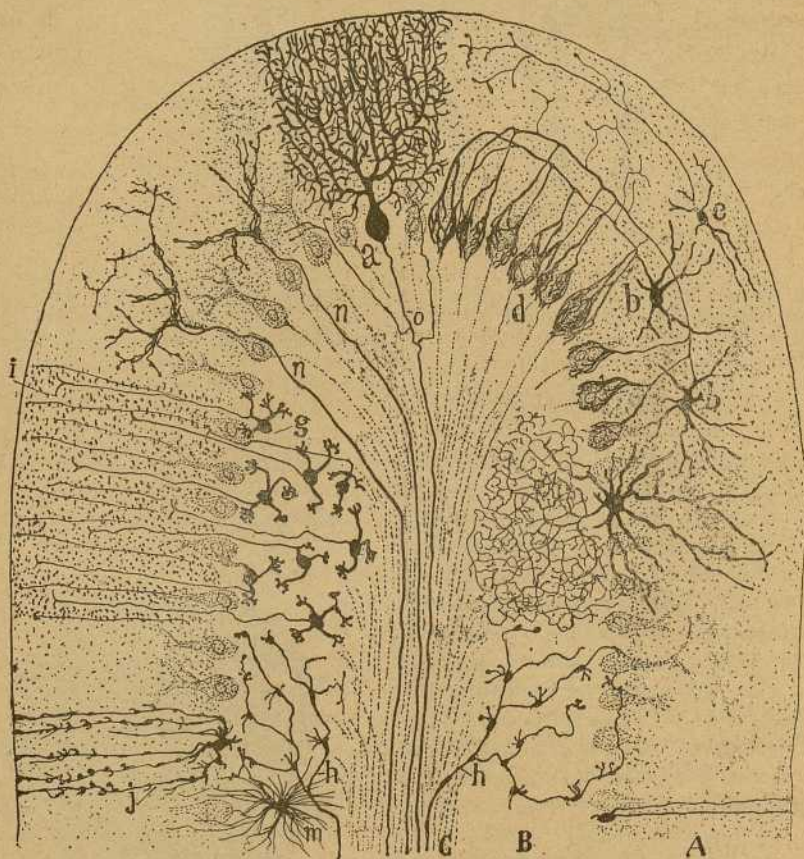


Fig. 369.—Corte transversal semi-esquemático de una circunvolución cerebelosa de mamífero. — A, zona molecular; B, zona de los granos; C, zona de substancia blanca; *a*, célula de Purkinje vista de plano; *b*, células estrelladas pequeñas de la zona molecular; *d*, arborizaciones finales descendentes que rodean las células de Purkinje; *e*, células estrelladas superficiales; *g*, granos con sus cilindros ejes ascendentes bifurcados en *i*; *h*, fibras musgosas; *j*, célula neuróglia en penacho; *n*, fibras trepadoras; *m*, célula neuróglia de la zona de los granos; *f*, células estrelladas grandes de la zona de los granos.

á llenar con sus ramúsculos y sus espinas la laguna protoplásmica. De esta suerte, se evita que algunas *fibrillas paralelas* que cruzan por huecos protoplásmicos dejen de hallar á su paso por la misma célula ramos dentríticos con quienes conexionarse.

*Axon de las células de Purkinje.*—Nace del polo profundo del soma, al nivel de un cono prolongado, en cuya porción inicial, los preparados

de Nissl revelan algunos finos granos cromáticos. Falta, pues, aquí esa línea rigurosa que en muchas células separa la porción cromática del soma de la acromática del cilindro-eje. En algunos corpúsculos, el citado cono surge, no del cabo inferior, sino de un lado, dirigiéndose entonces muy oblicuamente hacia abajo. Durante cierto trecho, el axon se conserva desnudo; pero en cuanto traspasa el vértice del pincel ó cesta descendente (véase más adelante), aparece la mielina, precedida de una estrangulación. Por lo demás, esta lejanía del comienzo de la vaina medular, que fué ya notada por Koschewnikoff (1), aparece muy ostensiblemente en el cerebelo de los pájaros, donde, tras la acción del ácido ósmico, las fibras de Purkinje resaltan claramente por poseer un diámetro mayor que las demás fibras medulares (2). En su curso ulterior hasta la substancia blanca, dicha expansión exhibe, como descubrimos nosotros en las preparaciones de Weigert (3), dos, pero más á menudo tres estrangulaciones.

Según puede verse en la fig. 370, *a, b*, que reproduce un corte del cerebelo del gato, coloreado por el azul de metileno, la primera ó inicial, y la segunda estrangulación, carecen de ramas; la tercera, y á menudo la cuarta, exhiben colaterales robustas, de curso recurrente, las cuales se dirigen hacia afuera y á los lados, se dicotomizan alguna vez y se concentran, tornándose más ó menos horizontales, en un plexo concéntrico á las células de Purkinje, y colocado por debajo de éstas. Este plexo subcelular, que los autores, y principalmente Kölliker (4), han figurado bien, aunque ignorando el origen de sus fibras, consta casi exclusivamente, según hemos observado nosotros en los preparados de Ehrlich (5), de las ramas secundarias de las citadas colaterales recurrentes, todas las cuales poseen vaina medular. En él se descubren un gran número de dicotomías bien reconocibles por el tono azul intenso que á su nivel toma el axon. Las ramas secundarias así nacidas, suben á la zona plexiforme, pasando por entre las células de Purkinje, y á distintas alturas del tercio inferior de esta zona, divídense otra vez. Las nuevas ramas, que llamaremos *terciarias*, tórnanse horizontales, y después de un curso variable, se hacen longitudinales, conservando su vaina medular durante largos trayectos. Estas fibras longitudinales gruesas, corres-

(1) *Koschewnikoff*: Axencylinderfortsatz der Nervenzellen im Kleinhirn der Kalbes. *Arch. f. mikros. Anat.* Bd. 5, 1869.

(2) *S. R. Cajal*: Sur l'origine et la direction des expansions nerveuses de la conche moleculaire du cervelet. *Int. Monats. f. Anat. u. Physiol.* Bd. 5, H. 4, u. 5. 1889.

(3) *S. R. Cajal*: Sur les fibres nerveuses de la conche granuleuse du cervelet, etc. *Int. Monats. f. Anat. u. Physiol.* Bd. 7, H. I, 1890.

(4) *Kölliker*: Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystems; I, Das Kleinhirn. *Zeitschr. f. wissensch. Zool.*, Bd. 49, Helf. 4, 1890.

(5) *Cajal*: El azul de metileno en los centros nerviosos. *Rev. trim. microgr.*, tomo I, cuad. 4.º, 1896.

ponden á aquellos tubos medulados que, en el tercio inferior de la capa plexiforme, aparecen muy numerosos en los preparados de Weigert-Pal, tubos que Kölliker tomó equivocadamente por *fibrillas paralelas*, es decir, por ramas terminales del axon de los granos. El caudal de semejantes fibras medulares de la capa primera, varía en los distintos animales : grande en el hombre, es menos abundante en el gato, pobrísimo

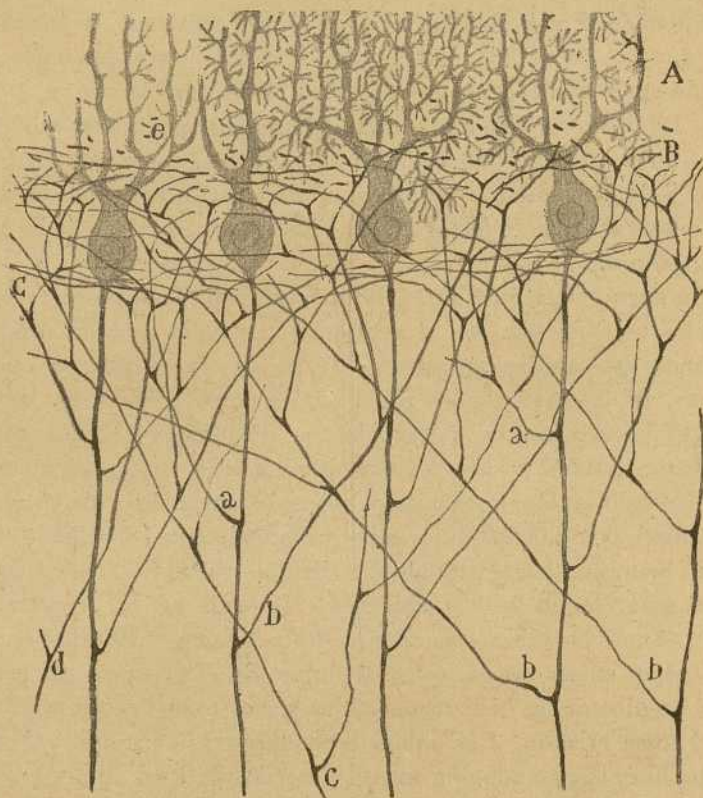


Fig. 370. — Axones de las células de Purkinje del cerebelo del gato adulto. Método de Ehrlich. — A, ramaje de Purkinje; B, plexo nervioso supracelular; C, plexo nervioso infracelular; a, primeras colaterales; b, colaterales inferiores; c, colaterales nacidas cerca de la substancia blanca; e, fibras cortadas de través.

en el conejo, y extraordinariamente copioso, según ha reconocido recientemente Kölliker (1), en los marsupiales, donde los tubos medulados longitudinales abarcarían todo el espesor de la zona plexiforme.

En resumen, durante su marcha ó trayecto preterminal, las colaterales de Purkinje forman dos plexos concéntricos ricos en dicotomías; el *plexo profundo ó subcelular*, que podríamos llamar el *plexo ó estria de*

(1) Kölliker : Sulla presenza di un gran numero di fibre nervose a mielina nello strato moleculare del cervelletto dei Monotremi e di un Marsupiale. Milano, 1900.

las ramas colaterales secundarias, y el plexo supracelular ó plexo de las ramas colaterales terciarias y cuaternarias (fig. 370, B, C.).

Las colaterales de Purkinje pueden emerger también, durante el curso del axon por la substancia blanca, circunstancia que revelan igualmente los preparados de Golgi y los de Ehrlich (fig. 370, e). A veces, al abordar el cilindro-eje la citada substancia, se bifurca, y una rama, la prin-

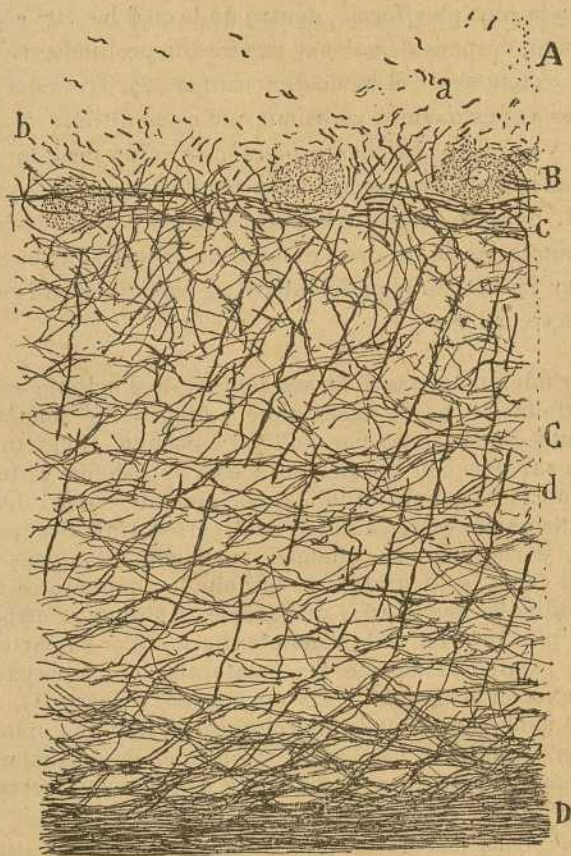


Fig. 371. — Fibras meduladas de una laminilla cerebelosa humana. Método de Weigert-Pal. — A, porción inferior de la zona plexiforme; B, células de Purkinje; C, capa de los granos; D, substancia blanca; a, b, fibras meduladas de la capa primera que representan colaterales de las células de Purkinje; c, haces horizontales de colaterales; d, pléyades de los granos separadas por fibras meduladas.

cipal, se aleja por el eje de la laminilla, y la otra, después de curso variable y de varias dicotomías, acaba por ingresar en el plexo subcelular ó inferior. En general, cuanto más abajo emerge una colateral, más distante tiene su zona de distribución, la cual, en algunas fibras, comprende una área extensísima, casi una mitad de circunvolución cerebelosa. Bajo este aspecto, podrían dividirse las colaterales en: *superiores* ó co-

nexionadas con células de Purkinje vecinas; é inferiores relacionadas con series muy alejadas de estos elementos.

¿Cómo y en dónde se terminan las colaterales de las células de Purkinje? Golgi, descubridor de estas interesantes fibras, creyó que se perdían en un plexo ó red difusa extendido en parte por la capa de los granos, y en parte por la zona molecular (1). Nosotros, en nuestros primeros trabajos sobre el cerebelo, logramos seguirlas en los mamíferos recién nacidos hasta la zona plexiforme, dentro de la cual las vimos acabar de un modo exclusivo, después de haberse ramificado prolijamente; pero no logramos fijar exactamente el modo de terminar (2). Hoy, después de nuevas indagaciones, estimamos verosímil que estas últimas ramas, de curso longitudinal y paralelo, en cuanto pierden la vaina medular, forman hebras varicosas larguísimas, poco ó nada ramificadas, que se ponen en contacto crucial, durante largos trayectos, con los bordes de los tallos primarios y secundarios de un gran número de arborizaciones de Purkinje, sin engendrar jamás cestas pericelulares ni participar en la construcción de los plexos trepadores.

El descubrimiento del axon de las células de Purkinje se debe á Deiters. Su continuación hasta la substancia blanca fué señalada, aunque no plenamente demostrada, por Boll y Denisenko. Golgi tuvo el mérito de dar plena sanción con su método á esta suposición y de revelar las colaterales nerviosas, que estudió especialmente en el hombre. Nosotros (2) confirmamos estas ramillas en diversos animales (perro, conejo, rata y aves) y reconocimos, además, las estrangulaciones del tubo de Purkinje, así como la identidad de las citadas colaterales con aquellos tubos longitudinales medulados que Henle, Kölliker y otros habían señalado en el piso inferior de la vena plexiforme. Por su parte, Retzius (3) confirmó las ramificaciones de las colaterales en la capa plexiforme, dando una excelente figura de las mismas en el perro (4).

Tocante al modo de terminar las colaterales, hay una opinión singular defendida por Popoff (5). Este autor declara que se comportan enteramente lo mismo que las fibras trepadoras, es decir, que corren á lo largo

(1) *C. Golgi*: Sulla fina Anatomia degli organi centrali del sistema nervoso. Véase pl. 11, 1886.

(2) *Cajal*: Estructura de los centros nerviosos de las aves. *Rev. trim. de Histología*, etc., núm. 1 y 2, 1888. Véase también:

— Sobre las fibras nerviosas de la capa granulosa del cerebelo. *Rev. trim. de Histol.*, número 4, 1889.

— Sur les fibres de la couche granuleuse du cervelet et sur l'évolution des éléments cérébelleux. *Intern. Monatschr. f. Anat. u. Physiol.* Bd. 7, 1890.

(3) *Retzius*: Die nervösen Elemente der Kleinhirnrinde. *Biol. Unters.* N. T. Bd. III. 1892.

(4) *Denisenko*: Zur Frage zur Bau der Kleinhirnrinde bei den verschiedenen Klassen von Wirbelthieren. *Arch. f. mik. Anat.* Bd. 14. H. 2.

(5) *Popoff*: Weiteres Beitrag zur Frage über die Histogenese der Kleinhirnrinde. *Biologisch. Centralblatt*, 1896.

del tallo y ramas de las células de Purkinje. Pero, á pesar de todos los esfuerzos hechos para confirmar este dictamen, que Held (1) defiende también en trabajos recientes, jamás hemos logrado sorprender la entrada de una colateral en los referidos plexos trepadores. Es más, creemos que, dado el curso larguísimo (que parecen haber desconocido Popoff y Held) de las ramas que marchan por la zona molecular, es de todo punto imposible sorprender ni en el adulto, ni siquiera en los mamíferos jóvenes, el curso entero de una colateral. Así que nos inclinamos á pensar que dichos autores han tomado quizá por colaterales de Purkinje algunas ramas aberrantes y de curso irregular, procedentes de las fibras genuinamente trepadoras. Acaso también haya motivado el error el curso inicial irregular de dichas colaterales nerviosas en los mamíferos jóvenes, las cuales se ramifican ampliamente cerca de las células de Purkinje, pareciendo como que acaban sobre el soma ó tallo dendrítico de éstas; mas,

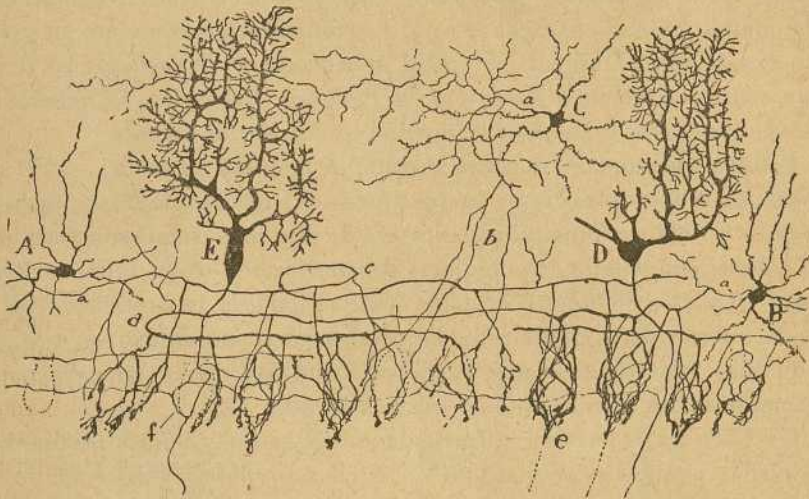


Fig. 372. — Corte transversal de una lámina cerebelosa del cobaya de un mes. — A, célula de cesta cuyo axon daba una revuelta; B, otra cuyo axon tenia una curva final; C, célula de axon horizontal que enviaba á las cestas una sola colateral descendente delgada; E, D, células de Purkinje dislocadas; e, punta de las cestas.

conforme demuestran las observaciones efectuadas en mamíferos de veinte á treinta días, en donde la arborización que estudiamos está más desarrollada, las referidas ramas no son terminales; de ellas nacen otras que siguen un curso larguísimo á lo largo de las laminillas, y cuyo modo de acabar no puede sorprenderse nunca en un sólo corte. Este alargamiento extraordinario de las ramas del plexo superior es bastante precoz, toda vez que, según aparece en la fig. 418, B, en el niño recién nacido, se descubren ya algunas ramillas longitudinales tan largas, que aparecen constantemente cortadas en los cortes transversales.

Tampoco hemos tenido la suerte de comprobar estos dos hechos, referidos por Held, á saber: que hay colaterales de Purkinje que se terminan

(1) Held: Beitrage zur Structur der Nervenzellen und ihre Fortsatze. 2. Abtheil. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1897.



sobre las células de origen (*auto-colaterales* de este sabio), y que algunas ramas de las mismas toman parte en la construcción de las cestas terminales.

**Células de Purkinje dislocadas.**—En general, las células de Purkinje constituyen una sola serie regular en la frontera separatoria de las zonas primera y segunda; pero hay animales, tal como el cobaya (fig. 372), en que se sorprenden, de vez en cuando, algunos corpúsculos de este género diseminados por el espesor de la capa plexiforme. Los más dislocados pueden habitar el tercio medio de esta zona. El soma de tales elementos suele ser fusiforme ó triangular, y del axon brotan también colaterales (fig. 372, *f*), arborizadas en el estrato primero.

Estas células dislocadas se sorprenden también en los preparados de Nissl, donde se observa que están esparcidos con gran irregularidad, abundando mucho en algunos parajes y faltando por completo en grandes extensiones. Una particularidad interesante consiste en que las zonas que contienen muchos elementos de Purkinje dislocados, los poseen en escaso número al nivel del yacimiento normal de los mismos.

**Células estrelladas gruesas ó profundas (células de cesta).**—En los cortes de la zona plexiforme coloreados por el método de Nissl, aparece la masa pálida granujienta constitutiva de esta capa, sembrada acá y allá de células poligonales, triangulares ó asteriformes, cuya talla, variable entre 10 y 20  $\mu$  (hombre), decrece desde el fondo á la superficie. En el tercio inferior de la citada zona, las células son más abundantes, dejando intervalos relativamente angostos, particularidad que se exagera notablemente en los mamíferos de pequeña talla (fig. 373).

Un buen apocromático, permite descubrir en estas células profundas: un núcleo vesiculoso provisto de un nucleolo esférico, y un soma pobre en protoplasma apenas impregnado de substancia cromófila, ó provisto de algunos pocos y exíguos granos marginales. Las dendritas, completamente exentas de granos de Nissl, son tan pálidas, que no es posible seguir las. En la mitad externa de la zona plexiforme, los corpúsculos nerviosos, más raros y diminutos, dejan apenas percibir restos de materia cromática. En ellos, el protoplasma es casi tan delgado como en los granos ó células enanas de la capa segunda (fig. 362, *a*).

Las dendritas de los *corpúsculos de cesta*, residentes en la mitad profunda, y sobre todo en el tercio inferior de la zona plexiforme, aparecen muy claramente en los preparados de Golgi y Ehrlich. Son estas prolongaciones, según demostró Golgi, tres, cuatro ó más, marchan irradiando en todas direcciones, se dicotomizan varias veces y acaban libremente dentro de los límites de la capa primera (fig. 373). Por su dirección, pueden distinguirse dichas ramas en descendentes, ascendentes y laterales. Las *descendentes* son escasas, cortas y llegan á faltar por completo en los corpúsculos más profundos; las horizontales ó laterales son

mucho más largas y robustas, tornándose á menudo ascendentes, después de un curso variable, y suministrando siempre un buen golpe de ramas secundarias radiales ú oblicuas ; finalmente, las ascendentes, las más robustas de todas y que afectan notable grosor en los mamíferos (gato, perro, conejo), corren hacia afuera, bien directamente, bien trazando flexuosidades, se dividen varias veces en su camino, y se terminan en defi-

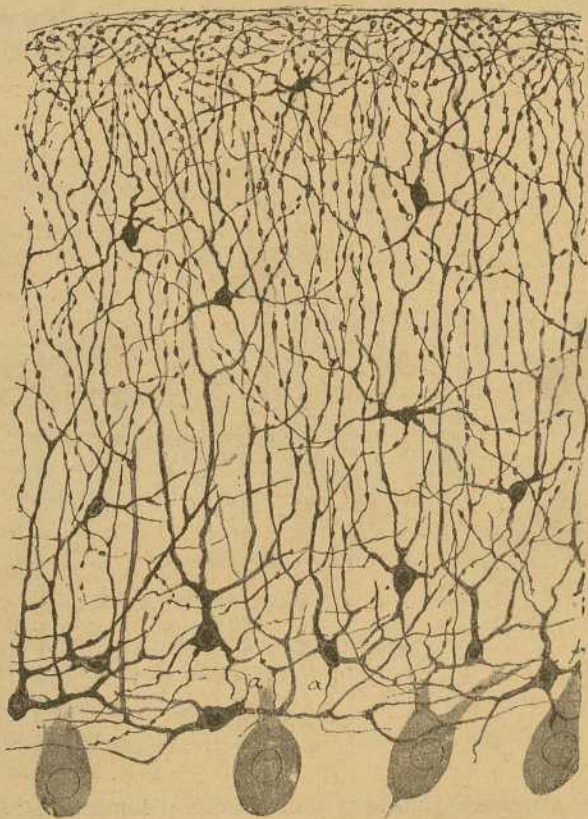


Fig. 373. — Células estrelladas superficiales y profundas de la capa plexiforme del gato adulto. Coloración con el azul de metileno. Obsérvese el aspecto varicoso de las dendritas y la concentración de éstas en las zonas superficiales ; a, axon.

nitiva en la proximidad de la superficie cerebelosa, donde no pocas veces se repliegan para descender ó engendrar un sistema de fibras horizontales limitantes.

La preponderancia de las dendritas radiales sobre las demás, y el hecho de acumularse la mayoría de sus ramas terminales en la vecindad de la basal, son hechos que aparecen con extraordinaria claridad en los preparados de Erhlich (fig. 373), que tienen sobre los de Golgi la ventaja de presentar perfectamente teñidas, en un sólo corte, todas las cé-

lulas de la zona plexiforme, exceptuadas las de Purkinje. En tales preparados, se aprecia también que las citadas dendritas son riquísimas en substancia cianófila, la cual se acumula en varicosidades durante el acto de la fijación del color (metamorfosis varicosa de las dendritas). El soma mismo adquiere á menudo un tono azul tan fuerte, que apenas permite reconocer el núcleo.

Los preparados de Golgi, mucho más incompletos bajo el aspecto de la abundancia de células teñidas, poseen, en cambio, la ventaja de revelarnos las espinas colaterales, que rara vez permite sorprender el azul de

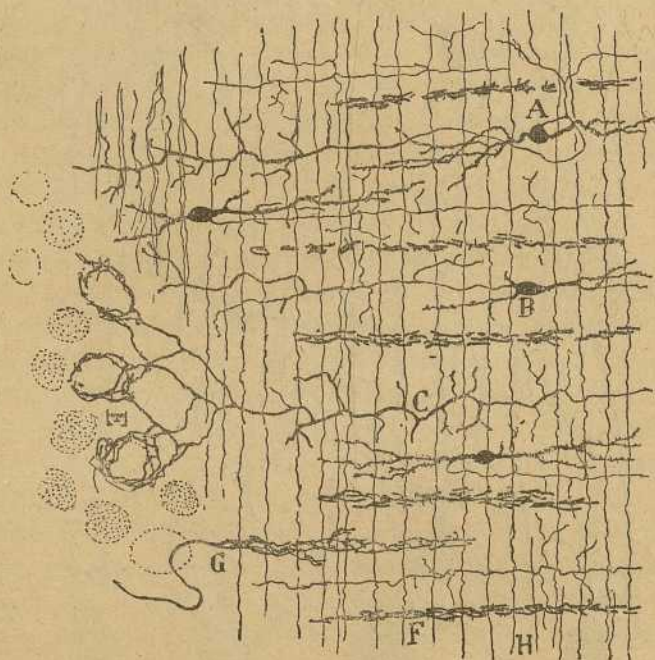


Fig. 374. — Corte tangencial oblicuo de una laminilla cerebelosa del cobaya.—A, B, células de cesta; C, un axon de éstas que formaba tres plexos pericelulares (E); G, fibra trepadora; F, arborización dendrítica de Purkinje cortada de través; H, fibrillas paralelas.

metileno. Estas espinas son más largas y menos numerosas que en los elementos de Purkinje, y se hallan hasta en el soma.

Como nosotros hicimos notar (1), la arborización dendrítica de las células estrelladas es también aplanada precisamente en el mismo sentido que las células de Purkinje, ocupando preferentemente los huecos laminares que dejan entre sí los ramajes de estos corpúsculos (fig. 374, A, B). El aplanamiento es, sin embargo, menos riguroso, pudiendo alguna rama,

(1) S. Ramón y Cajal: *Intern. Monatschr. f. Anat. u. Physiol.* Bd. VI, 1889.

así como el soma, hacer hernia al través de las enramadas de Purkinje.

*Axon.*—La expansión funcional de las células estrelladas profundas fué descubierta por Golgi (1), quien además, en unión de Fusari, puso de manifiesto la singularidad de su curso, el cual no es irregular, sino horizontal ó paralelo á la capa molecular, por cuyo espesor recorre largos trayectos.

Ciertamente ya estas fibras habían sido vistas por Denisenko, Meynert Hugenin (2), Bellonci (3) y Schwalbe (4); pero su verdadera naturaleza y origen fueron desconocidos hasta los citados trabajos del sabio de

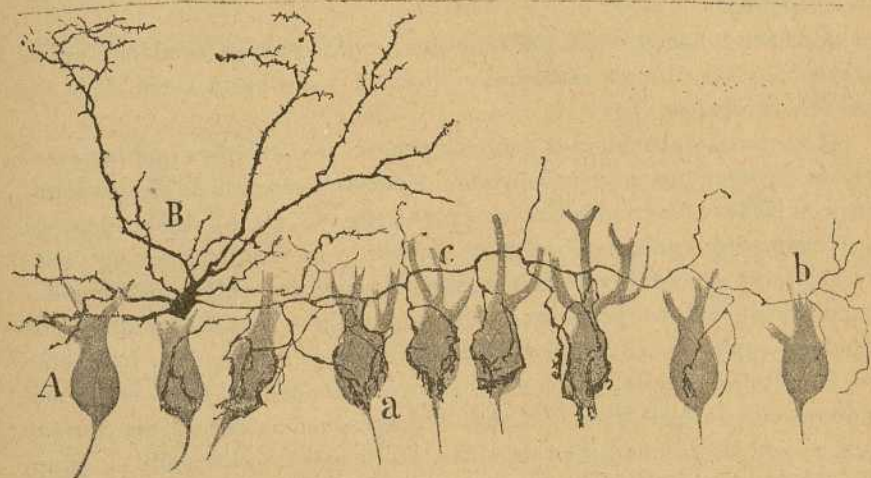


Fig. 375. — Una célula de cesta del cerebelo de la rata blanca. — A, células de Purkinje; a, ramificaciones pericelulares; porción inicial gruesa del axon; b, porción terminal delgada con finas ramas descendentes.

Pavía. A la descripción de Golgi y Fusari (5), añadimos nosotros los siguientes hechos:

«En primer término—decíamos en nuestro primer trabajo sobre el tema (6)—la orientación de los citados axones no es sólo horizontal, sino

(1) *Loc. cit.*

(2) *Meynert-Hugenin*: Anatomie des centres nerveux, 1879, p. 355.

(3) *Bellonci*: Contribuzione all' istologia del cervelletto. *Atti dell' Accademia di Ferrara*. Sed. 6, Mai 1883.

(4) *Schwalbe*: Lehrbuch der Neurologie, 1883.

(5) *Golgi y Fusari*: Sull origine delle fibre nervose nello estrato molecolare delle circunvoluzione cerebrali dell' uomo *Atti della Reale Accad. delle Scienze di Torino*. Vol. 19, 1886.

(6) *S. Ramón Cajal*: Sobre las fibras nerviosas de la capa molecular del cerebelo. *Revista trim. de Histol. nor. y patol.* núm. 2, 1888. (Traducido en el *Intern. Monatschr. f. Histol. u. Physiol.*, 1889).—Véase también: Estructura de los centros nerviosos de las aves. *Rev. trim. de Histol.*, etc., n° 1, Mayo 1888.

transversal á la dirección de la lámina cerebelosa; de suerte que cruzan en ángulo recto á las fibrillas paralelas. Por consecuencia de esta dirección, los cortes transversales de las circunvoluciones muestran tales axones según su longitud (fig. 372 y 277), pudiéndoselas seguir durante largas distancias, mientras que los cortes longitudinales los presentan cortados de través. En su curso transversal pasan por entre los planos de las células de Purkinje, á las cuales no tocan, y se acomodan á las curvas de la circunvolución, haciéndose cóncavas ó convexas, según la dirección general de la substancia gris.

«Las citadas fibras transversales dan ramas colaterales ascendentes y descendentes :

«Las ramas ascendentes son muy finas, varicosas, se ramifican en su trayecto, y sus últimos ramúsculos llegan á veces hasta cerca de la superficie cerebelosa (fig. 377, *a*, *b*).

»Las ramas descendentes son más gruesas y numerosas que las anteriores y poseen una marcha constante. Emanan á menudo de ciertos ángulos ó flexiones presentados por los axones (fig. 377, *a*, *b*), descienden casi verticalmente, aumentando algo de espesor, y se terminan por un penacho ó franja de ramúsculos cortos, espesos, varicosos, colocados alrededor y por debajo del cuerpo de las células de Purkinje, á las cuales están íntimamente aplicados. Estas borlas ó franjas en que se resuelven los axones de las células estrelladas son absolutamente constantes, tanto en los mamíferos como en las aves, y cuando la impregnación es perfecta, forman por su asociación una hilera de nidos terminados inferiormente en punta de pincel y extraordinariamente característicos (fig. 372, *e*).

»Jamás se ve ninguno de los ramos de dichas franjas cruzar la zona de los granos para ganar la substancia blanca, de lo que nos hemos convenido, explorando con el mayor cuidado el cerebelo del hombre, gato, perro, cavia, conejo y aves. El vértice del nido ó pincel, está formado por filamentos granulosos, finos, muy juntos y como pegados, los cuales se coloran en café claro ó rojo ladrillo. Un nido consta de muchas ramas descendentes ramificadas y provenientes de diversos axones de células estrelladas ó fibras transversales. Añadamos todavía un detalle: el vértice del pincel envuelve y se prolonga sobre el curso inicial no medulado del axon de las células de Purkinje, particularidad que se exagera notablemente en las aves (fig. 377 y 172, *e*). Cuando estos cilindros-ejes son oblicuos, los pinceles los siguen también, inclinándose en igual sentido.

»Esta interesante conexión entre la punta de los nidos y las expansiones nerviosas de los elementos de Purkinje, se reconoce también en los cortes de cerebelo coloreado por el ácido ósmico y el líquido de Boberi (mezcla de ácido ósmico y nitrato de plata). El pincel ó punta del nido, aparece formado de una materia fibrosa, granulosa, ligeramente coloreada en moreno por el ácido ósmico, la cual se prolonga en forma de cono

por debajo de las células de Purkinje. El axon de éstas, que adquiere su vaina medular precisamente algo más allá de la punta del pincel, atraviesa el eje de éste».

Hasta aquí nuestra descripción del año 1888. Trabajos posteriores sobre el comportamiento del axon de las células estrelladas, nos han revelado algunas otras particularidades. En general, el axon y sus ramas son tanto más espesos, cuanto plano más inferior ocupa la célula de origen. Como se ve en la fig. 377, *b*, las fibras transversales que residen en el piso de los corpúsculos de Purkinje, son las más robustas de todas, así como las más ricas en ramificaciones colaterales. En cambio, las fibras (figura 377, *C*) que yacen cerca del centro de la capa plexiforme aparecen solamente provistas de dos ó tres ramos finos y largos, destinados

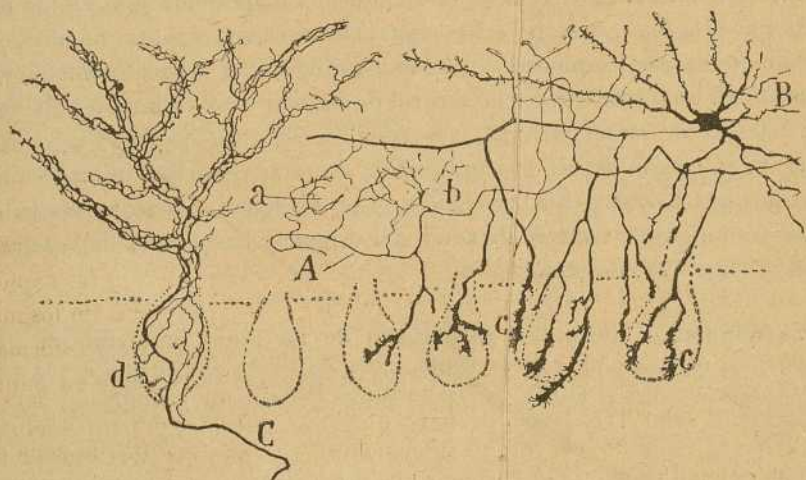


Fig. 376. — Fragmento de la zona plexiforme del cerebelo del cobaya de dos meses. —A, axon de una célula de cesta; B, uno de estos corpúsculos; C, fibra trepadora; *a*, *b*, colaterales que parecen formar nidos flojos para células de cesta; *c*, apéndices colaterales de los ramos de las cestas.

á los nidos. En los animales adultos, las ramas de los nidos son muy espesas y presentan (conejo, cobaya), dentellones ó apéndices colaterales cortos (fig. 376 *c*).

Por lo que toca á la abundancia y posición de las colaterales, cabe distinguir dos variedades de corpúsculos de cesta: 1.º, células cuyo axon horizontal, larguísimo, emite en todo su trayecto colaterales descendentes, terminándose el mismo, como una de tantas ramas, en un nido (figura 377, B); 2.º, células cuyo axon emite ramas descendentes robustas, pero solamente en la primera mitad ó el primer tercio de su curso, naciendo del resto de aquél tal cual colateral delgada de curso vario, y distribuída exclusivamente en el espesor de la zona plexiforme. No es raro ver células cuyo axon se bifurca, y cada rama emite colaterales para dos

series de cestas (fig. 377, C). En algunas variedades de este género, la porción terminal del axon se adelgaza notablemente, pero suministra, sin embargo, algunas ramillas finas y como rudimentarias para los nidos (figura 375, b). En fin, todas las transiciones existen entre las células de cesta y los corpúsculos de axon horizontal colocados más externamente, y cuyas ramas no descienden nunca hasta los somas de Purkinje (véase más adelante).

Bajo el aspecto de la longitud, también cabe distinguir: células de axon relativamente corto, cuyo origen y terminación aparece en un solo corte, puesto que no abarca sino una serie de 8 ó 10 células de Purkinje; y corpúsculos de cilindro-eje larguísimo, extendido por una gran porción de la laminilla, y el cual, por su enorme recorrido, no se colorea nunca por entero. En fin, añadamos aún una disposición que ya fué notada por Golgi y que se presenta con relativa constancia, tanto en el cerebelo de las aves como en el de los mamíferos; el trayecto inicial del axon traza una gran revuelta, al nivel de la cual cambia también de plano, haciéndose en definitiva transversal, y bifurcándose alguna vez no lejos de su origen. Sobre la significación de estas revueltas iniciales, trataremos en la histogenia cerebelosa. Por lo demás, estas revueltas se presentan algunas veces á distancia del origen y hasta cerca de la terminación (fig. 372) del axon.

La singular é interesante disposición de los nidos pericelulares que acabamos de exponer, representaba en la época en que se publicó la primera observación positiva de la terminación de un cilindro-eje en la substancia gris. Tres cosas probaba el hecho referido, y así lo hicimos notar en la tantas veces citada Monografía: 1.º, que las corrientes nerviosas pueden propagarse por contacto, atravesando el cemento intercelular y saltando de un corpúsculo á otro; 2.º, que las ramificaciones nerviosas pueden ser el punto de emisión de las ondas y el cuerpo celular el punto de recepción, y 3.º, que el arranque del cilindro-eje, en aquel trayecto inicial desprovisto de mielina, es susceptible también de recibir corrientes á la manera del cuerpo celular.

Que nosotros habíamos hallado la fórmula del modo de enlace de las neuronas y del paso de las corrientes en los centros nerviosos, y no un caso particular y anómalo de relación intercelular, probáronlo bien pronto otros hallazgos no menos interesantes en la estructura del cerebelo, y todos nuestros ulteriores trabajos relativos á la fina anatomía de la médula espinal, ganglios raquídeos, lóbulos ópticos, bulbo olfatorio, retina, cerebro, etc.

El primer autor que confirmó los plexos nerviosos pericelulares que dejamos descritos fué Kölliker (1), quien en su bello trabajo sobre el cerebelo, calificó los pinceles y nidos descubiertos por nosotros, de *cestas fibrilares* (*Faserkörbe*), y las células estrelladas de las cuales emanan, *células de cesta* (*Korbzellen*), designaciones que han prevalecido.

(1) Kölliker: Das Kleinhirn. *Zeitsch. f. wiss. Zool.* Bd. 49. H. 4, 1890.

Después de Kölliker, observaron también las referidas cestas y aprobaron nuestra interpretación fisiológica, van Gehuchten (1), Retzius (2), Falcone (3), Lugaro, Azoulay, Smirnow, Held, Dogiel y otros muchos, cuyos trabajos apenas han logrado añadir, dada la simplicidad del tema, algún nuevo detalle descriptivo.

El descubrimiento de los pinceles descendentes vino á explicar un aspecto del contorno de las células de Purkinje que había inspirado muchas dudas y errores. Ya Denisenco había visto una masa granulosa abundante, situada debajo de la célula, surcada por vacuolas ó hendiduras y envuelta en un saco ó prolongación de la cápsula celular. Hasta creyó observar en las aves un ovillo de fibras nerviosas, alojado en el interior de este saco. Parecida disposición fué notada más modernamente por Berkley (4), que la tomó equivocadamente por una gruesa cápsula, y por Weigert que, cometiendo una equivocación imperdonable en autor de tanto mérito, se inclinó á considerarla como un plexo de filamentos neuróglícos (5).

Entre los autores que han hecho un estudio minucioso de los nidos ó cestas, debemos citar á Held (6) Este sabio ha aplicado al argumento tanto el método de Golgi como sus procedimientos de coloración de los gránulos ó bioblastos de Altmann, y ha probado que en el interior de las espesas y varicosas ramas de los nidos, se contienen gran número de dichos granitos fuchinófilos (*neurosomas*). Y añade todavía que en algunos casos obtiéndose por el método de Golgi (al bicloruro de mercurio) coloraciones simultáneas de la cesta y de la célula de Purkinje, lo que implica, en su sentir, una intimidad mayor de la que generalmente se supone entre el soma y su nido. Según Held, en el adulto, las terminaciones pericelulares se *incrúscant* en el protoplasma, estableciendo una íntima adherencia equivalente casi á una anastomosis.

Por nuestra parte, no negamos que algunas fibras internas del nido se adhieran estrechamente al soma, pero no podemos admitir la *incrúscación*, ni estimamos que la impregnación simultánea (hecho rarísimo) de los dos factores de la articulación constituya un argumento serio en favor de la continuidad ó soldadura de los mismos. Frecuentemente, cuando esto ocurre, el cemento pericelular se colorea también, dando una impresión de continuidad aparente que puede inducir á cometer graves errores. Es más, en muchas fibras terminales del nido, no sólo falta la adherencia, sino el contacto, toda vez que residen á distancia del cuerpo celular, sumergidas en el seno de un cemento granuloso (véanse las figs. 377 y 375). Precisamente esta relativa lejanía de algunas ramificaciones nos hizo pensar, al iniciar nuestras observaciones sobre los nidos pericelulares, en

(1) *Van Gehuchten*: La structure des centres nerveux: la moelle épinière et le cervelet. *La Cellule*. Tomo VI, 2 fasc., 1890.

(2) *Retzius*: Die nervösen Elemente des Kleinhirnrinde. *Biol. Unter. N. F.* Bd. III, 1892.

(3) *Falcone*: *Loc. cit.*

(4) *Berkley*: The cerebellar cortex of the Dog. *From the Johns Hopkins Hospital Reports*, vol. III, n.º. 4, 5 and 6. Baltimore, 1893. (Este autor no parece conocer nuestros trabajos sobre el cerebelo).

(5) *Ch. Weigert*: Beiträge zur Kenntnis des normalen menschlichen Neuroglia, & Frankfurt a. Mein, 1895.

(6) *Held*: Beiträge zur Structur der Nervenzellen und ihrer Fortsätze. *Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abtheil.*, 1897.



una comunicación á distancia, y como por inducción, entre las neuronas. Hoy creémos que esta comunicación se establece gracias al poder conductor del citado cemento pericelular. En general, todos los hechos aducidos por Held como prueba de su teoría de la *incrustación*, nos parecen representar casos excepcionales ó efectos artificiales de los métodos usados.

Los nidos referidos han sido confirmados por Dogiel (1), que los ha teñido en las aves por el método de Ehrlich. También nosotros los hemos coloreado en la paloma y la gallina; pero esta impregnación con el azul de metileno es muy difícil é inconstante. En los mamíferos, á pesar de numerosas tentativas, jamás hemos logrado teñir otra cosa, con dicho método, que los axones horizontales de las células estrelladas, y aun éstos muy imperfectamente. Los nidos resisten absolutamente la coloración azul, resistencia que poseen, por lo demás, casi todas las arborizaciones nerviosas terminales de las células de axon corto.

¿Con qué células se relacionan las colaterales ascendentes de los axones formadores de las cestas? La obscuridad de este punto nos ha obligado, en nuestros trabajos anteriores, á guardar reserva sobre el particular; pero recientes observaciones nos han conducido á la opinión de que las ramillas de estas colaterales se ponen en contacto con el soma y dendritas de corpúsculos estrellados vecinos. En algunos casos (fig. 376, *a, b*), hemos sorprendido verdaderos plexos pericelulares. Iguales conexiones mantendría la rama terminal del axon cuando, según ocurre á menudo, no participa en la construcción de las cestas de Purkinje.

**Células estrelladas externas ó elementos de axon corto.** — Cuando se examina el tercio externo de la zona plexiforme, coloreada por el método de Nissl, adviértense algunas células menudas esparcidas irregularmente, y cuya forma es ya ovoidea, ya fusiforme, ya poligonal. En su mayoría, parecen orientadas ó alargadas en el mismo sentido que el plano de dicha capa. El método de Golgi permite diferenciar claramente dos tipos celulares: 1.º, elementos menudos estrellados, ovoideos ó fusiformes de dendritas divergentes y finamente varicosas, cuyo axon, finísimo y corto, marcha en variedad de direcciones para terminar, á escasa distancia, por una arborización libre sumamente varicosa, y 2.º, elementos generalmente algo mayores, asteriformes, fusiformes ó triangulares, provistos de más largas dendritas y de un axon que marcha horizontalmente, recorre flexuoso distancias variables, y se termina por una arborización laxa, extendida generalmente por la mitad externa de la zona plexiforme, en la cual acaban también algunas colaterales cortas, ascendentes, descendentes ú oblicuas emanadas de todo el trayecto de la citada expansión (fig. 377, H y 372, C).

En la fig. 377, E, F, G, mostramos las principales variedades celulares que hemos hallado en la mitad externa de la zona que estudiamos. Obsérvese que las células del primer tipo (axon corto rápidamente ramificado y des-

(1) Dogiel: *Arch. f. mikros. Anat. &.* Bd. 47, 1896.

orientado) comprenden dos razas : *a*) célula enana más ó menos fusiforme, pobre en dendritas y provista de axon fino y sobrio en ramillas terminales (fig. 377, E) ; y *b*) célula asteriforme más robusta y rica en dendritas, cuya expansión funcional se resuelve en un plexo complicado de ramillas ascendentes y descendentes, que se extienden por una gran parte de la corteza, incluso el piso inferior, destinado de preferencia, aunque no exclusivamente, á las células de cesta (G, F). Algunos corpúsculos de esta raza pueden habitar el tercio inferior de la zona plexiforme, y hasta enviar alguna ramilla á las cestas (fig. 372, C).

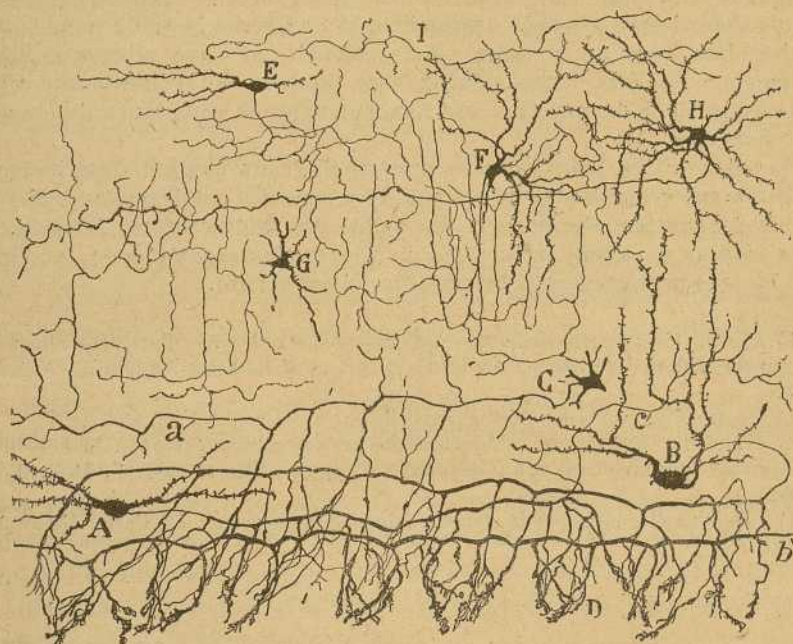


Fig. 377. — Corte transversal de la corteza cerebelosa del conejo de un mes.—A, B, células gruesas de cesta ; C, célula que sólo contribuía á formar las cestas por sus colaterales gruesas ; D, cestas ; E, célula estrellada externa de axon fino y muy corto ; F, G, células de axon descompuesto en extensa arborización ; H, célula de axon horizontal larguísimo.

Los diversos tipos celulares que acabamos de indicar han sido bien descritos y dibujados por Smirnow (1), quien ha llamado la atención de los neurólogos sobre la existencia en la capa plexiforme de neuronas cuyo axon no contribuye á formar las cestas terminales, acabando, mediante arborizaciones libres, en los tramos altos de la misma.

No obstante, es fuerza reconocer, según ha hecho notar Crevatin (2),

(1) Smirnow : Ueber eine besondere Art von Nervenzellen des Molecularschicht des Kleinhirns bei erwachsenen Säugthiere und bei Menschen. *Anat. Anzeiger*. Bd. 13. 1897.

(2) Crevatin : Ueber die Zellen von Fusari und Ponti in des Kleinhirnrinde von Säugthiere. *Anat. Anzeiger*. Bd. 14. 1898.

que el tipo menudo de axon corto fué visto ya por Fusari (1), y en época más reciente (1897) por Ponti (2). Por lo cual, Crevatin, que lo ha observado también, propone nombrarlo *célula de Fusari y Ponti*. Por lo que toca á las células de axon horizontal (I tipo de Smirnow), cuyas ramas no concurren á la formación de las cestas, permítasenos recordar que fueron ya mencionadas por nosotros en 1889.

En la traducción francesa de nuestro trabajo hay este párrafo, que no sabemos cómo ha podido pasar desapercibido á Smirnow, Ponti y Crevatin: «Las fibras transversales (cilindros-ejes de las células estrelladas) más superiores, carecen frecuentemente de ramos descendentes, y cuando éstos se presentan, son muy delgados y no llegan á los cuerpos de las células de Purkinje, ni forman las franjas ó pinceles característicos. Se puede decir lo mismo de la extremidad del axon: se la ve descender, ramificándose, pero no se logra nunca seguirla más que sobre una corta extensión» (3). Esta disposición aparece también muy claramente dibujada en la fig. 8 de nuestro libro resumen sobre la estructura de los centros nerviosos (4).

De todos modos, justo es reconocer que Smirnow ha dado descripciones más exactas y detalladas de las referidas especies celulares, es decir, de las dibujadas por Fusari y de las señaladas por nosotros. Además, la raza celular de axon profusa y complicadamente ramificado, creemos que ha sido primeramente descrita por el sabio ruso.

(1) *Fusari*: Sull origine delle fibre nervose nello strato moleculare delle circonvoluzioni cerebellari delle uomo. *Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino*. Vol. 19. 1883.

(2) *Ponti*: Sulla corteccia cerebellare della cavia. *Monitore Zool. ital.* 1897.

(3) *Cajal*: Sur l'origine et la direction des prolongements nerveaux de la couche moleculaire du cervelet. *Intern. Monatsch. f. Anat. u. Physiol.* Bd. 6, Helf. 4, u. 5, 1889.

(4) Les nouvelles idées sur la structure du système nerveux, &. Paris, Reinwald. 1894.

## CAPITULO XVII

### CAPA DE LOS GRANOS Ó DE LAS CÉLULAS ENANAS

Arborización dendrítica de los granos.—Fibrillas paralelas.—Células de Golgi y sus variedades.—Fibras centripetas : arborizaciones musgosas y trepadoras.—Neuroglia del cerebello.

Cuando la zona gris rojiza, llamada *de los granos ó de las células de axon bifurcado*, se explora en un corte coloreado por el carmín, hematoxilina ó las anilinas básicas, se nos presenta formada por una cantidad enorme de núcleos apretados, pequeños, enérgicamente teñidos y circuidos de un limbo estrechísimo de protoplasma pálido y exento de grumos y granos cromatófilos. Estos núcleos, que imprimen carácter á la zona segunda, son los *granos ó neuronas enanas*, que en cantidad prodigiosa constituyen dicha capa, dejando apenas pequeños intervalos para los vasos y fibras nerviosas. Confinan exteriormente los granos con la zona plexiforme, tocando ó aproximándose mucho á las células de Purkinje, entre cuyos intervalos penetran cierto trecho, y á las células de cesta más inferiores ; por abajo, lindan con la substancia blanca, entre cuyos haces pueden penetrar algunos de ellos, formando pléyades lineares. Al nivel de las crestas de las circunvoluciones, la zona de los granos se ensancha mucho, y su frontera inferior aparece más vagamente trazada que al nivel de las concavidades.

Si después de esta exploración de conjunto y de mera orientación, estudiamos detalladamente, con ayuda del apocromático 1'30, la constitución íntima de esta zona, advertiremos que, entremezclados con los granos, y en muchísima menor proporción que éstos, figuran tres factores más, sin contar con los vasos : las *células estrelladas gruesas* ó corpúsculos de Golgi, los *corpúsculos neuróglícos*, y los *islotes eosinófilos ó protoplásmicos*, punto de encuentro ó articulación de las dendritas neuronícas.

Nada más fácil que distinguir las tres clases de células (granos, células estrelladas grandes y corpúsculos neuróglícos) que pueblan la zona que nos ocupa, en los preparados de Nissl, atendiendo al volumen y estructura del núcleo.

En el grano, el núcleo es de talla exígua (de 5 á 9  $\mu$ ) y exhibe una red densa, en la cual aparecen englobados grumos voluminosos de nucleí-

na disseminados, tanto por debajo de la membrana nuclear, como en las zonas centrales. A menudo, nótase en el centro un grueso gránulo cromático, perfectamente coloreable por la hematoxilina y anilinas básicas, que equivale quizá al nucleolo de las neuronas grandes (fig. 362, *e*).

En las células de Golgi (fig. 362, *h, g*), el núcleo es voluminoso, pálido, á menudo excéntrico, exento de red cromática y provisto de un robusto nucleolo esférico. El protoplasma, bastante abundante, posee algunos grumos cromáticos, pequeños é irregulares.

Las células de neuroglia, relativamente escasas en número, exhiben un núcleo algo más voluminoso que el de los granos, en cuyo interior se descubre una red cromática, floja, pálida, y en gran parte dispuesta en capa periférica. El protoplasma, relativamente abundante, preséntase incoloro.

En fin, los *islotes protoplásmicos* (fig. 362, *f*), ó estaciones de conexión, aparecen formados por masas granulosas, vacuoladas, exentas de núcleos, incoloreables por las anilinas básicas y carmín, pero algo tingibles por la eosina y el indigo carmín. Denisenko, que los había observado bien, creyó erróneamente que estaban compuestas de células especiales pálidas, incoloreables por la hematoxilina (*manchas eosinófilas ó grupos de células eosinófilas*).

Estudiemos ahora, por orden, los citados cuatro factores de construcción, tal como se presentan en los preparados de Golgi.

1.º *Neuronas enanas ó células de axon bifurcado* (*granos de los autores*). He aquí la descripción que de estas células dimos en nuestro trabajo de 1888 (1):

«La morfología de los granos ha sido muy discutida antes de la invención del método de Golgi, á causa de que los procedimientos de análisis aplicados (disociación, cortes coloreados en carmín, etc.), no permiten esclarecer la naturaleza de estos singulares corpúsculos. Sin embargo, Gerlach había ya reconocido sus expansiones, equivocándose al suponerlas anastomosadas entre sí. Rutkowsky, Schultze y Meynert, profesaron con leves variantes esta opinión. Henle, que estudió estas células con el método de la disociación, las consideró como elementos ner-

(1) Se nos dispensará que reproduzcamos aquí literalmente nuestras descripciones de 1888. Sobre que hoy no podríamos exponer más claramente la morfología de los granos, tenemos una razón para copiarnos en este punto, y es que, á pesar de haberse publicado nuestras investigaciones sobre el cerebelo en una revista alemana (*Intern. Monatsch. f. Anat. u. Physiol.*, años 1889 y 1890), la mayoría de los sabios no parecen haber leído el texto original, sino las referencias de la monografía de Kölliker, lo cual ha motivado errores y omisiones en las citas de nuestras ideas, que deseamos evitar para lo sucesivo. Por el mismo motivo hemos copiado antes nuestra descripción de las cestas terminales. El texto original á que aludimos apareció por primera vez en la *Revista trimestral de Histol. nor. y patol.*, núm. 1, Agosto de 1888, bajo este título: *Sobre las fibras nerviosas de la capa molecular del cerebelo*.

viosos fusiformes, provistos de una prolongación nerviosa rodeada de vaina medular. Por último, Denisencko negó, sin motivo suficiente, las expansiones de los granos (*Hämatoxylinzellen*), y Schwalbe gravitaba hacia el parecer de Henle.

»Golgi, que aplicó á dichas células su valioso método de coloración, las presenta como elementos nerviosos provistos de tres ó cuatro dendritas, y de una prolongación funcional. Las dendritas se terminarían á favor de un grumo de materia granulosa, al cual concurrirían las células homónimas limítrofes, disposición extraña que pugna contra todo lo que sabemos sobre el modo de terminarse dichas expansiones.

»En cuanto al axon, dice este sabio, se comportaría de varias maneras: algunas veces descende verticalmente para remontar y formar un arco de longitud variada, emitiendo en su trayecto filamentos laterales extendidos dentro de la zona granulosa; otras veces marcha horizontalmente, emitiendo numerosas fibrillas ramificadas que descienden verticalmente á través de la capa de los granos.....». Y más adelante, añade: «La extrema finura de esta expansión hace difícil el estudio de su marcha; pero una vez he podido verla continuada con fibras nerviosas que atravesaban la zona de los granos (¿las que vienen de la substancia blanca?).

»Nuestros estudios sobre la morfología de los granos en diversos vertebrados, prueban que Golgi se equivocó tanto en lo relativo al comportamiento de las dendritas, como al del axon.

»a) Las dendritas en número de tres á seis se terminan á no mucha distancia, por una arborización corta formada por ramitas varicosas, aisladas y libres, comparables en un todo con la ramificación nerviosa de la placa de Rouget ó muscular. La dirección de estas expansiones es divergente en todos sentidos; sin embargo, las emanadas de los granos de la substancia blanca irradian á menudo hacia afuera (detalle éste muy importante para juzgar de la función de las dendritas)».

Nuestras investigaciones posteriores relativas á las dendritas, nos permiten agregar á nuestra descripción de 1888 un hecho interesante: La arborización terminal de cada dendrita converge, ya aislada, ya en unión de otras pertenecientes á corpúsculos homónimos más ó menos distantes, en los islotes granulosos ó eosinófilos, donde se articula por engranaje con las rosáceas de las fibras musgosas. Esta disposición curiosísima que hemos confirmado, tanto por el método de Golgi como por el de Ehrlich (fig. 378 y 381), ha sido observada también después de nosotros por Held (1), que da de ella una figura muy exacta.

En los *glomérulos cerebelosos*, como llama Held á los islotes protoplásmicos, el método de Altmann revelaría un gran número de *neuroso-*

(1) Held: Beitrage sur Structure des Nervenzellen und ihrer Fortsätze. Drittes Abhandlung. *Archiv. für. Anat. und Physiol. Anat. Abhand.*, 1897. Véase la figura 6, plancha 13.

mas ó granulaciones fuchinófilas alojadas exclusivamente en las excrecencias de las fibras musgosas (Held).

Por lo demás, tales dendritas se colorean muy bien por el azul de metileno, según observamos Dogiel en el cerebelo de las aves y nosotros en el de los mamíferos (gato, perro y conejo).

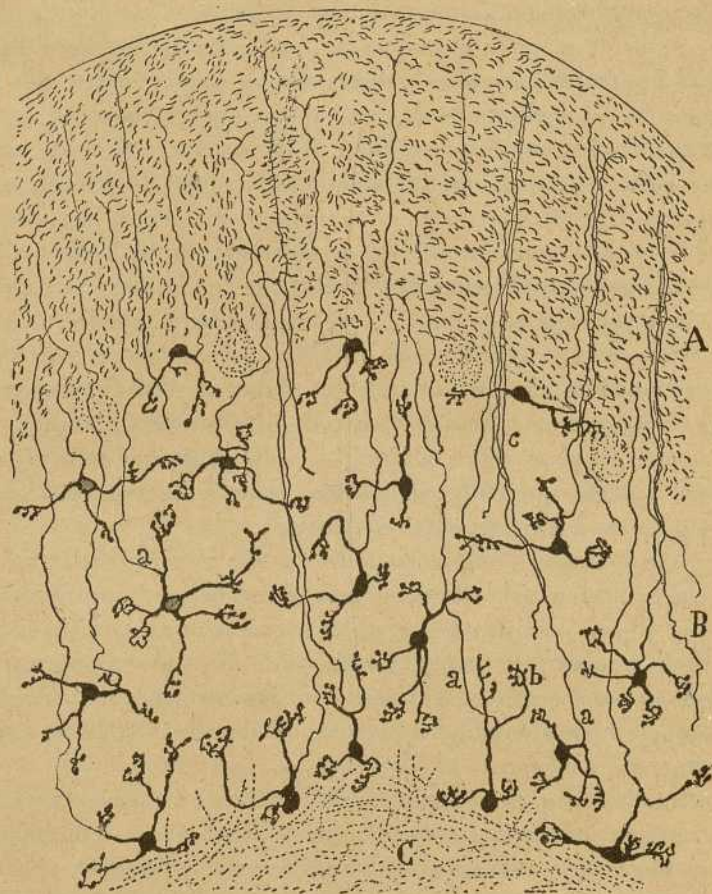


Fig. 378. — Corte transversal de un trozo de laminilla cerebelosa del conejo de dos meses. — A, capa plexiforme con las fibrillas paralelas vistas de punta; B, zona de los granos; C, substancia blanca; *a*, axon finísimo de los granos; *b*, ramificación digitiforme de las dendritas; *c*, haces de axones de granos.

La arborización final aparece en estos preparados de Ehrlich, ya teñida en azul intenso y reproduciendo exactísimamente la figura ofrecida por los de Golgi, ya excesivamente varicosa, como si el agua hubiese penetrado é hinchado notablemente los cabos de cada dendrita (figura 381, *b*). En todo caso, la arborización susodicha aparece absolutamente independiente, sin ninguna apariencia de anastomosis. Algunas dendri-

tas se bifurcan en su camino (fig. 378 y 381), y no faltan otras que exhiben dos arborizaciones, una colateral y otra terminal.

b) *Axon de los granos.* — Este cilindro del eje es finísimo y acaso el más delicado que se conoce ; procede algunas veces del cuerpo, pero más frecuentemente de un ramo protoplásmico, circunstancia singular sobre la cual hemos hablado ya en la *Parte general* de este libro. Pero sobre el curso del axon, reproduzcamos nuestras palabras de 1888.

«Una vez nacido el axon, se adelgaza, marcha tortuosamente á través de la zona de los granos, aborda la zona molecular, penetrando por entre las células de Purkinje, y se termina bifurcándose en forma de T, es decir, generando una fibrilla cuya dirección es perpendicular á la del axon ó tubo progenitor y exactamente paralela á la longitud de la circunvolución cerebelosa. Nosotros designaremos estas nuevas fibrillas, para distinguirlas del axon y recordar su dirección : *fibrillas paralelas ó longitudinales.*

»Todo grano está representado en la zona molecular por una de estas fibras longitudinales, que rellenan todos los intersticios de las células de la citada capa. Los cilindros-ejes de los granos profundamente colocados, emplazan sus fibrillas longitudinales en los pisos más bajos de la capa molecular, mientras que los nacidos en los corpúsculos más altos se continúan con las fibrillas más superficiales (1).

»El curso del axon, durante su tránsito por la capa de los granos, es siempre ascendente, con más ó menos oblicuidades é inflexiones ; pero en cuanto aborda la molecular, se remonta casi en línea recta y perpendicularmente al plano de la lámina cerebelosa.

»Alguna vez hemos notado que el axon, después de asaltar las células de Purkinje, da una delgada colateral, ya corta ya larga, y semejante á una fibrilla paralela. Este hecho, por lo demás sumamente raro, prueba que el número de fibras longitudinales puede ser superior al de los granos (2).

»Las referidas fibrillas longitudinales, constituyen un sistema de filamentos finísimos, varicosos, que marchan paralelamente á la dirección de las láminas cerebelosas, de un modo regular y absolutamente constante. Esta orientación es tan regular y fija, que por el modo como ellas se muestran en las preparaciones, se puede juzgar de la dirección de los cortes. Por consiguiente, las secciones perpendiculares á las laminillas,

(1) Esta última observación atribúyela Lugaro á van Gehuchten, ninguno de cuyos sabios parece haber leído nuestro trabajo original. En realidad, semejante disposición es muy frecuente, pero no absolutamente constante, según hace notar Lugaro.

(2) Recientes observaciones nos han convencido que las ramillas supernumerarias, generalmente breves, que alguna vez muestra el axon de los granos, representan disposiciones embrionarias destinadas á absorberse. Así, jamás aparecen en el cerebelo adulto.



las revelan cortadas de través y bajo la forma de un punteado fino y apretado (fig. 378, A); al contrario, los cortes longitudinales las presentan según su largo, y con todos sus detalles (fig. 379, b).

»El diámetro de estos hilos varía en los mamíferos en 0'2 á 0'5  $\mu$ ; en las aves nos ha parecido aún más exíguo. Sin embargo, el espesor puede ser algo mayor para algunas fibrillas longitudinales de una misma preparación. Su marcha es siempre rectilínea, salvo ciertas inflexiones ligeras, debidas á la forma de las expansiones de las dendritas terciarias de Purkinje, entre las cuales caminan. Nunca se ramifican ni cambian de plano, y después de un curso variable se terminan por extremidades libres, ni abultadas ni arborizadas. No es seguro, sin embargo, que estas extremidades sean el cabo definitivo de las fibrillas; pudiera suceder que se prolongaran más allá y que la reacción fuera impotente para revelarlas.

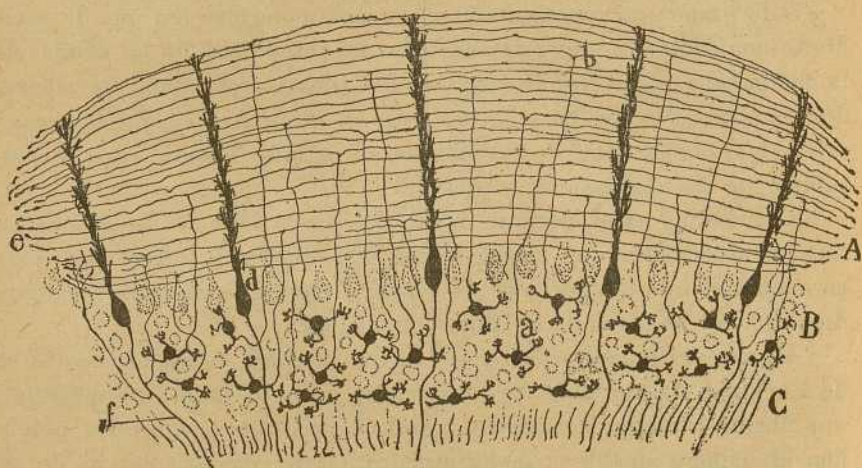


Fig. 379. — Corte longitudinal esquemático de una laminilla cerebelosa. — A, zona plexiforme con las fibrillas paralelas; B, capa de los granos; C, substancia blanca; a, axon de los granos; b, bifurcación de éste; d, célula de Purkinje vista de canto; e, cabo terminal de las fibras paralelas; f, axon de las células de Purkinje.

»El sistema de fibras paralelas llena todo el espesor de la capa molecular desde la superficie libre hasta los granos, incluso los intervalos que dejan entre sí los somas de Purkinje y los corpúsculos estrellados más profundos. En las preparaciones en que la impregnación es completa, parece como que tales filamentos constituyen solos la zona molecular, tan abundantes y apretados se muestran».

Hasta aquí nuestras observaciones de 1888, que fueron confirmadas plenamente por Kölliker, van Gehuchten y Retzius. Ulteriores pesquisas, emprendidas en un gran número de vertebrados, nos permiten añadir los siguientes hechos:

1.º Las fibrillas paralelas se extienden á toda la longitud de la lámina cerebelosa y se terminan en ambos extremos de ésta por cabos varicosos ligeramente engruesados. Esta terminación no reside en igual plano lateral para cada fibra, sino que se escalona dentro de un área irregular y de poca extensión. Por esta razón, el cabo terminal de la zona molecular, en contacto con la substancia blanca lateral, no es un plano, sino una superficie más ó menos cóncava. Las pruebas de este aserto pueden fácilmente adquirirse estudiando minuciosamente los cortes longitudinales de la laminilla cerebelosa de los pequeños mamíferos (ratón y rata), y sobre todo, el diminuto cerebelo de los batracios y reptiles (fig. 380, a).

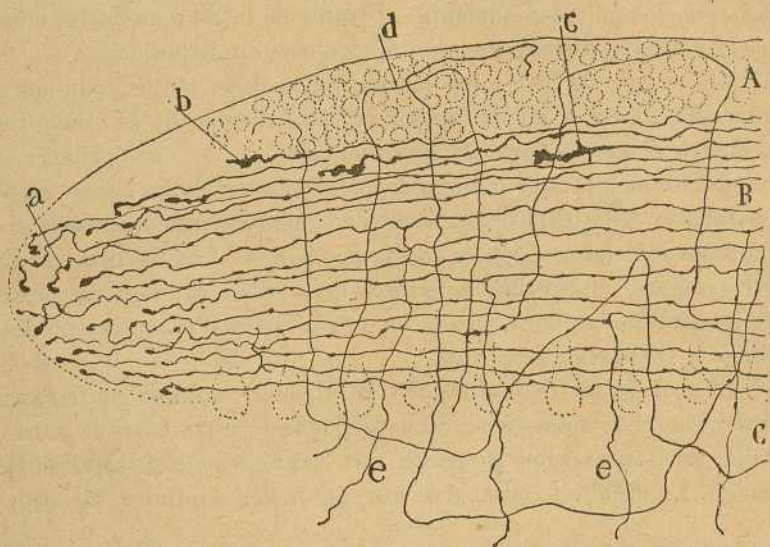


Fig. 380. — Corte longitudinal de una laminilla cerebelosa del ratón de diez días. — A, capa de Obersteiner; B, capa plexiforme con las fibrillas paralelas; C, zona de los granos; a, cabos terminales de las fibras paralelas en el extremo de una circunvolución; b, c, conos de crecimiento de estas fibras; e, axon de los granos; d, fibras ansiformes de origen desconocido.

En virtud de esta disposición, los granos vienen á representar células de axon corto ascendente, comparables á las células de Martinotti de la corteza cerebral (1).

2.º Como ocurre en todos los axones y ramas nerviosas de las neuronas de cilindro-eje corto, la fibrilla paralela y su tallo progenitor carecen de vaina medular. Las escasas fibras meduladas longitudinales que los preparados de Weigert-Pal permiten descubrir en la mitad profunda

(1) Mi opinión, que hoy juzgo demostrada, acerca del modo de terminar la fibra paralela y de su significación morfológica, aparece primeramente citada en la Monografía de mi hermano: *El encéfalo de los reptiles*, Barcelona, 1891.

de la zona molecular, no son, como sospechaba Kölliker, fibrillas paralelas, sino colaterales de los axones de Purkinje.

3.º Las fibrillas paralelas, en su extensísimo itinerario á lo largo de la laminilla cerebelosa, entran en relación de contacto con los bordes festoneados de las ramas dendríticas secundarias y terciarias de las células de Purkinje. Cada fibrilla toca, por tanto, los ramajes protoplásmicos de toda la serie de corpúsculos de Purkinje alineados en la dirección de su trayecto, circunstancia interesante que permite categorizar los granos por pléyades homodinámicas, radiadas y laminares. En otros términos, el haz de fibrillas paralelas, que ensarta una ristra longitudinal de ramajes de Purkinje, emana de la serie radial y longitudinal de los granos situada por debajo. Más adelante, al tratar de la marcha de las corrientes en el cerebelo, insistiremos sobre esta curiosa disposición.

4.º Los axones de los granos marchan á menudo, sobre todo cerca de la zona plexiforme, y por el espesor de ésta, dispuestos en manojitos de tres, cuatro ó más. A medida que ascienden por la zona primera, despréndense los axones, que generan á corta distancia de los haces, las fibrillas paralelas. Esta disposición fasciculada aparece más acentuada en los vertebrados inferiores (peces y aves), fig. 378, *c*. Las fibrillas paralelas constituyen en los pisos más inferiores de la capa primera un plexo de haces longitudinales curvilíneos, en cuyas mallas yacen las células de Purkinje y corpúsculos de cesta.

5.º El azul de metileno (método de Ehrlich) colorea perfectamente el grano, según dejamos dicho. El axon puede seguirse hasta la zona plexiforme, pero su extrema delgadez rara vez consiente sorprender la bifurcación. En él falta toda señal de estrangulación mielínica (fig. 381, *a*).

Del conjunto de todos los precedentes datos, resulta que la capa plexiforme exhibe una arquitectura de una simplicidad, regularidad y elegancia admirables. Cada una de las fibras y células que la componen, posee una orientación tan fija y constante, que basta hallar en un corte un fragmento de ramificación para deducir inmediatamente la naturaleza de ésta y la dirección y posición de los demás elementos. En esa elegante tela ó urdimbre que presenta la zona primera se entretrejen, cruzándose en ángulos rectos, fibras de tres direcciones: *longitudinales*, representadas por los axones de los granos y algunas colaterales de células estrelladas; *transversales*, constituidas por los cilindros-ejes de estos elementos; y *verticales*, formadas por el axon de los granos, la arborización dendrítica de las células de Purkinje, las ramas protoplásmicas de los corpúsculos estrellados de la capa primera y otras tres clases de fibras no descritas aún, á saber: las radiaciones ascendentes de los elementos neuróglícos y epiteliales, las dendritas de las células de Golgi y las arborizaciones finales de las fibras trepadoras. (Véanse las figs. 374 y 379).

**Gruesas células estrelladas ó corpúsculos de Golgi.**— Acá y allá, según hemos consignado más atrás, aparecen en la zona de los granos

células nerviosas gruesas, estrelladas ó poligonales, que fueron ya vistas por los autores antiguos (por ejemplo, Denisencko, que las llama *Ganglienzellen*, distinguiéndolas bien de los granos ó *Hämaterylinzellen*), pero cuya morfología sólo Golgi reveló, dándonos á conocer el curso de sus dendritas y las propiedades del axon. Residen estos corpúsculos con toda la zona que estudiamos, pero son algo más abundantes cerca de las células de Purkinje. Algunos de ellos habitan en el mismo plano que éstas, de las que se distinguen bien en los preparados comunes por exhibir talla menor y afectar forma estrellada (fig. 362, *g, h*).

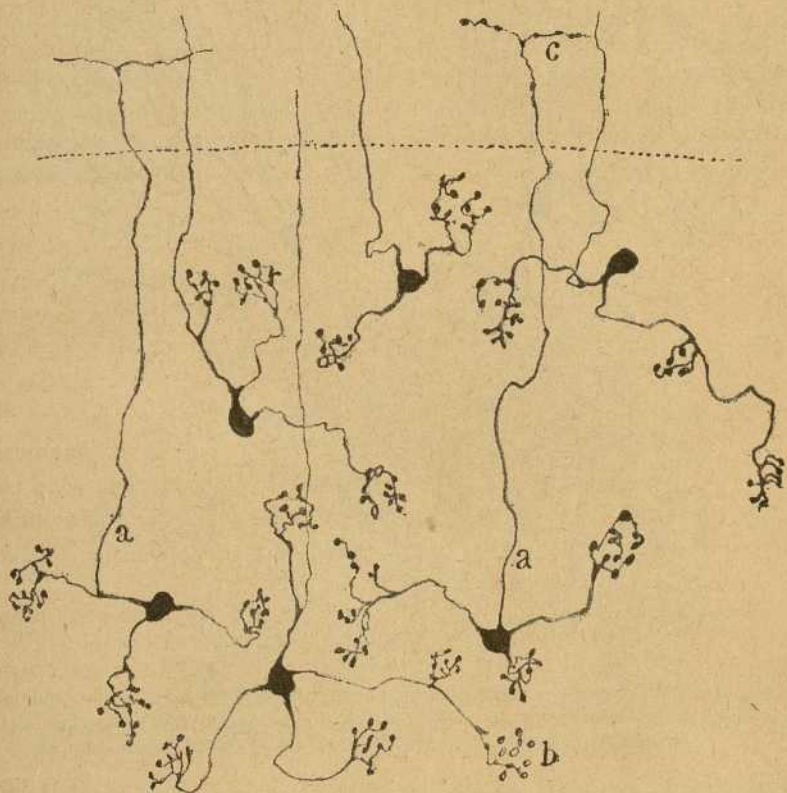


Fig. 381. — Granos del cerebelo del gato adulto teñidos por el azul de metileno.

Un examen cuidadoso de las células estrelladas grandes en los preparados del cromato de plata consiente distinguir cuatro tipos diferentes: la *célula estrellada común ó corpúsculo de Golgi* (Retzius); la *célula fusiforme horizontal*; la *célula estrellada de axon largo*, y la *célula estrellada dislocada*.

*Célula común ó corpúsculo de Golgi.* — Reside indiferentemente en cualquier plano de la zona segunda y afecta figura estelar, con radiaciones dendríticas que marchan en todos sentidos. Dominan, sin embargo,

siempre las dendritas externas, las cuales, en número de dos, tres ó más, son robustas, ganan la zona plexiforme, en la que penetran á veces por radios bastante separados, según ha hecho notar Retzius (fig. 382).

Generalmente, al abordar esta zona las dendritas externas trazan arcos de concavidad extensa, y no es raro verlas marchar un buen trecho horizontalmente antes de ingresar en la capa plexiforme, donde dividiéndose

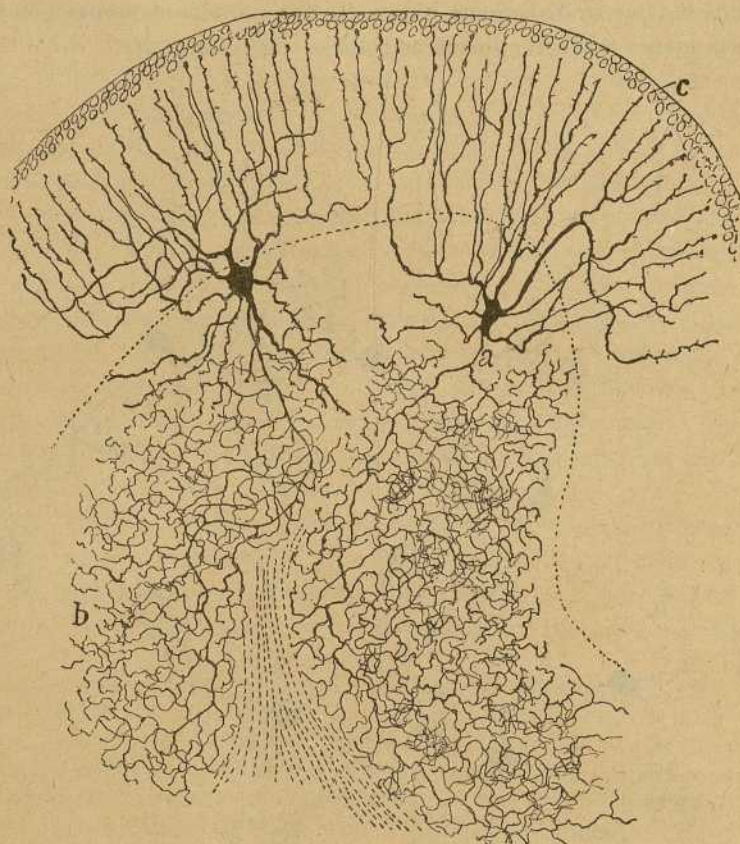


Fig. 382. — Dos células estrelladas grandes del cerebelo del gato de un mes. — A, célula situada cerca de las células de Purkinje; a, axon; b, ramificaciones finales; c, resto de la capa de granos superficiales.

repetidas veces en ángulos redondeados, engendran un sistema de ramas secundarias y terciarias verticales, en gran parte paralelas y á menudo prolongadas hasta la superficie cerebelosa. En todo su curso tales ramas revelan espinas finas, pero más escasas y largas que las de las células de Purkinje. Es probable que estos apéndices, los cuales mostramos en la figura 382, se relacionen también, como los de estos últimos elementos, con las fibrillas paralelas de los granos. La forma del conjunto de esta

ramificación no es aplanada, como el ramaje de Purkinje, sino que se dispone en ancho y flojo manajo ascendente.

Las dendritas oblicuas y descendentes, escasas en número, corren flexuosas por la zona de los granos, dentro de la cual se terminan libremente. A veces tales ramas, después de ramificarse en esta capa, tuercen después hacia afuera para acabar en la plexiforme. Cuando la célula está colocada muy inferiormente, como se veía en la fig. 385, B, las dendritas ascendentes disminuyen de número y espesor, pero no faltan nunca, existiendo siempre uno ó dos tallos directos destinados á la zona plexiforme.

En algunos casos, la forma, dirección y modo de ramificación de algunas dendritas descendentes es tan semejante á las del axon, que Retzius ha podido considerarlas como axones supernumerarios. La presencia de espinas, aunque pocas en número, distingue, empero, siempre estas dendritas axoniformes de los verdaderos cilindros-ejes, por lo menos, en los mamíferos adultos.

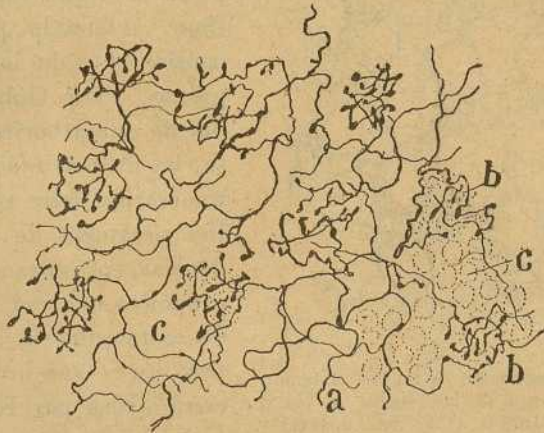


Fig. 388. — Un trozo del plexo terminal formado por el axon de las células de Golgi del pichón de veinte días. (Obj. 1,30 apocr.). — a, ramillas intergranulares; b, ramitas terminales para los islotes cerebelosos; c, pléyades de granos.

La disposición general de la arborización dendrítica de las células estrelladas, fué mostrada por Golgi y confirmada por nosotros y Kölliker. Sin embargo, en lo que toca al ramaje dendrítico de la zona primera, las descripciones de van Gehuchten (1) y de Retzius (2), han añadido algunos pormenores.

El axon, descubierto por Golgi, es grueso, tanto que semeja á veces una dendrita, y marcha en variedad de direcciones, que dependen de la

(1) *Van Gehuchten*: La moelle épinière et le cervelet. *La Cellule*. Tomo VI, 2 fasc., 1890.

(2) *Retzius*: Kleine Mittheilungen von den Gebiete der Nervenhistologie. *Biol. Unter. N. F.* Bd. IV, 1892.

posición de la célula. Si ésta radica cerca ó al nivel de los corpúsculos de Purkinje, el axon suele ser descendente ú oblicuo (fig. 382, A). Si como se veía en la fig. 385, B, el corpúsculo yace fronterizo de la substancia blanca, dicha expansión es ascendente ú horizontal. En fin, en los elementos intermediarios, marcha indiferentemente en cualquier sentido.

En su curso ulterior, traza el axon muchas flexuosidades de acomodación á los granos, y, á una distancia variable, se bifurca, engendrando ramas iguales ó desiguales, que suelen apartarse en ángulo agudo. A veces, falta la bifurcación y el cilindro-eje se agota á fuerza de producir ramillas colaterales, algunas casi tan espesas como el tallo progenitor.

La propiedad más culminante de estos axones, consiste en que, ya desde la inmediación de la célula, comienzan á emitir colaterales que di-

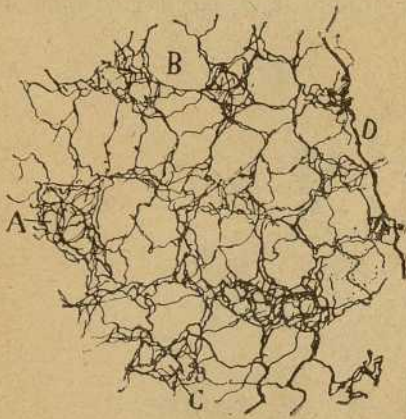


Fig. 384. — Fragmento de la arborización terminal del axon de las células de Golgi del conejo de Indias. (Obj. 1,30 apocr.)— A, B, islotes cerebelosos con los huecos donde se alojan las dendritas de los granos; C, pléyade de éstos; D, fibra musgosa.

vidiéndose y subdividiéndose repetidamente lo mismo que las ramas terminales, engendran un plexo nervioso, tupido y riquísimo, extendido por un área considerable de la zona de los granos. Para Golgi, descubridor de esta arborización nerviosa, las últimas ramillas se anastomosarían entre sí y con fibrillas nerviosas de otras procedencias, engendrando en la zona granulosa una red tupidísima y de extraordinaria complejidad; pero nuestras investigaciones, confirmadas por Kölliker, van Gehuchten y Retzius, revelaron que tales ramillas se terminan libremente entre los granos, mediante cabos varicosos, á menudo, espesados y dispuestos en arquitos ó revueltas más complicadas. En un principio, creimos que estos arquitos y revueltas terminales, entraban en contacto casi exclusivo con el soma de los granos, pero recientes y más detenidas observaciones, recaídas en el cerebelo de aves y mamíferos adultos, nos han demostrado que dichas postreras ramillas, sin dejar de tener relación con el soma, se concentran especialmente en los islotes cerebelosos, en donde entran en íntimo contacto con las arborizaciones dendríticas de los granos. En las figs. 384 y 383, mostramos esta disposición, que se presenta con singular evidencia en las aves.

Resulta, pues, que el soma de los granos como el de todas las células probrísimas de protoplasma, carece de nidos pericelulares (células bipo-

lares olfativas, bipolares retinianas, granos olfativos, etc.). Mediante las citadas arborizaciones, las células estrelladas llevan su influencia á un gran número de granos, que constituyen, por tanto, grupos isodinámicos.

La forma general del ramaje nervioso es sumamente variable, así como la extensión de éste: bajo este aspecto, podríamos distinguir las siguientes familias de corpúsculos: 1.<sup>a</sup>, células gigantes productoras de una arborización nerviosa enorme que comprende todo el grueso de la zona de los granos y que abarca lateralmente un extenso perímetro. Esta variedad ha sido bien descrita y representada por van Gehuchten y Retzius; 2.<sup>a</sup>, células de mediana talla, cuya ramificación nerviosa no cubre

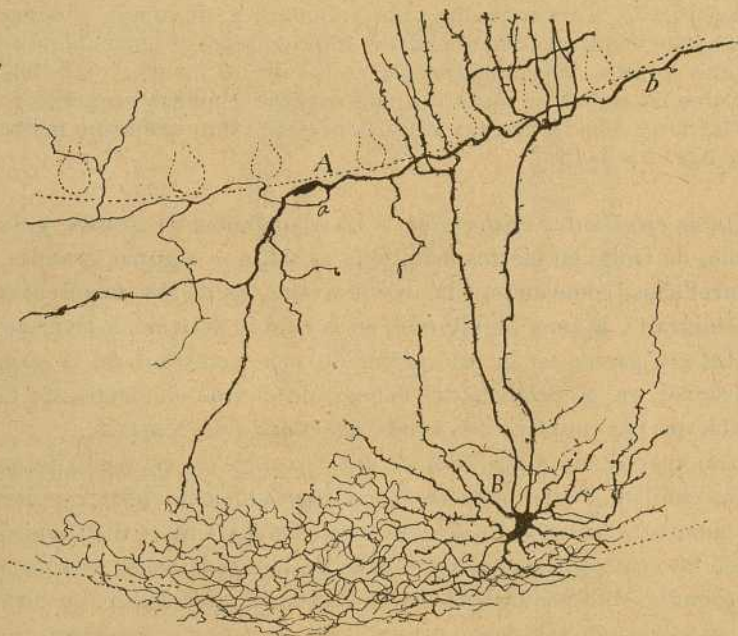


Fig. 385.—Células del cerebelo del gato de un mes. — A, célula fusiforme especial; B, corpúsculo de Golgi inferior, cuyo axon se arborizaba junto á la substancia blanca.

sino una parte del espesor de la citada zona; 3.<sup>a</sup>, células gruesas, generalmente vecinas de la substancia blanca, cuya arborización se bifurca é inerva ya los territorios algo apartados de una misma estratificación granulosa, ya áreas pertenecientes á dos laminillas grises contiguas (fig. 393, A); 4.<sup>a</sup>, células medianas, alargadas, cuyo axon se arboriza en las pléyades de granos vecinos de la substancia blanca, constituyendo una arborización prolongada, laxa y relativamente pobre.

Todos estos elementos pertenecen en realidad al mismo tipo celular, no existiendo entre ellos más diferencias que las concernientes al yacimiento del soma y extensión y situación de la ramificación del axon.



Van Gehuchten (1), en su trabajo sobre la médula y el cerebelo, llama la atención sobre una variedad de células grandes, yacentes en la zona de los granos, y cuyo axon, descompuesto rápidamente en ramillas terminales, genera un plexo intergranular tupidísimo. Pero este corpúsculo no es una especie nueva, sino una variedad grande de las células de Golgi, ya descrita y representada por este autor y por nosotros, aunque no con los detalles con que la dibuja el sabio de Lovaina. Sin embargo, en nuestra Monografía sobre el cerebelo de las aves (2), reproducimos una célula de axon ricamente arborizado, y en otro trabajo decíamos: «La forma de la ramificación total del axon, es redondeada ó cuboidea, abrazando con las vueltas y revueltas de sus innumerables ramificaciones, todo el espesor de la capa de los granos. Cuando en una preparación aparece completamente impregnado uno de estos axones, es casi imposible seguir la totalidad de la arborización: tan abundantes, flexuosas y densas son sus ramificaciones. Solamente en las impregnaciones incompletas de los animales adultos, y principalmente en las de los jóvenes mamíferos, en las cuales las ramas se muestran más espesas y menos numerosas, cabe estudiar muy bien la marcha y divisiones del axon, conforme mostramos en las figs. 2 y 4» (3).

*Células estrelladas dislocadas.*— La abundancia de granos y de corpúsculos de Golgi en ciertos mamíferos es tal, que algunas grandes células estrelladas, como empujadas por la avalancha de los corpúsculos enanos, emigran á la zona plexiforme, en la cual se detienen á diversas alturas. Tal nos parece ser la interpretación más verosímil de la situación excepcional, en el cerebelo del conejo, de ciertos elementos de Golgi, descubiertos por nosotros con ayuda del método de Nissl (4).

Como aparece en la fig. 386, A, los cortes de la capa plexiforme del conejo, exhiben, de trecho en trecho, y apartados con cierta regularidad, unos elementos gruesos, fusiformes ó estrellados, que se distinguen muy bien de las células pequeñas estrelladas de la citada zona, no sólo por su talla gigante, sino por una particularidad muy interesante: en torno del soma, y sobre todo á lo largo del axon descendente, acumúlanse en gran número núcleos, al parecer de células neuróglícas, los cuales se disponen en corona pericelular y engendran una especie de forro de fibras aisladoras á la expansión funcional. Células hay que poseen 10 y 12 corpúsculos neuróglícos satélites.

En los preparados de Golgi (fig. 387, B), se aprecia mucho mejor la figura del soma, el cual emite uno, dos ó varios tallos ascendentes, que

(1) *Van Gehuchten: La Cellule*, t. VI, 1890.

(2) *S. Ramón y Cajal: Estructura de los centros nerviosos de las aves. I. cerebelo. Rev. trim. de Histol. nor. y pat*, núm. 1, Mayo de 1888, Lám. I.

(3) *S. Ramón y Cajal: Sur les fibres nerveuses de la couche granulense du cervelet & International Monatschrift. Anat. u. Physiol.* Bd. VII. Heft. 1, 1890.

(4) *S. Ramón y Cajal: Sobre las relaciones de las células nerviosas con las neuróglícas. Rev. trim. microgr.* Tomo I. 1896.

se ramifican del mismo modo que los corpúsculos estrellados grandes de la zona de los granos. Esta circunstancia y el hecho de que el axon, constantemente descendente, gana la capa de los granos donde se termina, arborizándose prolijamente, nos han conducido á estimar los referidos corpúsculos, no como una especie nueva de neuronas, sino como células de Golgi dislocadas. En pro de esta interpretación, habla también la particularidad de hallarse semejantes neuronas exclusivamente en el conejo, privilegio incomprensible en la suposición de que las mismas representarían un nuevo factor estructural, dado que el cerebelo ofrece igual organización y funcionalismo en todos los vertebrados.

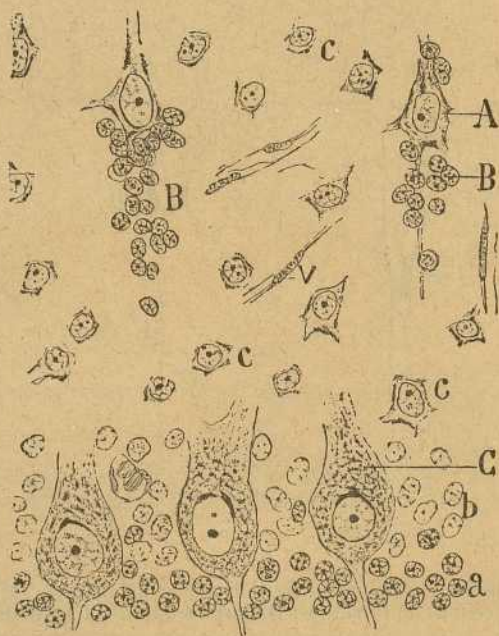


Fig. 386. — Corte de un trozo de la capa plexiforme del cerebelo del conejo adulto. Método de Nissl. Obj. 1,30 apocr. Zeiss. — A, células de Golgi dislocadas; B, pléyades de núcleos, quizás pertenecientes á elementos neuróglícos; C, células de Purkinje; a, granos; b, núcleos de células epiteliales; c, células estrelladas de la capa plexiforme.

Partiendo de la referida hipótesis, explícate también la corona nuclear peri-axonal, que podría considerarse como un aparato aislador destinado á proteger el axon de contactos extemporáneos con las fibrillas paralelas y axones de las células de cesta. Sin embargo, la naturaleza de estos núcleos es todavía enigmática.

Nuestras pesquisas para sorprender dichas células dislocadas en el cerebelo de otros mamíferos no han dado resultado, á pesar de haberlas buscado en los preparados de Nissl, en donde aparecen, cuando existen,

con grandísima claridad y absoluta constancia. Por lo cual creemos que Athias (1), que dice haberlas confirmado en el gato joven (en este animal adulto no las revela jamás el método de Nissl), sirviéndose del procedimiento del cromato de plata, ha debido sufrir alguna equivocación. En cambio, estimamos razonable, aunque no demostrable, la explicación que da este autor de la situación anormal de las células. Según Athias, estos corpúsculos provendrían, á la manera de los granos, de la capa germinal externa del cerebelo; pero detenidas por algún obstáculo en su camino hacia lo profundo, se habrían definitivamente rezagado y fijado en los distintos pisos de la zona plexiforme.

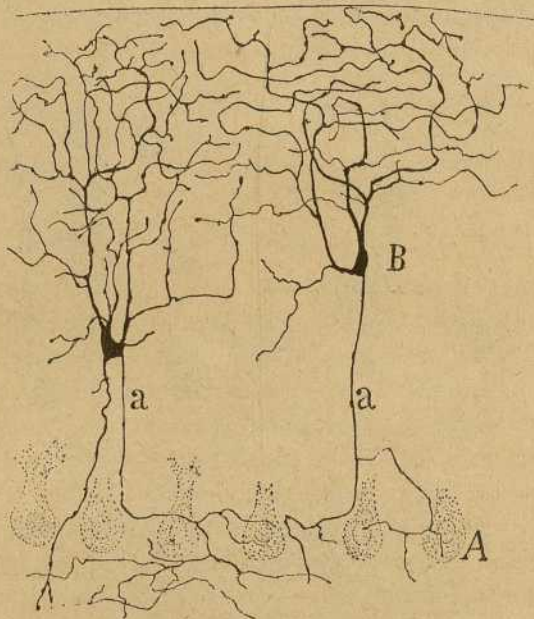


Fig. 387. — Células de Golgi dislocadas del conejo de un mes. Método de Cox.— A, hilera de las células de Purkinje; B, corpúsculos de Golgi dislocados; a, axon.

*Células fusiformes horizontales.*—De vez en cuando, los preparados de cerebelo humano, gato y perro, etc., revelan unas células más pequeñas que las estrelladas, de figura triangular ó fusiforme, sobrias en dendritas, de las cuales dos suelen ser polares y se extienden durante larguísimo trayectos, ya por debajo, ya por encima de las células de Purkinje, suministrando alguna que otra rama para la zona plexiforme superpuesta. En la fig. 388, A, reproducimos una célula de este género, cuyo axon después de dar varias robustas colaterales iniciales para los pisos altos de la zona de los granos, descendía oblicuamente hasta la substancia blanca, donde parecía continuarse con un tubo centrífugo. La célula reproducida en la fig. 385, A, exhibía un axon horizontal que suministraba

(1) Athias: Journal de l'anatomie et la physiologie. Vol. 33, 1897.

colaterales descendentes y ascendentes (repartidas éstas en la zona plexiforme); pero no habiendo sido perseguido por entero, ignoramos si, como en la célula anterior, ingresaba en el eje medular de la laminilla. En fin, en la fig. 391, *d*, presentamos algunos otros corpúsculos de esta especie.

Por lo demás, este tipo celular fusiforme aparece ya figurado en el libro de Golgi (1), quien no da noticias acerca del comportamiento del axon. También en la monografía de Kölliker (2), encontramos representado un corpúsculo que, por su figura y delgadez, recuerda algo la aludida variedad (véase lám. 32, fig. 15).

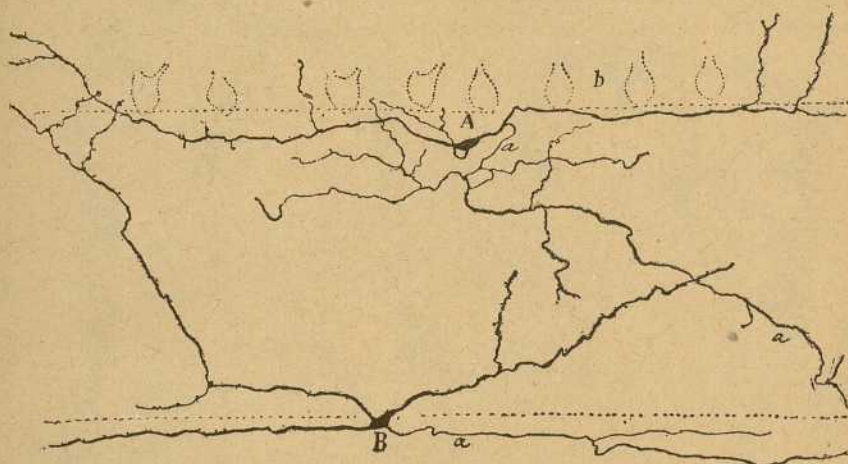


Fig. 388. — Células de la zona de los granos del cerebelo del gato de un mes. — A, célula fusiforme horizontal; B, célula de axon largo fronteriza de la substancia blanca.

Lugaro describe (3) un corpúsculo que acaso represente alguna variedad del que nos ocupa. Habita esta especie celular en la capa de los granos, cerca de los corpúsculos de Purkinje; su axon baja, á menudo, primeramente, para ascender después, aborda la capa plexiforme, y en el tercio profundo de ésta, marcha en sentido longitudinal, emitiendo ramos ascendentes y descendentes. A pesar de nuestras reiteradas tentativas, no hemos logrado todavía impregnar esta variedad de neuronas que Lugaro designa *células intermediarias*.

*Células estrelladas ó fusiformes de axon largo.*—En algunas regiones del cerebelo, pero no en todas, si hemos de dar fé á nuestras observaciones, habitan corpúsculos voluminosos, fusiformes, triangulares ó estrellados, cuyas dendritas se ramifican, parte en la zona de los granos, parte

(1) *Golgi*: Sulla minuta Anatomia, &, 1886. Milano.

(2) *Kölliker*: Das Kleinhirn: *Zeitschr. f. wiss. Zool.* Bd. 49, 1890.

(3) *Lugaro*: Sulle connessioni tra gli elementi nervosi della corteccia cerebellare. Reggio-Emilia, 1894.

en la plexiforme, y cuyo axon, bastante recio, marcha derechamente á la substancia blanca, continuándose con un tubo medular centrífugo. Tales elementos, que fueron descritos por nosotros hace algunos años (1), son muy raros, habitan de preferencia en la proximidad de la substancia blanca, y aun en el espesor de ésta, según se aprecia en la fig. 391 y 389. Atendiendo á su posición, pueden distinguirse en tres variedades: *externos* ó *intragrises*, *marginales* ó situados en el contorno de la substancia

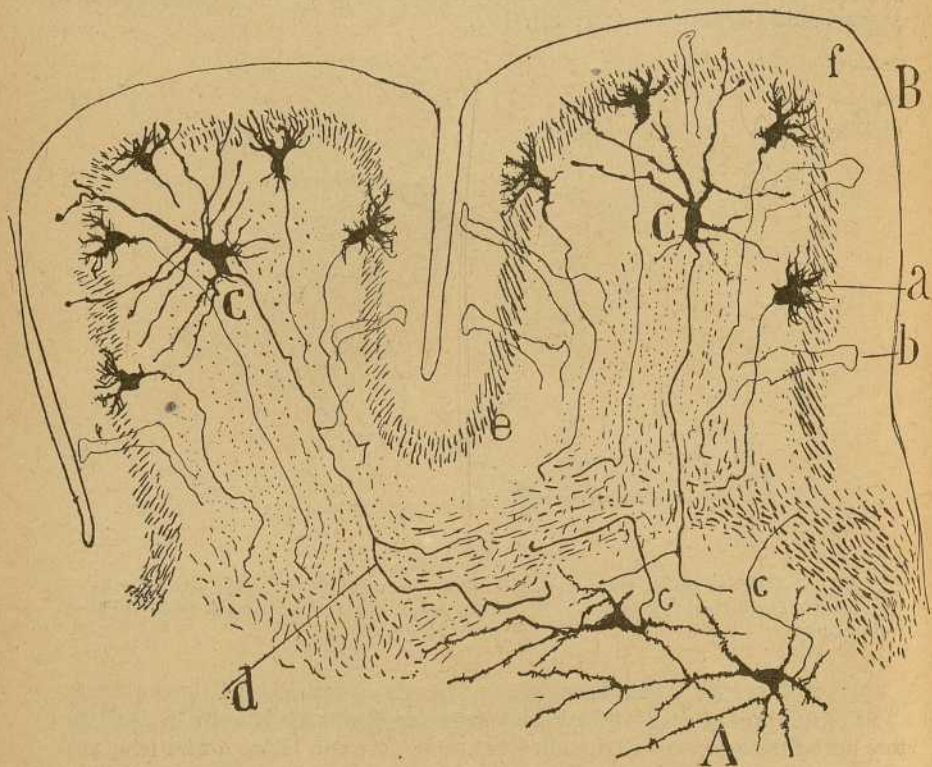


Fig. 389. — Corte sagital de dos circunvoluciones cerebrales del ratón recién nacido. A, ganglio del techo; B, corteza cerebelosa; C, gruesas células intersticiales de la substancia blanca.

blanca, é *intersticiales*, es decir, colocados en el eje de las láminas, y á más ó menos distancia de la substancia gris.

a) *Intragrises*.—Residen en el espesor de la zona de los granos y presentan una forma estrellada. Sus dendritas, en gran parte ascendentes, se reparten por la zona de los granos, invadiendo también la plexiforme; su axon, bastante robusto, ingresa directamente, sin emitir colaterales,

(1) S. Ramón Cajal: Beitrag zum Studium des Medulla Oblongata, des Kleinhirns, &, p. 22. Leipzig, 1896. Verlag & Johann. Ambrosius Barth.

en la substancia blanca. Este tipo celular, que es sumamente raro, ha sido mencionado ya por Falcone (1), que da de él dos buenas figuras (figuras 7 y 8, lám. III), considerándolo hipotéticamente como una neurona de asociación intracerebelosa (fig. 390).

b) *Célula marginal*.—De figura triangular ó en huso, prolongado en el mismo sentido de las fibras meduladas contiguas, esta neurona suele suministrar solamente dos ó tres dendritas en parte ramificadas en la zona de los granos y en parte consagradas á la plexiforme (fig. 391, a, y fig. 388, B). En cuanto al axon, nace del lado profundo del soma y se continúa con un tubo centrípeto de la substancia blanca. En la célula representada en la fig. 388, B, esta expansión se bifurcaba á no mucha distancia.

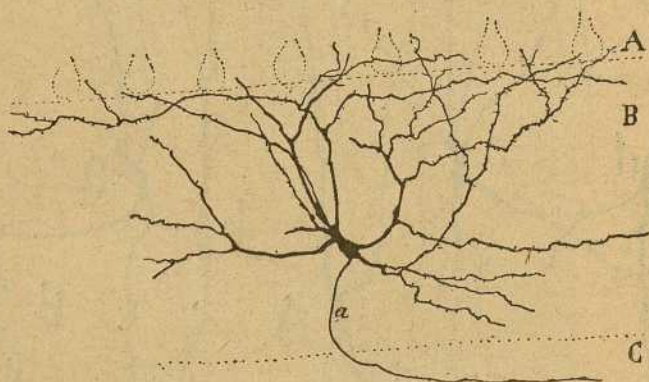


Fig. 390.—Célula estrellada de axon largo emplazada en la zona de los granos. Gato de veinte días. — A, células de Purkinje; C, substancia blanca; a, axon.

c) *Células profundas ó intersticiales* (fig. 391, b).—De figura semejante y dotadas de gruesas dendritas que, tras un trayecto paralelo á los tubos medulares, acaban por invadir la substancia gris, poseen asimismo estos corpúsculos un axon central, continuado con un tubo de la substancia blanca. En la fig. 391, b, presentamos algunas de tales neuronas (reunidas de varios cortes), tomados del cerebelo del gato joven. Esta variedad celular ha sido ya vista y dibujada por Retzius (2), que no se pronuncia sobre el comportamiento del axon.

En el cerebelo del ratón de pocos días, hemos descubierto, además, un corpúsculo estrellado y gigante, más voluminoso que los de Purkinje, semejante al anterior en posición, pero diferente en la forma, que es estrellada, con largas radiaciones dendríticas, que invaden una gran parte

(1) Falcone: La corteccia del cervelletto. Napoli, 1893, p. 160.

(2) G. Retzius: Biol. Unters. N. F. Bd. IV. 1892.

de la substancia gris cerebelosa (1). Reconócense, sobre todo, estos elementos por una particularidad interesante: el axon, que es central y fué seguido hasta el ganglio del techo, se bifurcaba en la corteza blanca de éste, engendrando dos tubos robustos, cuyo paradero no hemos conseguido fijar (fig. 389, C).

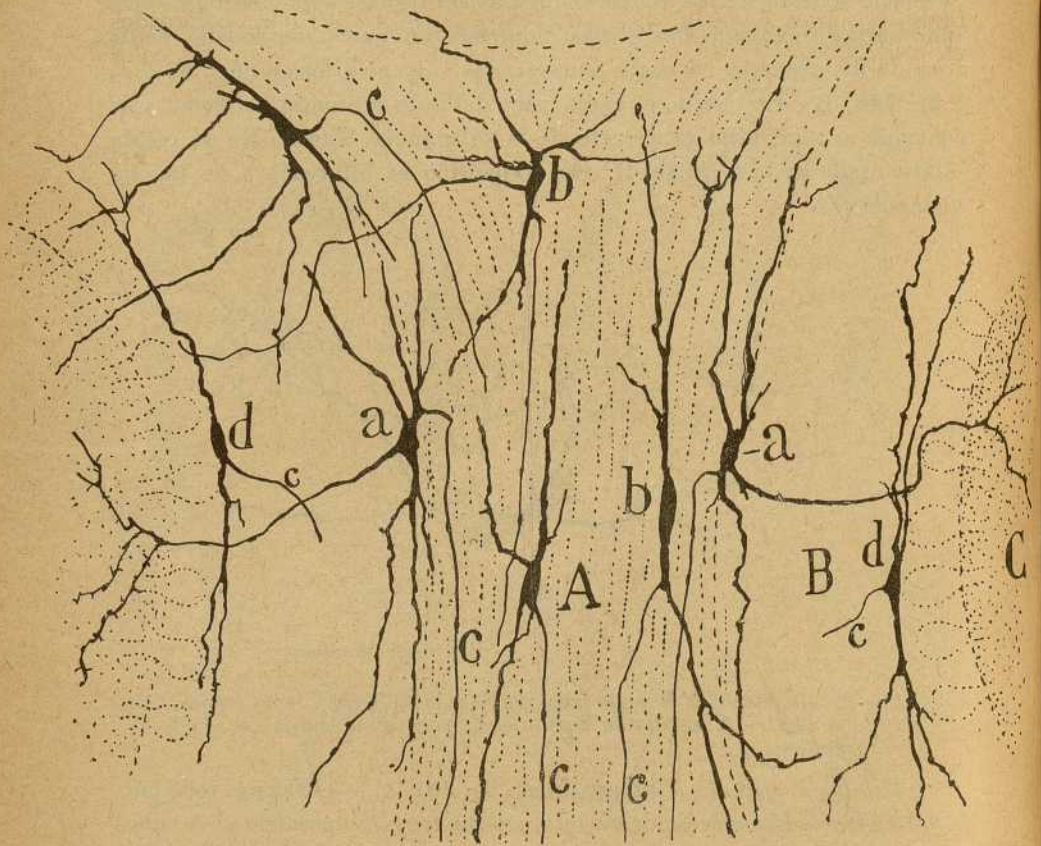


Fig. 391. — Células de axon largo de la substancia blanca del cerebelo del gato de un mes. Método de Cox. — A, substancia blanca no lejana del ganglio del techo; B, capa de los granos; C, capa plexiforme; a, células marginales de axon largo; b, células intersticiales; d, corpúsculos fusiformes horizontales.

De los tipos celulares precedentemente descritos, los *marginales é intersticiales* no se hallan en todo el cerebelo; faltan por completo, según resulta de recientes observaciones nuestras, en todas las láminas delgadas de substancia blanca; pero se presentan en el arranque y parte del trayecto de las gruesas láminas meduladas nacidas en la inmediación del *ganglio del techo* (gato, conejo). A nuestro juicio, los citados elementos, y acaso los mismos intragrises, representarían simplemente células

(1) S. Ramón Cajal: *Loc. cit.* Beitrag zum Studium. &, pág. 22.

del ganglio del techo dislocadas de su yacimiento principal y diseminadas por las láminas próximas de substancia blanca. Hasta hoy no hemos podido hallar semejantes corpúsculos dislocados en el hombre.

**SUBSTANCIA BLANCA Y SUS FIBRAS CENTRÍPETAS.**—Cuando se trata el eje blanco de cada laminilla cerebelosa por el método de Ehrlich (gato y conejo adultos), aparecen los axones perfectamente coloreados en azul, mostrando de trecho en trecho esas concentraciones de color

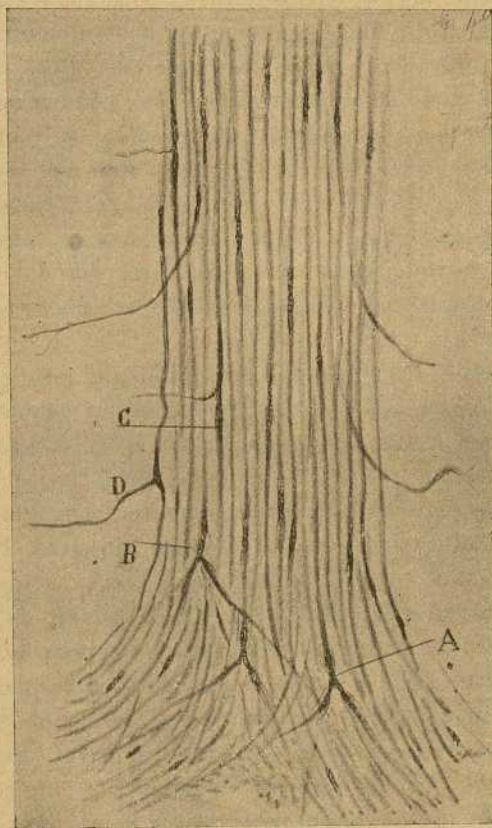


Fig. 392. — Eje medular de una laminilla cerebelosa coloreada por el azul de metileno. — A, B, bifurcaciones de un tubo al nivel de la división de una lámina ; C, fina colateral ; D, colateral gruesa.

que denuncian tan claramente las estrangulaciones. La inmensa mayoría de éstas carecen de divisiones, circunstancia interesante que nos revela que la substancia blanca del cerebelo, á diferencia de la de la médula espinal y bulbo, ó carece de colaterales ó las posee en escasísima cantidad. Sin embargo, si se exploran los citados preparados de Ehrlich en aquellos parajes en que las laminillas meduladas se bifurcan para formar



dos laminillas cerebelosas, no es raro sorprender bifurcaciones y aun divisiones desiguales. La bifurcación ocurre en tubos gruesos llegados, al parecer, de centros extracerebelosos, y cada rama, que se aparta de la compañera en ángulo casi recto, penetra en distinta circunvolución (figura 392, A). Cuando la división es desigual, es frecuente notar que una de las ramas sigue su curso primitivo, en tanto que la otra asalta la capa de los granos inmediatos. Este estudio preliminar de la substancia blanca por el método de Ehrlich nos revela ya que el eje de las circunvoluciones contiene, además de las fibras centrífugas ó tubos de Purkinje, descritos más atrás, fibras centripetas, generalmente más gruesas, destinadas á la substancia gris de las laminillas. Pero las propiedades morfológicas y el modo de terminación de estos conductores arribados de otros centros, sólo puede revelárnoslos el cromato de plata, aplicado en los mamíferos jóvenes, es decir, antes que la aparición de la vaina medular impida los depósitos argénticos sobre el axon. Nuestras investigaciones, ya antiguas con este método de coloración, efectuadas en las aves (1) y en los mamíferos (2), nos permitieron descubrir dos clases diversas de conductores centripetos, á saber: las *fibras musgosas* y las *fibras trepadoras*.

**Fibras musgosas.** — Trátase de tubos robustos, más gruesos que las fibras de Purkinje, las cuales se desprenden de los paquetes de conductores de la substancia blanca y ganan la capa de los granos, donde se ramifican prolijamente, poniéndose en conexión íntima con las arborizaciones dendríticas de estos diminutos elementos (figs. 393, 394 y 395).

El modo de ramificación es por dicotomías sucesivas. La primera bifurcación suele residir cerca de la substancia blanca, y aun en el espesor de ésta; las otras van escalonándose en todo el grueso de la zona de los granos. El número de las ramas secundarias y terciarias de cada tubo, puede pasar de 20 ó 30, las cuales, en su curso divergente y flexuoso, no exento de grandes revueltas y retrocesos, se extienden por todo el grueso de la zona de los granos, abarcando, á veces, casi la mitad de una circunvolución. Tubos musgosos hay singularmente robustos (figura 393, B, C), que inervan dos laminillas contiguas, es decir, que, dividiéndose en la substancia blanca, engendran dos arborizaciones separadas por grandes intervalos. En otras fibras (fig. 393, e), sorpréndense, á lo largo de su itinerario por la substancia blanca, robustas colaterales, ramificadas en las porciones profundas de la circunvolución; en tanto que el tallo principal continúa su dirección primitiva hasta abordar el vértice de la misma, donde se resuelve en la citada ramificación terminal. Es

(1) S. Ramón y Cajal: Los centros nerviosos de las aves. Cerebelo. *Rev. trim. de Histol. nor. y patol.*, n° 1, Mayo 1888.

(2) S. Ramón Cajal. Sur les fibres nerveuses de la couche granuleuse du cervelet, &c. *Int. Monats.f. Anat. u. Physiol.* Bd. 7, 1890.

para nosotros indudable que la mayoría de las bifurcaciones de tubos robustos que el método de Ehrlich muestra en la substancia blanca y, sobre todo, en los parajes divisorios de las circunvoluciones, pertenecen á

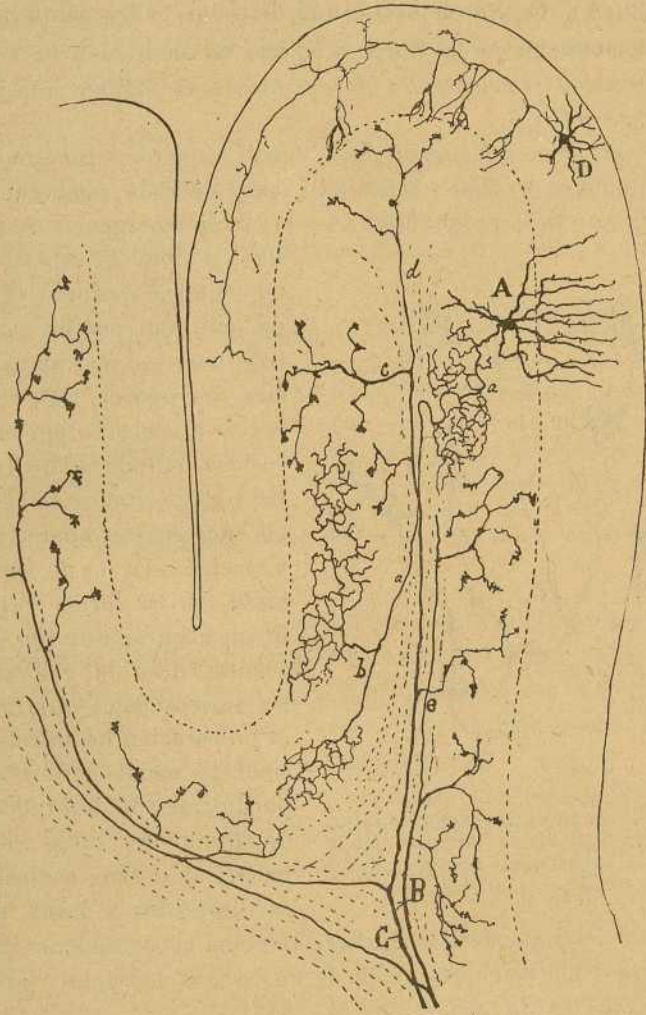


Fig. 293. — Corte de dos laminillas cerebelosas del gato de un mes. — A, célula de Golgi de axon ramificado en los dos lados de una circunvolución; B, C, fibras musgosas que inervaban dos laminillas; e, c, d, ramas colaterales y terminales de una musgosa.

las fibras musgosas, las cuales pueden inervar varias laminillas, así como áreas muy apartadas de substancia gris cerebelosa.

Pero la particularidad más interesante de estas fibras, el hecho que motivó la designación de *musgosas* con que las dimos á conocer, consiste en que, tanto en las terminaciones de las ramillas, como en el curso de

las mismas, se presentan unos espesamientos dentellados ó provistos de ramúsculos espesos, cortos, divergentes, varicosos y sobriamente ramificados, comparables, en fin, á los revestimientos musgosos de los árboles. Estas singulares rosáceas, representan la verdadera terminación de las citadas fibras y el punto de articulación y empalme con los granos.

Las arborizaciones de las fibras musgosas se distinguen en tres especies: *arborizaciones colaterales*, *arborizaciones de bifurcación* y *arborizaciones terminales*.

Las *arborizaciones colaterales* son las más numerosas, puesto que aparecen de trecho en trecho, y tanto á lo largo de cada rama como en el curso del mismo tallo progenitor. Al nivel de la emergencia de las rami-

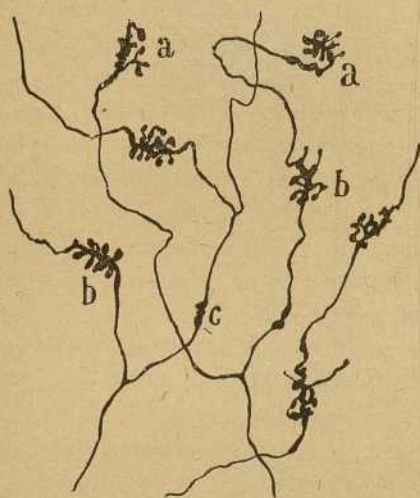


Fig. 394.—Fibras musgosas del gato adulto. Cromato de plata. Igual aumento que la fig. 395.—*a*, arborización terminal; *b*, arborización colateral; *c*, nudosidades.

llas, la fibra se espesa, tórñase de contorno desigual y, ora por un lado, ora por los dos, emite tres, cuatro ó más apéndices recios, verrugosos, rara vez bifurcados, y acabados por una varicosidad redondeada y robusta. En los preparados de Golgi, estas excrescencias aparecen llenas y macizas; en los de Erlich, la masa que las forma se presenta finamente granulosa (fig. 395, *b*), acentuándose la coloración en las varicosidades terminales. Si la preparación ha sufrido demasiado la acción del aire, el azul puede huir de los tallos ó pedículos de los cabos varicosos, mostrándose éstos exclusivamente coloreados y hasta notable-

mente hinchados y vacuolados. Existen también arborizaciones colaterales tan pobres, que no constan sino de una ó dos verrugas ó apéndices pocos salientes (fig. 394, *c*).

Las *arborizaciones de bifurcación* abundan menos que las *colaterales* y están construídas sobre el mismo tipo. En el paraje mismo de la división, se ve un espesamiento irregular, de donde parten dos ó más apéndices cortos, groseros y fuertemente varicosos (fig. 395, *a*).

La *arborización terminal* mantiene el mismo carácter, pero exhibe por lo común mayor número de ramitos, y éstos acostumbran á dividirse antes de acabar. A menudo, esta arborización tiene la forma de rosácea. Examinando atentamente un gran número de preparaciones que presentan bien teñidas las fibras musgosas, se persuade uno fácilmente de que

existen arborizaciones ó rosáceas terminales en todo el espesor de la capa de los granos. Entre ellas se distinguen las más altas, es decir, las más próximas á la capa molecular, ora por una forma de maza, con escasas verrugosidades, ora por una especie de pié conoideo, cuya base mira hacia la superficie, y de cuyo contorno brotan divergiendo algunos apéndices más ó menos largos (fig. 396, *d, f, g*); bien, en fin, por un *bouquet* de esférulas terminales (*d*).

La ramificación entera de la fibra musgosa, carece de mielina, y representa, por tanto, la arborización terminal de un cilindro-eje. Recientes observaciones nuestras confirmatorias de otras más antiguas (1), enseñan que el forro medular cesa en el tubo progenitor cerca de la substancia blanca, careciendo, por tanto, de esta vaina, todas las ramas secundarias y terciarias.

A parte de las enseñanzas de la observación directa, dos hechos hay favorables á esta opinión: la imposibilidad de observar en estas fibras coloreadas por el azul de metileno cruces de Ranvier y concentraciones bien limitadas de color; y la particularidad de teñirse perfectamente por el cromato de plata en los animales adultos, cosa que no se consigue (al menos por el método rápido de Golgi) con ningún tubo medulado del cerebelo. Consideramos, pues, infundado el parecer de Dogiel (2), que ha creído poner en evidencia con el azul de metileno el forro medular de las ramas secundarias y terciarias de las citadas fibras en el cerebelo de las aves.

¿En dónde se terminan las arborizaciones colaterales y finales de las fibras musgosas? Nuestras primeras observaciones sobre este interesante punto, no fueron concluyentes, impidiéndonos formular una opinión algo segura, la imposibilidad de fijar con precisión en los preparados de Golgi el lugar ocupado por las citadas excrecencias.

Pero, nuevos estudios efectuados en épocas diferentes (3), nos han persuadido de que tales ramificaciones se conexionan por contacto é íntimo engranaje con la arborización digitiforme de las dendritas de los granos. Cada arborización musgosa penetrante en un islote ó glomérulo cerebeloso, entraría en conexión con las dendritas de varios granos, y, recíprocamente, cada grano podría recibir la influencia de dos ó más fibras musgosas. Gracias á la gran extensión del área ocupada por las divisiones de éstas, y al notable caudal de excrecencias terminales ó colaterales, cada tubo musgoso llevaría su acción á un considerable caudal de granos.

(1) *S. Ramón y Cajal*: El azul de metileno en los centros nerviosos. *Revista trimestral micrográfica*, tomo I, cuaderno 4.º, 1896.

(2) *Dogiel*: Die Nervenlemente im Kleinhirn der Vogel und Säugethiere. *Arch. f. mikros. Anat. u. Entwicklungs.* Bd. 47, 1896.

(3) *S. Ramón Cajal*: Croonian Lecture. Londres, 1894. Véase también: El azul de metileno en los centros nerviosos. *Revista trimestral micrográfica*, vol. I, 1896.

Las principales pruebas de la realidad de esta importante conexión ó articulación entre los granos y las fibras musgosas son las siguientes :

1.<sup>a</sup> Cuando, teñidas las musgosas por el método de Cox (que, dicho sea de pasada, las presenta tan bien como el azul de metileno), se corta el cerebelo en finas secciones y se tiñe por la tiónina ú otro reactivo nuclear, se advierte que casi todas las ramillas terminales de aquellas fibras corresponden á parajes situados entre granos, es decir, á los islotes cerebelosos, punto de concurrencia de las expansiones protoplásmicas digitiformes de los granos.

2.<sup>a</sup> El hueco que dentro de sí dejan las arborizaciones digitiformes de los granos, representa á menudo el perfecto vaciado de las rosáceas de las musgosas, á las que corresponden también en dimensiones ; y, á su vez, el hueco de las arborizaciones de las musgosas no es esférico, sino irregular, presentando ramos interiores que cruzan el vacío. Todo esto excluye la idea primitivamente expuesta por nosotros en nuestro primer trabajo sobre el cerebelo, de que las susodichas ramitas digitiformes de los granos se disponen en nido en torno del cuerpo de otros corpúsculos enanos.

3.<sup>a</sup> En algunos pocos casos, las preparaciones, ya de Golgi ya de Ehrlich, revelan la concurrencia é íntimo engranaje, dentro de los islotes granulosos, de las excrecencias musgosas y arborizaciones dendríticas de los granos.

La descripción dada por nosotros de las fibras musgosas, ha sido confirmada en sus líneas generales por Kölliker, van Gehuchten, Retzius, Lugaro, Falcone, Athias y otros muchos autores. En realidad, ya Golgi había mencionado la penetración en la capa de los granos de fibras centripetas ramificadas, cuyas ramillas se anastomosarían entre sí y con las demás fibrillas de la substancia gris, engendrando una red nerviosa tupida ; pero no habiendo mencionado el rasgo más importante de las fibras musgosas, es decir, sus rosáceas y excrecencias terminales, así como su particular manera de relacionarse con los granos, es difícil decir á qué especie de fibras alude dicho sabio, si á las musgosas, á las trepadoras (que también se ramifican á veces á su entrada en la capa de los granos), ó á las colaterales profundas de curso recurrente de los tubos de Purkinje, á menudo prolijamente divididas en el estrato segundo. Presumimos, empero, que Golgi sorprendió las primeras divisiones de las fibras musgosas, cuyas interesantes propiedades morfológicas no acertó á determinar, ofuscado acaso por el prejuicio eminentemente simplista de las redes intersticiales.

Sobre el modo de conexión de las excrecencias musgosas, se han expuesto varios pareceres.

Dogiel, que las coloreó por primera vez con el azul de metileno (cerebelo de las aves), consideró erróneamente las rosáceas finales como ovillos de fibras varicosas que rodearían el cuerpo de los granos. Mis estudios en este mismo método, efectuados en aves y mamíferos, me han permitido reconocer, según puede juzgarse, comparando las figs. 394 y 395, que la arborización musgosa presenta exactamente la misma morfología en los preparados de Golgi y de Erlich, no exhibiendo jamás un hueco central redondeado ni figuras de cesta terminal. El azul de metileno ha sido aplicado también por Semí Meyer (1) á la coloración de las citadas

(1) S. Meyer : Ueber die Function der Protoplasmafortsätze der Nervenzellen. Leipzig, 1897.

arborizaciones: sus figuras coinciden completamente con las nuestras.

En opinión de Lugaro (1), los tallos ó ramas de las fibras musgosas, cuyas rosáceas no ha visto muy claramente (sin duda por haber trabajado sobre mamíferos muy jóvenes, ó por impregnación incompleta), establecen contacto con la arborización nerviosa terminal de las células de Golgi. De este modo, al lado de la comunicación *nervioso-protoplásmica* descubierta por nosotros en los centros, existiría también otra especial que podría llamarse *nervioso nerviosa*. Tan singular conexión, que, de existir, resultaría un caso excepcional de relación interneurónica, no ha podido ser confirmada por nosotros. De todos modos, si se quisiera admitir, á título de conjetura arriesgada, dicho contacto, sería más lógico suponerlo establecido, no entre las ramas de las mencionadas fibras, sino en

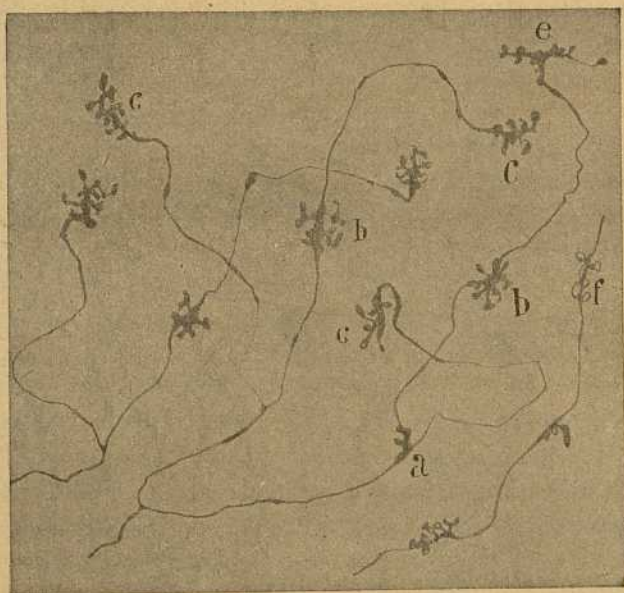


Fig. 395. — Fibras musgosas del gato adulto. Coloración por el método de Ehrlich. *a*, arborización de bifurcación; *b*, arborización colateral; *e*, *c*, rosácea terminal.

tre las rosáceas finales y colaterales, y las últimas ramillas nerviosas de las células de Golgi, emplazadas, según hemos dicho más atrás, en el espesor de los islotes protoplásmicos ó cerebelosos.

El único autor que ha comprobado la verdadera conexión de las fibras musgosas descubierta por nosotros, ha sido Held (2), quien da de ella una buena figura en su importante folleto sobre la estructura del protoplasma.

Además de relacionarse con los granos, ¿no podrían también las fibras musgosas conexiarse con el soma y dendritas de las células estrelladas ó corpúsculos de Golgi? En uno de nuestros trabajos sobre el cerebello,

(1) *E. Lugaro*: Sulle connessioni tra gli elementi nervosi della corteccia cerebellare, &. Reggio-Emilia, 1894.

(2) *H. Held*: Beiträge zur Structur der Nervenzellen, &. III Abhandlung. *Arch. f. Anat. u. Physiol.* 1897.

hemos hecho notar que algunas ramificaciones finales y colaterales de las fibras musgosas poseen un carácter algo distinto de las demás excrecencias, constituyendo por la concurrencia de algunas de ellas, verdaderos nidos, que parecen rodear las células estrelladas. Pero esta disposición, que es algo frecuente en las aves, es rara en los mamíferos, y no se presenta siempre con la claridad necesaria para autorizar un dictamen categórico. Así que hoy somos menos afirmativos que ayer (1), y preferimos someter esta cuestión al fallo de ulteriores pesquisas. Sea como quiera, en la fig. 396, *b, c*, pueden verse las disposiciones que mejor pueden interpretarse en el sentido aludido. Notemos, además, que la arborización den-

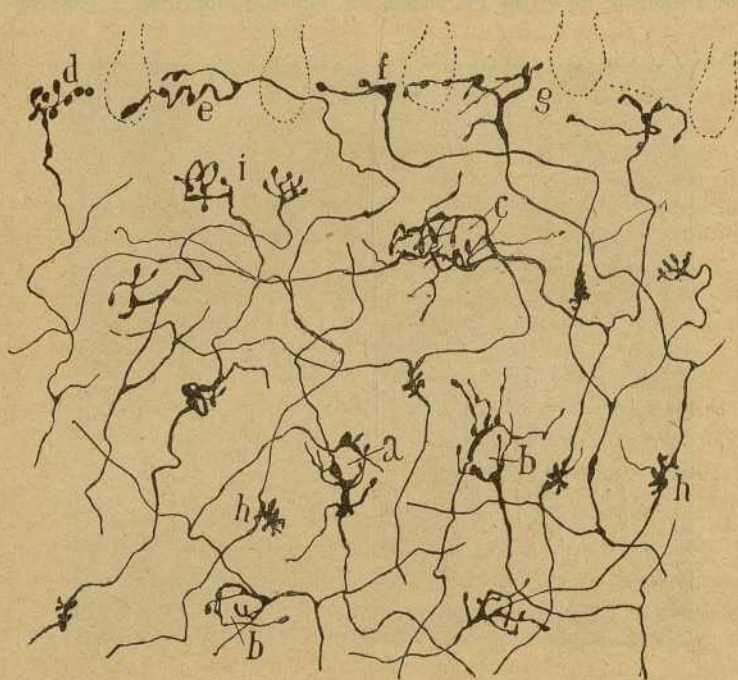


Fig. 396. — Fibras musgosas del pichón de quince días. Cromato de plata. — *a, b*, huecos pequeños; *b, c*, huecos mayores donde concurren varias rosáceas; *d, e, f, g*, arborizaciones terminales superiores.

dritica de las células estrelladas recibe verosimilmente en la zona plexiforme corriente de las fibras paralelas, y que no parece muy probable que la excitación transportada á los granos por las rosáceas de las fibras musgosas venga otra vez á parar á éstos, después de trazar un círculo al través de las zonas primera y segunda.

**Fibras trepadoras.** — Así designamos unas fibras centrípetas muy interesantes, descubiertas por nosotros en la corteza cerebelosa de las

(1) *S. Ramón y Cajal*: El azul de metileno en los centros nerviosos, *Rev. trim. micr.* Vol. I, 1896.

aves (1) y mamíferos (2), y las cuales se caracterizan por engendrar una arborización terminal prolongada, que se aplica al cuerpo y tallos dendríticos principales de las células de Purkinje, á lo largo de las cuales trepa como los lianas y yedras por las ramas de los árboles.

Las citadas fibras son bastante gruesas, aunque no tanto como las musgosas, y mientras circulan por la substancia blanca no se bifurcan ni dan ninguna colateral. Una vez llegadas á la frontera de la zona de los granos, tuercen hacia afuera, trazando á menudo grandes revueltas; siguen después una dirección variable, pero frecuentemente radial, y abordan la parte lateral del soma de una célula de Purkinje, á cuyo contorno se moldean. En este paraje, la fibra trepadora puede bifurcarse, pero es más frecuente aún que, tras alguna revuelta en torno de la célula, se aplique íntimamente sobre el tallo principal de éstas y se resuelva en la arborización terminal. Esta arborización consta de dos cosas: las fibras, y un cemento ó masa granulosa intersticial.

Las *fibras* ó ramas terminales resultan de la división en ángulo muy agudo del tubo aferente; son en número de dos ó tres, ascienden á lo largo del tallo principal, subdividiéndose repetidamente y engendrando un plexo longitudinal varicoso, que serpentea y se aplica íntimamente á las ramas primarias y secundarias de dicho tallo, sobre las cuales se termina por cabos varicosos y libres. Al nivel de las bifurcaciones dendríticas, el plexo se bifurca también, resultando figuras muy variadas (véase fig. 397 y 398), que traducen exactamente la forma, posición y dirección del tallo y ramas gruesas primarias y secundarias de las células de Purkinje. Las ramas más altas y largas se acercan alguna vez al límite externo de la zona primera, pero sin alcanzarlo nunca. En cuanto á las dendritas terciarias ó finas, es decir, aquellas que se ponen en contacto con las fibrillas paralelas, carecen por completo de arborizaciones trepadoras. Algunas veces, de la porción inferior ó inicial del plexo trepador nacen algunos ramales recurrentes que cubren, según ha señalado Retzius, la porción superior del soma de los elementos de Purkinje. Estas ramas recurrentes hállanse sobre todo desarrolladas en los mamíferos jóvenes. Como se ve en la fig. 376, *d*, en la corteza casi adulta del conejo de Indias aparecen también alguna vez.

La arborización trepadora corre, no sólo por uno, sino por todos los lados de los tallos dendríticos, según hace notar Lugaro. Cuando se examina con un buen apocromático dicho plexo (fig. 376), adviértese que además del ramo ó ramos ascendentes principales, corren en zig zag ó de un modo espiroideo otros ramitos finos, varicosos y relativamente cortos.

(1) S. Ramón Cajal: Sobre las fibras nerviosas de la capa molecular del cerebelo. *Rev. trim.*, etc. 1 Agosto 1888, n° 2.

(2) S. Ramón Cajal: Sur les fibres nerveuses de la couche granuleuse du cervelet, &c. *Intern. Monatschr. f. Anat. u. Physiol.* Bd. VII, H. I, 1890.



La *materia granulosa* es una substancia que rodea el tallo y ramas gruesas de las células de Purkinje, comprendiendo en su seno la arborización trepadora. Cuando se impregna aisladamente (fig. 363, C), se ve que se continúa con el forro de cemento perisomático de aquellos elementos, y que está surcada á lo largo por estrías que son verosímilmente las huellas de la arborización nerviosa. En muchos casos, imprégnase ésta simultáneamente con dicho cemento, siendo entonces difícil discernir las fibrillas trepadoras, que aparecen sumergidas en un magma granuloso de color de café claro.

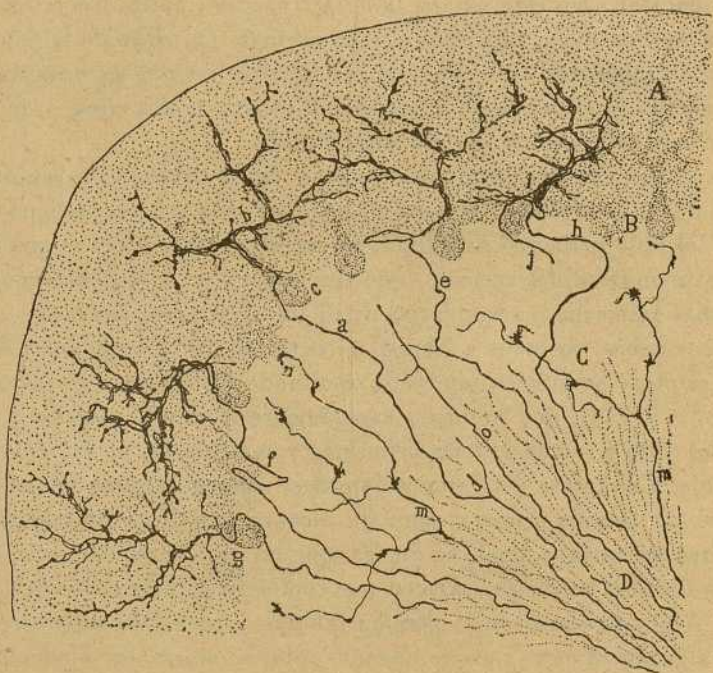


Fig. 397. — Fibras trepadoras del cerebelo de la rata adulta. — A, capa plexiforme ; B, hilera de las células de Purkinje ; C, capa de los granos ; D, radiación de substancia blanca ; a, e, h, f, g, fibras trepadoras ; m, n, fibras musgosas.

La descripción de las fibras trepadoras que acabamos de dar, ha sido confirmada por Van Gehuchten, Retzius, Lugaro, Held, Athias y otros. Por lo demás, las citadas arborizaciones constituyen un hecho facilísimo de confirmar en las aves y mamíferos, tanto por el método de Golgi, como por el de Cox. Este último es, sobre todo, aplicable al cerebelo humano, el cual revela soberbias arborizaciones, como la reproducida en la figura 398.

La arborización trepadora no es visible en las preparaciones teñidas por el método de Nissl ó por el carmín ó hematoxilina, en las cuales, lo único que cabe percibir, aprovechando el 1'30 apocromático, es un delgado limbo pálido, finamente granuloso, que costea los gruesos troncos de

las células de Purkinje. Held ha encontrado en este limbo, con ayuda de un método especial, un gran número de finas granulaciones fuchinófilas.

Cada arborización trepadora ¿recibe una sola fibra ó varias? Arborizaciones hay en que se observan dos y hasta tres fibras aferentes (figura 397, *h, j*), cuya individualidad se mantiene hasta cerca de la substancia blanca; pero siempre que los cortes son suficientemente gruesos y la impregnación completa, se reconoce que todas estas fibras aferentes son ramas de un sólo tubo centripeto. En ocasiones, algunas de estas ramas de prematura división nacen en plena substancia blanca, y durante su tránsito por la zona de los granos, describen complicados remolinos y revueltas que hacen muy difícil su persecución.

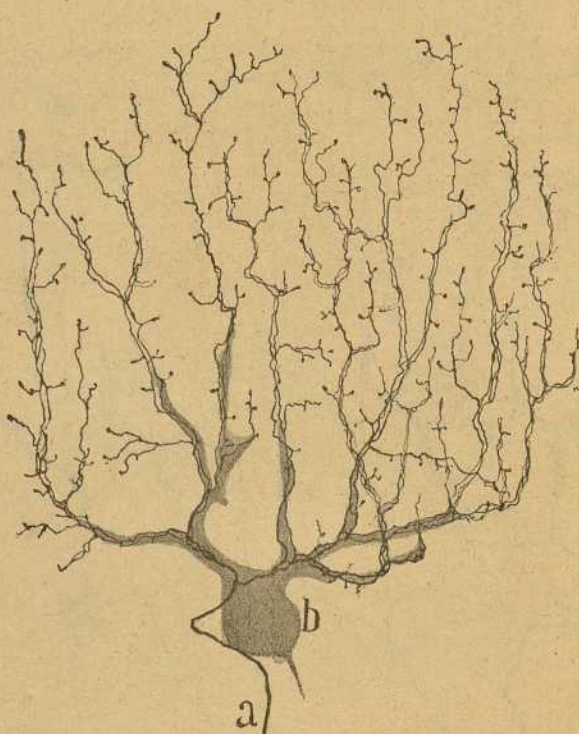


Fig. 398. — Fibra terminal trepadora del cerebelo humano. — *a*, fibra nerviosa; *b*, corpúsculo de Purkinje.

No todos los mamíferos ostentan arborizaciones trepadoras igualmente desarrolladas. En general, cabe afirmar que cuanto más extensa es la ramificación dendrítica de las células de Purkinje, más complicación posee el citado plexo trepador. Así, en el hombre y grandes mamíferos (fig. 398, *a*), éste comprende un área considerable, mostrando un gran número de prolongaciones secundarias y terciarias; en el gato y perro, los plexos terciarios faltan casi por completo; y en la rata (fig. 397), consta á menudo toda la arborización de dos plexos que se separan, en ángulo muy abierto ó en semiluna, de los cuales derivan algunas cortas expansiones secundarias.

Disposición semejante, pero aún más sencilla, ofrecen las aves, según se aprecia en la fig. 399, K, J.

**Neuroglia del cerebelo.**—Poseen las láminas cerebelosas tres especies de neuroglia: las *células epiteliales* de la capa plexiforme; las *células de cortas radiaciones* de la zona de los granos y las *células de largas radiaciones* de la sustancia blanca.

*Células epiteliales.*—Estas interesantes células, descubiertas por Golgi, residen en la misma línea de las células de Purkinje, llenando en parte el intervalo que las separa: algunas habitan algo más externamente.

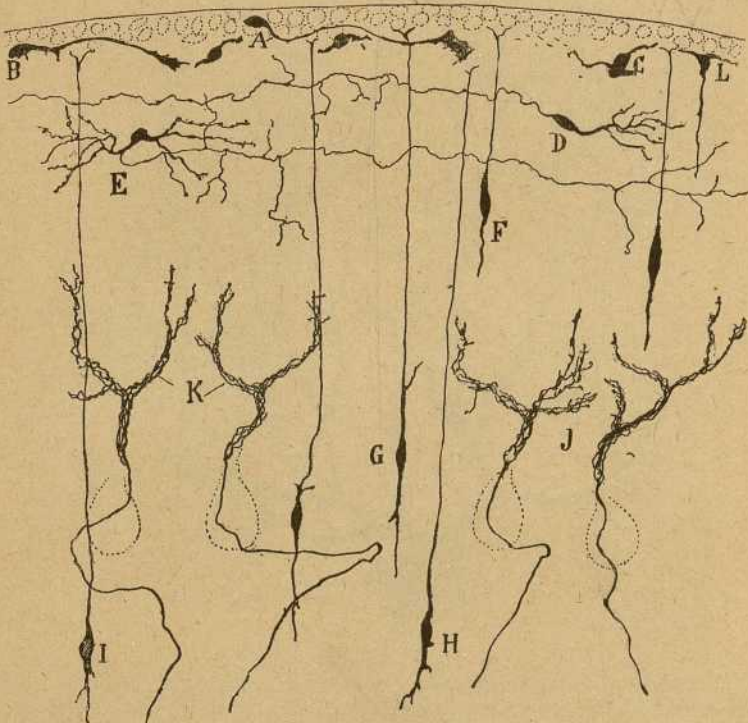


Fig. 399. — Corte transversal de la corteza cerebelosa del pichón de quince días. — J, K, fibras trepadoras; A, B, D, células estrelladas de la capa plexiforme; G, H, I, granos en evolución.

El soma de estas células es ovoideo, redondeado ó semilunar; en los animales adultos carece de expansiones descendentes, ó las posee rudimentarias (fig. 400, a); pero en los mamíferos jóvenes, según demostramos nosotros, estos apéndices alcanzan gran robustez y recuerdan la expansión radial de las células neuróglícas dislocadas de la médula espinal:

La característica morfológica de estas células, consiste en las radiaciones externas que poseen, las cuales, cruzan perpendicularmente la

zona plexiforme, constituyendo una estrecha empalizada, y se terminan en la superficie cerebelosa, á beneficio de un ensanchamiento cónico, cuya superficie exterior plana está situada inmediatamente por debajo de la *pia mater*, en donde engendran, disponiéndose en fila todos los ensanchamientos, la *membrana basal* de los autores antiguos (fig. 401, c).

Bajo el aspecto del número de expansiones radiadas, existen dos variedades celulares, ya reconocidas por Golgi: 1.<sup>a</sup>, la *célula en horquilla*,

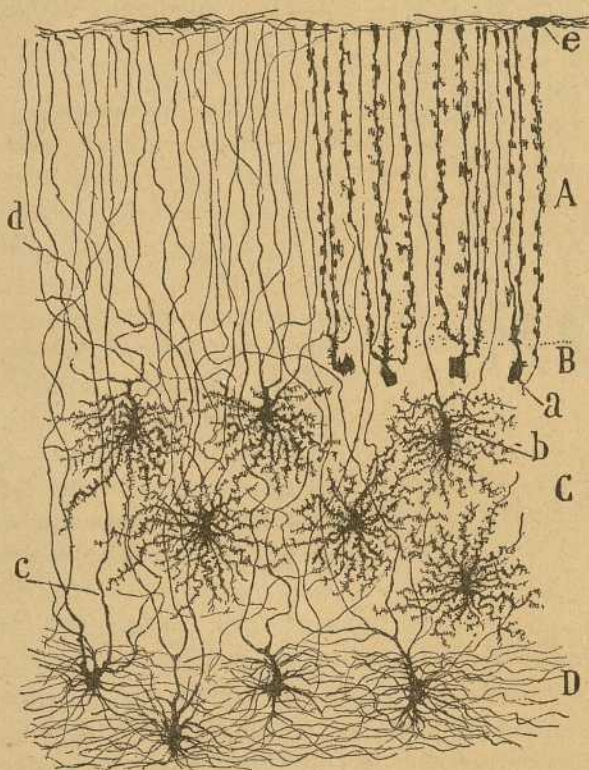


Fig. 400. — Conjunto de las células neuróglícas del cerebelo humano. (Revelación combinada de los métodos de Golgi y Weigert). — A, zona plexiforme; B, hilera de las células de Purkinje; C, capa de los granos; D, substancia blanca; a, células epitélicas; b, astrocitos de la capa de los granos; c, radiaciones externas de los elementos de la substancia blanca; e, células neuróglícas tangenciales.

es decir, la provista de dos solas radiaciones externas; 2.<sup>a</sup>, las *células en escoba*, ó sea las provistas de una cimera ó surtidor construído por tres, cuatro ó más fibras ascendentes, las cuales no se terminan libremente, como dibuja Golgi, hacia el centro de la zona primera, sino que, según descubrimos nosotros y dibuja perfectamente Retzius, continúan su curso hasta la basal, en cuya construcción entran de manera principalísima. Este tipo epitelial, es el dominante en los mamíferos (figs. 400, a, 401, B).

Nuestras investigaciones han revelado también que el contenido de los citados apéndices radiados hállase erizado de una infinidad de laminillas

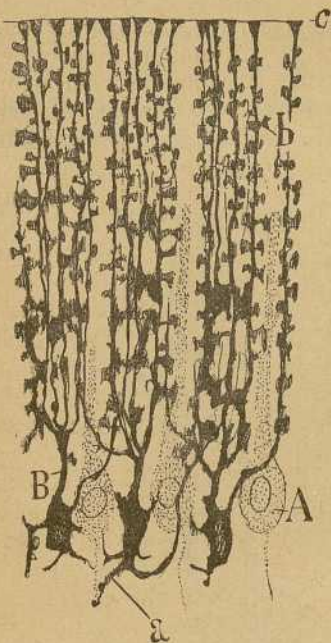


Fig. 401. — Células epitélicas de una laminilla cerebelosa cortada á lo largo. — A, célula de Purkinje vista de perfil; B, célula epitelial; a, apéndice descendente atrofiado.

y apéndices granulosos, sóbriamente ramificados, y cuyas ramas constituyen una especie de esponja, en cuyos huecos se alojan los elementos de la zona plexiforme (1). Cada una de estas proyecciones laterales, después de breve curso ondulante y ramificado, se pone en íntimo contacto con los apéndices emanados de las fibras de Bergmann inmediatas.

Semejante disposición esponjosa no es un producto artificial del método de Golgi, puesto que nosotros la hemos confirmado con el método de Erlich en el cerebelo de las aves y mamíferos (2). Los espacios reservados por tales apéndices son de dos clases: angostos y circulares, que sirven para sostener las fibrillas paralelas, á las cuáles tapizan en aquellos parajes desprovistos de conexión con expansiones protoplásmicas; grandes, irregulares, muy numerosos en el tercio inferior de la capa molecular, donde se alojan las células estrelladas y sus ramificaciones, así como la arborización de los corpúsculos de Golgi (fig. 401, b).

Un examen atento de las radiaciones epitélicas en los cortes longitudinales de las láminas cerebelosas, nos enseña que se hallan dispuestas en planos ú hojas superpuestas, perpendiculares á la dirección de aquéllas, y llenando el hueco que resulta entre dos arborizaciones de células de Purkinje. Una misma célula epitelial puede colaborar á la formación de dos ó tres planos de fibras radiadas (fig. 401).

En suma, la naturaleza ha dispuesto (no sólo en el cerebelo, sino en otros focos grises) las cosas de tal modo, que sea imposible el contacto de una fibrilla nerviosa terminal con otra, así como de las expansiones protoplásmicas entre sí, estableciendo, por el contrario, toda clase de facili-

(1) S. R. Cajal: Sur les fibres nerveuses de la couche granuleuse du cervelet, & Intern. Monats. f. Anat. u. Physiol. 1890, Bd. VII.

Véase también: El azul de metileno en los centros nerviosos. Rev. trim. micr. Tomo I, 1890; pág. 199 y siguiente.

(2) S. Ramón y Cajal: El azul de metileno en los centros nerviosos. Rev. trim. micr. Vol. I, núm. 4, 1896.

dades para que entren en relación las ramificaciones nerviosas con las dendritas.

Las radiaciones epitélicas que acabamos de describir, fueron ya vistas por los autores antiguos (Bergmann, Denisenco, Obersteiner, Schwalbe, Henle, etc.); pero habiendo trabajado con métodos imperfectos (coloración al carmín, hematoxilina ó ácido ósmico), no acertaron á precisar su origen y naturaleza. Durante mucho tiempo se las conoció con el nombre de *fibras de Bergmann*, por ser este autor el primero que las mencionó.

Golgi reconoció primeramente, ayudado de su valioso método, que las fibras de Bergmann representan, por lo menos en parte, las radiaciones externas de células epitélicas yacentes en la línea de los elementos de Purkinje.

Nuestros trabajos probaron: 1.º, que las radiaciones epiteliales se terminan por un espesamiento cónico en la superficie cerebelosa, engendrando la capa *basal*, que no es otra cosa que la membrana resultante de la adherencia lateral de todas las chapas ó ensanchamientos finales de las fibras; 2.º, que todas las células epitélicas (los dos tipos) se comporten de igual modo, emitiendo fibras de Bergmann; 3.º, que, á la manera de las células de Müller de la retina, las expansiones radiadas poseen apéndices y mortajas ó huecos colaterales; 4.º, en fin, que tales elementos exhiben á menudo, como recuerdo de su abolengo ependimal, prolongaciones descendentes cortas y tuberosas.

Las observaciones de van Gehuchten (1) y, sobre todo, los concienzudos estudios de Retzius (2), confirmaron estas conclusiones, y añadieron á nuestra descripción numerosos detalles. Ultimamente, Terrazas (3) ha dado también un buen estudio de los referidos elementos.

Este autor ha hallado en la misma zona basal ó limitante algunos corpúsculos neuróglícos estrellados ó aplanados, los cuales aparecen con rareza (fig. 400, e).

*Células de la zona de los granos.*—Son robustas, de figura estrellada y habitan, bien que pocas en número, en toda la extensión de la capa segunda. Como ha mostrado Terrazas, estos corpúsculos poseen dos especies de expansiones: cortas, recias y erizadas de apéndices laminares, destinadas á separar las pléyades de granos; y largas, lisas y, en gran parte ascendentes, las cuales asaltan la zona plexiforme, donde se terminan libremente.

*Células de la substancia blanca.*—Pertenecen al tipo neuróglíco de largas radiaciones, y se identifican con la forma genérica descrita en la *Parte general* de este libro. Los apéndices externos de estos elementos penetran también, reunidos con los de las células estrelladas preceden-

(1) Van Gehuchten: La structure des centres nerveux. *La cellule*, tom. 7, 1891.

(2) G. Retzius: *Biol. Unter.* N. F., Bd. III, 1892.

— Véase, sobre todo: Die Neuroglia beim Menschen und bei Säugethieren. *Biol. Unter.*, N. F., Bd., 6, 1894.

(3) Terrazas: Notas sobre la neuroglia del cerebelo, & *Rev. trim. microgr.*, vol. 2, 1897.

tes, en la zona plexiforme, en donde constituyen aquellas fibras lisas y finas que Weigert (1) coloreó con su método especial y pudo seguir hasta la basal, tomándolas equivocadamente por fibras de Bergmann.

Pero, en realidad, las fibrillas de Weigert, que en el cerebelo humano son muy copiosas, no contribuyen á formar la basal, sino que se doblan por debajo de ella y acaban libremente en los distintos planos de la zona primera y acaso en la superficie de los capilares (fig. 400, *d*).

Conforme hace notar Terrazas, las genuínas fibras de Bergmann, es decir, las proyecciones externas de las células epitélicas permanecen incoloras en los preparados de Weigert, así como los apéndices recios nudosos y ramificados de los corpúsculos neuróglícos de la segunda zona.

(1) *C. Weigert*: Beitrage zur Kenntniss der normalen menschlichen Neuroglia. Franckfort a. Mein, 1895.

---

## CAPÍTULO XVIII

### HISTOLOGÍA COMPARADA DE LA CORTEZA CEREBELOSA

Disposición de los corpúsculos y fibras cerebelosas en los mamíferos, aves, reptiles, batracios y peces.

La corteza gris del cerebelo nos presenta en la serie animal una admirable unidad estructural. A pesar de las variaciones de tamaño y disposición macroscópica de este órgano, cada detalle de organización descubierto en los mamíferos aparece fielmente reproducido en los vertebrados inferiores, adquiriendo, por tanto, la fijeza, vigor y generalidad de una ley biológica.

Semejante coincidencia en el plan de textura implica identidad en las funciones, y viene en apoyo de la doctrina corriente acerca de la fisiología del cerebelo, en la cual se considera este centro como el órgano motor del equilibrio. En efecto, ese ganglio, cuyo oficio consiste en producir automáticamente las reacciones motrices necesarias á compensar las perturbaciones del equilibrio que lleva consigo todo movimiento (progresión, prehensión, salto, etc.), debe exhibir la misma organización en la serie animal. Podrá crecer en riqueza celular y en masa total con el aumento de los posibles movimientos; mas no existe motivo racional para que se altere su plan anatómico fundamental. No ocurre esto en el cerebro y lóbulos ópticos, cuyas funciones han variado en la historia filogénica, ya por traslación á otros focos, ya por progresivo perfeccionamiento.

Escasas deben ser, por tanto, y de puro detalle, las variaciones sobrevenidas en los factores de construcción del aparato cerebeloso. Ellas representan adaptaciones á la muy diversa extensión y riqueza de reacciones motrices que la célula de Purkinje debe provocar, en armonía con las necesidades del gobierno estático del animal, y se reducen á mutaciones en la cuantía y tamaño de las células, y á variaciones en la riqueza de las dendritas y arborizaciones nerviosas, sin alteración esencial de la morfología, ordenamiento y conexiones. Aun en los cerebelos más sencillos, cuales son los de batracios y reptiles, en donde el centro entero está representado por una sola laminilla ó circunvolución transversal, cuasi exenta de substancia blanca y próxima al ventrículo cerebe-



loso, se mantiene la estructura ordinaria y la orientación de las fibras y células.

Expongamos ahora algunas de estas mutaciones de detalle, para cuya apreciación nos servirá de término de comparación y punto de partida el cerebelo de los mamíferos.

**Células de Purkinje.**—El ramaje dendrítico aparece de cada vez más pobre, conforme se desciende en la serie animal, lo que implica una dis-

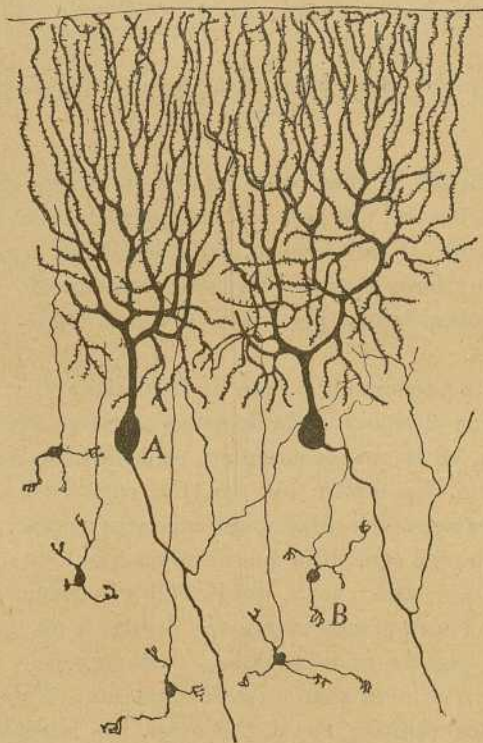


Fig. 402. — Cerebelo de la paloma. — A, célula de Purkinje; B, granos.

minución correlativa del número de los elementos de que recibe corrientes.

Ya en las aves se presenta la arborización bastante sobria en ramas, según descubrimos nosotros (1), y han confirmado Falcone (2) y otros. Repárese el largo tallo radial, casi siempre bifurcado en ángulo muy abierto y en un paraje bastante alto de la zona primera, y la relativa pobreza en dendritas terciarias ó ramas terminales, la mayoría de las cuales

(1) *S. R. Cajal*: Centros nerviosos de las aves. Cerebelo *Rev. trim. de Histología nor. y patol.*, núm. 1, Mayo de 1898.

(2) *Loc. cit.*

adopta una dirección radiada y posee un espesor superior á las correspondientes de los mamíferos.

En los reptiles (fig. 406, B), según reconoció mi hermano y ha confirmado Edinger, las células de Purkinje son todavía más pequeñas y pobres en dendritas, pobreza que se acentúa en los batracios (fig. 404, A) y en los peces (fig. 405, J). Sin embargo, en estos últimos ya hizo notar Fusari (1) que la arborización para la capa plexiforme es relativamente compleja. El aplanamiento antero-posterior de esta ramificación fué primeramente descrito en peces, reptiles y batracios por mi hermano (2). Por lo demás, este ramaje ha sido también estudiado por Johnston (3), que lo ha coloreado por el cromató argéntico en el *Alcipenser*, por Catois (4),

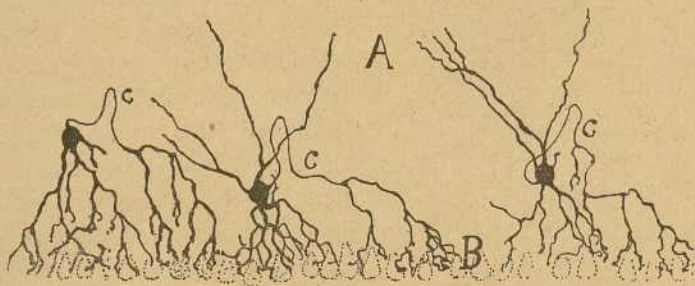


Fig. 403. — Células de cesta del cerebelo del camaleón. Corte antero-posterior. — A, capa plexiforme; B, cuerpos de las células de Purkinje; c, axon descompuesto en arborizaciones libres que se ponen en contacto con el soma de dichas células.

que se ha servido del azul de metileno, y por Schaper (5) y Edinger (6), que han comprobado en el cerebelo de los selacios la organización típica descrita en los mamíferos.

En los reptiles, batracios y peces, el axon no desciende verticalmente al través de los granos, sino que marcha hacia los lados, ya oblicua, ya horizontalmente, por entre las células de origen, y el plano externo de

(1) *Fusari*: Untersuchungen über feinere Anatomie der Gehirnes des Teleostier. *Inter. Monatschr. f. Histol. u. Physiol.* Bd., 1887.

(2) *P. Ramon Cajal*: El encéfalo de los reptiles. Septiembre de 1891. Barcelona. — Véase *Gaz. San. de Barcelona*. Septiembre de 1890.

Consúltese además: Investigaciones micrográficas en el encéfalo de los batracios y reptiles, etc. Zaragoza, 1894.

(3) *J. B. Johnston*: Hind Brain and Cranial Nerve of *Alcipenser*. *Anat. Anzeiger*. Bd. 14, n° 22 u 23, 1898.

(4) *M. Catois*: Sur l'histologie et l'anatomie microscopique de l'encéphale chez les Poissons. Caen, 1899.

(5) *A. Schaper*: The finer Sstructure of the selachian cerebellum, &. *The Journal of comp. Neurol.* Vol. 8, n° 1, 1898.

(6) *Edinger*: Das Cerebellum von *Scyllium canicula*. *Aach. f. mikros. Anat. &*. Bd. 58, 1901.

los granos, hasta abordar la substancia blanca del bulbo. En ocasiones (Fusari, P. Ramón, etc.), tales fibras, que son meduladas, constituyen un plano ó zona de substancia blanca, situada por fuera ó entre las pléyades más superficiales de células enanas.

En cuanto á las colaterales nerviosas, adviértese la misma progresión decreciente. Relativamente numerosas en los mamíferos (3 á 4), no suelen pasar nunca de dos en las aves; en los reptiles hállase una (P. Ramón), y en los batracios y peces una ó ninguna.

**Células de cesta.**— Examinadas en las aves, aparecen muy numerosas y casi iguales, en forma y tamaño del soma y orientación y conexiones del axon, á las de los mamíferos. Las cestas pericelulares fueron descubiertas precisamente por nosotros en las aves, gracias al gran desarrollo de las franjas terminales y á la gran riqueza fibrilar del nido, que se prolonga notablemente en forma de punta de pincel.

En los reptiles, según ha descubierto mi hermano (1), las células de cesta poseen un axon mucho más corto, y prontamente resuelto en arborizaciones pericelulares. La orientación del cilindro-eje es tam-

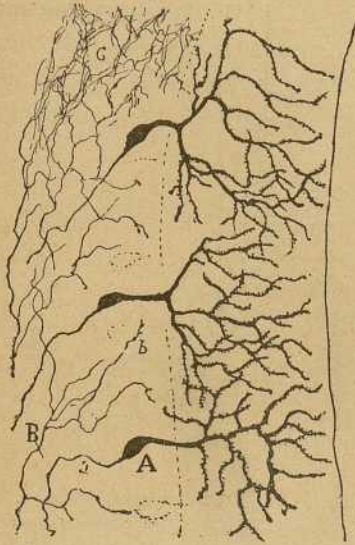


Fig. 404. — Células de Purkinje del renacuajo (A); B, fibras musgosas; C, pléyades de granos separados por plexos nerviosos; a, axon de Purkinje; b, espesamientos finales de musgosas.

bien muy variable, trazando á menudo grandes revueltas (fig. 403 c). Catois menciona en los teleosteos las cestas terminales que nosotros vimos ya aunque rudimentarias (2). En cambio, Schaper no las ha podido hallar en los selacios.

**Arborizaciones trepadoras.**—Debiéndose adaptar tales arborizaciones á la disposición y número de los tallos primarios y secundarios de las células de Purkinje, natural es que su complicación y extensión decrezcan conforme se desciende en la serie animal.

Ya hemos visto que en las aves carece á menudo la ramificación trepadora de plexos terciarios, limitándose en muchos casos á una simple bifurcación. En los reptiles y batracios, la sencillez es todavía mayor,

(1) P. Ramón Cajal: Las células estrelladas de la capa molecular del cerebelo de los reptiles. *Rev. trim. microgr.* Vol. I, 1896.

(2) S. Ramón y Cajal. Notas preventivas sobre la estructura del encéfalo de los teleosteos. I, cerebelo. *Anal. de la Socied. Españ. de Histor. nat.* Tomo XXIII, 1894.

apareciendo, según se nota en la fig. 407, A, B, como un plexo ascendente de ramas espesas varicosas, rara vez bifurcado, y adaptado casi exclusivamente al tallo radial de las referidas células. De su comportamiento en los peces, carecemos de noticias.

**Granos.**—También aquí se confirma la ley de la decreciente complicación. Ya en las aves, la arborización terminal de las dendritas posee ramas más finas, cortas y escasas que en los mamíferos; esta pobreza se acentúa en los reptiles, y finalmente, en los batracios y peces, como mi hermano descubrió, las citadas dendritas acaban frecuentemente por un simple grumo ó varicosidad protoplásmica (fig. 405, F, I). El número de

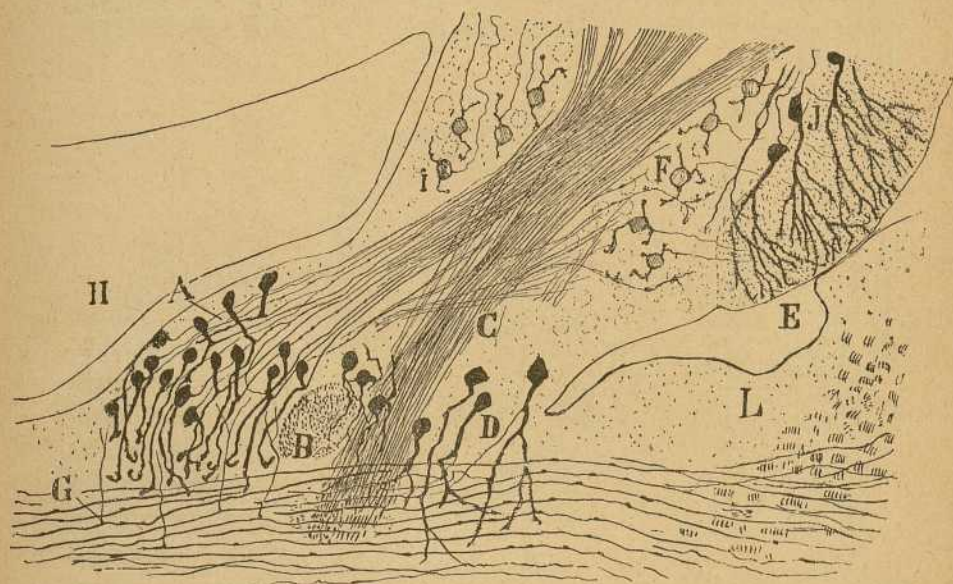


Fig. 405. — Corte antero-posterior de la porción inferior del cerebelo de un teleosteo (*Truttatridea*).—F, I, granos; J, células de Purkinje; A, foco cuyas células envían sus axones al cerebelo.

granos dentro de la unidad de extensión cerebelosa, ofrece variaciones importantes, pudiéndose decir que de todos los animales, los más ricos en granos son las aves, y los más pobres los peces y batracios.

El axon de los granos se comporta de un modo idéntico en la serie animal, conforme hicieron notar mi hermano (1) en los teleosteos, reptiles y batracios, y Schaper (2) y Jonhston (3) en los selacios y teleosteos.

(1) *P. Ramón*: Notas preventivas sobre la estructura de los centros nerviosos. III. Estructura del cerebelo de los peces. *Gaz. san. de Barcelona*, 10 Septiembre 1890.

(2) *Schaper*: Zur feineren Anatomie des Kleinhirns der Teleostier. *Anat. Anzeiger*, n° 21, u. 22. Septiembre, 1893. Véase: *The Journ. of com. Neurol.* n° 1. 1898.

(3) *Jonhston*: *Anat. Anzeiger*. Bd. XIV, 22 u. 23, 1898.

Según mi hermano, los axones ascienden reunidos en haces, á través de la zona segunda. Llegados á la capa plexiforme, sepáranse las fibrillas de cada haz, y se continúan por división en T con fibrillas paralelas. Estas, en cuyo contorno aparecen alguna vez, como en los reptiles, algunas ramitas colaterales muy cortas, marchan transversalmente de un cabo á otro del cerebelo, cruzando perpendicularmente los ramajes de Purkinje (fig. 406, *e*).

**Células estrelladas de la zona de los granos.** — Sobre el comportamiento de tales elementos en los vertebrados inferiores, poseemos muy pocos datos. Que nosotros sepamos, no han sido todavía impregnados suficientemente en los reptiles y batracios. En los peces, los mencionan Fusari, mi hermano y Jonhston, aunque no dan de ellas una descripción detallada.

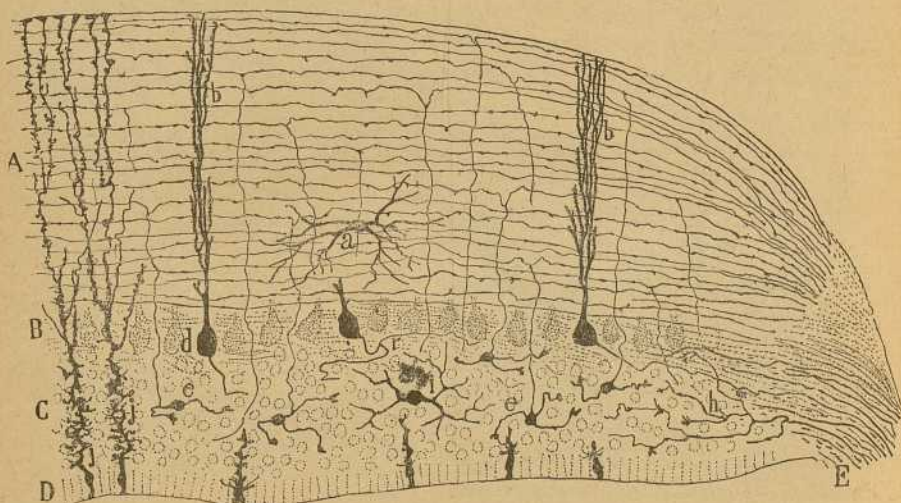


Fig. 406. — Corte frontal del cerebelo de la lagartija. En esta figura se ha representado más de la mitad del órgano. — A, zona molecular; B, células de Purkinje; C, zona de los granos; D, capa epitelial; *a*, célula nerviosa de la capa molecular; *b*, arborización de perfil de una célula de Purkinje; *a*, una de estas células; *c*, grano; *h*, fibras musgosas; *i*, célula estrellada de la zona de los granos; *j*, células epiteliales; E, haz lateral de substancia blanca.

Nosotros las hemos encontrado abundantemente en los teleosteos, donde se caracterizan por exhibir una radiación dendrítica de enorme extensión. El axon exhibe una arborización floja.

En las aves, su disposición y número es casi igual que en los mamíferos. En ellas aparece también el plexo nervioso terminal, notablemente tupido y concentrado, según expusimos anteriormente, en los islotes granulados. En los batracios y peces no hemos logrado poner en evidencia la arborización nerviosa terminal (fig. 408, C).

**Fibras musgosas.** — Examinadas en las aves, coinciden con las de los

mamíferos, así en abundancia como en la forma y conexiones de las rosáceas. Afectan, sin embargo, las ramificaciones musgosas terminales, menor tamaño y complicación en aquéllas que en éstos.

En los reptiles, batracios y peces, mi hermano ha encontrado (1) fibras centripetas, ramificadas entre los granos y provistas de gruesas varicosidades, que corresponden verosímilmente á las rosáceas terminales (figura 406, *h*). También Catois ha visto las fibras musgosas en los peces (2). En la fig. 404, B, reproducimos algunas de estas fibras tomadas del cerebelo de gruesas larvas de batracio. Repárese cuán simples son las rosáceas, la mayoría de las cuales representan simples espesamientos terminales de las fibras. Por lo demás, las ramificaciones de estos conductores centripetos son muy copiosas y engendran entre las pléyades de granos plexos bastante tupidos.

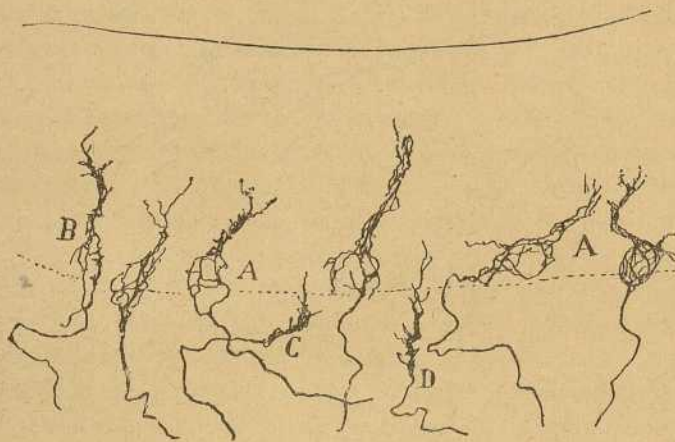


Fig. 407. — Cerebelo del renacuajo. Corte sagital. — A, cestas pericelulares formadas por fibras trepadoras; B, cestas más alargadas y pobres en ramas; C, D, arborizaciones trepadoras muy embrionarias.

**Fibras trepadoras.** — No han sido estudiadas suficientemente hasta hoy en los vertebrados inferiores. De su disposición en las aves hemos hablado ya. En los batracios, donde las hemos impregnado recientemente, se presentan, según se aprecia en la fig. 407, constituyendo un plexo tupido que rodea el cuerpo de las células de Purkinje, así como el tallo principal. En su conjunto, la arborización trepadora reproduce una de las fases embrionarias (fase de *capuchón supracelular*) del cerebelo de los mamíferos.

(1) P. Ramón y Cajal: Estructura del cerebelo de los peces. *Gac. san. de Barcelona*, 1890.

(2) Catois: Recherches histol. sur les voies olfatives et sur les voies cérébelleuses chez les teleostens et les selaciens. *Compt. rend. de l'Association franc. pour l'avancement des sciences. Congrès de Boulogne sur Mer*, 1890.

Además de estas fibras terminadas en cestas perisomáticas, existen otras de ramificación más simple, que no siempre se remontan á la zona plexiforme (fig. 407, C, D). Puesto que tales fibras las hemos observado solamente en el renacuajo, pudieran muy bien corresponder á fases muy tempranas de los citados tubos trepadores, fases durante las cuales la arborización terminal no hubiera desplegado todavía sus ramas secundarias ni entrado en relación con el soma de los corpúsculos de Purkinje.

**Neuroglia.**—Fuera de las aves, en donde la neuroglia se presenta del mismo modo que en los mamíferos, en los vertebrados inferiores, no hay más almacén neuróglico que las células ependimales, las cuales, según ha

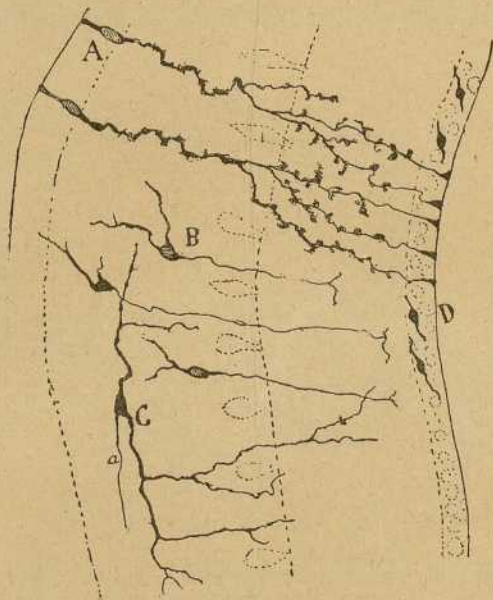


Fig. 408. — Corte sagital del cerebelo del renacuajo. — A, capa epitelial con dos células; B, granos; C, célula estrellada de la zona de los granos; D, capa de los granos superficiales con células en vías de evolución.

descubierto mi hermano y confirmado Sala (1), cruzan todo el cerebelo y rematan por ensanchamientos cónicos en la membrana basal.

En la fig. 406, D, aparecen dos células epitelíicas del cerebelo de la lagartija, obsérvanse las mortajas y apéndices que el tallo radial emite durante su tránsito por la zona de los granos, y el penacho de fibras de Bergmann, erizadas de excrescencias colaterales, en que se descompone al abordar la hilera de los elementos de Purkinje. Parecida disposición posee la neuroglia de los batracios (fig. 408, A) y peces. Sin embargo, en éstos (Fusari y Cajal), existirían células neuróglicas ordinarias.

(1) C. Sala Pons: La neuroglia de los vertebrados. Madrid, Junio de 1894.



## CAPÍTULO XIX

### HISTOGENESIS DEL CEREBELO

Formación de la zona de los granos superficiales. — Evolución de los granos. — Origen de las células de cesta, de las de Purkinje y de las de Golgi. — Crecimiento y evolución de las fibras musgosas y trepadoras. — Origen de las células neuróglícas y epiteliales.

En capítulos anteriores (Tomo I, pag. 508), hemos estudiado de un modo general el origen y evolución de los corpúsculos nerviosos y neuróglícos. El mecanismo histogenético descrito en dichos capítulos, concierne á la inmensa mayoría de las neuronas, y muy particularmente á las del bulbo, protuberancia y cerebro, pero algunas células nerviosas del cerebelo presentan durante su ciclo evolutivo particularidades que, por no concordar con el plan general aludido, merecen una descripción especial. Estas singularidades histogenéticas poseen capital importancia, bien como argumentos en favor de la teoría de las neuronas, bien por la luz que arrojan sobre los procesos fisiológicos de que los neuroblastos son teatro durante las fases más tempranas de su desarrollo.

En sus fases más precoces, allá por el tercero ó cuarto día de incubación en el embrión de pollo, el cerebelo está constituído por una hoja delgada que recuerda, por su simplicidad estructural, las paredes del conducto epitelíco medular, cuando ha surgido ya la diferenciación bien conocida en *células germinales* y *epiteliales*.

Según Herrick (1) y Schaper (2), que han estudiado la estructura de la membrana cerebelosa, el primero en el conejo de Indias y el segundo en los peces, dos especies de células constituyen en un principio la corteza de dicho centro: las *células epiteliales* alineadas cerca de la superficie interna y provistas de largas expansiones radiales, y las *células germinales* de His, emplazadas por fuera del soma de los elementos de sosten, y caracterizadas por exhibir numerosas mitosis. Estas mitosis se inician, ya antes de que el puente cerebeloso se complete (al principio el

(1) *Herrick*: Contributions of the Comparative morphology of the central nervous System. *Journ. of. comp. Neurology*. Vol. I, 1891.

(2) *Schaper*: Die morphologische und histologische Entwicklung der Kleinhirns der Teleostier. *Morph. Jahrbuch*, 1894.

— Eine Kritische Bemerkungen zur Lugaro's Aufsatz &. *Anat. Anz.*, Bd. X, 1895.



cerebelo está formado de dos velos ó prolongaciones nacidas de los bordes del cuarto ventrículo), es decir, al nivel del llamado *recessus* lateral del ventrículo cerebeloso, cuyo avance hacia adentro y anastomosis con el del lado opuesto, engendrará la bóveda ó *membrana cerebelosa embrionaria*. Según Schaper, en los peces, contribuyen con un contingente de células germinales, tanto los *recessus* laterales como el *velo medular posterior* y el *punte* ó bóveda central cerebelosa. Ulteriormente,

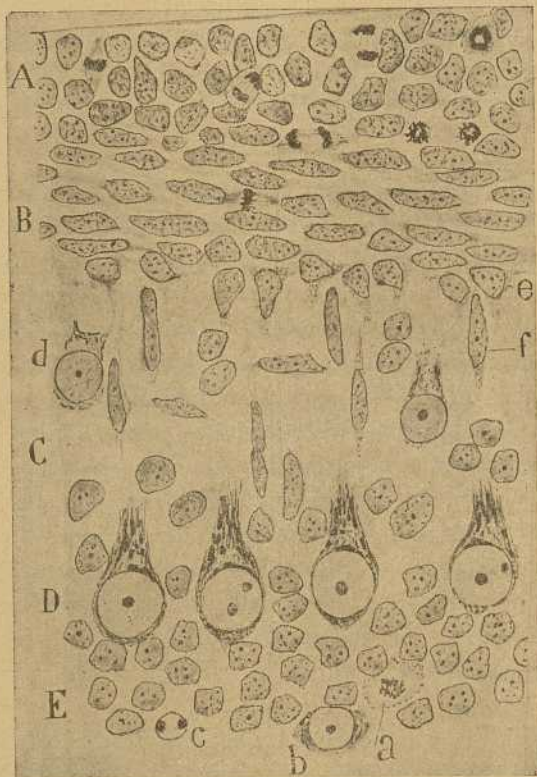


Fig. 409.—Corte de una circunvolución cerebelosa del conejo recién nacido. Método de Nissl.—A, zona de las células indiferentes con mitosis; B, zona de las células fusiformes horizontales; C, zona plexiforme; D, zona de los granos; E, zona de los granos; a, una mitosis entre los granos; b, célula de Golgi; c, un corpúsculo con dos granos cromáticos; e, f, granos en vías de emigración; d, célula de Golgi dislocada.

las células germinales ó indiferentes emigrarían á la parte más externa de la lámina cerebelosa, para constituir aquí un estrato de corpúsculos gérmenes capaces de engendrar tantos elementos nerviosos como neuróglícos (*Mantelzone* de Schaper, *capa de Obersteiner* ó *de los granos superficiales*), etc.; mientras que las células epiteliales ó *ependimales* no cambiarían de situación y vendrían á ser, en estadios más adelantados, los elementos del epéndimo.

Más adelante, la separación entre la zona germinativa superficial y la fila de los corpúsculos epiteliales, se acentuaría más, gracias á la aparición de un rudimento de formación plexiforme. Emigrados hacia la superficie de la lámina cerebelosa, tales elementos permanecen todavía algún tiempo en estado indiferente, multiplicándose activamente hasta después del nacimiento, por lo menos en muchos mamíferos (gato, perro, conejo) según se aprecia en la fig. 409, A. Estas fases mitóticas tardías aparecen casi exclusivamente en los pisos más externos de la citada capa germinal periférica; los elementos germinales situados en hileras más hondas, se muestran ya algo diferenciados y son por ende incapaces de división.

Los datos anteriores, que tomamos de las descripciones de Herrick y Schaper, y los cuales han sido substancialmente confirmados por nosotros en el embrión de pollo y de mamífero, establecen un hecho importante, por el cual la histogenesis cerebelosa se separa abiertamente de la medular y bulbar, á saber: *que muchas células germinales no se transforman, in situ, es decir, cerca del epéndimo, en neuroblastos de His, sino que emigran primero hasta la superficie exterior del cerebelo, en donde continúan multiplicándose y suministrando, por tanto, nuevos contingentes de neuronas.* Añadamos ahora, que nuestras investigaciones en los mamíferos recién nacidos, confirmadas y ampliadas por Lugaro, Calleja, Popoff, Athias y Terrazas, han revelado que, en cuanto dichas células germinales superficiales se transforman en neuroblastos, *se sumergen sucesivamente y en épocas relativamente tardías en el espesor de las zonas internas, para convertirse en neuronas adultas. Hay, por tanto, un doble fenómeno de emigración: centrífugo en la fase indiferente, centripeto en el estadio de neuroblastos y corpúsculos nerviosos jóvenes.*

La zona de los gérmenes ó granos superficiales, fué vista y descrita hace tiempo por varios histólogos, y principalmente por Obersteiner (1), que advirtió en ella ya dos formaciones celulares: *superficial*, destinada según él á producir la *basal externa* del cerebelo; y *profunda*, cuyos elementos penetrarían y se perderían progresivamente en la zona plexiforme rudimentaria. Después de Obersteiner, fué observada esta zona por Lowe (2), Schwalbe (3), Lahousse (4), Wignal (5) y Bellonci y Stefa-

(1) Obersteiner: Beitrage zur Kenntnis von feineren Bau der Kleinhirnrinde. *Sitzungsber. d. Kais. Akad. de Wissenschaft.* Wiene. Bd. 50.

— Der feinere Bau der Kleinhirnrinde bei Menschen und Thieren. *Biol. Centralbl.* Bd. III, 1883.

(2) Lowe: Anatomie und Entwicklung des Nervensystems. Leipzig. 1880.

(3) Schwalbe: Lehrbuch der Neurologie, 1881.

(4) Lahousse: Recherches sur l'ontogénese du cervelet. *Arch. de biologie.*, tomo VIII, 1888.

(5) Wignal: Recherches sur le developpement des éléments des couches corticales du cerveau et du cervelet de l'homme. *Arch. de physiol.* 1888.

ni (1), autores que expusieron las más diversas opiniones sobre la naturaleza y modo evolutivo de sus células.

De entre todos estos primeros confirmadores del hallazgo de Obersteiner, sólo Bellonci y Stefani, pudieron añadir un hecho nuevo á la descripción clásica del neurólogo vienés; la existencia de figuras mitóticas en los corpúsculos más superficiales de la zona de los granos externos, hecho confirmado y ampliado más tarde por Herrick y Schaper, que nos revelaron además las fases más tempranas de la evolución cerebelosa.

En fin, mis estudios ejecutados por el método de Golgi, dieron á conocer la morfología real de las células de ambos extratos (2).

**Desarrollo de los granos.**—Cuando se estudia un corte transversal de una lámina cerebelosa de un mamífero de pocos días (rata, gato, perro, etcétera), coloreada por el método de Nissl, llama la atención, la existencia, debajo de la *pia* y por fuera de la zona plexiforme, de una zona de células pequeñas apiñadas, que van desapareciendo progresivamente al compás del desarrollo. Así, en el conejo de un mes, en vez de cuatro ó más hileras celulares, véanse escasamente dos, y en el de dos meses han desaparecido casi por completo. Por consecuencia de esta disposición, la zona plexiforme se presenta limitada por dos capas de granos: los *superficiales* ó *granos de Obersteiner*, que no son sino las células germinales emigradas de Schaper (fig. 409, A); y los *profundos* que representan granos adultos (fig. 409, E).

Esta analogía de nombre no traduce solamente una analogía de aspecto, sino también identidad de naturaleza. Los preparados de cromato de plata demuestran que la mayoría de los corpúsculos superficiales representan los gérmenes ó formas jóvenes de los granos adultos.

Las fases recorridas por los *granos gérmenes* para convertirse en granos adultos, son, según resulta de nuestras investigaciones, las siguientes:

a) *Fase germinal ó indiferente.*— El grano ocupa el plano más superficial de la zona de Obersteiner, y exhibe forma poliédrica ó esférica, á veces con expansiones cortas, groseras é irregulares, perfectamente reconocibles en los preparados de Golgi (fig. 410, A).

b) *Fase de bipolar horizontal.*— El grano ha descendido al plano profundo de la citada capa, donde adquiere figura bipolar, cuyas expansiones, de varia longitud, marchan paralelamente y en el mismo sentido que las circunvoluciones. Como casi todos los elementos de este plano profundo poseen figura bipolar y orientación longitudinal, llamaremos

(1) *Bellonci y Stefani*: Contribution á l'étude de l'histogenese de l'écorce cerebelleuse. *Arch. ital. de Biol.* Tomo XI, 1889.

(2) *S. Ramón Cajal*: A propos de certains éléments bipolaires du cervelet avec quelques details nouveaux sur l'évolution des fibres cerebelleuses. *Intern. Monatschr. f. Anat. u. Physiol.* Bd. VI, 1890.

este estrato, según lo hicimos en nuestro primer trabajo sobre la histogénesis cerebelosa, *capa de las células fusiformes horizontales*.

Las expansiones no son siempre iguales: á menudo, una es más espesa que la otra y de menor longitud. Es frecuente también observar en el cabo de una de ellas cierta varicosidad gruesa, ó una figura triangular laminosa ó espesa, comparable á un cono de crecimiento. Este cono se abre paso á través de los elementos homólogos, y crece progresivamente con gran rapidez hasta los cabos laterales de la laminilla (fig. 410, *a*). Por lo común, cuanta más longitud alcanzan dichas fibras polares, más profundamente yace el corpúsculo fusiforme. En fin, á menudo se muestra algún apéndice espinoso colateral, brotado en la porción inicial de dichos apéndices, y el cual se absorberá ulteriormente. Estos apéndices colaterales han sido también vistos por Calleja y Athias.

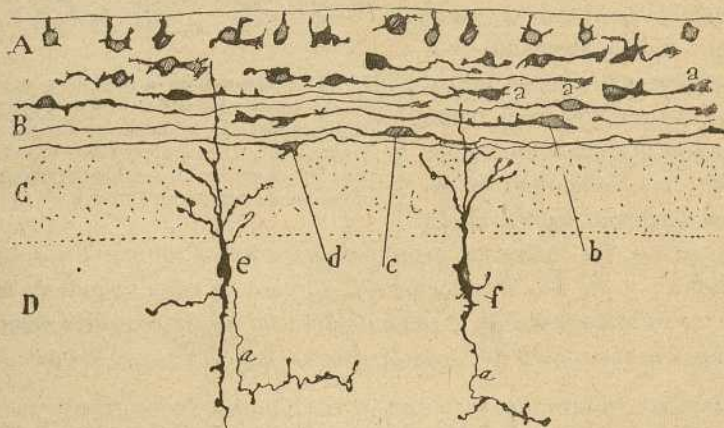


Fig. 410. — Corte longitudinal de una laminilla cerebelosa del conejo recién nacido. — A, capa de las células indiferentes; B, capa de las células bipolares ó de los granos en fase de bipolaridad horizontal; *e*, *f*, células de Golgi muy embrionarias; *a*, conos de crecimiento.

*c) Fase de bipolaridad vertical* (fig. 411 y 412, *g*, *h*). — En los granos más hondamente situados, cuando ya las expansiones polares han llegado ó están próximas á llegar al término de su ruta, surge inferiormente del soma un grueso apéndice protoplásmico, casi siempre indiviso, que crece en sentido vertical; luego el núcleo penetra en este apéndice, el cual se engruesa progresivamente, como si absorbiera la mayor parte del protoplasma; y finalmente, el soma, que va pasando sucesivamente por todos los planos de la zona plexiforme, afecta una figura francamente fusiforme, con dos expansiones: una dendrítica descendente, terminada en punta, y otra generalmente más fina y ascendente, que sirve ahora de tallo de origen á las dos antiguas expansiones polares, y se transformará con el tiempo en el fino axon de los granos. Este hecho interesantísimo

nos prueba que en los granos lo primero que se forma no es el axon, como en los neuroblastos ordinarios, sino las ramas terminales de la arborización nerviosa ó fibrillas paralelas; el tallo de origen ó axon, propiamente dicho, se modela después, produciéndose en último término las expansiones dendríticas.

d) Fase de grano profundo ó de grano joven. — En su movimiento de emigración centrípeta, el grano rebasa la línea de las células de Purkinje y asalta el estrato donde sufrirá sus últimas evoluciones. En cuanto llega á su yacimiento normal, dicha célula, que aún afecta al principio forma alargada, encoge progresivamente su protoplasma, disminuyendo y como atrofiándose la recia dendrita polar; del soma, cada vez más espeso y redondeado, brotan ahora finas dendritas, las cuales son primitivamente largas, numerosas y apenas ramificadas; y en fin, ulteriormente, algunos de tales apéndices se absorben, otros se regularizan, produciéndose en los extremos la diminuta y específica arborización del grano perfecto (fig. 411, h, f, j y 412, i, j).

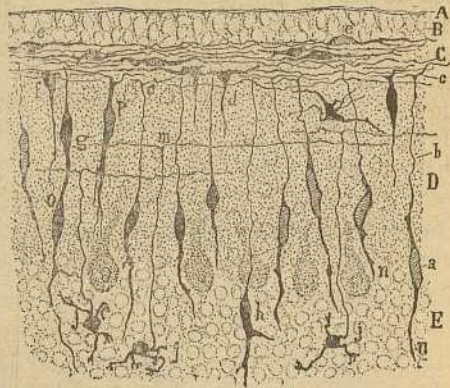


Fig. 411.—Granos de la rata de pocos días. — A, basal; B, zona de los corpúsculos indiferentes; C, zona de las bipolares horizontales; D, capa plexiforme con granos en fase de bipolaridad vertical; E, zona de los granos profundos.

La singular emigración y evolución morfológica de los granos que acabamos de exponer y que publicamos en dos trabajos diferentes (1), ha sido plenamente confirmada por Lugaro (2), Schaper (3), Calleja (4), Athias (5), Terrazas (6) y Watterville (7). Terrazas, que trabajó en nuestro Laboratorio y bajo nuestra inmediata dirección, añade, en lo referen-

(1) *S. Ramón y Cajal*: Les nouvelles idées sur la structure du système nerveux, & Paris, 1894. Véase también el trabajo de P. Ramón: El encéfalo de los reptiles, 1891, pág. 30, en donde se consigna nuestro descubrimiento de la evolución de los granos y se consideran como fases de transición de éstos los corpúsculos fusiformes horizontales y verticales que habíamos observado en el cerebelo joven.

(2) *Lugaro*: Sulla istogenesi dei granuli della corteccia cerebellare, *Monit. zool. ital.*, tomo V, núms. 6 y 7, 1895.

(3) *Schaper*: Einige kritische Bemerkungen zu Lugaro's Aufsatz: Ueber die Histogenese de Körner, & *Anat. Anzeiger*, núm. 13, 1895.

(4) *C. Calleja*: Histogenesis de los centros nerviosos. Tesis. Madrid, 1896.

(5) *Athias*: Recherches sur l'histogénèse de l'écorce du cervelet. *Journal de l'Anatomie et de la Physiol. nor. et pathol.*, & Núm. 4, Juillet Aout, 1897.

(6) *R. Terrazas*: Notas sobre la neuroglia del cerebelo y el crecimiento de los elementos nerviosos. *Rev. trim. microgr.*, tomo II, 1897.

(7) *Brain*: Vol. XCII, 1900.

te á la última fase evolutiva del grano, algunos pormenores que conviene conocer.

Según este autor, todo grano, una vez arribado á la zona profunda, pasa por las tres gradaciones morfológicas siguientes: 1.<sup>a</sup>, fase de estrella, ó sea de proyección múltiple y en todas direcciones de apéndices protoplásmicos varicosos, ordinariamente no ramificados; 2.<sup>a</sup>, absorción de expansiones inútiles y conservación de las tres ó cuatro que aciertan á ponerse en contacto con las rosáceas terminales ó colaterales de las fibras musgosas; 3.<sup>a</sup>, estiramiento de las dendritas permanentes y transformación de la varicosidad ó grumo protoplásmico terminal de éstas en una ramificación digitiforme (fig. 413).

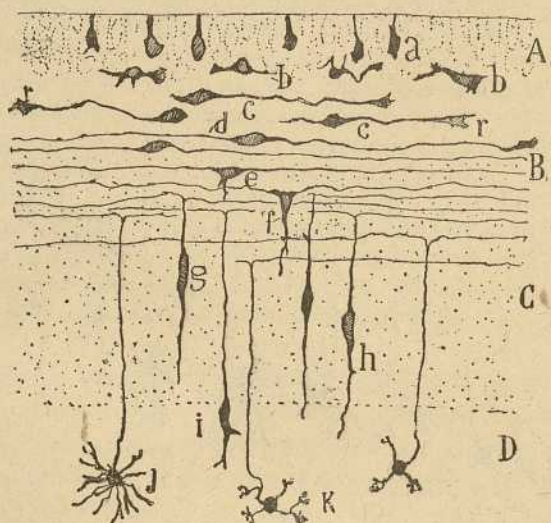


Fig. 412. — Esquema que nos presenta todas las fases de forma y posición recorridas por los granos. — A, capa de las células indiferentes; B, capa de los granos en estado de bipolaridad horizontal; C, capa plexiforme; D, capa de los granos; *b*, comienzo de deformación de los granos; *c*, fase monopolar; *d*, fase bipolar; *e*, *f*, iniciación de la dendrita descendente; *h*, *g*, estadio de bipolaridad vertical; *i*, *j*, granos embrionarios; *k*, grano perfecto.

Las observaciones de este investigador prueban también que la dislocación del axon del grano, no es un fenómeno primitivo, sino secundario, que se presenta precisamente durante la última etapa evolutiva y en virtud del doble proceso del descenso ó emigración del núcleo y del estiramiento del segmento protoplásmico, portador á la vez del axon y de una dendrita. En su progresión emigratoria hacia adentro, el grano es detenido por el macizo de la substancia blanca, y muchas de las inflexiones que el axon y las dendritas describen, representan ora acomodaciones á los huecos intercelulares, ora resultado de la posición de capilares y de corpúsculos neuróglícos.

Otro hecho interesante, ya indicado por nosotros en el trabajo de Calleja, pero más detalladamente expuesto por Terrazas, es la relación existente entre el modelamiento definitivo del grano y la aparición de las fibras musgosas.

La absorción de las dendritas ó expansiones transitorias de los granos y la formación definitiva de las dendritas digitiformes—dice Terrazas— coincide exactamente con la aparición de las excrecencias de las fibras musgosas.

«En los parajes del cerebelo en que las musgosas carecen todavía de rosáceas, ningún grano pasa de la fase de las radiaciones múltiples, mientras que allí en donde las rosáceas existen, los granos adquieren inmediatamente la forma adulta. Y como las fibras musgosas evolucionan lentamente, y es cosa corriente que en un mismo sector de la capa de los granos se muestren á un tiempo rosáceas acabadas, y otras apenas iniciadas (espesamientos irregulares de las fibras), se explica llanamente un hecho morfológico facilísimo de comprobar y que al principio nos tuvo muy perplejos, á saber : que al lado de los granos adultos ó casi adultos

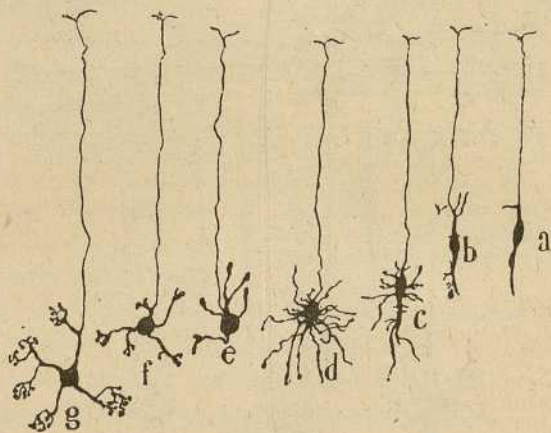


Fig. 413.—Fases de crecimiento de las dendritas de los granos.—*a*, bipolar vertical; *b*, bipolar con dendritas polares solamente; *c*, bipolar con dendritas polares y somato-laterales; *d*, grano con radiaciones múltiples no ramificadas; *e*, grano después de la atrofia de expansiones; *f*, aparición de las ramitas digitiformes y dislocación del axón; *g*, grano adulto.

se ven siempre granos enteramente embrionarios (fase de radiaciones múltiples), y esto independientemente de la profundidad del yacimiento, y por ende de la antigüedad del grano.

»En otros términos : hay granos de forma adulta muy próximos á la zona molecular, mientras que los hay cercanos á la substancia blanca con todos los caracteres de la fase de radiación múltiple, á pesar de que los primeros son seguramente los más modernos, y los segundos los más antiguos. Esta falta de orden cronológico en el modelamiento definitivo del grano, constituye un fenómeno fácilmente concebible si imaginamos, como opina Cajal, que las fibras musgosas obran sobre los granos con quienes se ponen en contacto, provocando en ellos la formación de los apéndices digitiformes ó definitivos, y determinando la absorción de los que, por no haberse puesto en contacto con rosáceas, resultan conductores enteramente supérfluos. Acaso la acción sea cruzada : por un lado, y merced á una atracción quimiotáctica ó de otra especie, los granos influyen

sobre la ramificación terminal de las musgosas, y por otro, éstas obran sobre las dendritas de los granos promoviendo su modelamiento definitivo. Los granos todavía indiferentes, es decir, los que no yacen próximos á una musgosa, manteniéndose en estado fetal».

En la fig. 413 reproducimos las fases póstumas del grano, según Terrazas, cuyos estudios hemos confirmado plenamente.

En algunos preparados de cerebello joven (rata, ratón, conejo y gato), hemos hallado ciertas fibras finas longitudinales que cruzan frecuentemente en zig-zag la cara plexiforme, así como las de los granos superficiales y profundos, á lo largo de las que describen asas ó arcos de extensión variable. En el trabajo en que señalamos por primera vez la existencia de tan singulares fibras (1), no nos pronunciamos sobre su significación; hoy, después de nuevas observaciones, nos inclinamos á considerarlas como fibras longitudinales extraviadas (fibras continuadas con el axon de los granos). La causa de este extravío pudiera ser acaso el empuje hacia la periferia de las robustas dendritas de los corpúsculos de Golgi, las cuales, enganchándose en alguna fibrilla paralela, obligarían á ésta á trazar grandes revueltas, invadiendo parte de las zonas limitrofes.

Lo que milita en pro de la accidentalidad y fugacidad de semejante disposición, es que jamás hemos sorprendido dichas asas fibrilares en el estado adulto ni aun en los mamíferos de más de veinte días. Es muy posible, pues, que al perfeccionarse la textura cerebelosa, las fibras en zig-zag corrijan su curso ó desaparezcan por reabsorción (fig. 380, *d* y 389, *b*).

**Evoluciones de las células de cesta.**— En nuestro primer trabajo sobre la histogenesis cerebelosa, antes del descubrimiento de la evolución de los granos, habíamos pensado que los granos superficiales podrían constituir, emigrando hacia lo profundo y transformándose sucesivamente, células estrelladas de la zona plexiforme. Más tarde, Schaper hizo notar que los citados granos superficiales representaban una formación germinal indiferente, de la cual podían salir tanto los granos como los elementos nerviosos, por ejemplo, las células estrelladas de la zona plexiforme y hasta los corpúsculos de neuroglia (2).

Estas presunciones nuestras y de Schaper (3) sobre el probable origen de las células estrelladas de cesta, fueron confirmadas casi á la vez, y de un modo independiente, por Propoff (4), Athias (5) y Terrazas (6). Se-

(1) *S. Ramón Cajal*: Beitrag zur Studium der Medulla oblongata, &. 1894.

(2) *S. Ramón Cajal*: Sur les fibres nerveuses de la couche granuleuse du cervelet et sur l'évolution des éléments cérébelleux. *Int. Monatschr. f. Anat. u. Physiol.* Bd. 7, 1891.

(3) *Schaper*: Einige Kritische Bemerkungen zu Lugaro's Aufsatz, &, *Anat. Anz.* N.º 13, 1895.

(4) *Propoff*: Zur Frage über Histogenese der Kleinhirnrinde. *Biol. Centralblatt.* Bd. 15, 1895.

— Weiteren Beitrag zur Frage über Histogenese der Kleinhirnrinde. *Biol. Centralblatt.* Bd. 16, 1896.

(5) *Athias*: *Loc. citat.*

(6) *Terrazas*: *Loc. cit.*



gún estos autores, cuyas investigaciones hemos plenamente confirmado en el conejo, ratón y gato recién nacidos, la célula estrellada proviene, á la manera del grano, de la zona de los corpúsculos germinales externos, pasando por las siguientes fases :

*Fase de bipolar horizontal.*—Ya en las hileras más periféricas de los granos externos comenzaría la diferenciación si hemos de creer á Athias, quien presenta dichos corpúsculos de figura de huso, con dos expansiones polares, una corta, gruesa y protoplásmica, y otra más fina, acabada á menudo por un cono de crecimiento. Estas células penetrarían progresivamente en la zona plexiforme, donde se convertirían por grados en aquellas células estrelladas jóvenes con axon casi exento de colaterales, que nosotros, y posteriormente Kölliker, Retzius, Lui y Calleja, habíamos encontrado á diversas alturas de la capa plexiforme de los mamíferos de pocos días.

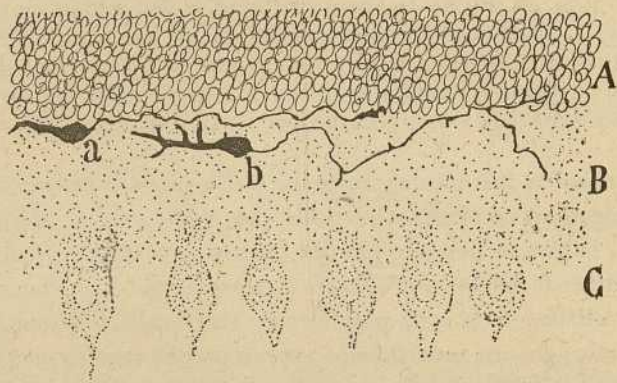


Fig. 414.—Corte transversal de una circunvolución cerebelosa del gato recién nacido.—A, granos superficiales ó capa de Obersteiner; B, zona molecular; C, corpúsculos de Purkinje; a, célula estrellada en fase bipolar; b, otra en fase bipolar, pero con algunas dendritas cortas.

Desde sus primeras fases, la célula estrellada rudimentaria se reconoce fácilmente, como han observado Propoff, Athias y Terrazas, por su orientación. En efecto, mientras la bipolar horizontal, fase del grano, aparece *orientada en el sentido de las fibras paralelas*, la bipolar de cesta, *yace desde el primer momento en el sentido perpendicular á éstas, y paralelamente, por tanto, á las células de Purkinje* (fig. 414 y 415, a, b).

En la fig. 399, A, B, reproducimos dos células estrelladas, en fase neuroblástica, tomadas del pichón de veinte días. Adviértanse la situación del soma, inmediatamente por debajo de la capa (ya muy pobre en elementos) de los granos superficiales, la cortedad del axon y su extenso y membraniforme cono de crecimiento. Una fase algo más avanzada reproducimos en la fig. 414, a, b, tomada del gato recién nacido; del soma surge

ya una dendrita polar que crece en dirección opuesta al axon (*a*) y emite prontamente algunas espinas ó ramas secundarias (*b*). Por lo demás, y contra la opinión de Athias, esta fase neuroblástica la hemos hallado exclusivamente en los planos más bajos de la zona de Obersteiner; sólo en los animales en que esta capa está á punto de desaparecer (conejo de un mes, pichón de veinte á veinticinco días, etc.), véanse neuroblastos muy superficiales; pero esto se explica por la delgadez misma de la formación granular. A nuestro juicio, los granos superficiales más tardíos representan, casi en su totalidad, gérmenes de células estrelladas, los cuales penetrarán progresivamente en el cuarto ó tercio externo de la zona plexiforme, en donde, por haber desaparecido ya el estado de *atracción quimiotáctica* de los somas de Purkinje, quedarán convertidos en aquellos elementos pequeños, cuyos axones carecen de cestas terminales.

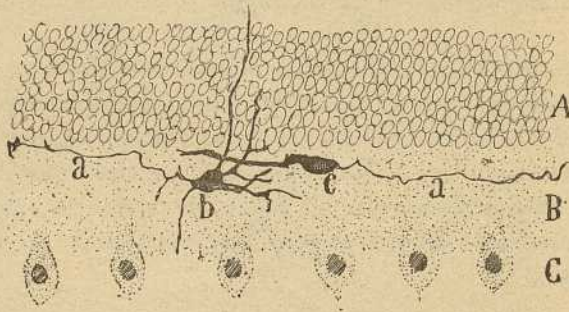


Fig. 415.—Cerebelo de gato recién nacido. Sección paralela á las células de Purkinje. A, granos superficiales ó zona de Obersteiner; B, zona molecular; C, células de Purkinje; *a*, axones de células estrelladas; *c*, célula de cesta en fase bipolar; *b*, otra con expansiones polares y latero-somáticas.

*Fase de célula estrellada joven.*—Penetrado el corpúsculo en el espesor de la zona plexiforme, mantendrá todavía, aunque por poco tiempo, la cortedad de sus dos expansiones polares y la ausencia de ramificaciones nerviosas (fig. 423, E); pero á medida que ocupa pisos más hondos, la dendrita polar suministra ramas secundarias más largas, y el axon, antes terminado en un cono de crecimiento ó varicosidad gruesa, se bifurca y suministra tal cual colateral corta, de curso todavía irregular y como indeciso. El descenso de las células se realiza, como Terrazas hace notar, no por movimiento espontáneo, sino por la presión hacia adentro de los elementos nuevamente salidos de la zona de los corpúsculos bipolares, entre los cuales figuran, en primer término, las fibras paralelas recién formadas y las nuevas hornadas de corpúsculos estrellados desprendidos de la capa germinal. En consecuencia de esto, las células residentes cerca de los elementos de Purkinje pueden estimarse como las más antiguas, mientras que las neuronas estrelladas, que en el estado adulto

hallamos en las zonas superficiales, representan, según dejamos consignado, los individuos más tardíamente diferenciados, los cuales, por haber hallado ya ocupada toda la superficie de contacto del soma de Purkinje por cestas pertenecientes á elementos más madrugadores, no pudieron enviar sus colaterales nerviosas descendentes hasta aquél, limitándose, por ende, á establecer relación con los ramajes protoplásmicos de Purkinje.

*Fase de la formación de las cestas.*—Como aparece en la fig. 423, en cuanto la célula estrellada joven se aproxima á los corpúsculos de Purkinje, el soma ó cuerpo celular aparece erizado de gran número de dendritas divergentes y espinosas, al paso que el axon, notablemente alargado ya, emite ramos gruesos de marcha tortuosa y muy irregular, que se apoyan sobre los cuerpos de los citados corpúsculos, engendrando un rudimento de cesta. Los ramos descendentes van progresivamente complicándose, y á los cabos libres, varicosos y engruesados, suceden bifurcaciones y ramificaciones más complejas, como las representadas en la fig. 423.

El trayecto inicial del axon es en algunas células muy complicado. Según reconoció ya Calleja, este curso, en vez de ser transversal, puede ofrecer grandes revueltas y hasta un círculo completo, como si el axon anduviese desorientado y á tientas por entre los elementos de Purkinje. Esta desorientación desaparece en cuanto las cestas se aproximan á la fase de modelamiento definitivo; pero la revuelta inicial se mantiene indefinidamente.

La orientación transversal de los axones de las células estrelladas, puede explicarse, hasta cierto punto, por influencias mecánicas. Recuérdese al efecto que los ramajes de Purkinje son aplanados, y que todo axon que invada la zona plexiforme, podrá crecer más fácilmente siguiendo el plano de dichos ramajes que marchando á su través. Igual explicación cabe aplicar al fenómeno del aplastamiento transversal de la arborización dendrítica de los corpúsculos de cesta. En cuanto á la multiplicidad de las ramas descendentes, bifurcación del axon y revueltas del curso y terminación de éste, etc., dependerían de la posición y número de los somas de Purkinje, de quienes la citada arborización nerviosa recibe su influencia quimiotáctica.

Las mencionadas causas no esclarecen, empero, todos los fenómenos de evolución de las células estrelladas. Uno de los que escapan, al parecer, á semejante determinismo químio-mecánico, es la transversalidad originaria de estos elementos durante su fase neuroblástica; otro hecho, difícil también de comprender, es la revuelta inicial del axon ofrecida por muchas células estrelladas. Esta revuelta inicial podría imaginarse, suponiendo que, al iniciarse el crecimiento del axon, los corpúsculos de Purkinje con quienes éste habría de entrar en relación, no han pasado aún de la fase de radiaciones dendríticas irregulares ni comenzado la secreción de materias reclusas. En tales condiciones, dicha expansión se desorientaría, dando bordadas sobre sí misma, como un barco que no quiere avanzar y espera la ocasión de entrar en el puerto.

Evolución de las células de Purkinje.—El origen de estas células, así como las fases más tempranas de su evolución, no se conocen bien. Podemos dar, no obstante, por probable, según hace notar Athias, que tales corpúsculos son descendencia directa de las células germinales internas ó primitivas, es decir, de aquellas que no emigraron hacia la periferia para constituir la zona de los granos externos. Pues si bien es cierto que Popoff dice haber notado en esta zona algunas células que le parecen representar elementos de Purkinje rudimentarios, nosotros no hemos podido sorprender jamás (ni Calleja, Athias y Terrazas) la fase de neuroblasto ni indicio alguno de semejante procedencia. Tan pronto como las células de Purkinje se diferencian, véanse ya sus somas alineados por de-

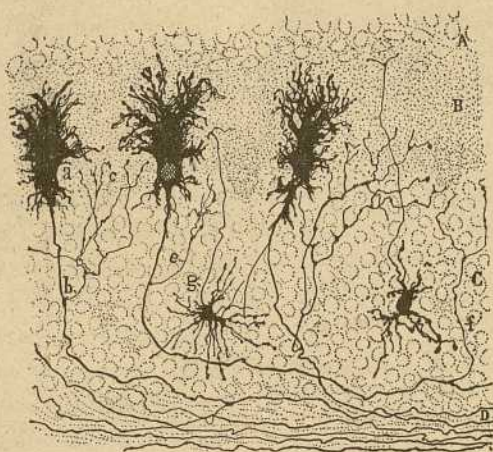


Fig. 416. — Células de Purkinje muy embrionarias del perro recién nacido (*a*); *b*, colateral del axon; *g*, grano embrionario; A, granos superficiales; B, capa plexiforme; C, granos profundos; D, sustancia blanca.

bajo del primer rudimento de capa plexiforme, la cual forman parte con sus dendritas, según permiten reconocer los preparados coloreados en carmín ó anilinas.

En cambio, las fases ulteriores, es decir, las relativas á la formación y crecimiento del ramaje dendrítico, se conocen perfectamente gracias á las revelaciones del cromato de plata.

En las figs. 416, *a* y 417, *a*, tomadas de nuestro primer trabajo sobre el tema, aparecen los cambios que experimenta la célula de Purkinje desde su fase de bipolaridad vertical, hasta su forma definitiva (1).

Nótese, desde luego (fig. 416), el notable volumen del soma, su riqueza en protoplasma y, sobre todo, el gran número de dendritas irregulares, divergentes, groseras y como desorientadas, que proceden de

(1) S. Ramón Cajal: Sur les fibres nerveuses de la couche granuleuse, &. *Inter. Monats. f. Anat. u. Physiol.*, Bd. 7, 1890.

aquél y que en nada recuerdan el elegante, regular y complicado ramaje de la célula adulta. En virtud de esta disposición, podría llamarse este estado *fase de la desorientación dendrítica inicial*. Del polo inferior del protoplasma surge un cono erizado de cortas é irregulares dendritas, en parte descendentes, en parte horizontales, y el cual se continúa con el

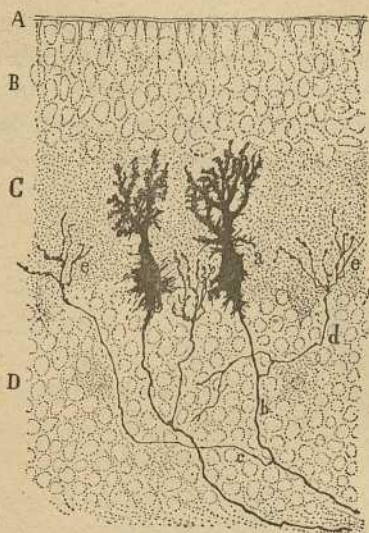


Fig. 417. — Células de Purkinje en la fase de regularización de las dendritas. Cerebelo del perro de pocos días.

axon robusto, varicoso, desprovisto de colaterales en sus principios y continuado con un tubo profundo.

Uteriormente, atraviesa la célula por el *estadio de orientación y regularización de las dendritas* (fig. 417 y 418). Las dendritas más altas y el tallo radial se regularizan y aplanan, formándose un tronco, del cual emanan varias ramitas ascendentes ú oblicuas, de contorno áspero y terminadas por cabos redondos. Las más altas tocan la zona de Obersteiner. Cuando esta regularización del ramaje dendrítico se inicia, el soma se ha modificado poco todavía, apareciendo cubierto aún, como se ve en la fig. 418, *a*, tomada del cerebelo del niño recién nacido, de un cúmulo de apéndices

divergentes é irregulares. El conjunto se parece á una planta bulbosa, en la cual la cebolla ó tubérculo está representada por el soma, las raicillas por los apéndices erizados de éste y el tallo y ramas por las dendritas ascendentes.

Más adelante, el soma acaba de descartarse de todas las excrecencias y dendritas indiferentes; el tallo radial emite numerosas ramas secundarias y terciarias; el ramaje gana en extensión y en planimetría; las espinas colaterales aparecen, y, en fin, la célula va progresivamente aproximándose á la forma adulta, de la que discrepa solamente por su corteza vertical relativa. Durante los treinta días después del nacimiento, las ramas más altas van aproximándose poco á poco á la superficie cerebelosa, pero sin tocarla, por impedírselo los granos superficiales. Finalmente, transcurridos treinta y cinco ó cuarenta días (conejo, gato, perro, etc.), los últimos restos de la zona de Obersteiner desaparecen, y la arborización de Purkinje alcanza todo su desarrollo.

Desde las más tempranas fases, el axon emite colaterales en número de dos, tres ó más, las cuales deben sufrir también el proceso de absorción. Células hay, como Athias hace notar, que emiten hasta ocho cola-

terales nerviosas, número excesivo que no se mantiene en el adulto, donde los preparados de Ehrlich revelan rarísima vez más de tres ramas de este género (gato, conejo, perro).

En el hombre, las colaterales supernumerarias destinadas á desaparecer, son mucho más abundantes que en el gato y perro. Según mostramos en la fig. 418, A, axones de Purkinje hay que poseen 20 y 24 colaterales, muchas de las cuales engendran á cierta distancia y en la zona de los granos, plexos tupidos y enmarañados (fig. 418, A). En el niño

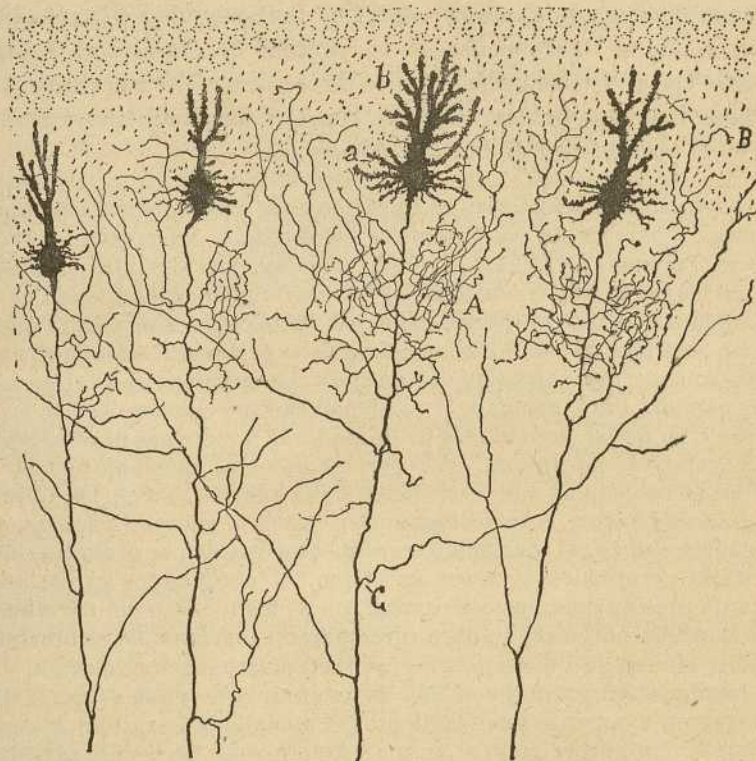


Fig. 418. — Células de Purkinje del cerebelo del niño recién nacido.—A, colaterales supernumerarias del axon de Purkinje ; B, colaterales largas ó definitivas ; C, colaterales inferiores ; a, soma con apéndices indiferentes ; b, formación del ramaje definitivo.

de quince días, muchas de estas colaterales supérfluas han desaparecido ya, y en el de uno ó dos meses faltan por completo, conservándose no más las cuatro ó cinco ramas nerviosas, características de la célula de Purkinje adulta.

Resulta, pues, que las colaterales nerviosas, como las dendritas, atraviesan durante su desarrollo primeramente por una fase de producción excesiva y sin orientación, y después por otra de absorción de las ramas

*superfluas y de crecimiento y regularización de las subsistentes, es decir, de aquellas que llegaron sin extravíos á su destino y establecieron conexiones útiles con neuronas homónimas.* Estas colaterales afortunadas, se distinguen ya en el cerebelo del niño recién nacido, por la gran longitud de su trayecto y por alcanzar los planos más profundos de la capa plexiforme, donde sus arborizaciones terminales se orientan en sentido longitudinal (fig. 418, B).

En los mamíferos, las colaterales supernumerarias faltan muy á menudo, apareciendo de ordinario solamente las ramas útiles, las cuales, según habíamos demostrado nosotros y confirmó Retzius, suben á la zona plexiforme, donde se descomponen en un penacho de ramillas varicosas, al principio cortas y terminadas no lejos de los somas de Purkinje, y que andando el tiempo se alargarian, volviéndose longitudinales y perdiéndose en el piso inferior de la capa primera.

La evolución de las células de Purkinje no se efectúa simultáneamente en todos los parajes de las laminillas cerebelosas. Nuestras observaciones, confirmadas por Lugaro, Calleja, Azoulay, Lui y Athias, demostraron que las porciones salientes de las circunvoluciones, contienen células más adelantadas que las partes cóncavas. Este hecho singular lo explica Lugaro, suponiendo que la substancia gris experimenta en las anfractuosidades una cierta compresión que enfrena el crecimiento y diferenciación de las células. Para Azoulay (1), el fenómeno se relaciona con la sucesiva aparición de las actividades coordinadoras y motrices necesarias á la vida vegetativa del animal. Así, por ejemplo, al principio sólo se desarrollarían las células que intervienen en la succión, luego las interesadas en la prehensión, locomoción, etc.

A nuestro juicio, el plegamiento cerebeloso creado por proliferación de las células germinales, produce, en efecto, al nivel de los surcos un aumento de presión; pero este aumento, que se traduce por un apretamiento de la trama nerviosa, no obra directamente, enfrenando el crecimiento de las células de Purkinje, sino indirectamente, haciendo difícil y tardía la emigración y diferenciación de los granos (los cuales por sus fibras paralelas influyen en el modelamiento del ramaje de Purkinje), y además retrasando y entorpeciendo el arribo y crecimiento de las fibras trepadoras. En virtud de estas condiciones mecánicas, toda célula que no haya podido establecer conexión con fibras paralelas y trepadoras, se mantiene en el estado embrionario, es decir, en la fase de radiaciones dendríticas indiferentes, fase que precede, según hemos visto, al estadio de aplanamiento y diferenciación del ramaje protoplásmico.

Conforme ha demostrado Lui (2), existe una correlación estrecha entre el grado de evolución que alcanza el cerebelo y las facultades locomotrices del animal. Así el pollo y el conejo de Indias recién nacidos, anima-

(1) *L. Azoulay*: Quelques particularités de la structure du cervelet chez l'enfant. *Socied. anat. et Societé de Biol. Mars*, 1894.

(2) *Lui*: Osservazioni sullo sviluppo istologico della corteccia cerebellare in rapporto alla facultá della locomozione. *Rivis. sper.di Freniatr. e mediz. leg.* Fas. 1. 1896.

les que marchan desembarazadamente, poseen una corteza cerebelosa poco menos que adulta; mientras el niño, el perro, el conejo, el gato, la paloma y los pájaros, seres incapaces de caminar y de equilibrarse durante los días que siguen al nacimiento, exhiben una corteza sumamente atrasada en desarrollo.

**Evolución de las grandes células estrelladas de la capa de los granos.** — Desconócense las primeras fases evolutivas de estos corpúsculos. Propoff afirma haber sorprendido en un embrión de carnero de 14 centímetros, sumergidas en plena capa plexiforme, algunas células estrelladas. Esta posición superficial indicaría, según dicho sabio, una procedencia de la capa de Obersteiner.

Parecido dictamen emite Athias, que encuentra, además, en la existencia de nuestras células de Golgi dislocadas (vistas por él en el gato), un nuevo argumento en favor de la opinión de Propoff. Pero nosotros no hemos conseguido sorprender tales elementos dislocados más que en el conejo, único animal también que los presenta en estado adulto. En el gato, perro, cobaya, ratón, paloma y niño recién nacidos ó de pocos días, jamás es dable encontrar un corpúsculo de Golgi en plena capa plexiforme. Aun en las épocas más tempranas, se los halla ya constantemente en la zona de los granos, por debajo de las células de Purkinje. Así que nos inclinamos á pensar que los corpúsculos de Golgi ordinarios (y los dislocados del conejo), proceden de las células germinales profundas ó subependimales. Las formas jóvenes de estos corpúsculos evolucionarían *in situ* al modo de los elementos de Purkinje, iniciando su diferenciación solamente después del arribo de los granos profundos, es decir, cuando han llegado ya á su vecindad las neuronas con quienes deben mantener conexión.

Las fases principales de la evolución de las células de Golgi, aparecen en las figs. 410 y 419, pertenecientes al conejo y gato recién nacidos. Cuando tales elementos comienzan á fijar el cromato de plata, han pasado ya del estadio de neuroblasto, afectando una forma bipolar. Según ha mostrado Terrazas, la figura dominante es la fusiforme, con dos apéndices: *dendritico* ó externo, penetrante en la zona plexiforme y erizado de espinas; é *interno* ó nervioso, varicoso de aspecto, de longitud varia y terminado, después de emitir algún ramo rudimentario, en plena zona de los granos (fig. 410, *a*). Del soma, y sobre todo de la región originaria del axon, suele brotar alguna dendrita descendente, que á menudo es la portadora de la expansión funcional.

Ulteriormente, el cuerpo se engruesa, las expansiones basilares se multiplican y alargan, ramificándose prolijamente, y la dendrita radial, antes indivisa, se descompone en un penacho de ramos espinosos que invaden un perímetro cada vez más extenso de la zona plexiforme. Los ramos terminales se detienen, de ordinario, en la frontera de los granos su-



perficiales; pero á veces cruzan por entre éstos, adelgazándose mucho y acabando junto á la basal. Es de notar que durante su tránsito por la capa de Obersteiner, tales dendritas se tornan lisas, perdiendo las espinas y asperezas que exhiben al cruzar la plexiforme (fig. 419, B).

En cuanto al axon, crece progresivamente, modifica su curso, tornándose más ó menos oblicuo ú horizontal, traza grandes revueltas, aumenta el caudal de sus colaterales y engendra, en fin, un ramaje terminal sumamente extenso. En el gato de quince días la arborización nerviosa presenta ya una gran complicación, casi comparable á la del cerebelo adulto. Las últimas ramillas, empero, es decir, aquellos cabos varicosos y flexuosos, penetrantes en los islotes cerebelosos, sólo aparecen bien desarrolladas en el conejo y gato de un mes.

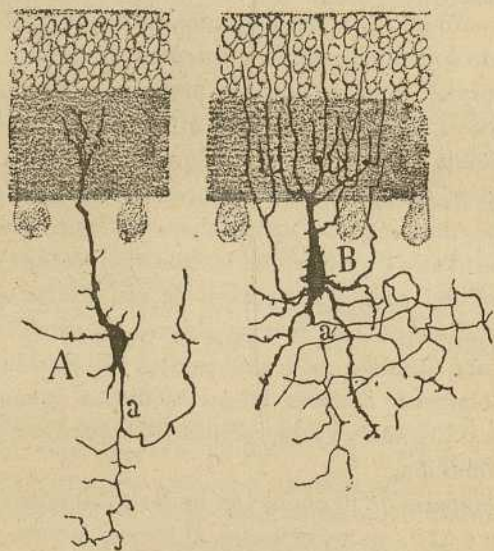


Fig. 419.—Cerebelo del gato recién nacido.—A, célula de Golgi muy embrionaria; B, otro corpúsculo de igual especie, pero más desarrollado; a, axon corto.

De todo lo expuesto resulta muy probable que existen en el cerebelo dos especies de gérmenes de neuronas: los *profundos*, destinados á transformarse en células nerviosas grandes (células de Purkinje y células de Golgi); y los *superficiales*, cuya misión es producir los corpúsculos de mediana y pequeña talla (granos y elementos estrellados de la zona plexiforme).

Hagamos notar otro hecho interesante: en el cerebelo, las células de axon largo son más precoces en su desarrollo que las células de axon corto. Es decir, que los corpúsculos de Purkinje preceden con mucho en su diferenciación á los granos, células de cesta y corpúsculos de Golgi. Sólo las células epitélicas son sus coetáneas.

Desarrollo de las fibras centripetas. — 1.º *Fibras trepadoras*. — La evolución de estas fibras, hoy perfectamente conocida en todas sus fases, constituye uno de los hechos más interesantes de la histogenesis cerebelosa, y acaso el más propio para ilustrarnos acerca del modo de crecimiento y diferenciación de las arborizaciones nerviosas, y sobre el mecanismo de las conexiones por contacto. Hé aquí las fases que atraviesan dichas arborizaciones hasta el modelamiento definitivo de los plexos trepadores, según se deduce de nuestros trabajos, plenamente confirmados

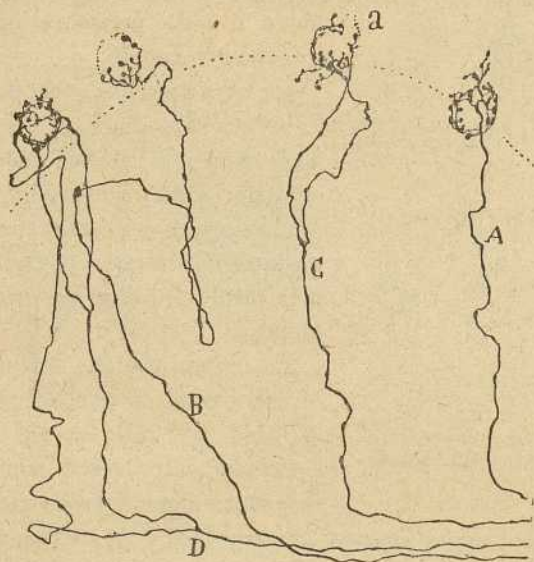


Fig. 420. — Fibras trepadoras en la fase de nido pericelular. Gato recién nacido. — *a*, célula de Purkinje rodeada; A, fibra trepadora no bifurcada; C, otra bifurcada; D, fibra descompuesta en dos ramas en plena substancia blanca; B, fibra que daba una gran revuelta.

por Retzius, van Gehuchten, Lugaro, Calleja y Athias: 1.ª, fase de nido ó plexo infracelular; 2.ª, fase de cúpula ó capuchón supracelular; 3.ª, fase de arborización trepadora joven.

1.ª *Fase de nido*. — Descubierta por nosotros en el cerebelo de los mamíferos de pocos días (1) ha sido bien dibujada y descrita por Retzius (2) y Athias (3), que han añadido algunos detalles complementarios. La singular figura y situación de la arborización son tan originales, que en un

(1) *S. R. Cajal*: Sur les fibres nerveuses de la couche granuleuse du cervelet et sur l'évolution des éléments cérébelleux. *Int. Monatschr. f. Anat. u. Physiol.* Bd. 7, 1890.

(2) *Retzius*: Kleine Mittheilungen von den Gebiete der Nervenhistologie, *Biolog. Unters.* N. T. Bd. IV. 1892.

(3) *Loc. cit.*

principio no acertamos á determinar su verdadera significación; sólo más adelante (1) caímos en la cuenta de que representaba la forma embrionaria de las arborizaciones trepadoras.

Como aparece en la fig. 420, de la substancia blanca vecina se destacan ciertas fibras gruesas, varicosas, desprovistas de rosáceas colaterales, las cuales, bien directamente, bien en dirección muy oblicua, ya en fin trazando grandes revueltas, cruzan la zona de los granos y asaltan el cuerpo de las células de Purkinje, sobre el cual se ramifican, engendrando un plexo ó nido perisomático, varicoso y sumamente tupido.

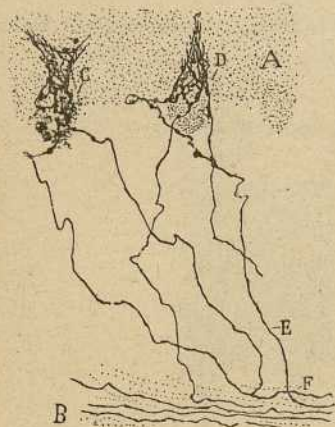


Fig. 421. — Arborizaciones trepadoras en la fase de capuchón supracelular.

ricosa de ramos gruesos escasos, comparables á los de una placa motriz, y aplicados á las caras lateral é inferior de la célula de Purkinje (figura 421, A); pero ulteriormente complícase el ramaje, naciendo nuevos músculos secundarios que abarcan casi todo el perímetro del cuerpo celular, exceptuando la región de origen del axon (fig. 421, D). Otras formas pueden presentarse, pero todas ellas representan variantes de la citada disposición fundamental. (Véanse las figuras de Retzius, Lugaro, Kölliker y Athias).

*Fase de cúpula ó de caperuza supracelular.*— Desde los cuatro á los diez ó más días, la arborización trepadora sufre una dislocación hacia lo alto, corriéndose por encima del soma y á lo largo del arranque del tallo protoplásmico. Como consecuencia de semejante emigración, la arborización perisomática cambia de forma, adquiriendo figura de embudo ó de gorro de dormir, cuya punta se extiende hasta la primera división del tallo, y cuya posición inferior ó ensanchada corona el ápice del cuerpo

(1) *S. Ramón Cajal*: Sobre ciertos elementos bipolares del cerebro joven, y algunos detalles más acerca del crecimiento y evolución de las fibras cerebelosas. *Gac. Sanit.* de Barcelona, Feb. 1890.

— Véase también *Journ. inter. d'Anat. et de Physiol.*, tomo VII. Fasc. 11, 1890.

celular. Durante esta fase no es raro sorprender algunas ramillas descendentes, que mantienen todavía, según figura bien Retzius, su antigua conexión con la porción lateral é inferior del cuerpo. También Kölliker (1) dibuja bien esta disposición (fig. 421, C, D),

*Fase de la arborización trepadora joven.*—El ramaje trepador ha abandonado enteramente el soma, engendrando ahora un plexo longitudinal alargado, que recubre, no sólo el tallo, sino las dos ó tres gruesas ramas secundarias de éste. La arborización trepadora exhibe ahora un aspecto extraño, comparable á la cornamenta de un ciervo, cuya cabeza

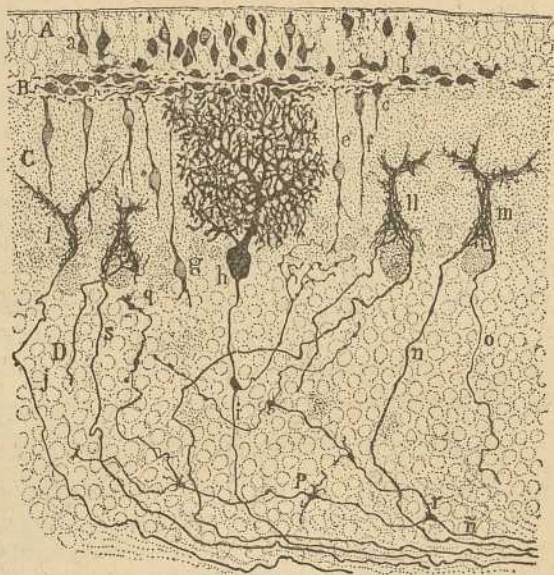


Fig. 422. — Corte del cerebelo de perro de dieciséis días. — A, granos superficiales; B, granos en fase bipolar horizontal; C, zona plexiforme; D, granos profundos; l, ll, m, diversas formas de arborización trepadora joven; h, célula de Purkinje; e, f, g, granos en curso de emigración.

estuviera representada por el soma de Purkinje. Además, la riqueza de ramas nerviosas del plexo es tal, que, á menudo, se tocan lateralmente, é impregnándose el cemento intermediario, prodúcense figuras granulosas, tubuliformes, susceptibles de inducir á error sobre la naturaleza de estas arborizaciones (fig. 422, ll, m).

Finalmente, en los mamíferos de veinte días á un mes, los plexos adelgazan y estiran sus fibrillas, que aparecen menos varicosas; del ramaje principal, por lo común bifurcado, según se ve en la fig. 422, m, y 399, brotan nuevos plexos, los terciarios y cuaternarios, los cuales se extienden

(1) Kölliker: Lehrbuch des Gewebelehre. 6 Auf. n. 2º Band p. 364 u. 365.

progresivamente por dendritas menos espesas, y, en fin, el conjunto de la arborización exhibe una extensión considerable. Al mismo tiempo, la porción inferior del tallo dendrítico de Purkinje, así como el soma, límpianse de ramillas, dejando libre una extensa superficie protoplásmica para el contacto de las cestas terminales de los corpúsculos estrellados.

En resumen ; de todo lo expuesto resultan probados tres extremos de suma importancia : 1.º, en la fase inicial, la arborización trepadora se precipita directamente sobre el soma, como si el protoplasma perinuclear ejerciera una atracción quimiotáctica específica sobre las ramillas terminales de la misma ; 2.º, en cuanto el tallo radial dendrítico se desen-

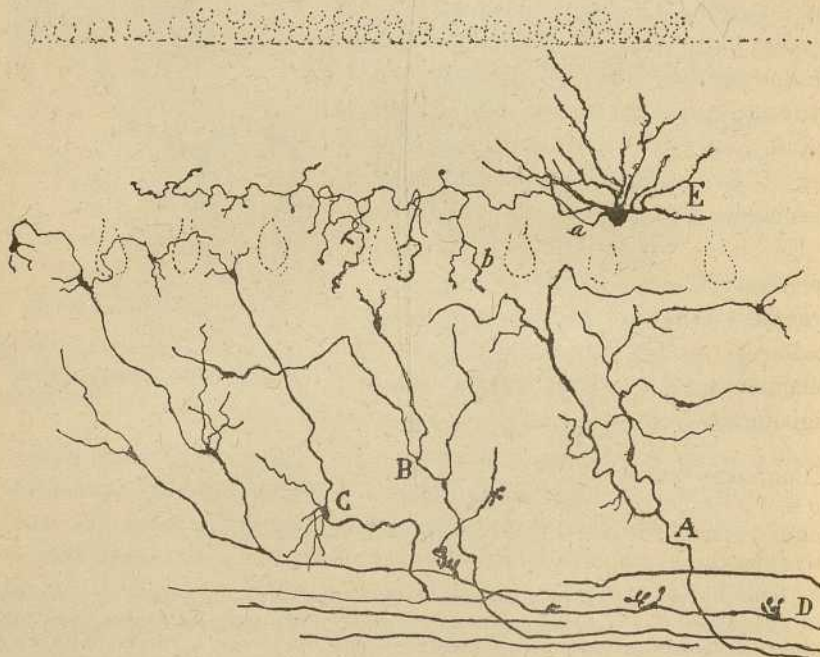


Fig. 423. — Corte del cerebelo del conejo de pocos días. — A, B, fibras musgosas primordiales ; C, musgosas con radiaciones fibrilares nacidas de ciertos nudos ; D, musgosas casi adultas ; F, célula de cesta muy adelantada.

vuelve, las fibras trepadoras son atraídas por él, abandonando el soma, como si las materias reclamos se hubieran transferido de éste á la arborización dendrítica ; 3.º, á medida que el plexo trepador se disloca, cambia no sólo su forma, sino su riqueza en ramas, circunstancia que induce á pensar que, á la manera de lo ocurrido en la arborización dendrítica primordial, muchos ramúsculos nerviosos iniciales se absorben, conservándose no más aquellos que pudieron entrar en conexión íntima con los tallos y ramas protoplásmicas últimamente formados.

2.ª *Desarrollo de las fibras musgosas.*—Las fibras musgosas existen ya

en épocas muy tempranas de la evolución cerebelosa, mostrándose, al principio, bajo la forma de fibras gruesas, prolijamente ramificadas, pero desprovistas aún de las excrecencias ó rosáceas características, en lugar de las cuales exhiben algunas varicosidades de varia extensión. Esta fase, que podría llamarse de *las arborizaciones lisas ó primordiales*, es la única que cabe reconocer en los embriones de término de mamífero (gato, conejo), así como en el ratón y rata recién nacidos (fig. 423, A, B).

En el gato y perro de tres ó cuatro días, adviértense ya musgosas con un comienzo de diferenciación. Del espesor de las varicosidades susodichas parten dos, tres ó más ramúsculos largos, finos, terminados á no mucha distancia, en plena capa de los granos y á favor de una varicosidad delicada (fig. 423, C).

Alguno de estos apéndices afectan gran longitud y representan verosímilmente ramas destinadas á producir nuevos brotes. Aunque es difícil interpretar tales disposiciones, nos inclinamos á pensar que las cortas y finas radiaciones nacidas de las varicosidades constituyen la forma joven de las arborizaciones musgosas de bifurcación, así como de las rosáceas colaterales de las fibras adultas.

En fin, en una fase más adelantada, que puede sorprenderse en el conejo, gato y perro de más de ocho días, estos apéndices se acortan, engruesan y regularizan progresivamente, acaso algunos se absorben, y la rosácea terminal y colateral queda definitivamente modelada. Este modelamiento guarda estricta relación con la aparición de la arborización digitiforme de las dendritas de los granos (fig. 423, D).

Conforme nosotros, Calleja y Terrazas señalamos, las fibras musgosas no se desenvuelven contemporáneamente en todo el cerebelo; parajes hay donde estas fibras carecen por completo de rosáceas; mientras que en otros puntos, la arborización terminal aparece bastante adelantada (figura 423, D). Ambas especies de fibras se encuentran á menudo en una misma laminilla. Verosímilmente, estas musgosas atrasadas representan los conductores centrípetos que deben relacionarse con granos todavía no desarrollados y no descendidos aún de la capa de Obersteiner.

Según Athias, las fibras musgosas más embrionarias, crecerían constantemente mediante *conos de crecimiento*, de los cuales partirían, además de algunas eflorescencias finas y cortas, una ó dos ramas delgadas y largas, á su vez acabadas en conos. En cuanto á las fibras embrionarias lisas ó varicosas que nosotros y Calleja hemos considerado como las formas rudimentarias de los citados conductores musgosos, no serían otra cosa que una variedad especial de tubos centrípetos, señalada por Retzius en el cerebelo del gato.

La descripción y dibujos dados por Athias, prueban que este autor no ha visto, acaso por haber trabajado en animales ya bastante adelantados en evolución, las fases más tempranas de las fibras musgosas. La fig. 21 de su monografía (1), representa, en realidad, un estado bastante avan-

(1) Athias: *Loc. cit.*, pág. 398.

zado de la diferenciación de las mismas. Y en lo referente á la variedad especial de conductores centrípetos, indicada por Retzius, baste consignar que según dictamen del ilustre sabio de Stockholmo (á cuya opinión nos adherimos), constituyen probablemente, no conductores especiales, sino arborizaciones nerviosas fragmentarias de las grandes células de Golgi de la capa de los granos.

**Evolución de la neuroglia.** — El origen y formación de las células neuróglicas del cerebelo, coinciden con lo que sabemos de la procedencia y metamorfosis de los corpúsculos de sostén en la médula y bulbo. Todos ellos, cualquiera que sea su situación y forma, representan elementos endimiales, dislocados y transformados. No es ésta ciertamente opinión unánime de los histólogos; algunos, tales como Lugaro, Schaper y Popoff, dan por probable que algunas células neuróglicas

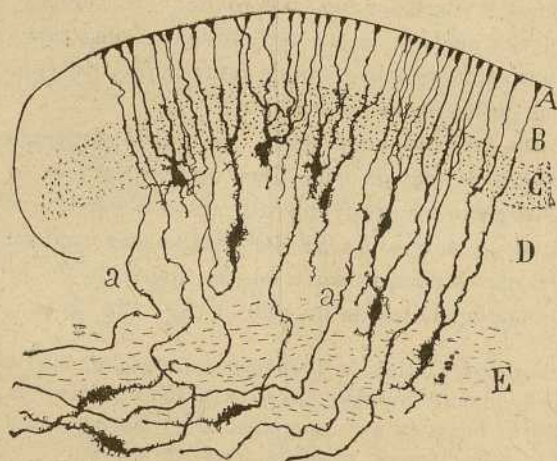


Fig. 424. — Trozo de un corte de cerebelo de ratón recién nacido. — A, basal; B, granos superficiales; C, zona plexiforme; D, granos profundos; E, substancia blanca; a, tallos epiteliales emanados de células cercanas al ventrículo. Nótense células endimiales dislocadas en la zona de los granos y substancia blanca.

toman origen en los corpúsculos indiferentes de la capa de Obersteiner. Pero nuestros estudios confirmados por Calleja, Sala y Athias, nos obligan á rechazar para el cerebelo, como para cualquier otro centro nervioso, la dualidad originaria de aquellas células.

Las razones en que fundamos nuestro aserto, son: 1.º En el cerebelo de los batracios y reptiles y en la *valvula cerebelli* de algunos peces jóvenes (*Trutta iridea*, *Barbus fluviatilis*, etc.), todas las células neuróglicas están representadas por elementos endimiales. 2.º En los mamíferos recién nacidos y fetos de término, así como en el embrión de pollo, tanto la substancia blanca como la zona de los granos del cerebelo, presentan, escalonados á distintas profundidades, elementos epiteliales dislocados, cuya

expansión periférica, única ó múltiple, se termina debajo de la *pia* á favor de espesamientos cónicos. 3.º En el conejo y gato recién nacidos, muchas células epitéticas de la hilera de Purkinje, hállanse todavía en plano más profundo del que ocuparán en el adulto, y ostentan aún una expansión interna, corto resto de la primitiva prolongación endodimal.

En la fig. 424, reproducimos algunas células neuróglícas embrionarias, tomadas del cerebelo del feto de ratón. Repárese la variedad de formas celulares, las espinas ó apéndices colaterales de que aparecen orlados tanto el soma como los tallos radiales, y la lisura especial de éstos en su tránsito por la zona de los granos externos.

También Athias ha presentado figuras muy demostrativas de los corpúsculos epitéticos dislocados y de las fases de transición que los enlazan con las formas adultas.



## CAPÍTULO XX

### GANGLIOS CEREBELOSOS CENTRALES

Oliva cerebelosa.—Embolo.—Ganglio del techo (células y fibras aferentes y eferentes).

La substancia blanca central del cerebelo aloja en su seno tres focos grises: la *oliva cerebelosa* ó *núcleo dentado*, situado en el espesor de los hemisferios; el *ganglio del techo*, emplazado no lejos de la línea media y en el interior del vermis ó lóbulo medio, y el *émbolo* y *núcleo globuloso*, pequeños acúmulos grises colocados entre los dos primeros ganglios.

En los animales hállanse estos núcleos, y singularmente la oliva, mucho menos desarrollados que en el hombre. Sin embargo, en proporción con la extensión de la corteza cerebelosa, no han disminuído, y acaso han aumentado, según puede verse en la fig. 425, que representa un corte frontal del cerebelo del cobaya. La figura general de dichos ganglios ha cambiado bastante: así el *ganglio olivar* en el gato, conejo, conejillo de Indias y ratón, no constituye una lámina gris plegada en forma de vesícula, sino una masa celular espesa, prolongada en semiluna, con pequeñas lobulaciones exteriores. El *émbolo* y el *foco del techo* aparecen menos variados. En cuanto á los *núcleos globulosos*, no es posible distinguirlos del émbolo, como hace notar Kölliker.

#### OLIVA CEREBELOSÁ

Ocupa en el hombre este foco gris la mitad interna del gran centro blanco del hemisferio cerebeloso, y exhibe la forma de un saco plegado, cerrado por todos los lados, menos por delante y dentro, en que presenta una discontinuidad, para dar salida al pedúnculo cerebeloso superior. La cavidad de esta bolsa gris, aparece llena de substancia blanca.

En el gato, perro, cobaya y ratón, la lámina gris posee, según hemos dicho, en vez de plegaduras, elevaciones ó dientes, situados por arriba y afuera (fig. 425, A). Carece de cavidad, pero exhibe hacia abajo y adentro una ancha superficie, ligeramente cóncava, que corresponde al hileo de la oliva humana, y por la cual surgen los haces del pedúnculo cerebeloso superior.

Coloreada la oliva humana por el método de Nissl, preséntase forma-

da por 6 á 10 líneas irregulares de neuronas apretadas, separadas por haccillos perforantes de tubos nerviosos y por un gran número de elementos de neuroglia. Un estudio cuidadoso, por el método de Golgi, revela, además de las células nerviosas y neuróglicas, fibras nerviosas aferentes y eferentes.

**Células.**—En los preparados de Nissl de la oliva humana, afectan figura globulosa ó fusiforme, poseen una talla que oscila entre 22 y 35  $\mu$  y exhiben un protoplasma abundante, sembrado de grumos cromáticos

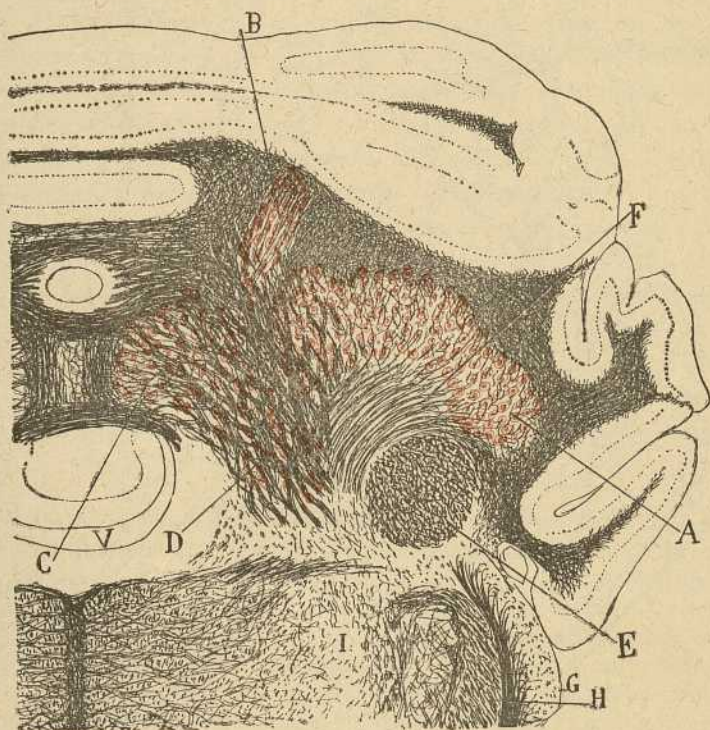


Fig. 425.—Corte frontal del bulbo y cerebello del conejo de Indias. Método de Weigert-Pal.—A, oliva cerebelosa ; B, émbolo ; C, ganglio del techo ; D, pléyades celulares del haz vestibulo-cerebeloso ; E, pedúnculo cerebeloso inferior ; F, pedúnculo cerebeloso superior ; G, tubérculo lateral del nervio acústico ; H, porción superior de la raíz del quinto par ; V, cuarto ventrículo.

finos, semejantes á los de los elementos de la oliva bulbar. En los mamíferos (gato, conejo etc.), la talla nos ha parecido algo mayor y más esquinada (triangular, estrellada) de contorno.

El cromato de plata usado por Saccozzi (1), Kölliker (2) y Luga-

(1) Saccozzi : Sul' nucleo dentato del cervelletto. *Riv. sper. di Freniatria, etc.*, vol. XIII.

(2) Kölliker : Lehrbuch des Gewebelehre, 6 Auf.

ro (1) en la oliva humana, nos enseña que se trata de corpúsculos multipolares provistos de numerosas dendritas, complicadamente ramificadas en el espesor del foco. La abundancia de expansiones y la relativa delgadez de éstas, recuerdan algo los elementos de la oliva bulbar, de los

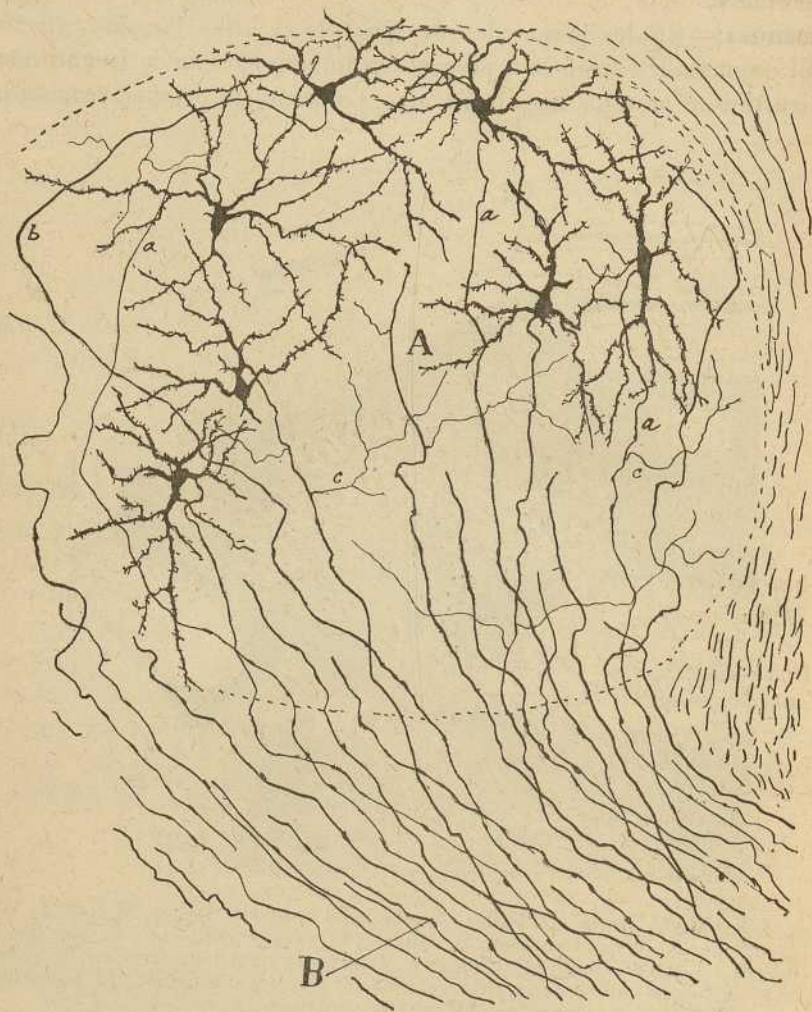


Fig. 426.—Trozo de la oliva del gato fetal.—(A), B, fibras del pedúnculo cerebeloso superior; a, axon; b, axon que daba una revuelta; c, colaterales.

cuales difieren, sin embargo, por ofrecer un ramaje protoplásmico menos enmarañado y flexuoso. El axon suele emanar de una superficie celular exenta de expansiones (Kölliker, Lugaro).

(1) Lugaro: Sulla struttura del nucleo dentato del cerevelletto nell'uomo. *Monit. zool. ital.* Fasc. 1, vol. VI. 1895.

En los mamíferos, donde Held (1) y nosotros (2) las hemos impregnado, son las células olivares más robustas que en el hombre, y están provistas de dendritas más recias, largas y prolijamente ramificadas. No constituyen hileras regulares, sino grupos espesos separados por grandes intervalos de fibras nerviosas y por el plexo protoplásmico, que es singularmente rico é intrincado.

El axon de las células olivares humanas marcha, según Lugaro, en variedad de direcciones, saliéndose, ya por dentro, ya por fuera, de la faja gris olivar, y continuándose con un tubo de la substancia blanca; pero ni este autor, ni Kölliker, han logrado fijar su paradero, porque, en realidad, en los grandes mamíferos ello es imposible. Afortunadamente, trabajando en condiciones más favorables, es decir, estudiando los pequeñísimos cerebelos de ratón recién nacido, se consigue averiguar, según hicimos notar hace tiempo (3), que los citados axones descienden por entre las células, trazando á veces grandes revueltas; emiten en su trayecto intragangliónico una, dos ó más colaterales arborizadas entre las neuronas homónimas; ganan después la substancia blanca situada por adelante y abajo, y constituyen finalmente el pedúnculo cerebeloso superior de los autores. En algunas células, como se verá en *b*, fig. 426, *b*, el axon, antes de descender, traza una gran curva, marchando por la frontera exterior de la oliva; otras expansiones funcionales van primeramente hacia afuera, describen un arco y descienden á su vez para ingresar en definitiva en el referido pedúnculo.

Una opinión análoga defiende Held que trabajó con el método de Golgi; pero su descripción es tan sucinta, que no es posible decir si acertó á seguir positivamente los axones hasta el pedúnculo, ó si se limitó á adoptar, sin prueba directa, la opinión general de los autores, muchos de los cuales habian supuesto ya, apoyándose en los resultados del método de Gudden, una relación íntima entre la oliva y el susodicho pedúnculo. Mas la índole de esta relación, es decir, la plena demostración de que la mayoría de las fibras pedunculares representa una vía centrifuga emanada de las células olivares, sólo el cromato de plata empleado en los fetos de ratón ó de rata puede establecerla.

Por lo demás, las revelaciones del método de Marchi, aplicado al tema por Ferrier y Turner, Russell, Thomas y otros, han permitido también llegar, conforme veremos más adelante, á iguales conclusiones.

Saccozzi y Lugaro mencionan además en el hombre la existencia de pequeños elementos nerviosos del segundo tipo de Golgi, es decir, corpúsculos de axon corto, cuya expansión funcional se divide y subdivide en el espesor del foco olivar. En los animales estudiados por nosotros

(1) *H. Held*: Beitrage zur feineren Anatomie des Kleinhirns und des Hirnstammes. *Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abtheil.* 1893.

(2) *S. R. Cajal*: Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios del encefalo. *Anat. de la Socied. españ. de Historia natural.* Agosto 1894.

(3) *S. Ramón Cajal*: Apuntes para el estudio del bulbo raquídeo, cerebelo, etc. 1895.

(gato, perro, conejo y ratón), no hemos logrado colorearlos, aunque no dudamos de su realidad, toda vez que el método de Nissl revela en dichos mamíferos, además de las células ordinarias, ciertas neuronas diminutas, escasas en número y muy pobres en grumos cromáticos, las cuales podrían muy bien corresponder á los susodichos elementos de axon corto.

En cuanto á las fibras de origen olivar continuadas con la substancia blanca superior que Lugaró menciona (*fibras extraciliares*), no aparecen en nuestros preparados. En nuestro sentir, todos los axones que accidentalmente emergen por encima del foco, vuelven á cruzarlo, continuándose con tubos interiores (*intraciliares* de este autor), prolongados á su vez con fibras pedunculares.

**Fibras aferentes.** — Descubiertas por nosotros en la oliva de los mamíferos recién nacidos (1), presentan aspecto, diverso, según la época evolutiva del animal estudiado.

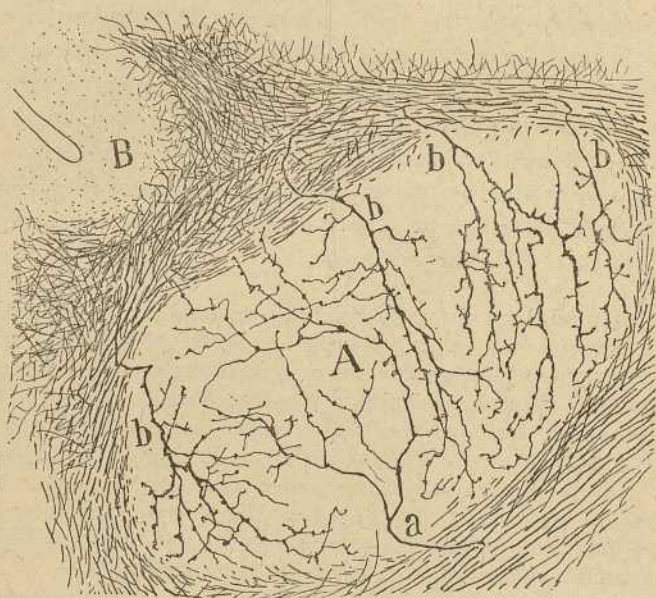


Fig. 427. — Trozo de la oliva cerebelosa del ratón. — (A), B, corteza cerebelosa; a, fibra que penetra por abajo; b, fibras que vienen de la substancia blanca exterior.

En el ratón de seis días (fig. 427, b) aparecen, bajo la forma de fibras espesas, penetrantes por la frontera olivar, y particularmente por su contorno externo y superior. En los casos favorables se comprueba que estas fibras provienen de la substancia blanca de las laminillas de los hemisfe-

(1) S. Ramón Cajal: Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios del encéfalo. — II. Ganglios cerebelosos. *Anal. de la Socied. españ. de Historia natural*. Sesión del 1 de Agosto de 1894. 2.ª serie, tomo III.

rios laterales, en los cuales las hemos perseguido varias veces hasta cerca de las células de Purkinje, de quienes proceden indubitablemente. Una vez dentro del ganglio, engendran una arborización ancha, difusa, cuyos ramos varicosos, cubiertos de apéndices laterales, marchan preferentemente en sentido vertical. Las últimas ramillas acaban por extremos espesados sin traspasar jamás el territorio olivar (fig. 427).

En el ratón, conejo ó gato, de veinte días, la arborización terminal de estas fibras es muchísimo más compleja, recordando completamente la de las fibras aferentes de la oliva superior ó acústica. El tallo, desde el momento de su arribo á la substancia gris, suministra varios ramos, los cuales, descomponiéndose repetidamente en nuevas ramillas, engendran

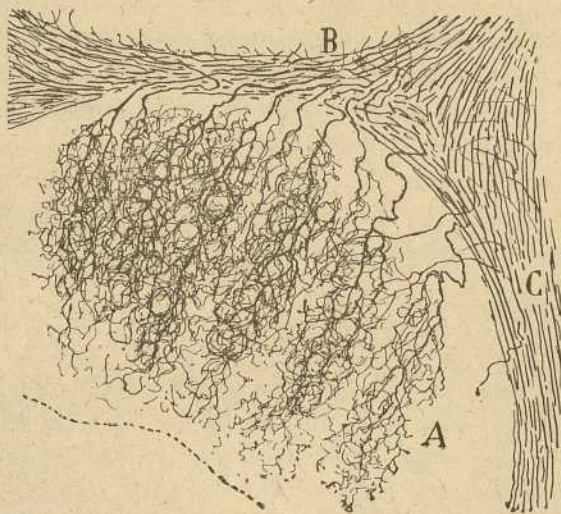


Fig. 428.—Arborizaciones terminales de las fibras aferentes en la oliva del ratón de veinte días.—A, oliva; B, laminilla blanca situada debajo de una circunvolución; C, fibras del pedúnculo cerebeloso inferior.

un plexo prolongado, donde aparecen huecos limitados por condensaciones de hebras delicadas, es decir, verdaderas cestas pericelulares. Cada fibra aferente forma seis ú ocho nidos correspondiente á otras tantas células olivares. El territorio celular donde se termina dicha ramificación, se muestra bastante individualizado, pudiendo, por consiguiente admitirse que la excitación arribada por un conductor aferente, se transmite tan sólo á un grupo de fibras del pedúnculo cerebeloso superior.

Lugaro ha confirmado en el hombre (1) la presencia de fibras arborizadas en el espesor del núcleo dentado; pero no ha podido determinar su procedencia, por no consentirlo la extraordinaria cantidad de subs-

(1) Lugaro: *Mon. zool. ital.* Enero, 1895.

tancia medular que envuelve á la oliva humana. La arborización terminal sería compleja y apretada, y recordaría, según dicho sabio, la hallada por nosotros en el ganglio de la *habénula*.

Neuroglia.—Contiene la oliva los dos tipos neuróglícos conocidos: el tipo de largas y lisas radiaciones, y el tipo de cortas y penniformes expansiones. Esta última célula es sumamente abundante y es frecuente encontrarla en íntimo contacto con las neuronas, á cuya superficie se amolda en parte, según ha reconocido Lugaro. En los mamíferos no se presentan, sin embargo, las cestas neuróglícas apretadas que este autor ha descrito en el hombre.

#### ÉMBOLO

Son las células de este foco semejantes á las de la oliva. De talla media, exhiben un soma modelado en estrella ó en huso. La mayoría de las células se presentan algo estiradas de arriba á abajo, en el sentido mismo del alargamiento del foco (fig. 429, A).

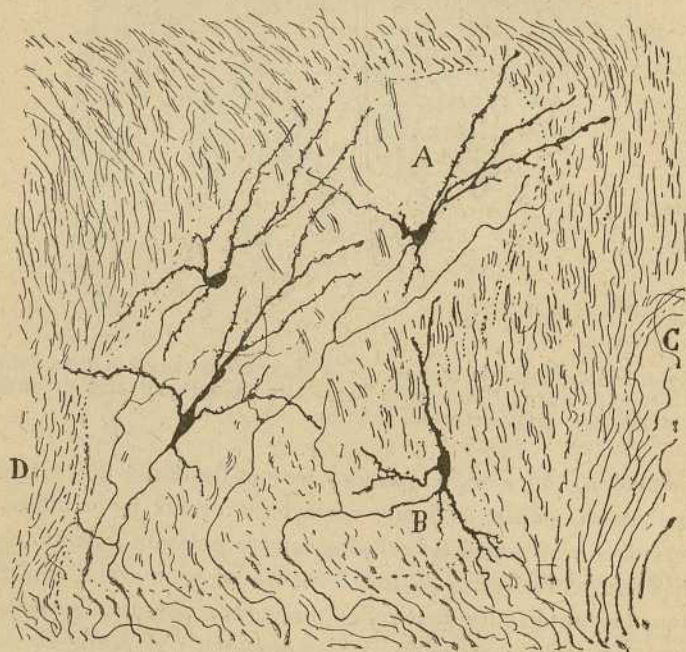


Fig. 429.—Células del foco del émbolo del ratón de ocho días.—(A), B, célula del núcleo esférico; D, frontera del ganglio del techo.

Constan estos elementos en el cobaya y ratón, donde los hemos teñido bien, de gruesas y divididas dendritas, que se reparten dentro del territorio gris, y de un axon recio descendente, provisto, á menudo, de una

ó dos colaterales robustas, recurrentes, ramificadas entre las células compañeras, y continuado con una fibra de la substancia blanca supraventricular. En algunos casos, estos axones se dirigen francamente hacia afuera, juntándose á los paquetes de tubos nacidos en la oliva. Así que juzgamos verosímil que las células del émbolo colaboren en la formación del pedúnculo cerebeloso superior, en el cual ocuparían quizás la posición más interna.

El émbolo posee *fibras aferentes* que parecen provenir de la parte lateral del vermis, y que representan acaso axones de Purkinje. Estas fibras penetran casi todas por lo alto del núcleo y se arborizan y terminan en él; pero algunas, generalmente más robustas, después de atravesarlo en sentido axial, y de suministrarle ramificaciones, se incorporan y terminan definitivamente en el espesor del foco del techo. Por lo demás, estas fibras obsérvanse ya en los preparados de Weigert-Pal, y se diferencian de los tubos de otra procedencia, por su relativa delgadez y dirección paralela al émbolo.

Las células de los núcleos esféricos sólo rara vez se nos han presentado coloreadas en los preparados de Golgi. Su morfología coincide con la de las células olivares. En la fig. 429, B, reproducimos una célula cuyo axon parecía ingresar en el pedúnculo cerebeloso superior.

#### GANGLIO DEL TECHO

Situado, como dejamos dicho, en el espesor de la substancia blanca del vermis, no lejos del ventrículo cerebeloso, afecta este ganglio una figura elipsóidea irregular, hallándose algo aplastado de arriba á abajo.

En los mamíferos, este foco aparece bien desarrollado y afecta una figura muy irregular. Según puede verse en la fig. 425, C, por dentro se aproxima mucho á la línea media, aunque sin llegar á ella; por fuera y arriba se relaciona íntimamente con el *émbolo*, y por abajo y afuera se suelda con un rastro celular, que no es otra cosa que un apéndice ó prolongación más superior del núcleo de Bechterew. Este rastro de células, muy desarrollado en los pequeños mamíferos y en las aves, y no bien deslindado de los núcleos limítrofes, corresponde á nuestro *foco cerebelo-acústico* (fig. 425, D).

En fin, por encima y debajo del *ganglio tectal* ó del techo, adviértense dos planos comisurales de fibras nerviosas, que parecen juntar ambos focos tectales, aunque, en realidad, no tienen con éstos sino relaciones de vecindad (fig. 430, B).

La mayor parte del ganglio tectal se halla en el ratón, conejo, cobiya y gato, atravesado por la gran vía vestibulo-cerebelosa, cuyos paquetes plexiformes descomponen la substancia gris en pléyades irregulares (fig. 425, C).



Consta el foco del techo de células nerviosas, fibras de paso y fibras aferentes ó terminales.

Células.— Como hace notar Kölliker, son corpúsculos algo más voluminosos que los de la oliva, de forma variable, estrellada, triangular ó fusiforme, y provistos de robustas, vellosas y largas dendritas divergentes (fig. 430, A), y de un axon grueso que, tras alguna revuelta, y á veces sin ella, penetra en la substancia blanca limítrofe, substrayéndose á la observación. Bajo el aspecto del tamaño, estos elementos multipolares se pueden distinguir en gruesos y pequeños; pero fuera de la estatura, no hemos podido hallar en ellos diferencias de propiedades.

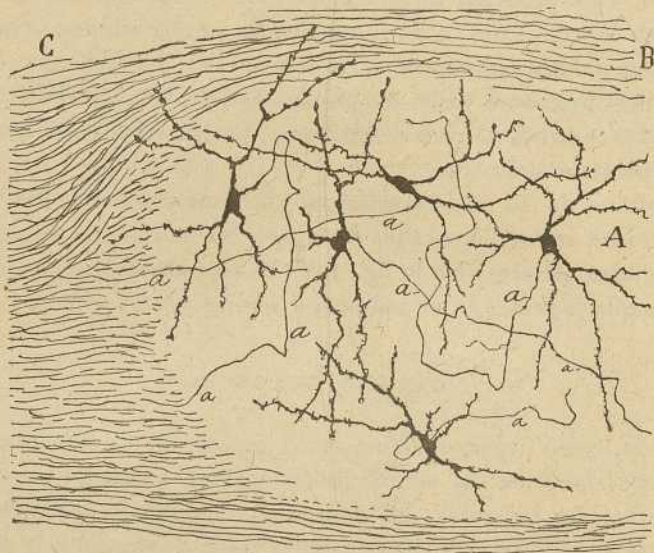


Fig. 430.—Ganglio del techo del conejo de Indias (feto casi de término).—A, parte extensa del foco; B, fibras transversales superiores; C, línea media; a, axon.

El paradero final del axon es indeterminable. En la mayoría de los casos, éste marchaba hacia arriba y hacia adentro, ingresando en la substancia blanca comisural, es decir, en el espesor de un tabique medular del vermis; otras veces emergía por afuera y aun por debajo; pero en ningún caso hemos logrado sorprender su ingreso en el pedúnculo cerebeloso superior homolateral, ni en ninguna otra vía cerebelosa. Acaso las fibras nacidas del foco que estudiamos, se entrecruzan en la línea media para incorporarse al pedúnculo cerebeloso superior del otro lado; quizás esto explicaría el por qué, si se extirpa con hemisferio cerebeloso (con propagación de la inflamación á los focos olivar y del techo), no sólo degenera el pedúnculo cerebeloso superior homolateral, sino también una parte del contralateral. De todos modos, este punto es dudoso y exige nuevas investigaciones.

**Fibras de paso.** — El ganglio del techo está cruzado por infinidad de haces plexiformes, que segmentan la sustancia gris en pléyades alargadas.

Semejantes haces, compuestos de tubos gruesos, no son otra cosa que la raíz cerebelosa ó ascendente del nervio vestibular, la cual atraviesa primeramente el núcleo de Bechterew, en donde abandona muchas colaterales; corre después por dentro de la oliva cerebelosa, sin suministrar á ésta ninguna fibra; continúa su curso hacia adentro y arriba invadiendo el ganglio del techo, al cual suministra también alguna que

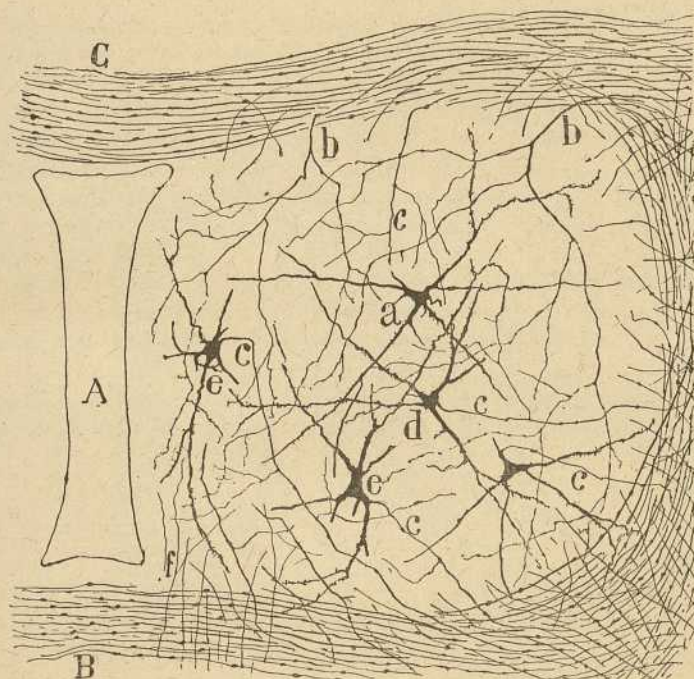


Fig. 431. — Corte del ganglio del techo del cerebelo del embrión de pollo de dieciséis días. — A, ventrículo; a, e, c, células cuyo axon se insinúa en la sustancia blanca infero-externa; b, fibras aferentes.

otra colateral, y finalmente se pierde en la sustancia blanca del vermis, pareciendo marchar, en parte por lo menos, al otro lado. En la figura 444, mostramos el curso de estas fibras tal como aparecía en un preparado en donde la continuación de las mismas con el nervio vestibular era evidente. En la fig. 425, D, se nota, que una parte de las fibras vestibulares se ingiere entre la *oliva* y el *émbolo*, para penetrar en el espesor del hemisferio lateral; mientras que algunas cruzan este último foco por su porción interna y se pierden en el eje blanco del vermis in-

mediato. Ninguna colateral de estas fibras parece destinada al émbolo, ni á los focos globulosos.

**Arborizaciones de fibras exógenas.**—Ya en nuestro trabajo de 1895, hicimos notar que en el foco del techo del ratón ingresan tubos nerviosos, descompuestos mediante arborizaciones libres constitutivas de un plexo complejo intercelular. Análogas ramificaciones descubrimos también en un ganglio cerebeloso de las aves que parece representar por su posición y figura, el tectal de los mamíferos (fig. 431, *b*). Todos estos conductores aferentes asaltan el foco por arriba y por dentro, como si vinieran del lado opuesto, después de formar parte de los robustos manojos horizontales del vermis.



Fig. 432.—Trozo del ganglio del techo del gato de ocho días.—*a*, fibras aferentes descendentes; *b*, arborización; *d*, substancia blanca inferior; *c*, colateral de una fibra de paso supratectal; *e*, substancia blanca cercana á la línea media.

En la fig. 432, *b*, presentamos algunas de las referidas arborizaciones tomadas del gato de ocho días. Repárese que, en efecto, las fibras generadoras de ellas entran por dentro y encima, y se resuelven también, como en el ratón, en una ramificación laxa, muy alargada en sentido vertical. En algunos parajes, las fibrillas nerviosas terminales, sumamente varicosas y flexuosas, engendran verdaderos nidos, aunque mucho menos ricos en filamentos que los homólogos del foco olivar. También rematan en el foco colaterales emanadas de fibras de paso, ya intersticiales, ya superiores (fig. 432, *c*). Estas colaterales aparecen igualmente en las aves (fig. 431, *f*).

Cuanto al origen de estas fibras, imposible nos es formular ninguna opinión algo segura. En otro trabajo habíamos supuesto que una buena parte de ellas dimanaba de la parte ascendente del vestibular, vía que según dejamos expuesto, cruza el ganglio tectal homolateral y parece cruzar la línea media; pero hoy somos mucho menos afirmativos inclinándonos á pensar que las fibras vestibulares (cuya cuantía es desproporcionada en los pequeños animales con la exigüidad del foco del techo), se terminan en la corteza cerebelosa de un modo desconocido. Es fuerza buscar, pues, otro origen á las fibras aferentes. ¿No podrían emanar también, como las terminadas en la oliva, de las células de Parkinje?

El foco del techo de los vertebrados inferiores, no está todavía determinado. En los peces reconocimos nosotros un ganglio subcerebeloso (1), cuyas células enviaban los axones al cerebelo, dentro del cual se remontaban hasta la corteza (fig. 405, A). Ignoramos si este foco corresponde positivamente al ganglio del techo de las aves y mamíferos; sin embargo, también podría representar la *oliva bulbar*, único ganglio del cual se sabe con seguridad que remite sus axones al cerebelo. En las monografías de Edinger, semejante foco viene mencionado con el nombre de *núcleo lateral del cerebelo*.

En cuanto á la oliva cerebelosa y émbolo, de presumir es que no existen en los peces, batracios y reptiles, toda vez que faltan en estos los hemisferios, con los cuales los referidos focos se connexionan.

(1) *S. Ramón Cajal*. Notas preventivas sobre la estructura del encéfalo de los teleósteos, *Anal. de la Socied. españ. de Historia natural*. Tom. 23, 1894.

## CAPÍTULO XXI

### PEDÚNCULOS CEREBELOSOS

Pedúnculo cerebeloso superior y vía descendente de Marchi.—Pedúnculo cerebeloso medio.—Pedúnculo cerebeloso inferior.—Vía vestibular.—*Interpretación fisiológica de las vías cerebelosas aferentes y eferentes.*—Marcha probable de las corrientes al través del cerebelo en los diferentes actos encomendados á este centro.—(Equilibración del cuerpo y cabeza, movimientos voluntarios y movimientos reflejos).

El cerebelo, centro esencialmente motor, posee, á semejanza de los focos motores de la médula, varias vías aferentes y una eferente. Las aferentes son : la *motriz voluntaria*, representada en su última neurona por los *pedúnculos cerebelosos medios*, la *sensitivo-refleja* ó *pedúnculo cerebeloso inferior*, y la *sensorial*, representada por la *vía vestibular* ó conjunto de las ramas ascendentes de este nervio. La *vía motriz* ó eferente, acaso única, está constituida por el *pedúnculo cerebeloso superior* y sus dos grandes derivaciones, ascendente y descendente.

#### PEDÚNCULO CEREBELOSO SUPERIOR

Hemos dicho ya, que todo el pedúnculo cerebeloso superior ó al menos la inmensa mayoría de sus fibras, procede de la oliva cerebelosa homolateral. Este es un hecho que puede considerarse como definitivamente adquirido para la ciencia.

Réstanos ahora describir el curso y terminación de esta importante vía motriz.

Como aparece en la fig. 433, O, que reproduce un corte sagital del encéfalo de ratón de pocos días, los axones de las células olivares, reúnen en manojos que se dirigen primeramente hacia abajo y adelante, ganando el plano más superior de la protuberancia, y pasando por fuera del ángulo lateral del ventrículo cerebeloso; cruzan después los haces del foco motor superior del quinto par, y, á una altura variable para cada fibra, se bifurcan en ángulo casi recto, engendrando: una *rama gruesa ó ascendente* (*pedúnculo cerebeloso superior propiamente dicho*) y una *rama inferior descendente* que corresponde según recientes observaciones nuestras á la *vía descendente de Marchi*. Esta interesante divi-

sión descubierta hace algunos años por nosotros (1), puede facilísimamente observarse, tanto en los cortes sagitales como en los transversales de la protuberancia y cerebelo del ratón, conejo y gato (figs. 433 y 343, G). Los detalles de la división aparecen en la fig. 434, *a, b*, donde se nota que la rama ascendente suele ser más robusta que la descendente; aunque el caso contrario se presente alguna vez. En general, la rama descendente parece ser una colateral del tallo, no solamente por su relativa delgadez, sino porque la rama ascendente sigue la primitiva dirección de aquél. En fin, en algunas pocas fibras, sobre todo, en las situadas en pla-

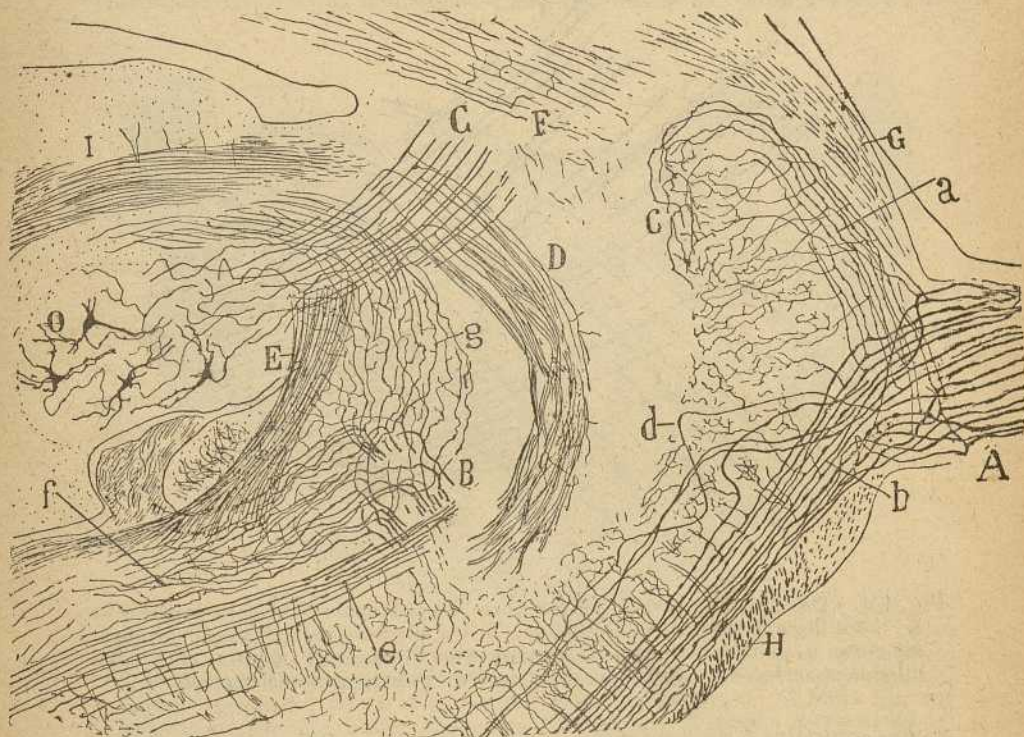


Fig. 433.—Corte sagital muy lateral del bulbo y oliva cerebelosa del ratón.—O, oliva; C, pedúnculo cerebeloso superior; D, vía descendente cerebelosa ó haz olivospinal.

no más interno, no lejos del ventrículo, no aparece la división; y el tubo originario pasa á ser fibra ascendente; y al revés, hay tubos descendentes, aunque escasos, que no parecen emanar del tallo peduncular, sino de otras corrientes cerebelosas (fig. 434, *c*). De todos modos, y á pesar de estas excepciones, que acaso son reales, pero que también pudieran imputarse á un defecto de coloración de las fibras, importa hacer constar

(1) S. Ramón Cajal. Apuntes para el estudio del bulbo raquídeo, 1895.

que la citada división se observa en la inmensa mayoría de ellas, por lo que el haz descendente es sólo algo menos robusto, y siempre más compacto que el ascendente.

La referida disposición nos obliga, á fin de evitar obscuridades en el lenguaje, á modificar la nomenclatura de la vía eferente cerebelosa. En adelante llamaremos : *pedúnculo cerebeloso superior* propiamente dicho, ó vía *olivo-protuberancial*, al haz constituido por los tallos progenitores; *fascículo olivo-espinal*, ó *vía descendente* de Marchi, al conjunto de las

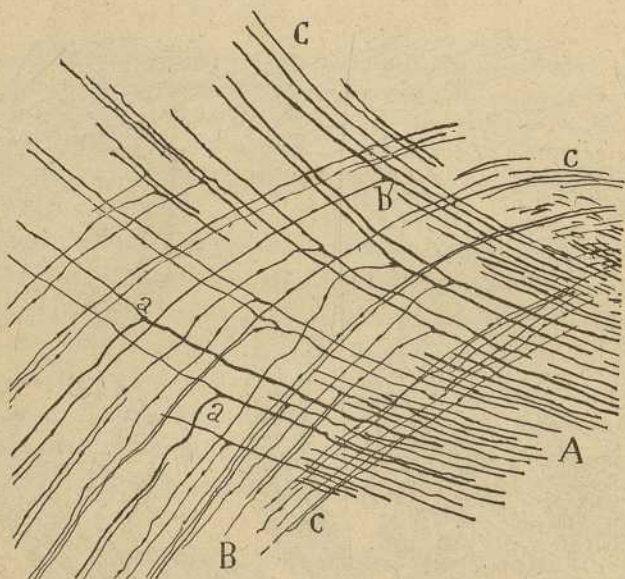


Fig. 434. - Detalles de la división de las fibras del pedúnculo cerebeloso superior.— A, tallos llegados de la oliva cerebelosa ; B, vía olivo-espinal ; C, vía olivo-rubro-talámico ; a, división en que predomina la rama descendente ; b, otras en que domina la ascendente ; c, fibras que parecían venir directamente del cerebelo.

ramas espinales ó descendentes ; y *fascículo olivo-rubro-talámico* á la reunión de las ramas ascendentes que corresponden al *pedúnculo cerebeloso superior* de los autores.

**Fascículo olivo-espinal.**—Según se aprecia en las figs. 433, C, y 343, G, las fibras descendentes júntese primeramente en haces apretados dispuestos en plexo de mallas longitudinales, angostas ; marchan después por la parte lateral y superior de la protuberancia, pasando no lejos del flóculo, ganan luego la substancia reticular gris, insinuándose en el espacio que media entre el foco masticador y la substancia gelatinosa de la rama ascendente sensitiva del trigémino, y descendiendo, en fin, por el amplio espacio dorso ventral que media entre el foco del facial y la rodilla de este nervio, se incorporan al cordón antero-lateral de la médula espinal.

Su continuación hasta la médula no ha sido directamente observada por nosotros en los cortes sagitales del bulbo; pero como en éstos, según muestra la fig. 343, G, fué perseguida la citada vía hasta más abajo de la oliva bulbar, sin que sus fibras manifestasen tendencia á terminar ni á cambiar de ruta para perderse en los focos superiores, estimamos segura su llegada á dicho centro, en cuyos núcleos motores del asta anterior tendrían acaso su acabamiento definitivo.

Por lo demás, la disposición de estas fibras en la médula espinal puede fácilmente establecerse con el método de Marchi. Cuando la lesión cerebelosa recae en un hemisferio y es suficientemente profunda para que

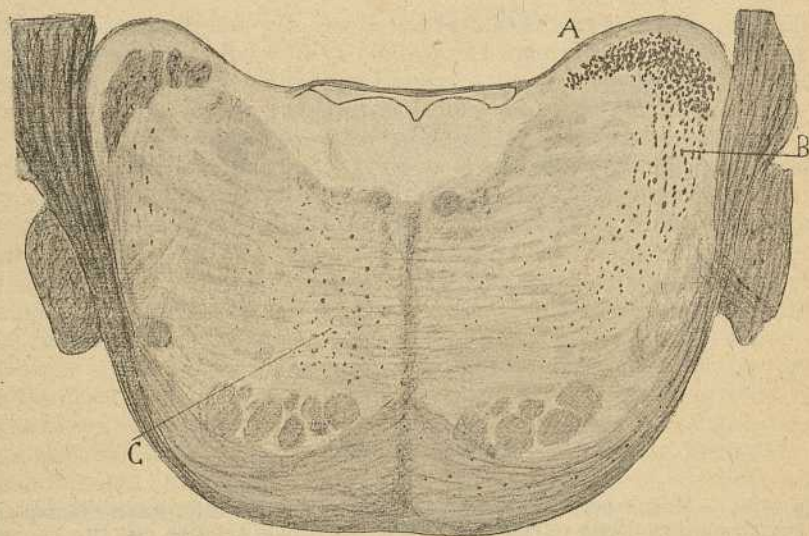


Fig. 435. — Corte frontal de la protuberancia del conejo de Indias en quien se extirpó un trozo del hemisferio cerebeloso derecho. — A, pedúnculo cerebeloso superior degenerado; B, vía olivo espinal, degenerada también; C. fibras degeneradas contralaterales continuadas verosíblemente con la porción descendente del manojó olivo-rubro-talámico.

la inflamación consecutiva se propague hasta la oliva, degeneran simultáneamente (como es natural que suceda dada la comunidad de su origen) el pedúnculo cerebeloso superior homolateral y nuestro manojó olivo-espinal ó vía descendente de Marchi (fig. 435, B). En el espesor del cordón antero lateral de la médula aparecen, según descubrió Marchi y ha descrito más detalladamente Thomas, numerosas gotas grasientas que se concentran especialmente en la vecindad de la superficie medular anterior y cisura media ventral. Según este último autor, cuyos trabajos hemos confirmado, el conjunto de las fibras degeneradas exhibe en los cortes de la médula cervical la forma de una herradura (fig. 436). El número



de las fibras disminuye progresivamente hasta el espesamiento lumbar, pero sin cambiar apenas de posición.

Cuando en vez de explorar cortes medulares examinamos secciones protuberanciales que comprendan el pedúnculo cerebeloso superior, se presenta con entera evidencia la continuación de ambos manojos, el olivo-rubro-talámico y el olivo-espinal. Nótese, en efecto, en la fig. 435, B, que de la parte lateral del pedúnculo proceden rastros de gotas grasientas que se dirigen hacia abajo y adelante, instalándose precisamente en el paraje en donde las preparaciones de Golgi contienen la vía olivo-espinal ó descendente de Marchi. Repárase, además, que de la porción

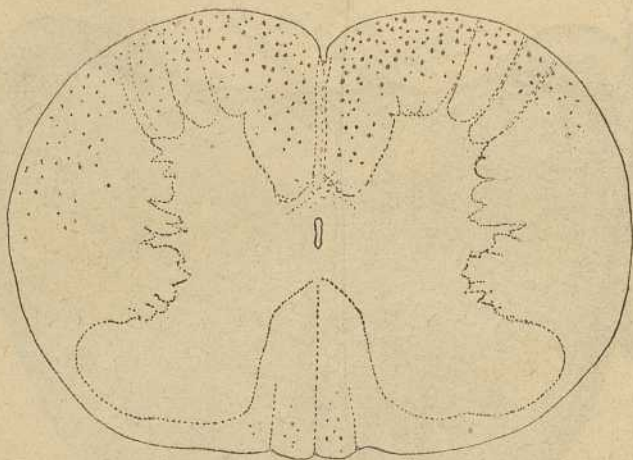


Fig. 436. — Médula cervical del conejo de Indias, á quien le fué extirpada una porción de un hemisferio cerebeloso. El lado del cordón anterior más rico en gotas grasientas, corresponde al de la lesión.

interna del pedúnculo proceden pocos ó ningunos rastros grasientos, lo que conviene asimismo con la observacion de los cortes coloreados por el cromato argéntico.

A medida que los cortes protuberanciales son más inferiores, las gotas grasientas van diseminándose, y al nivel del bulbo ocupan una área extensa, invadiendo una gran parte de la substancia reticular gris y, sobre todo, la reticular blanca, donde se entremezclan con las fibras ascendentes del cordón antero-lateral. Arbitrariamente, como lo hace Thomas, cabría separar estas fibras en ventrales y dorsales. El manojito longitudinal posterior está libre de ellas, así como la vía piramidal y lemnisco interno.

En los preparados de Golgi, la vía olivo-espinal conserva bien su individualidad durante su curso bulbar. Da, sin embargo, algunas colaterales destinadas á los focos masticador y facial, cerca de los cuales pasa.

Acaso reciban también estos focos fibras terminales, lo que explicaría la ligera reducción de volumen que la vía descendente experimenta por debajo de la oliva bulbar. Durante su marcha por el cordón antero-lateral de la médula, debe suministrar también dicha vía colaterales y terminales, siquiera no sean determinables por el método de Golgi, toda vez que en los preparados de Marchi, se muestran constantemente cadenas de gotas grasientas que van desde el cordón antero-lateral hasta los focos motores. Algunas raras fibras degeneradas cruzan también la comisura anterior, para relacionarse con los focos del opuesto lado. Es muy posible que tales conductores correspondan á las colaterales cruzadas del cordón antero-lateral.

La existencia de una vía, mediante la cual el cerebelo actúe sobre los focos motores del bulbo y de la médula, ha sido muy discutida y hasta negada en estos últimos tiempos. Sin embargo, la fisiología y la patología exigen su admisión, pues de faltar toda conexión entre el cerebelo y los focos motores, sería imposible comprender el papel importante que este centro desempeña, tanto en la producción del movimiento voluntario, como en la equilibración automática de la cabeza y tronco.

El primer autor que pretendió fijar la ruta de estos conductores cerebelo-medulares, fué Marchi (1), quien sirviéndose del método que lleva su nombre, hizo notar que tras la extirpación parcial del cerebelo se producen, además de otras lesiones, una degeneración descendente de algunos conductores del cordón antero-lateral de la médula. En el fondo, el hecho es cierto y fué confirmado por Mingazzini (2) y nosotros (3); pero en las descripciones de Marchi aparece mezclado con tantos errores, que apenas se le concedió valor por patólogos y fisiólogos. Ello dependió de que el sabio italiano, poco conocedor todavía de las propiedades de su método, tomó equivocadamente como vías nacidas en el cerebelo todas las que halló degeneradas consecutivamente á la ablación total ó parcial de este órgano (*fascículo longitudinal posterior, cinta de Reil, nervios motores, pedúnculo cerebeloso inferior y fascículo de Flechsig, etc.*), no sospechando que toda lesión central suscita, por propagación inflamatoria, perturbaciones anatómicas en focos vecinos y las consiguientes degeneraciones secundarias en sus vías anejas.

En virtud de estos vicios de interpretación, hasta la existencia misma de la vía cerebelosa descendente quedó en litigio, pues se presumió, no sin razón, que las fibras degeneradas observadas en la médula espinal podrían tener su origen en ganglios extracerebelosos, y singularmente en los focos acústicos, á los cuales se propaga casi inevitablemente toda flegmasia cerebelosa algo difusa.

(1) *Marchi*: Sull'origine dei peduncoli cerebellari e sui loro rapporti cogli altri centri nervosi. Firenze, 1891.

(2) *Mingazzini*: Sulle degenerazioni consecutive alla estirpazione emicerebellari. Roma, 1894.

(3) *S. Ramón Cajal*: Algunas contribuciones al conocimiento de los ganglios del encéfalo. — VI. Conexiones distantes de las células de Purkinje. *An. de la Socied. españ. de Histor. Natural*, 2.<sup>a</sup> serie, tomo III, 1894.

Así, pues, nada tuvo de extraño que Ferrier y Turner (1), utilizando el mismo método, así como el de Weigert, llegaran á conclusiones muy diversas. Según estos sabios, las fibras descendentes de Marchi no vendrían del cerebelo, sino del núcleo de Deiters (foco de terminación del vestibular), comprendido accidentalmente en la lesión cerebelosa, y el cual, según hemos descubierto nosotros (2), posee una importante vía descendente bulbo-medular. Estos autores advirtieron también que el pedúnculo cerebeloso superior degeneraba consecutivamente á la ablación de un hemisferio lateral del cerebro; de lo que dedujeron, coincidiendo con Marchi y nosotros, que esta vía es eferente y proviene en gran parte de la oliva cerebelosa.

A iguales conclusiones llegó Russel (3), que utilizó en sus trabajos el método de Marchi; pero á la descripción de Ferrier y Turner añadió un detalle interesante confirmado por Thomas. Según Russel, contiene el pedúnculo cerebeloso superior dos regiones: la anterior ó principal que degenera homolateralmente, y la posterior que rodea á la primera en forma de gancho y degenera contralateralmente. La primera porción marcha hacia el núcleo rojo, donde se termina en gran parte, después de efectuar la clásica y bien conocida decusación; la segunda formaría un sistema comisural intracerebeloso, cuyo origen y terminación desconoce.

Thomas (4), en dos trabajos sucesivos, ha estudiado cuidadosamente, sirviéndose preferentemente del método de Marchi, la cuestión de la vía cerebelo-medular descendente, y la no menos interesante del origen de los pedúnculos cerebelosos. Separándose de los precedentes autores, afirma la realidad de un sistema de fibras que, naciendo en el cerebelo (en la oliva), ganaría la substancia reticular gris y blanca del bulbo, en donde se dividiría en dos grupos fibrilares, dorsal y ventral, y bajaría á lo largo del cordón antero-lateral de la médula hasta la región lumbar. Como prueba de su origen cerebeloso, dice Thomas que tales fibras degeneran constantemente cuando los focos acústicos no han sido interesados en la operación ó en sus lesiones de vecindad. El mérito de Thomas, aparte de la confirmación de la vía descendente de Marchi, consiste, sobre todo, en haber probado que ésta emana del cuerpo dentado ú oliva cerebelosa, circunstancia que explica todos los hechos contradictorios publicados sobre el asunto. En efecto, á los que, como Martinotti y Mercadino (5), Neuburger y Edinger (6), niegan la realidad de esta vía descendente, porque las lesiones más ó menos extensas de los hemisferios cere-

(1) *Ferrier y Turner*: Philosophical transactions of the Royal Society of London. 1894, vol. CLXXXV.

(2) *S. R. Cajal*: Apuntes para el estudio del bulbo raquídeo, cerebelo, etc. *Sociedad española de Historia Natural*. Sesión del 6 de Febrero de 1895.

— Véase la traducción alemana de Bressler: *Beitrag zur Studium des Medulla oblongata*, &. Leipzig, 1896.

(3) *Russel*: *Philosophical transactions of the Royal Society of London*. 1895.

— Véase también *Brain*, 1898.

(4) *A. Thomas*: *Le cervelet. Thèse inaugurale*. 1897.

— Étude sur quelques faisceaux descendants de la moelle. *Journ. de la Physiol. et de Pathol. generale*. n° 1, Janvier 1899.

(5) *Martinotti y Mercadino*: *Morgagni*, 1888. Tomo 30, n° 1.

(6) *Neuburger y Edinger*: *Berliner Klinische Wochenschrift*, 1898, n° 4.

belosos del hombre, no se traducen siempre por degeneraciones medulares, puede contestárseles que para que tales efectos degenerativos se extiendan á las fibras de Marchi, fuera necesario que la oliva cerebelosa estuviera comprometida en la lesión.

Este origen olivar explica también la gran diversidad de efectos obtenidos por la hemisección cerebelosa en los animales, seguida de exploración con los métodos de Marchi y Weigert. En efecto, cuando por la leñidad de las lesiones la flegmasia traumática se localiza en las regiones superficiales del cerebelo, los manojos cerebelo-medulares de Marchi no exhiben alteración alguna; á esto se debe, sin duda, el que Ferrier, Turner y Russel no las hayan hallado.

Thomas, sin embargo, parece ignorar, ó no dar importancia para la resolución del problema, á un hecho que ya habíamos descrito nosotros en 1895 (1). En nuestro primer trabajo sobre el bulbo, decíamos que de las fibras del pedúnculo cerebeloso superior nacía por bifurcación un haz descendente, que representaba verosimilmente la vía descendente de Marchi. Si dicho autor hubiera aceptado la realidad de este descubrimiento, habría visto que todas las dudas relativas al origen de la citada vía y todas las contradicciones de los resultados de los métodos anatomopatológicos, se disipaban por completo. Habría notado también que el lugar del bulbo en que él coloca el trayecto inicial de las fibras olivo-medulares, es precisamente el mismo, con leves variantes, que aquel en donde emplazábamos nosotros nuestro fascículo cerebeloso descendente del ratón.

Según prueban recientes experimentos nuestros (2), cuantas veces el pedúnculo cerebeloso superior aparece degenerado en los preparados de Marchi, existen rastros de gotas grasientas, sobre todo en los haces externos del citado cordón olivo-medular. La menor intensidad del proceso degenerativo en éste, por comparación con la vía olivo-rubro-talámica, se explica bien recordando que no todas las fibras pedunculares se bifurcan, y teniendo en cuenta que la rama descendente es fina y se traduce por rastros grasientos menos aparentes que la rama ascendente. Además, es posible también, según hemos indicado más atrás, que algunas pocas fibras del manajo olivo-espinal no provengan de la oliva, sino de focos aún indeterminados del cerebelo, quizás del émbolo y foco tectal.

Por lo demás, la vía olivo-espinal aparece también clarísimamente en los preparados de Weigert-Pal, de cualquier mamífero (véase la figura 439, D), cuando se estudian cortes frontales, paralelos á los pedúnculos cerebelosos medios. En estas secciones se advierte que el manajo más interno del pedúnculo cerebeloso inferior (cordón *olivo frontal*), carece de colaterales descendentes.

Vía olivo-rubro-talámica (*Pedúnculo cerebeloso superior* de los autores).—Una vez ocurrida la bifurcación de los tallos pedunculares, las ramas ascendentes continúan su curso hacia abajo y adelante, al través del plano superior de la protuberancia. En un principio, forman un macizo apretado de hacecillos, cuya sección se asemeja á una hoz; pero á medida que la vía ocupa planos más anteriores, los haces se diseminan, des-

(1) S. Ramón Cajal. Apuntes, &. Febrero, 1895.

(2) S. Ramón Cajal. La vía de unión del cerebelo y médula espinal. Madrid, 1901.

plegándose en semicírculo. Así, cuando ya el cerebelo ha desaparecido de los cortes y en su lugar se presenta el tubérculo cuadrigémino posterior, los haces abarcan una extensa área de la substancia reticular, advirtiéndose que la concavidad de la hoz, que antes era inferior, se torna progresivamente infero-interna. En tal situación, los haces se apartan mucho unos de otros, menos en lo alto en donde se mantiene un compacto cordón de conductores (fig. 437, B). En fin, á la altura del cabo caudal del núcleo del patético, dichos haces se inclinan resueltamente hacia adentro, pasan casi horizontalmente por debajo del fascículo longitudinal posterior y se cruzan en aspa, ó sea en ángulo muy agudo con las

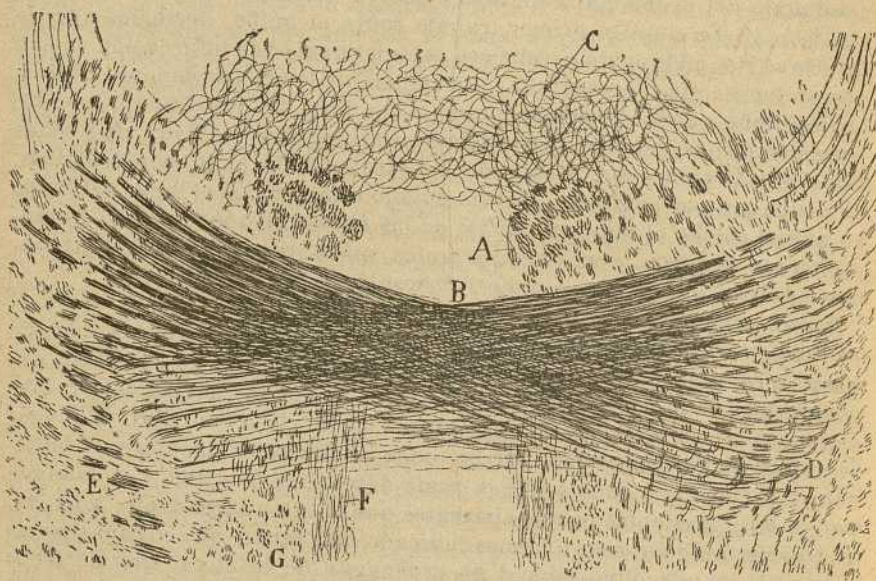


Fig. 437. — Corte frontal de la calota del ratón de diez días. — A, fascículo longitudinal posterior; B, cruce del pedúnculo cerebeloso superior; C, núcleo del nervio patético; D, fibras pedunculares cruzadas que tuercen hacia adelante; E, haces pedunculares inferiores no decusados aún; F, fascículo de la calota de Gudden; G, haces de la vía óptica descendente.

procedentes del lado opuesto. De ordinario, las fibras que han cruzado el rafe ocupan en la substancia reticular un plano más ventral que las no decusadas todavía. El cruce no ocurre á un tiempo en todas las fibras, ni tiene lugar en el mismo plano. La porción más elevada ó maciza del pedúnculo se cruza primero, atravesando por lo más alto del rafe, mientras que aquellos hacecillos dispersos, que ocupaban una posición más inferior y externa, pasan bastante después la línea media, entrecruzándose por debajo de la porción precedente y no lejos del ganglio interpeduncular.

Arribadas al lado opuesto, toman las fibras olivo-rubro-talámicas una

dirección sagital ó postero-anterior, y se instalan en la substancia reticular á cierta distancia del rafe, por fuera del fascículo de la calota de Gudden, á bastante trayecto del fascículo longitudinal posterior, en fin, en aquél paraje de dicha substancia en que aparecerá, en cortes más anteriores, el *núcleo rojo*.

En los cortes en donde el núcleo rojo comienza á presentarse, nótese que las fibras del manajo que estudiamos se colocan, tanto por fuera como en el espesor de aquél, disponiéndose en hacecillos longitudinales, que van progresivamente disminuyendo por la dispersión y arborización sucesiva de sus conductores.

En fin, algunos pocos tubos, conforme revelan bien los preparados de Marchi, continúan su itinerario hasta el tálamo, en donde se terminan de un modo desconocido. Esta continuación talámica ha sido también establecida por Mayer (1), Thomas y otros.

Durante el largo camino que media desde el origen hasta después de la decusación, las fibras de la vía olivo-rubro-talámica no emiten colateral ninguna. Las ramificaciones comienzan solamente en cuanto los conductores asaltan la frontera posterior del núcleo rojo. A veces, la primera colateral brota en el paraje en que las fibras cambian de dirección, tornándose dorso-ventrales. Esta primera rama, que falta muy á menudo y posee en ocasiones robustez bastante para que pueda estimarse como rama de bifurcación, desvía hacia atrás, marchando entremezclada con los tubos descendentes de la vía óptica de Held, y perdiéndose en la substancia reticular de la protuberancia. La producción, aunque inconstante, de esta rama posterior, explica la existencia, ya reconocida por Thomas, de fibras degeneradas descendentes, en aquellos cortes (métodos de Marchi), que pasan por detrás del núcleo rojo. Es muy posible que estos conductores retrógrados descendan hasta la médula espinal, puesto que en los preparados de Marchi las series de gotas grasientas se continúan hacia abajo, pareciendo ingresar en el cordón antero-lateral correspondiente. Tales fibras, que pueden verse en la fig. 435, C, y fig. 436, representan quizás la porción cruzada de la vía de Marchi. En el conejo de Indias y gato, el método de Golgi nos ha permitido observar que algunos de dichos conductores ascendentes cruzados no son ramas posteriores de bifurcación, sino la continuación misma del axon, el cual, una vez efectuado el cruce, cambian de dirección. De todos modos, conviene hacer constar que en los preparados de Golgi la mayoría de las fibras olivo-rubro-talámicas son ascendentes, carecen de colateral retrógrada y permanecen indivisas hasta que asaltan el espesor del núcleo rojo.

Durante su paso por este foco, las citadas fibras emiten numerosas co-

(1) C. Mayer: *Jahrbucher f. Psychologie und Neurologie*. Bd. XVI, 1897.

laterales, según reconocimos Martín (1) y nosotros, y tras un curso dorso-ventral variable, se resuelven, en su mayor parte, en arborizaciones terminales. Tanto las ramas colaterales como las terminales, se dividen desde luego en ramas secundarias y terciarias, y acaban por engendrar dentro del foco cestas complicadas y tupidísimas (2), que rodean el soma y gruesas dendritas de las células. Cuando la impregnación es completa, las referidas cestas aparecen en el conejo y gato de veinte días, bajo un aspecto muy semejante al de las células del foco de Deiters.

Como se ve por lo expuesto, la inmensa mayoría, y acaso todas las fibras del pedúnculo cerebeloso superior, son conductores eferentes ó centrifugos. Los autores que, como Forel (3), Mahaim (4), M. Dejerine (5), Pineles (6), etc., suponen que esta vía proviene en gran parte del núcleo

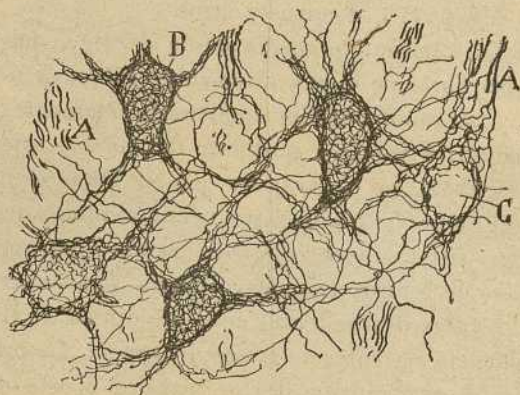


Fig. 438.—Plexos pericelulares de los corpúsculos del núcleo rojo del conejo de doce días.—A, manojito de fibras pedunculares; B, cesta; C, hueco para una célula.

rojo, se apoyan sobre todo en las enseñanzas del método de Gudden, método que puede dar lugar, cuando se violenta la interpretación de sus resultados, á grandes errores. A nuestro juicio, las atrofas del núcleo rojo, consecutivas á una extirpación cerebelosa, se explican sencillamente, porque la flegmasia traumática se propaga á la oliva cerebelosa:

(1) *Martin*: Handbuch der Anatomie der Hausthieren von Frank. 3 Aufl. ergänzt von P. Martin. Stuttgart. 1892.

(2) *S. Ramón Cajal*: Apuntes, &. III Núcleo rojo y región de la calota, pág. 100, 1895.

(3) *Forel*: Einige anatomische Untersuchungen. *Tageblatt, der 54.<sup>a</sup> Versammlung deutischer Naturforscher und Aerzte zu Salzburg*, 12 v. bis 24 septiembre 1881.

(4) *Mahaim*: Recherches sur la structure anatomique du noyau rouge et les connexions avec le peduncule cerebelleux superieur. Bruxelles, 1894.

(5) *M. et Mme. Dejerine*: Sur les connexions du noyan rouge avec la corticalité cerebrale. *Société de Biologie*. Mars., 1895.

(6) *Pineles*: Arbeiten aus dem Institut f. Anat. u. Physiol des Centralnervensystem, &, VI Heft. Wien, 1899.

degenerados los conductores nacidos en ésta, prodúcese una atrofia de segundo orden (es decir, sin continuidad substancial y por mera influencia del reposo) en los corpúsculos del núcleo rojo con los cuales entran en contacto. Del mismo modo se explican las atroflas del núcleo rojo subsiguientes á una lesión del pedúnculo cerebeloso superior (Forel, Monakow, Mahaim, etc.), aunque en este caso las cosas se complican por la propagación de la flegmasia hasta la substancia gris de la calota. Sólo cuando la lesión se limita á la corteza cerebelosa, deja de atrofiarse el núcleo rojo, según han hecho notar M. y Mme. Dejerine y otros varios autores (Menzel, Schultze, Cramer, etc.). Es que en este caso existe ya una neurona intermediaria incólume, es decir, la célula olivar, formadora del pedúnculo cerebeloso superior.

Algunos autores mencionan en la vía que estudiamos una parte no decusada, la cual se terminaría en la *capa óptica* (Marchi) ó en el *núcleo rojo* homolateral (Russell). Por lo contrario, Ferrier, Turner y Thomas, suponen un entrecruzamiento total. Este último autor admite, además, la existencia de una rama descendente, nacida después del cruce, y extendida y terminada en su mayor parte en el *nucleus reticularis tegmenti*. Más allá del tálamo, no sería posible seguir ninguna fibra del pedúnculo cerebeloso superior. Nuestras observaciones, ejecutadas tanto con el método de Marchi, como con el de Golgi, nos permiten afirmar que, por lo menos en el ratón y conejo, todas las fibras de la vía olivo-rubro-talámica se terminan contralateralmente.

#### PEDÚNCULO CEREBELOSO MEDIO

Al tratar de la protuberancia, hemos consignado ya que la mayor parte de las fibras de los pedúnculos cerebelosos medios están constituídas por los axones, en su mayoría decusados, de las células de los núcleos protuberanciales. Aquí completaremos la historia de esta vía transversal, exponiendo algunos datos relativos á su modo probable de terminación.

Cuando se examina una serie de cortes transversales (coloreados por el procedimiento de Weigert) (fig. 439) de la protuberancia y cerebelo de un pequeño mamífero (cobaya, gato, ratón), se encuentran siempre algunos, en los cuales aparecen á un tiempo los ganglios protuberanciales y los citados pedúnculos con su continuación intracerebelosa. En estos cortes obsérvase con entera claridad que el pedúnculo cerebeloso medio se pierde muy principalmente en el vermis ó lóbulo medio, contribuyendo á formar el sistema de tubos medulares transversales de este segmento cerebeloso. Pero, en tales preparaciones, es imposible ahondar más en el conocimiento del curso y terminación de las fibras. Para adquirir nuevos detalles sobre la suerte ulterior de tales conductores, es forzoso apelar á los preparados de Golgi de los pequeños mamíferos recién nacidos. Examinando cortes frontales paralelos al pedúnculo cerebeloso medio, descúbrese en ellos, con absoluta claridad, que esta vía asalta el cerebelo, reunida en cordón macizo, y ascendiendo después por delante de los núcleos grises centrales, se pierde en la substancia blanca del vermis. Pero



en estos mismos preparados resalta un hecho interesante, sobre el cual llamamos la atención hace tiempo (1): muchas fibras pedunculares, en el momento de arquearse para tornarse transversales, se bifurcan, produciendo una *rama interna*, destinada al vermis, y una *rama externa*, consagrada al lóbulo lateral. Con frecuencia, ambas ramas poseen espesor semejante, aunque no es muy raro ver que la rama destinada al hemisferio lateral sea más fina que la compañera.

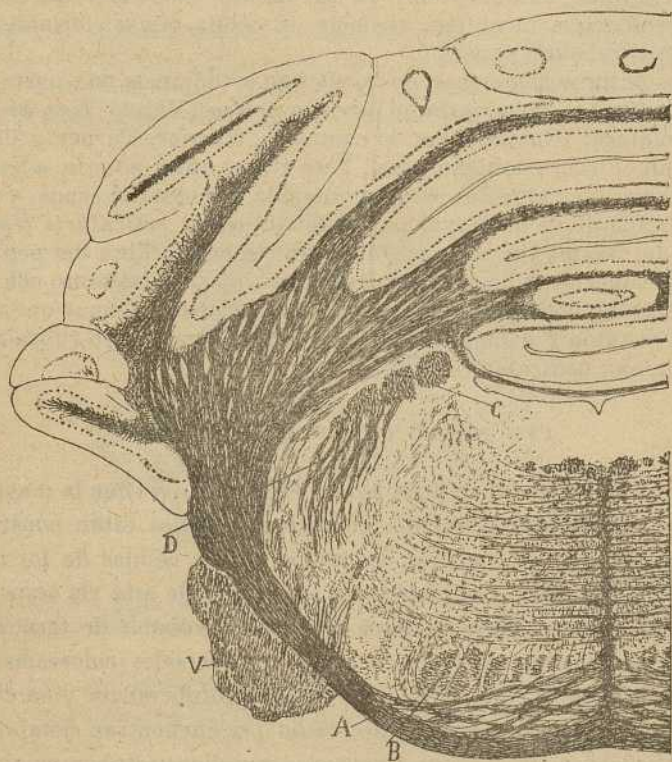


Fig. 439.—Corte frontal de la protuberancia y cerebelo del conejo de Indias al nivel de la continuación intracerebelosa de los pedúnculos medios. (Método de Weigert-Pal).—A, pedúnculos cerebelosos medios; B, pirámides; C, pedúnculos cerebelosos superiores; D, vía olivo-espinal; V, trigémino.

En un buen número de fibras, la división tiene lugar mucho más adentro y arriba, en pleno vermis, y las dos ramas inervan territorios diferentes de éste. En fin, es frecuente ver que de un mismo conductor emanan dos ó más ramas penetrantes en la capa de los granos. Si en vez de cortes frontales examinamos secciones sagitales (fig. 440, A), advertiremos que del pedúnculo cerebeloso medio, el cual ocupa una posi-

(1) *S. Ramón Cajal*: Apuntes, etc., 1895.

ción anterior é inmediata al pedúnculo inferior, se desprenden tubos, dirigidos unos á las láminas cerebelosas anteriores y destinados otros á las posteriores; estos últimos proceden, sobre todo, de lo más alto del pedúnculo y pasan doblándose por encima del émbolo y foco del techo.

De lo expuesto, resulta que cada tubo constitutivo de los pedúnculos cerebelosos medios, lleva los impulsos recogidos en la protuberancia, no á una sola localidad cerebelosa, sino á un grupo sinérgico de células de

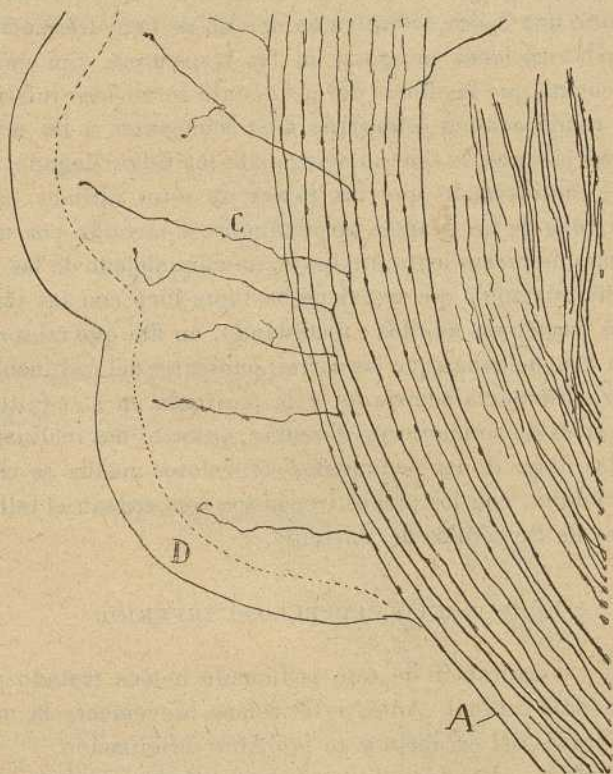


Fig. 440. — Trozo del curso intracerebeloso del pedúnculo medio del ratón de ocho días. (Corte sagital).—A, pedúnculo; D, corteza del hemisferio lateral; C, bifurcaciones y colaterales destinadas á la mitad anterior del cerebelo.

Purkinje residentes en el vermis y en los hemisferios; aunque es muy probable que, para cada fibra aferente, varíe la proporción de las conexiones corticales medias y laterales. Este hecho, muy interesante para la teoría, nos indica que en el cerebelo las funciones motrices no se localizan por áreas macroscópicas como en el cerebro, sino por territorios celulares sueltos y múltiples extendidos acaso por todo el órgano. En otros términos, la coordinación de cualquier movimiento, sea voluntario ó

equilibrador automático, exige el concurso de corpúsculos de Purkinje residentes en muy apartados lugares cerebelosos.

Parecidas conexiones hallaremos también en las fibras del pedúnculo cerebeloso inferior y de la vía vestibular.

¿Pero cómo se terminan dentro de las láminas cerebelosas las citadas fibras pedunculares? Mucha atención hemos puesto en el estudio de este punto, sin haber podido llegar á una conclusión categórica. La dificultad estriba en que las fibras pedunculares medias sólo pueden seguirse con certeza en los preparados de los mamíferos recién nacidos (ratón y rata), durante una época evolutiva en que no se han diferenciado todavía ni las arborizaciones musgosas ni las trepadoras. Sin embargo, teniendo en cuenta que las fibras del pedúnculo cerebeloso inferior se continúan con ramificaciones intragrises muy semejantes á las arborizaciones musgosas jóvenes, lo que no ocurre con los tubos llegados de la protuberancia; considerando que las ramas de estos últimos, cruzan casi indivisas la zona de los granos, terminándose á menudo por un espesamiento ó cono de crecimiento diminuto, no muy alejado de las células de Purkinje, circunstancia que conviene bastante bien con las propiedades de las fibras trepadoras adultas; recordando, en fin, que tales ramas terminales son más delgadas que las correspondientes del pedúnculo cerebeloso inferior, diferencia semejante á la mostrada en el adulto por entrambas especies de conductores aferentes, nosotros nos inclinamos á admitir, que las fibras de los pedúnculos cerebelosos medios se continúan, en la época adulta, con los plexos trepadores que rodean el tallo y gruesas dendritas de las células de Purkinje.

#### PEDÚNCULO CEREBELOSO INFERIOR

Del curso y constitución de este pedúnculo hemos tratado ya al hablar de la médula espinal. Aquí, referiremos brevemente la marcha de sus fibras á través del cerebelo y su probable terminación.

Como es sabido, el pedúnculo cerebeloso inferior contiene, al menos, dos categorías de fibras aferentes: el *fascículo cerebeloso directo* ó vía de Flechsig, y la *vía olivo-cerebelosa*, es decir, la nacida en la oliva bulbar contra-lateral. Ambas especies de fibras se confunden y entremezclan estrechamente al abordar el cerebelo, de modo, que es imposible, por los métodos anatómicos directos, perseguirlas de un modo separado.

Sobre el curso intracerebeloso de este pedúnculo, así como tocante al sentido de sus fibras, poco nos ilustran las preparaciones de Weigert-Pal. Los cortes frontales seriados de pequeños mamíferos (conejos, ratas y cobayas), nos permiten reconocer solamente la entrada del pedúnculo en la substancia blanca del cerebelo, su curso ascendente por fuera

de la vía vestibular cerebelosa, y por dentro de la oliva, y en fin, su desagüe en el vermis, dentro del cual no hay modo de seguirlo más.

Afortunadamente, los preparados de Golgi son más expresivos. Examinando cortes transversales del cerebelo del ratón que sean paralelos á la porción intracerebelosa de los pedúnculos, obsérvase con entera claridad que la inmensa mayoría de las fibras, arribadas que son al territorio en que confluyen el vermis y hemisferios laterales, se bifurcan en ángulo de 45 á 60°, originando un ramo ascendente que se pierde en lo alto del lóbulo lateral, y otro interno ú horizontal, que penetra en el vermis. La rama interna suele ser más espesa que la ascendente, aunque

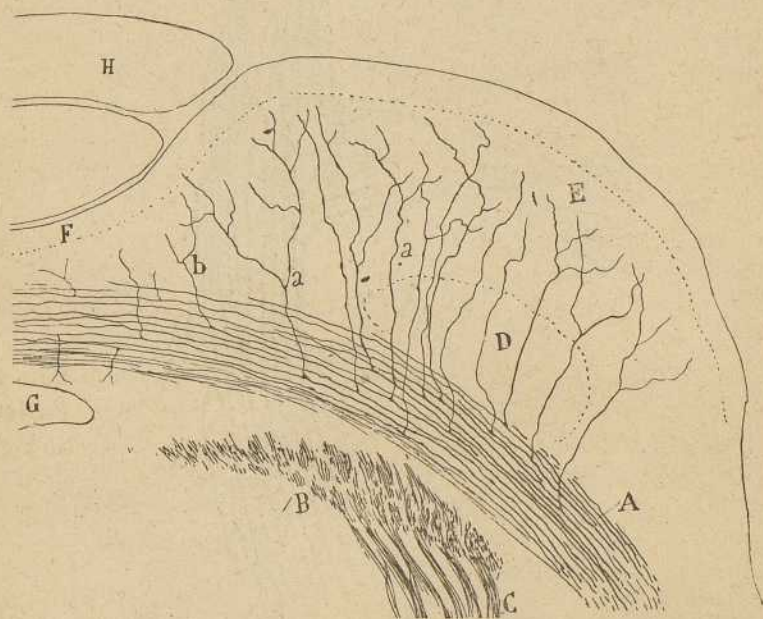


Fig. 441. — Corte frontal del cerebelo del ratón de ocho días. — A, pedúnculo cerebeloso inferior; B, pedúnculo cerebeloso superior con la vía olivo-espinal (C); D, resto de la oliva; E, hemisferio lateral; F, H, láminas del vermis; G, ventrículo; a, bifurcaciones; b, colaterales.

el caso contrario no es raro, según se echa de ver en la fig. 443, a, donde mostramos los detalles de esta división dicotómica. Después de la bifurcación, cada una de las ramas puede exhibir nuevas divisiones. En la rama horizontal ó interna hemos contado algunas veces tres ó cuatro colaterales gruesas, ascendentes ó descendentes, escalonadas en sentido transversal por todo el espesor del vermis, en el cual la fibra principal no se agota siempre, sino que algunas veces avanza hasta el hemisferio lateral opuesto, donde se termina definitivamente. Una parte, pues, de las fibras del pedúnculo cerebeloso inferior (las ramas internas) se entrecruzaría en pleno vermis. (Véase también la fig. 444, A).

En algunas preparaciones del feto de la cavia y ratón recién nacido hemos hallado, en el área misma de las bifurcaciones, ciertas fibras gruesas transversales llegadas del vermis, las cuales se inclinan para tornarse ascendentes y ramificarse en las laminillas (fig. 443, *h*). Del ángulo de estos conductores parte una colateral que continúa el trayecto primitivo del tallo y se pierde en la porción más lateral de los hemisferios. A nuestro juicio, estas fibras, cuya impregnación se obtiene solamente cuando el pedúnculo cerebeloso inferior se colorea, representan la porción terminal de los conductores cruzados de este cordón.

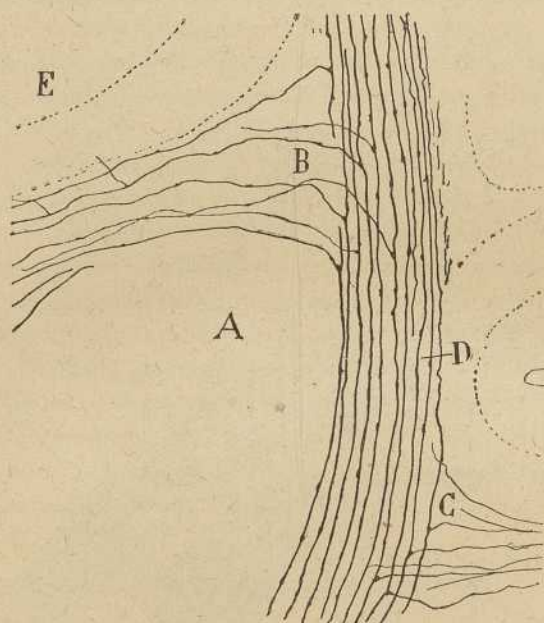


Fig. 442. — Trozo de un corte sagital del cerebelo del ratón de diez días.—A, territorio de la oliva situado detrás del pedúnculo; B, corriente supra-oliva de colaterales y ramas de bifurcación; C, una corriente anterior; E, laminilla cerebelosa.

Si en vez de examinar los cortes frontales á los que se refieren las figuras 441 y 443, exploramos los sagitales ó antero-posteriores comprensivos del citado pedúnculo, reconoceremos también que las fibras que lo constituyen emiten colaterales sagitales para cada una de las láminas de substancia blanca que desembocan, ya delante, ya detrás del mismo. Una muy importante corriente brota del pedúnculo por encima de la oliva (figura 442, B) y marcha hacia atrás á inervar las láminas posteriores.

Casi todas las fibras bifurcadas son espesas, mucho más espesas que las constitutivas del pedúnculo cerebeloso medio y que los axones de Purkinje. Precisamente por su robustez inusitada se reconocen fácilmente los tubos de que nos ocupamos en el gato, cavia, conejo y ratón.

Pero al lado de tubos voluminosos, continuados probablemente con la vía cerebelosa ascendente de Flechsig, hállanse otros finos, coincidentes en diámetro con los llegados de las olivas bulbares (fig. 443, *g*). Estas fibras delgadas se bifurcan también en el sitio de elección, formando dos ramas próximamente iguales, una de las cuales, según se aprecia en la figura 443, puede sufrir nuevas divisiones á corta distancia de su origen.

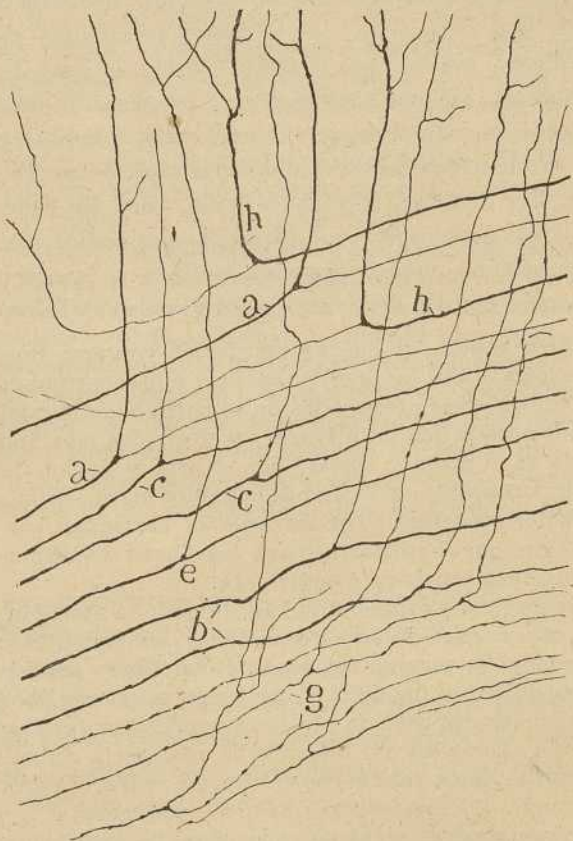


Fig. 443. — Detalles de las bifurcaciones de las fibras del pedúnculo cerebeloso inferior. (La izquierda de la figura contiene los tallos aferentes). — *a*, tallo en que la rama ascendente para el hemisferio lateral era la más gruesa; *b*, fibra en que la rama ascendente era fina; *c*, *e*, fibras con ramas casi iguales; *h*, fibra terminal llegada del lado opuesto; *g*, fibras finas.

La forma de la división y la posición del tallo, con relación á las ramas, revela con absoluta certidumbre un hecho sospechado por muchos autores, pero no probado por nadie, á saber: *que la inmensa mayoría, y acaso todas las fibras del cuerpo restiforme, son ascendentes, y tienen, por tanto, su terminación en el cerebelo.*

Repárese, además, que cada fibra, como ocurre también con los conductores llegados de la protuberancia, se reparte en diversos territorios

cerebelosos ; de suerte que la corriente aportada se propaga á un número considerable de células de Purkinje, residentes tanto en el vermis como en los hemisferios.

¿Cómo se terminan las fibras del pedúnculo cerebeloso inferior? Si perseguimos cualquiera de las ramas de bifurcación, particularmente la ascendente, que se presta más al examen, notaremos que penetra en el eje blanco de las laminillas inmediatas, en cuyos puntos de convergencia se divide repetidas veces ; las nuevas ramas resultantes abandonan la substancia blanca y asaltan, por diversos puntos, la zona de los granos, donde se resuelven en una amplia y rica arborización varicosa, libremente terminada en todo el espesor de esta capa, y la cual, por su forma y extensión, se identifica con la tan característica de las fibras musgosas embrionarias (fig. 444, *g*). A nuestro juicio, pues, los conductores aferentes ó sensitivos gruesos (que son los que hemos podido perseguir mejor hasta su terminación), se prolongan con las fibras musgosas y entran, por tanto, en relación con las dendritas de los granos cerebelosos.

Según es bien sabido, el cuerpo restiforme contiene dos órdenes de conductores : los nacidos en la oliva bulbar, y los continuados con la vía de Flechsig. En nuestros preparados no es posible distinguirlos bien ; solamente hemos notado que los olivares, es decir, los más finos, se sitúan, de preferencia en el ratón y cavia, por dentro y debajo de los gruesos (fig. 443), comportándose en lo demás como los otros. Estimamos verosímil que estas dos especies de conductores se continúen con fibras musgosas, suposición que implicaría, para las fibras de origen olivar bulbar, una naturaleza sensitiva ó centripeta.

Ya al tratar de la oliva inferior hemos llamado la atención sobre la penetración en este órgano de numerosas fibras descendentes. ¿No podrían ser estos conductores terminados en la oliva, fibras sensitivas ó sensoriales de segundo orden, nacidas en los focos superiores del óptico, acústico y trigémino? En tal caso, la vía olivo-cerebelosa destinada á recoger las excitaciones aportadas por tales fibras, resultaría sensitiva también, y todos los contingentes del cuerpo restiforme entrarían en la misma categoría funcional. De este modo quedaría confirmada la doctrina de Edinger, según el cual el cerebelo es un ganglio esencialmente relacionado con los nervios sensitivos, incluso los más superiores. Sin embargo, semejante relación no es directa, como parece aceptar este sabio (1), sino indirecta, es decir, establecida mediante neuronas sensitivas de segundo orden.

Sobre el modo de terminación del cordón de Flechsig, los autores que han trabajado con los métodos anatomo-patológicos nos dan algunas noticias, aunque un tanto vagas y contradictorias. Según Mott (2), dicho

(1) Véanse las diversas Monografías de Edinger sobre el encéfalo de los peces y reptiles, y sobre todo la última : *Das cerebellum von Scyllium canicula. Arch. f. mikr. Anat. & Bd. 58. 1901.*

(2) *Mott : Ascending degeneration resulting from lesions of the spinal cord in monkeys. Brain, 1892.*

— Véase también : *Die zuführenden Kleinhirnsbahnen des Rückenmarks beim Affen. Monatschr. f. Psychiatrie, & 1897.*

haz se terminaría en la porción distal del vermis superior; mientras que Pellizzi (1) da por parado la porción anterior del mismo. Estimase probable una decusación intracerebelosa total ó parcial. Por lo demás, el aserto de estos sabios no armoniza enteramente con los resultados obtenidos por nosotros en el conejo común, en el de Indias y ratón. En estos animales, según dejamos dicho, las fibras gruesas del pedúnculo, que se continúan con el haz de Flechsig, se distribuyen por todo el cerebelo, rigiendo cada fibra, á la vez, regiones del vermis y hemisferios.

Por lo que hace al curso intracerebeloso del cordón de Gowers, nuestras observaciones en los pequeños mamíferos no nos proporcionan ninguna enseñanza positiva. En general, afirman los neurólogos que dicho cordón entra en el cerebelo, incorporándose al pedúnculo cerebeloso superior, al que contornearía, instalándose en su borde interno, para perderse finalmente, según asegura Lowenthal (2), en el vermis. En sentir de Mott y Tooth (3), tendría su terminación en la porción ventral del vermis superior y anterior, y en el núcleo tectal.

Varios neurólogos, tales como Marchi, Kölliker, Turner y Ferrier, Russell, etc., admiten en el pedúnculo cerebeloso inferior fibras descendentes nacidas en el cerebelo. Mediante la reacción de Marchi, las hemos reconocido nosotros también. Algunas de ellas se prolongan hasta la oliva bulbar, mientras que otras se incorporan al fascículo de Flechsig. Pero es dudoso que tales fibras representen conductores centrifugos; podrían ser también fibras ascendentes degeneradas en sentido retrógrado. Tales degeneraciones celulípetas no son raras en los preparados de Marchi, lo que hace, en ocasiones, muy difícil la interpretación. Pero de este asunto hemos tratado ya con ocasión de la descripción de la oliva bulbar (página 263).

**Manejo vestibulo-cerebeloso.** — El cerebelo recibe también una importante vía aferente representada por el conjunto de las ramas ascendentes del nervio vestibular. De esta vía hemos hablado ya en la página 97 y siguientes. Aquí recordaremos no más que las fibras que la forman, costean el lado interno del pedúnculo cerebeloso inferior, y ascienden reunidas en gruesos haces plexiformes, en cuyas mallas longitudinales se alojan pléyades de neuronas, continuadas, hacia abajo y sin solución de continuidad aparente (gato, conejo, cavia, ratón), con las del núcleo de Bechterew y, hacia arriba y adentro, con las del foco del techo.

Nuestras recientes observaciones sobre el curso de estas fibras, nos permiten afirmar que ninguna de ellas se termina en el ganglio del techo, oliva y foco de Bechterew: según puede apreciarse ya en los preparados de Weigert, estos conductores se remontan hasta los ejes blancos de las láminas cerebelosas (*vermis* y lóbulos laterales) para perderse definitivamente.

(1) Pellizzi: Contribution à l'Anatomie et à la Physiologie des voies cerebelleuses. *Arch. ital. de Biol.*, vol. 24, fasc. I.

(2) Lowenthal: Dégénération secondaires ascendantes dans le bulbe rachidien, dans le pont et dans l'étage supérieur de l'isthme. *Rev. médic. de la Suisse romande*, n° 9 1885.

(3) Tooth: *Gulstonian lectures*. Degenerations of the spinal cord. 1890.



mente en la corteza. El grueso de los tubos va hacia adentro y cruza el foco del techo, ingresando en el vermis (figs. 444 y 425, D), pero una buena parte asalta también el lóbulo lateral, insinuándose, bien á través del mango del émbolo (fig. 425), bien en el espacio que media entre éste y la oliva.

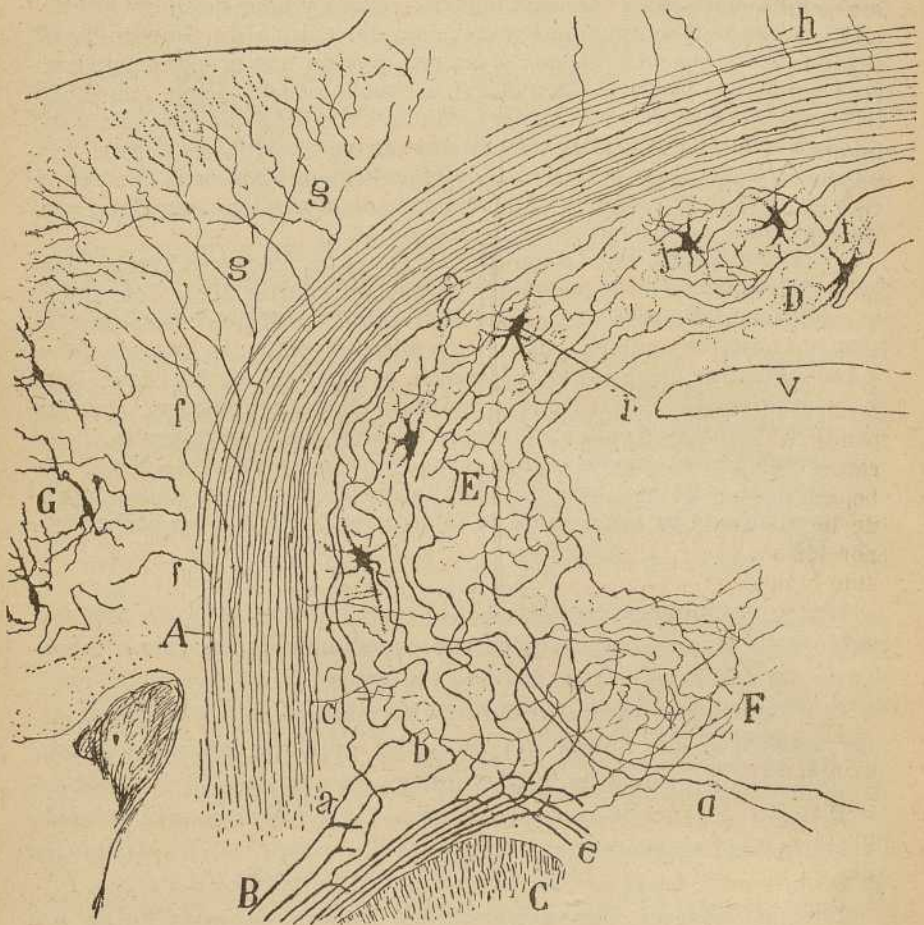


Fig. 444. — Corte frontal del bulbo y cerebelo del ratón. — A, pedúnculo cerebeloso inferior; B, nervio vestibular; C, trigémino; D, ganglio del techo; E, ramas ascendentes del vestibular que suben hacia el vermis; G, oliva cerebelosa.

Los esfuerzos hechos para determinar, en los preparados de Golgi del ratón y cavia, el modo de terminación de los tubos vestibulares, han resultado hasta hoy estériles. En algún caso, hemos logrado perseguirlos, dentro del vermis, hasta la corteza gris de una laminilla, en la cual se continuaban con algunas fibras ansiformes, semejantes á las descritas en la pág. 389 (figs. 380 y 389, *b*). Pero la rareza del hecho nos impide sacar de él ninguna conclusión algo segura.

¿Se terminan acaso los referidos conductores vestibulares mediante arborizaciones trepadoras semejantes á las que hipotéticamente hemos atribuido á las fibras protuberanciales? Más de una vez hemos gravitado hacia esta conjetura, cuyo fundamento estriba en el hallazgo, no raro ciertamente, de dos ó más fibras aferentes en el plexo trepador. En tal supuesto, habría que admitir en cada plexo, ó al menos en muchos de ellos, dos fibras centripetas: una *motriz*, llegada de la protuberancia, y otra *sensorial* ó vestibular, arribada del bulbo. Semejante posibilidad es tanto más seductora, cuanto que explicaría muy sencillamente el por qué, poseyendo el cerebelo lo menos tres clases de conductores aferentes, no parece tener sino dos categorías de arborizaciones terminales de fibras extrínsecas (musgosas y trepadoras). Quedan todavía otras hipótesis. Cabe imaginar ó que las referidas fibras acaban de un modo especial, no revelado todavía en los preparados de Golgi, ó que las tales pertenecen al tipo trepador ó musgoso y se arborizan sobre células no conexas con los conductores llegados del pedúnculo inferior.

Algunos neurólogos afirman que el cordón *vestíbulo-cerebeloso* encierra muy principalmente fibras descendentes ó aferentes. Entre otros autores, Thomas señala como lesión consecutiva á la hemi-extirpación del cerebelo, la presencia de rastros degenerativos, que cruzan el foco de Deiters y Bechterew, y se prolongarían hasta la substancia reticular del bulbo y fascículo longitudinal posterior. Nosotros hemos observado también estos conductores degenerados en los preparados de Marchi; pero no hallamos razón ninguna que autorice la suposición de que representan tubos cerebelosos descendentes. A nuestro juicio, se trata sencillamente de las fibras de la vía central bulbar de los focos de Bechterew, *cerebelo-acústico* ó porción más alta de éste, y núcleo de Deiters, cuyas células de origen han sido invadidas por la reacción á distancia ó de vecindad.

#### MARCHA DE LAS CORRIENTES EN EL CEREBELO

El cerebelo entra en actividad de tres maneras: 1.<sup>a</sup>, en respuesta á las excitaciones arribadas del nervio vestibular; 2.<sup>a</sup>, en respuesta á los impulsos sensitivos (cutáneos, musculares y tendinosos) arribados de la médula; 3.<sup>a</sup>, en respuesta á las excitaciones motrices voluntarias llegadas de la corteza cerebral.

**Corriente vestibular.**— Para comprender la intervención del cerebelo en el mecanismo de la equilibración, recordemos aquí algunos hechos anatomo-fisiológicos: 1.<sup>o</sup> Conforme nuestras observaciones han probado, toda la corteza cerebelosa recibe la porción terminal de la rama ascendente del nervio vestibular; 2.<sup>o</sup>, los experimentos de excitación y de ablación del cerebelo en los animales, realizados por numerosos autores, y singularmente por Luciani, Ferrier, Stephani, Ewald, Thomas, etc., enseñan que este órgano interviene coordinando las compensaciones motrices, siempre que, por consecuencia de un movimiento voluntario ó automático, se desequilibra la cabeza y cuerpo; 3.<sup>o</sup>, aunque en el cerebelo parecen faltar centros motores especiales bien limitados, los expe-

rimentos fisiológicos y los datos de la anatomía comparada dan mucha verosimilitud á la opinión de que los hemisferios laterales rigen los movimientos compensadores de lateralidad del cuerpo, cabeza y ojos (rotación, en los animales, en torno de un eje antero-posterior); mientras que el vermis centraliza las coordinaciones de los movimientos de flexión y extensión antero-posterior (rotación en torno de un eje transversal); 4.º, puesto que, según ha reconocido Ferrier, la excitación eléctrica de la corteza cerebelosa provoca movimientos (se supone que los reóforos actúan principalmente sobre las células de Purkinje), resulta muy probable que sean estos corpúsculos el primer anillo de la vía centrífuga empalmada con las olivas, y por tanto, con los pedúnculos cerebelosos superiores.

En armonía con estas proposiciones, presentamos en la figura 445, la marcha de la corriente vestibulo-cerebelosa y cerebelo-muscular. El impulso aferente se propaga por las siguientes neuronas: 1.ª, *neurona vestibular* con su rama ascendente; 2.ª, *célula de Purkinje*; 3.ª, *célula olivar*, del *émbolo*, del *techo*, etc., con sus prolongaciones nerviosas constitutivas del pedúnculo cerebeloso superior; 4.ª, *neurona motriz* del bulbo y médula espinal (á la que llegaría directamente ó mediante alguna otra célula intermediaria).

La excitación centrífuga derivada por la rama ascendente del pedúnculo cerebeloso superior (*fascículo olivo-rubro-talámico*), pasa, antes de descargar en los focos motores oculares, por una neurona intermediaria, *la célula del núcleo rojo*, cuyos axones se incorporan al *fascículo longitudinal posterior*, del cual proceden colaterales arborizadas en los focos del motor ocular común, patético y motor ocular externo (fig. 446, N).

Para explicarse cómo las lesiones del vermis producen desórdenes en la equilibración antero-posterior, mientras las de los hemisferios los suscitan en la lateral, no hay sino suponer que las fibras vestibulares representantes del conducto semicircular transversal, se arborizan exclusivamente en los hemisferios, en tanto que las procedentes del antero-posterior rematan en el vermis. En estos órganos conservarían tales terminaciones una disposición simétrica con el cuerpo, es decir, que, en la porción frontal del vermis, residirían las coordinaciones equilibradoras anteriores, en la porción dorsal del mismo, las posteriores, en el hemisferio derecho, las derechas, etc.

El precedente esquema dinámico conviene bastante bien con los resultados de los experimentos fisiológicos y anatomo-patológicos. Así, concíbese bien que la excitación de cualquiera de las neuronas de la vía centrífuga cerebelosa (células de Purkinje, células olivares, pedúnculo cerebeloso superior), produzca los mismos efectos, es decir, exageraciones en los movimientos compensadores correspondientes (la irritación de la porción anterior del vermis eleva la cabeza y ojos, mientras que la de la

posterior deprime ambos órganos, etc.). Al contrario, cuando, por ablación parcial del cerebelo, queda sin efecto la acción motriz que la región

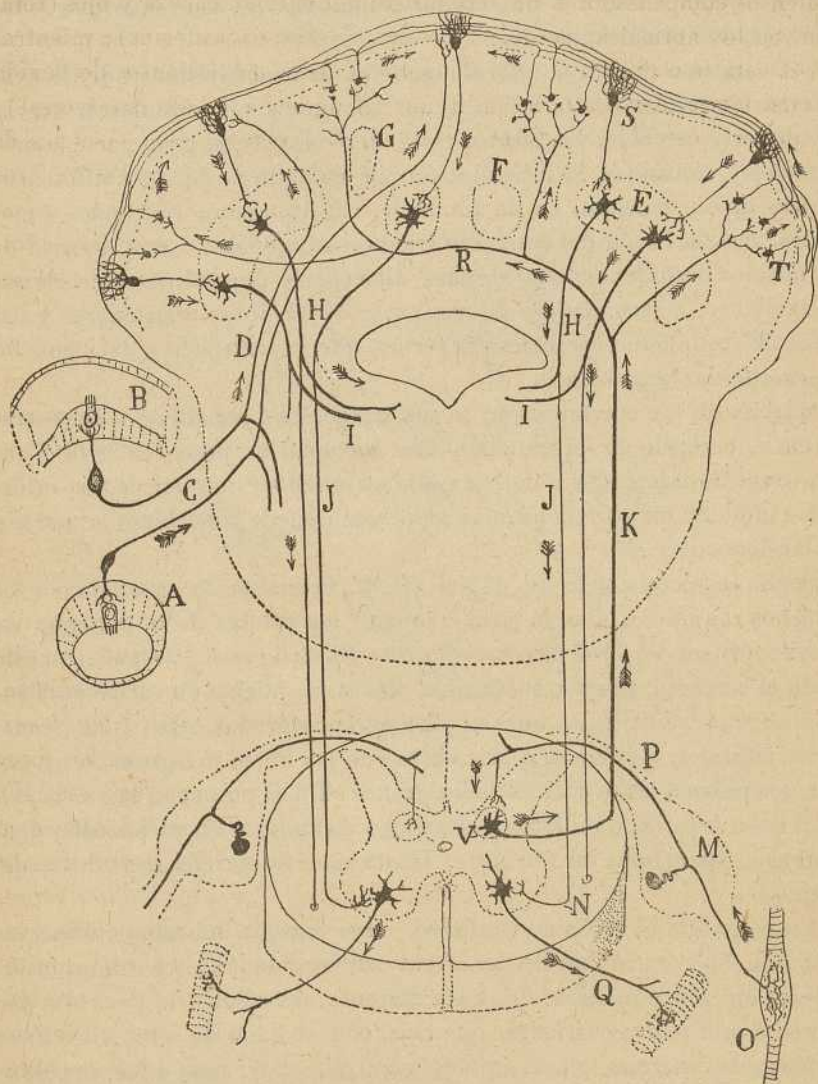


Fig. 445.—Esquema de las conexiones sensitivas y vestibular del cerebelo y marcha probable de las corrientes.—A, conducto semicircular antero-posterior.—B, conducto semicircular transversal.—C, nervio vestibular.—D, rama ascendente de éste penetrante en el cerebelo.—E, oliva cerebelosa.—F, foco del techo.—G, émulo.—H, pedúnculo cerebeloso superior.—I, vía olivo-rubro-talámica.—J, vía olivo-espinal.—K, vía cerebelosa de Flechsig.—S, células de Purkinje.—L, granos y fibras musgosas.—V, columna de Clarke.—P, raíz posterior.—Q, raíz anterior.—O, huso muscular.

separada desenvolvía, sobreviene el fenómeno antagonista, toda vez que, paralizada la influencia cerebelosa sobre los músculos unilaterales del

tronco y cabeza, por ejemplo, debe predominar la de los músculos contralaterales. De aquí la caída y flexión de los animales del lado contrario á la lesión, por ser éste el que conserva incólumes el tono muscular y las vías motrices cerebelosas (1).

Da asimismo cuenta el referido esquema de la ecuanimidad de los desórdenes consecutivos á la lesión de los conductos semicirculares, nervio vestibular y cerebelo. En efecto, tratándose de vías en gran parte homolaterales y continuas, la interrupción por cualquiera de los anillos neuronícos de que constan, ha de producir, naturalmente, resultados semejantes. Así, la lesión del conducto transversal izquierdo, será seguida de los mismos desórdenes (con algunas diferencias dependientes del entrecruzamiento intracerebeloso de una parte de las fibras vestibulares y del cruce del pedúnculo cerebeloso superior) que la extirpación del hemisferio cerebeloso homolateral.

**Marcha de las corrientes en la vía cerebelosa sensitiva.**—La entrada en el cerebelo de importantes vías secundarias procedentes de focos sensitivos de la médula y bulbo, nos da á entender que este centro interviene también en los reflejos. He aquí cómo puede concebirse la marcha de las corrientes :

Según se aprecia en la fig. 445, P, K, R, la excitación aportada por los ganglios raquídeos, aborda primeramente las células de la columna de Clarke, origen del fascículo cerebeloso de Flechsig ; sube después con éste hasta el cerebelo, en cuya substancia blanca se quiebra en varias corrientes derivadas, destinadas unas al vermes, consagradas otras á los hemisferios laterales. Arribadas á la corteza con las fibras musgosas, estas corrientes pasan á las dendritas de los granos (T), se propagan seguidamente al axon bifurcado de éstos y desaguan finalmente en el penacho dendrítico de las células de Purkinje. Hasta aquí la marcha ascendente del impulso.

En respuesta al estímulo sensitivo, cuya energía ha aumentado gracias á la colaboración de las descargas parciales de infinitos granos intercalados en la última parte de la vía aferente, las células de Purkinje dan origen á una nueva corriente, que baja con el axon de éstas á los focos cerebelosos centrales (oliva, émbolo y quizá techo); pasa á los corpúsculos de origen del pedúnculo cerebeloso superior, y finalmente, propagán-

(1) Los resultados algo diversos que han obtenido los fisiólogos en los experimentos de ablación, acaso se expliquen por la variable extensión de las lesiones. Así, cuando, tras de la ablación parcial del cerebelo, el animal se dobla del lado de la lesión y no del opuesto, podría ocurrir que la flegmasia propagada hasta la oliva provocara en las células de ésta un estado de excitación que se prolongara por mucho tiempo. Al contrario, cuando la lesión cerebelosa es, ó tan superficial que la flegmasia reserva completamente el ganglio olivar, ó tan profunda que los elementos olivares son destruidos, la parálisis, y por tanto, la desviación y caída del animal del lado opuesto á la lesión, constituirían el desorden dominante.

dose por la vía descendente de Marchi (fibras directas y cruzadas), descarga en los focos motores de la médula espinal, bulbo, etc. Por reducida que sea la superficie periférica colectora del impulso aferente, el cerebelo podrá poner en actividad muchas células de Purkinje residentes

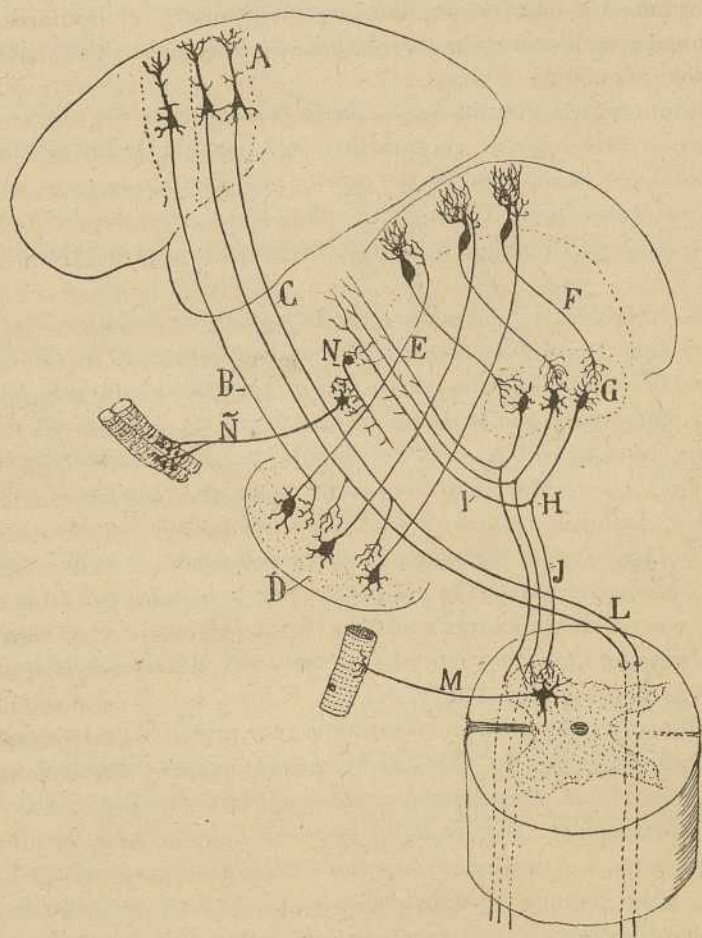


Fig. 446. — Esquema de las vías motrices superiores é inferiores del cerebelo. — A, zona motriz del cerebro. — B, vía cortico-protuberancial. — C, vía cortico-espinal. — D, ganglios de la protuberancia. — E, vía ponto-cerebelosa (pedúnculos cerebelosos medios). — F, fibras de Purkinje. — G, oliva cerebelosa. — H, bifurcación del pedúnculo cerebeloso superior. — I, vía descendente de Marchi. — J, vía olivobulbo-talámica. — L, vía descendente de Marchi. — M, raíz anterior de la médula espinal. — N, núcleo rojo. — Ñ, nervio motor ocular común.

en ambas mitades de este foco. De este modo la reacción motriz alcanza gran difusión y complejidad, colaborando en ella, no sólo gran número de focos motores medulares, sino hasta los protuberanciales, toda vez que una parte del impulso centrífugo, corriéndose á lo largo de la rama

ascendente del pedúnculo cerebeloso superior (vía olivo-rubro-talámica) asalta también los núcleos de los nervios oculares (fig. 446, I, N, Ñ).

También en la vía sensitiva cerebelosa debe existir coincidencia en los desórdenes suscitados por cualquiera de las neuronas que intervienen en su formación. Y en este sentido hablan los experimentos de Mott y Sherrington (1), autores que han sorprendido graves alteraciones en la coordinación de los movimientos después de la sección de las raíces posteriores de la médula espinal.

**Corriente motriz voluntaria.** — De la colaboración del cerebelo en la transmisión del impulso voluntario y coordinación de los movimientos provocados por la zona motriz del cerebro, hemos tratado ya en capítulos anteriores (véase tomo I, cap. XIX, pág. 466). Aquí nos limitaremos á dar otro esquema dinámico más conforme con los nuevos datos de observación.

Como es sabido, la vía motriz-cerebro-ponto cerebelo-medular, tiene dos porciones: *superior*, constituida por dos neuronas, la *célula piramidal* de la región motriz cortical, y la *célula protuberancial*, y *porción inferior*, compuesta por lo menos de tres neuronas, á saber: la *célula de Purkinje*, la *célula olivar* (y la del émbolo, techo, etc.), con su axon formador de la vía de Marchi y olivo-rubro talámica, y, en fin, el *corpúsculo de los focos motores, bulbares y medulares*. Es posible todavía que, entre la vía de Marchi y los elementos motores medulares, se halle intercalada alguna neurona de asociación; al menos esto parece ocurrir en la calota, en donde la corriente motriz aportada por el pedúnculo cerebeloso superior, descarga en los focos motores oculares por intermedio de las *neuronas del núcleo rojo* (fig. 446, I, N).

En el esquema adjunto presentamos la ruta probable de las corrientes, en la hipótesis de que las fibras de la neurona ponto-cerebelosa se continúen con las fibras trepadoras (ó con una parte de ellas) y lleven, por tanto, directamente la conmoción nerviosa á las células de Purkinje. Como el pedúnculo cerebeloso superior emite, para la vía descendente de Marchi, fibras homo y contralaterales, se comprende que una incitación nacida en una esfera motriz cerebral, será susceptible de actuar sobre los dos lados de la médula espinal y bulbo, aunque algo más sobre el opuesto, por consecuencia del predominio de las fibras protuberanciales cruzadas sobre las directas, y del exceso de las fibras homolaterales de la vía *olivo-espinal* sobre las contralaterales, ó sean las nacidas después del cruce de la *vía olivo-rubro-talámica*.

La decusación del pedúnculo cerebeloso superior de los autores ó vía *olivo-rubro-talámica*, representa quizá un hecho de acomodación al cruce total del nervio patético y al parcial del motor ocular común y fascículo

(1) Mott y Sherrington. *Proceedings of the Royal Society* 1895.

longitudinal posterior. En nuestro sentir, ambas decusaciones de las vías cerebelosas, es decir, la protuberancial y la de la vía olivo-rubro-talámica, son consecuencias obligadas del cruce de la porción principal de la vía motriz voluntaria (*vía piramidal ó cerebro espinal directa*), y tienen por objeto llevar la acción tónica y coordinadora cerebelosa al mismo lado en que descarga la incitación voluntaria directa (*vía piramidal*).

**Marcha de las corrientes en las vías cortas ó intracorticales del cerebello.**—El análisis que en capítulos anteriores hemos hecho de la textura de la corteza cerebelosa, nos ha revelado en ella un gran número de células de axon corto, por las cuales se difunde una parte

de la corriente sensitiva aferente. En efecto; recordemos que las fibras musgosas no se terminan directamente en los corpúsculos de Purkinje, sino en los granos, de los cuales el impulso sensitivo pasa, á favor de las fibras paralelas, al ramaje de aquellos robustos elementos. Notemos, además, que las fibrillas paralelas encuentran en su trayecto las dendritas de las células estrelladas de la capa plexiforme, así como las de los gruesos corpúsculos de Golgi de la zona de los granos; de donde debe inferirse — si la teoría de la polarización dinámica es exacta — que todos

estos elementos absorben una buena parte de la excitación sensitiva. Estas corrientes, derivadas ó colaterales, aparecen representadas en las figuras 447 y 448.

La que marcha por los corpúsculos de Golgi (fig. 447, C), ingresa sobre todo por las dendritas superiores, y va á parar otra vez á los granos, trazando una especie de semicírculo recurrente. La recolectada por las dendritas de las células de cesta, transmítese en sentido transversal á lo largo de los axones de ésta y gana un grupo lineal (transversal á la circunvolución) de células de Purkinje, en cuyos somas desagua fig. 448 b).

Otra vía corta ó derivada es la representada por los corpúsculos estrellados pequeños de la capa plexiforme. Semejantes elementos reciben probablemente la conmoción sensitiva de los axones de los granos (fibri-

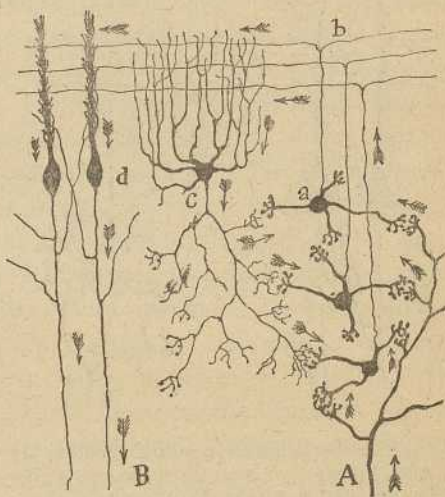


Fig. 447. Esquema que revela la marcha de la corriente apartada por las fibras musgosas y la participación que en ella tienen las células de Golgi.—A, fibras musgosas; B, fibras de Purkinje; a, granos; b, fibrillas paralelas; c, célula de Golgi; d, célula de Purkinje, vista de canto.



llas paralelas), y la remiten, acaso, después de pasar por un trayecto horizontal variable, al ramaje protoplásmico de las células de Purkinje. Claro es que semejante conexión es mera conjetura, pues la observación directa no permite establecerla con firmeza, siendo igualmente posible que la arborización nerviosa final de dichas células estrelladas entre en contacto con los corpúsculos de cesta ó los de Golgi.

Y aquí surge una cuestión importante. Puesto que la excitación centrípeta y centrífuga se enlazan á favor de anchas vías (musgosas, granos y células de Purkinje), por las cuales fluye rápidamente y fácilmente,

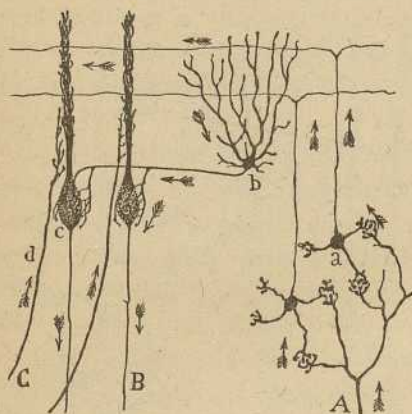


Fig. 448.—Esquema destinado á mostrar la participación que las células de cesta tienen en la transmisión del impulso aferente. - A, fibra musgosa; B, fibras de Purkinje; C, fibra trepadora; a, grano; b, célula de cesta; c, célula de Purkinje.

cida opinión hemos defendido nosotros también en muchos de nuestros trabajos.

Sin embargo, un análisis cuidadoso de las conexiones de estas células en todos los centros nerviosos (bulbo olfativo, retina, cerebro, asta de Ammon, *fascia dentata*, cerebelo, cuerpo estirado, etc.), nos han persuadido de que, sin perjuicio de cumplir con el cometido de difundir las corrientes (por lo menos en algunos casos), dichos elementos desempeñan también alguna otra función más importante. En un reciente opúsculo (1), en el cual se examinan las dificultades de la cuestión, damos por verosímil que las citadas células representan, ante todo, *generadores y acumuladores de energía nerviosa*. La llegada de la corriente por una fibra centrípeta provocaría la descarga de los elementos de axon corto subordinados, la cual contribuiría á acrecentar la tensión de los impul-

¿qué objeto se ha propuesto la naturaleza al crear aquellas vías cortas, accesorias ó derivadas?

Tal problema equivale á este otro: ¿Qué oficio desempeñan las células de Golgi ó de axon corto?

¿Son *neuronas de distribución ó de asociación* intercaladas entre las terminaciones de las fibras centrípeta y el soma y dendritas de las células de axon largo? Tal es el dictamen de Monakow, el cual dibuja constantemente en sus esquemas de las vías sensoriales muchos elementos de axon corto interpuestos en las articulaciones nervioso-dendríticas. Pare-

(1) S. Ramón Cajal: Función probable de las células de axon corto. *La Veterinaria española*, Diciembre de 1901.

1

sos circulantes por la cadena de las neuronas de axon largo. La cantidad de energía latente así transformada en fuerza viva dependería, de una parte, de la intensidad de la conmoción recibida, y de otra del número de corpúsculos de Golgi interesados en la descarga. En todos aquellos actos nerviosos que representan, en último análisis, respuestas ó reacciones tardías á los estímulos exteriores (memoria, ideación, juicio, etc.), ó en aquellos otros en los cuales hay evidente desproporción entre la debilidad del excitante y la intensidad y extensión del reflejo motor (coordinación automática de la marcha, salto, defensa, etc.), los centros encargados de producirlos contienen un gran número de corpúsculos de axon corto (cuerpo estriado, cerebro, cerebelo, tálamo óptico etc.). En cambio, tales elementos faltan casi enteramente en la médula espinal y bulbo, centros cuyos reflejos son débiles y de escasa duración, y exigen para alcanzar cierto vigor, la insistencia y desusada energía de los estímulos.

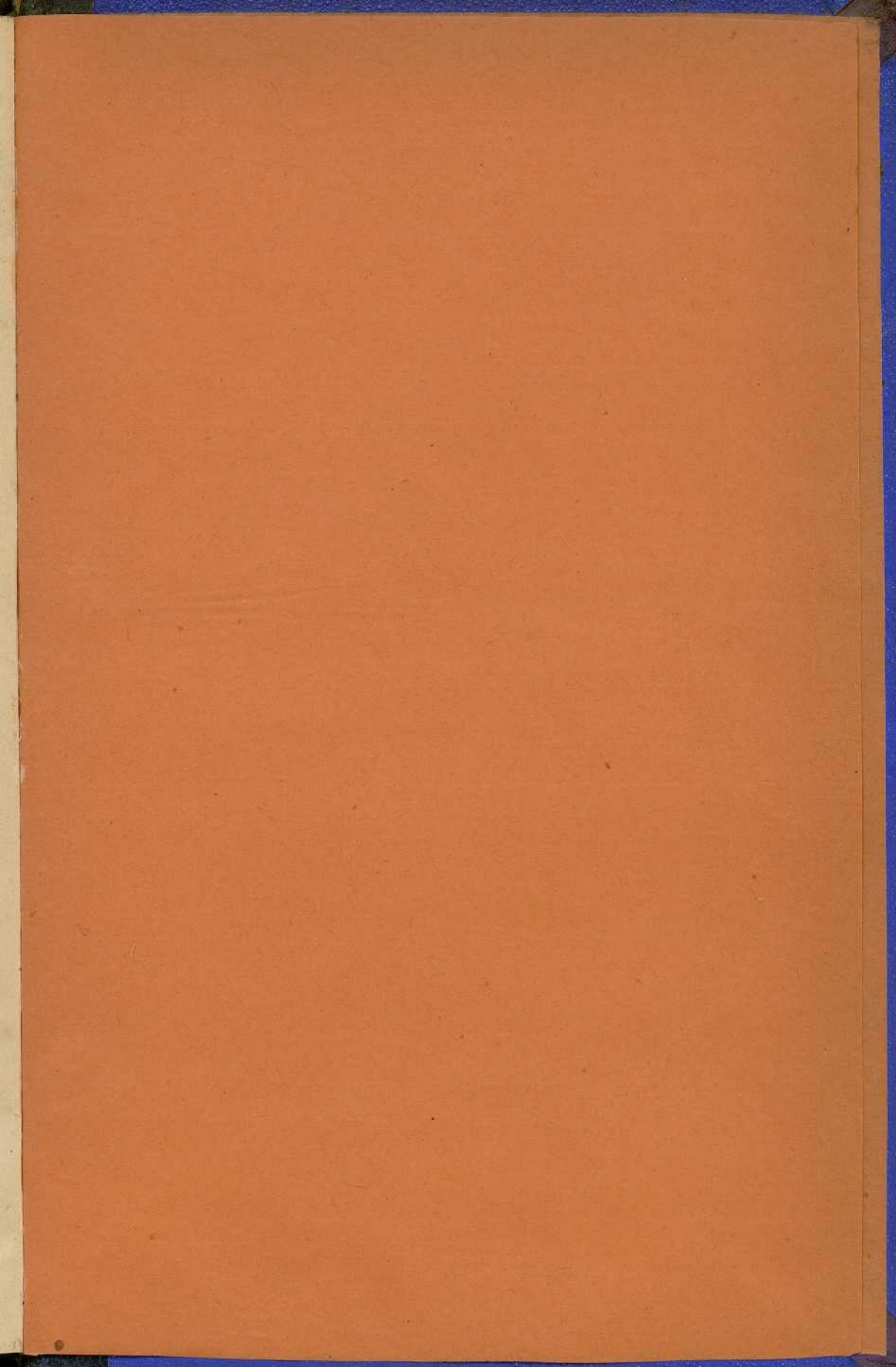
Preciso es convenir que, de no admitir para las células de axon corto una función de refuerzo ú otra de índole análoga, resultan incomprensibles estos dos hechos, muchas veces comprobados por nosotros en recientes estudios sobre la corteza cerebral humana: 1.º, hay células de axon corto tan pequeñas, que es imposible concederles ningún papel distributor, dado que la arborización sensitiva en la cual yacen incluídas, rebasa la extensión de sus diminutos axones y entra en conexión directa con células de axon largo; 2.º, en muchos casos, por ejemplo, en el ya referido de las células de Golgi del cerebelo, la corriente derivada por las células de axon corto tiene un curso retrógrado y desagua en el seno mismo de la vía sensitiva ó sensorial aferente. Hagamos notar, además, que, aun en aquellos ejemplos en los cuales el oficio distributor parece evidente, el establecimiento de una nueva neurona en el trayecto de la excitación centripeta parece supérfluo, puesto que fuera fácilmente evitado con sólo alargar un poco más las ramas finales de las arborizaciones sensitivas. Así, en el cerebelo, con un ligero aumento de extensión de las ramas finales de las fibras musgosas, se hubiera conseguido el contacto directo de las rosáceas de éstas con el soma de las células de Purkinje y habrían sido economizados los granos y las células de cesta. Sin embargo, los granos no pueden ser comparados, bajo el aspecto dinámico, á las células de Golgi, toda vez que desempeñan un evidente papel distributor. Repárese, en efecto, cómo, merced á las larguísimas fibrillas paralelas, la excitación aportada por una musgosa es conducida á todas las células de Purkinje situadas en una misma fila de la laminilla cerebelosa.

Que las vías cortas derivadas representan disposiciones de perfeccionamiento no indispensables al paso de la corriente hasta las células de Purkinje, lo persuade la disminución de los elementos de Golgi y de cesta, conforme se desciende en la escala animal. Consignado dejamos más

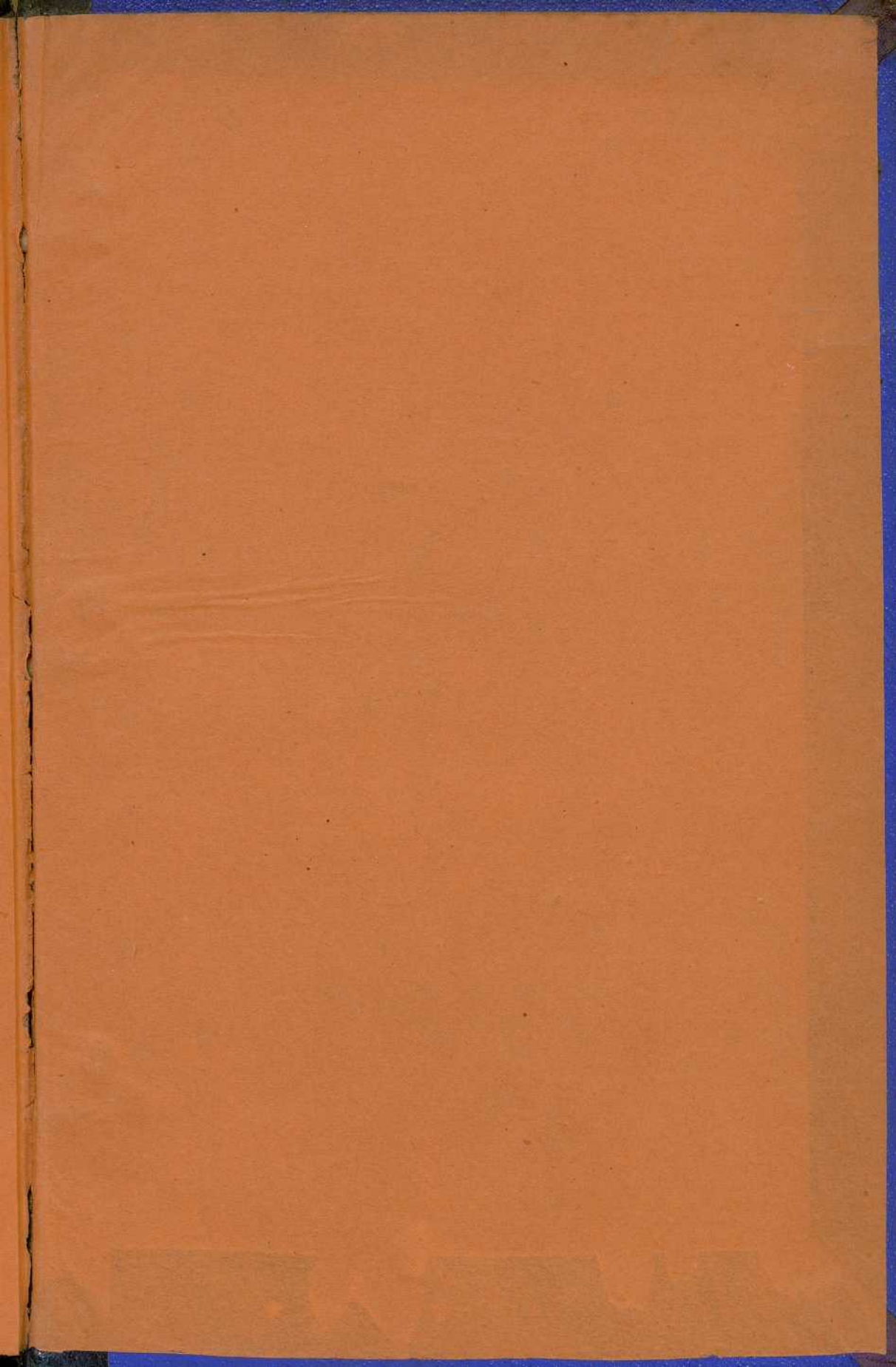
atrás, que en los peces, reptiles y batracios, las células de cesta son escasas y poseen una arborización nerviosa corta y rudimentaria, según hicieron ya notar Schaper, Jonhston y otros. En cambio, los granos se mantienen, con leves variantes, en toda la serie de los vertebrados, coincidiendo en número, forma y conexiones; pruebas inequívocas de que desempeñan una función indispensable en el mecanismo cerebeloso. Esta función podría ser doble: por un lado, distribuir en sentido longitudinal la corriente sensitiva destinada á las células de Purkinje; y por otro, acrecentar la intensidad de la descarga motriz, para lo cual vendrían á ser algo así como una batería de pilas eléctricas unidas en tensión.

En fin, resumiendo nuestras reflexiones acerca de la significación de las células de axon corto, con aplicación al dinamismo del cerebelo, consignaremos: 1.º, que estas células están siempre, ó casi siempre, intercaladas en las vías sensitivas terminales; 2.º, que además del oficio distributor, no siempre reconocible, desempeñan alguna actividad especial relacionada con el refuerzo de la corriente y la persistencia y continuidad de las descargas; 3.º, que los granos poseen evidentemente oficio distributor, constituyendo una especie neurónica bien deslindada de los elementos de Golgi.

---









Biblioteca Universitaria de Granada



01940866