

DISPOSICIÓN MACROSCÓPICA Y ESTRUCTURA

DEL

CUERPO GENICULADO EXTERNO

TESIS DE DOCTORADO

POR

J. Francisco Tello y Muñoz

MADRID

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

1904

EX LIBRIS
INSTITUTO
CAJAL

Armario *Sala*

Tabla *Armario*

N.º *3*

(R.N. *2688*

0652103000003

DISPOSICIÓN MACROSCÓPICA Y ESTRUCTURA

DEL

CUERPO GENICULADO EXTERNO

TESIS DE DOCTORADO

POR

J. Francisco Tello y Muñóz

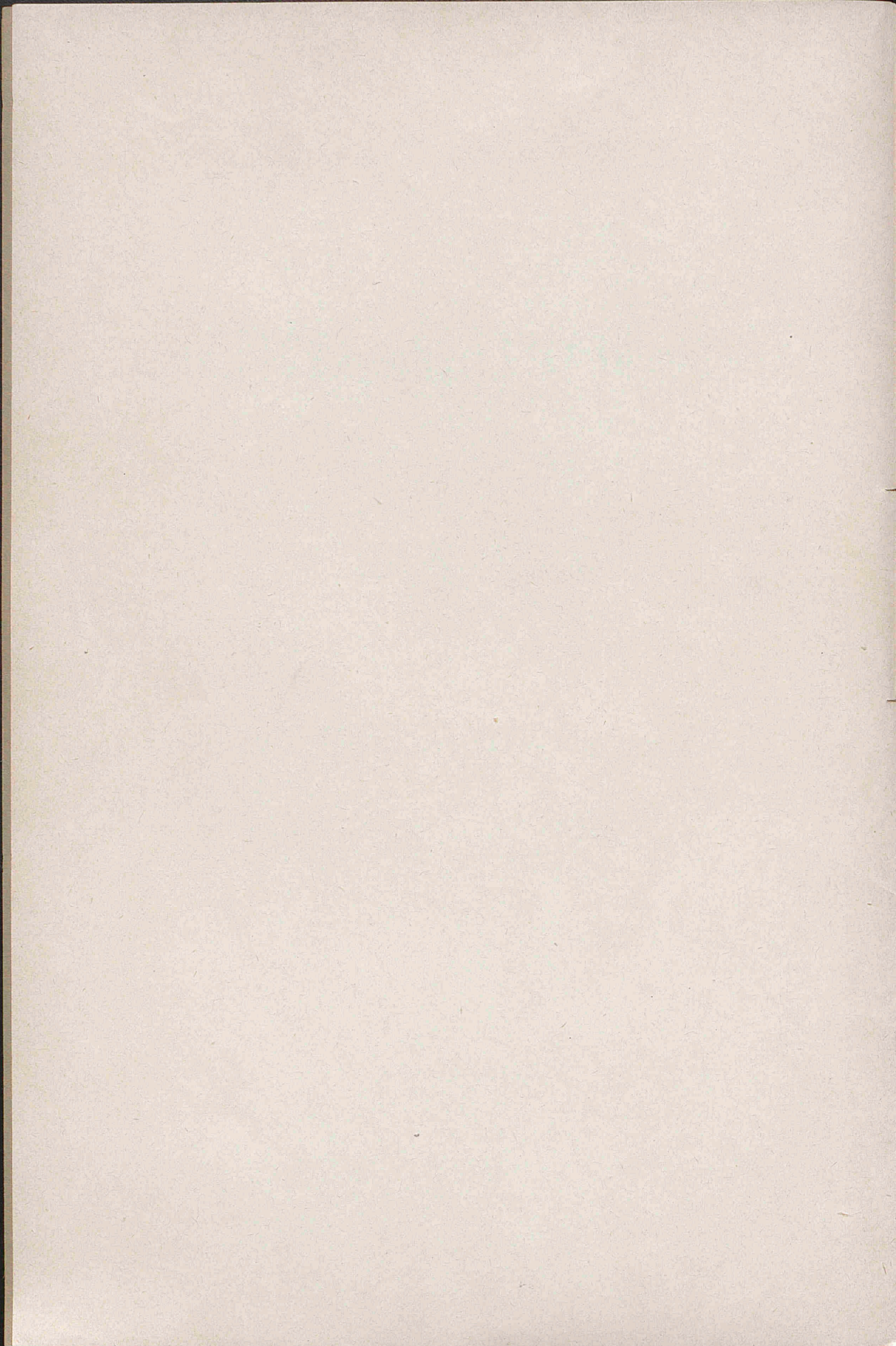


MADRID

IMPRESA Y LIBRERÍA DE NICOLÁS MOYA

Garcilaso, 6 y Carretas, 8.

1904



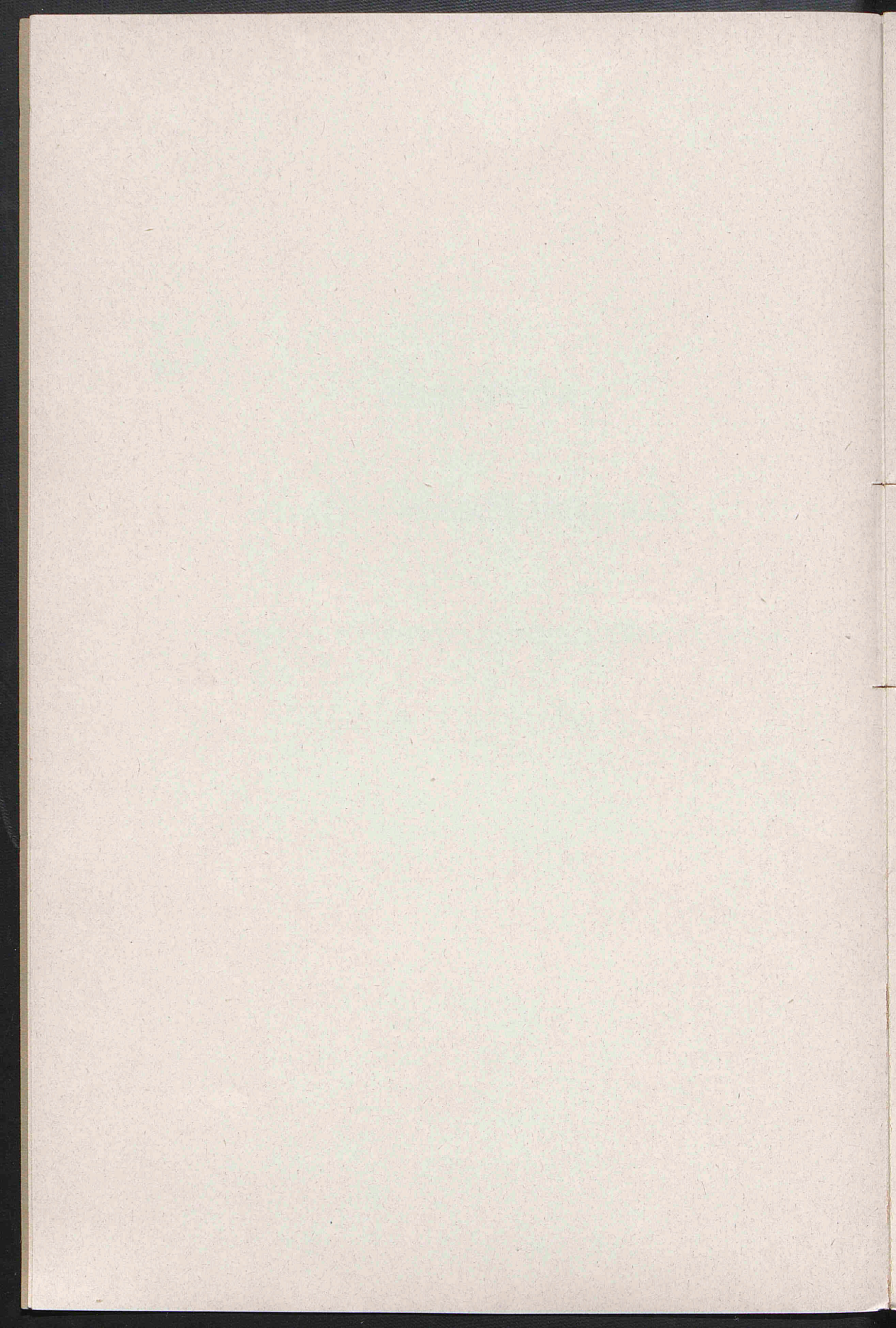


A MI QUERIDO MAESTRO

D. SANTIAGO RAMÓN Y CAJAL

Como pequeña prueba de admiración y respeto

EL AUTOR





RESPETABLE TRIBUNAL.

Sorprendido en la agradable tarea de la Histología por la necesidad de presentar una Memoria con que recibir el grado de Doctor, mi primer pensamiento fué que su asunto lo constituyeran estas materias; pero bien pronto á tal determinación casi instintiva, siguió la duda de que fueran pertinentes para aprobar el grado superior de las instituciones médicas, que llevan constantemente unida de una manera explícita ó latente la idea de enfermedad, un asunto sacado de sus ciencias auxiliares, que más tiene el aspecto de anatomía comparada que de Medicina. Mas considerando que el avance de la Medicina no puede hacerse sino por el armónico progreso de sus ramas y ciencias auxiliares, que probablemente su gran desarrollo en estos últimos tiempos se debe al consorcio del laboratorio con la clínica, y que, por regla general, las Memorias que se presentan son de asuntos clínicos, existiendo solamente alguna muy de tarde en tarde sobre otras materias, me decidí á seguir mi primera intención. Por otra parte, traté de ver si legalmente podía hacerlo, y consultando la *Gaceta* que á este punto se refiere, me convencí de que no se impone otra condición, dentro de cualquiera de las materias del plan de estudios, que la originalidad.

Decidido en este sentido, faltábame elegir objeto especial dentro de la Histología sobre qué dirigir mis exploraciones, y en

este punto he de confesar que el asunto elegido no lo ha sido por mí, sino por mi maestro D. Santiago Ramón y Cajal, que, consultado sobre este particular, me transmitió sus dudas sobre la independencia de los núcleos que ordinariamente se describen en el cuerpo geniculado externo y su creencia de que faltaba mucho que averiguar respecto á la estructura de este núcleo y sus homologías en los diferentes animales, á la par que me aconsejó dirigiera mis esfuerzos en este sentido.

Siguiendo los consejos de mi maestro, emprendí una serie de investigaciones, que me han ocupado varios meses, y de las que son resultado las siguientes páginas. Confieso ingenuamente que mi pensamiento era no someter este trabajo al juicio del Tribunal en tanto que el suficiente número de preparaciones y la madura observación de las mismas me hubieran permitido dar por terminada mi tarea; pero consideraciones de índole particular me obligan á presentar la Tesis antes con antes, confiando en que, si no es lo que hubiera deseado en punto á labor y exposición, el Tribunal sabrá apreciar que representa el trabajo de muchas horas, y compensará las deficiencias que en ella encuentre con el deseo de hacer algo que tenga poco de erudición y lo más posible de experiencia personal.

Colocado el cuerpo geniculado externo como estación intermedia en la marcha de las corrientes nerviosas desde la retina al cerebro, de interés era el desentrañar su estructura, contribuyendo al conocimiento del *substratum* anatómico de función tan importante; pero este interés se acrece en extremo, desde que los trabajos de Monakow, Forel, Ganser, Honneger, etc., por el procedimiento indirecto de las degeneraciones, y de Pedro Ramón, y S. R. Cajal, Kölliker, etc., por la apreciación directa de las fibras teñidas por el método de Golgi, han demostrado de modo evidente, que dicho ganglio es el principal colector de las fibras ópticas procedentes de la retina y que de él emanan los conductores destinados á llevar á la corteza occipital las excitaciones productoras de la visión mental.

Tres son los centros ópticos que se pueden considerar como primarios, á ejemplo de Monakow y otros autores: el *tubérculo cuadrigémino anterior*, el *cuerpo geniculado externo* y el *pulvínar* (1).

De los tres centros ópticos primarios, el que antes aparece en la serie filogénica es el tubérculo cuadrigémino anterior, aunque después queda relegado á un lugar muy secundario, como estación de los reflejos que de la función visual se derivan, á causa de haber emigrado la percepción visual á otro centro superior. El cuerpo geniculado externo es más tardío en aparecer, pero su importancia va aumentando gradualmente, de modo que en el gato y perro, animales de que principalmente me he servido en mis experimentos, recibe la mayor parte de las fibras ópticas, y en el hombre, si bien es verdad que sus dimensiones son menores en relación con las del tálamo, como indicando una disminución en su papel fisiológico, los muchos pliegues que presenta y el gran número de fibras que recibe (80 por 100, según Monakow), nos hace ver que su valor fisiológico no ha decrecido, y por el contrario, más bien se ha aumentado. El papel que al pulvínar atañe es poco conocido; en todo caso, las observaciones anatomo-

(1) Otros núcleos considerados como tales por Stilling, Bernheimer y Kölliker á saber, el cuerpo de Luys, tuber cinereum, cuerpo geniculado interno, etc., no lo son, como había demostrado Monakow, haciendo observar su independencia en las degeneraciones consecutivas á la extirpación de un ojo, y se ha confirmado posteriormente, tanto por la observación directa con el cromato de plata de los lugares en que se terminan las fibras del *tractus*, cuanto por la investigación de las verdaderas relaciones de estos núcleos.

patológicas parecen demostrar que sus células no dan fibras para la visión mental. En cuanto á otros focos, como el de la *cinta óptica*, descubierto por mi maestro (1) en el ratón y conejo y el *núcleo accesorio* de la vía bigeminal óptica, probablemente representan también centros productores de reflejos visuales.

Mis investigaciones macro-microscópicas han versado exclusivamente sobre el *cuerpo geniculado externo*, habiendo usado el método de Marchi, Nissl y Golgi, y trabajado de preferencia en el gato y perro.

En dos partes podemos dividir la exposición metódica de los resultados obtenidos de nuestros trabajos: 1.^a, disposición macroscópica, y 2.^a, estructura.

I. — DISPOSICIÓN MACROSCÓPICA

Fácil de comprender es que no nos vamos á ocupar de su aspecto exterior, pues que éste ha sido descrito hace ya muchos años, y repetir lo que en cualquier libro se puede encontrar, no vendría á cuento. Sabido es que en éste como en otros núcleos nerviosos, la parte que hace eminencia al exterior no es, ni mucho menos, la totalidad del ganglio, y que á la investigación de su disposición interior, á la par que de su estructura, se han dedicado muchos autores: Ganser, Tartuferi, Monakow, Kölliker, Cajal, Déjerine, etc. De los trabajos de unos y otros parecía haberse llegado á la conclusión de que el cuerpo geniculado externo estaba formado por dos núcleos (fig. 1, 1^o): *cuerpo geniculado lateral dorsal*, mayor y superior, que era el que verdaderamente hacía eminencia al exterior, y el *cuerpo geniculado lateral ventral*, colocado por debajo de aquél y ambos en situación periférica; y si bien es verdad que esta disposición se encuentra en los roedores, sobre todo en el conejo, en el que ambos focos aparecen separados por una línea de substancia blanca, en otros mamíferos, como el gato, el aspecto que se presenta en los cortes por los métodos de Marchi y Nissl, es diferente. Se siguen observando también dos núcleos en los cortes medios posteriores del ganglio, uno externo superior y mayor, colocado periféricamente haciendo eminencia, *lóbulo dorsal* de Cajal, y otro interno inferior, menor y profundo, *lóbulo redondo* de Cajal; pero en los cortes anteriores sólo se observa un núcleo redondeado, grande y profundo, que es el representante del segundo; y por último, en los más posteriores hay uno sólo periféricamente colocado. Estos diferentes aspectos se ven con claridad con el método de Marchi, cuyos cortes presentan ambos focos separados por una gran vía de fibras

(1) S. Ramón y Cajal: *Trab. del Lab. de Inves. biol.*, tomo II, 1902.

degeneradas (fig. 2, 4); mas en los cortes teñidos según el método de Nissl, ya se ofrecen algunas dudas, ocurridas con anterioridad, á nuestro maestro en vista de estos mismos hechos.

Para resolverlas, hicimos por el método de Nissl tres series de cortes: uno de secciones frontales, otra de horizontales y la tercera de antero-posteriores, comprendiendo el cuerpo geniculado en su totalidad; exami-

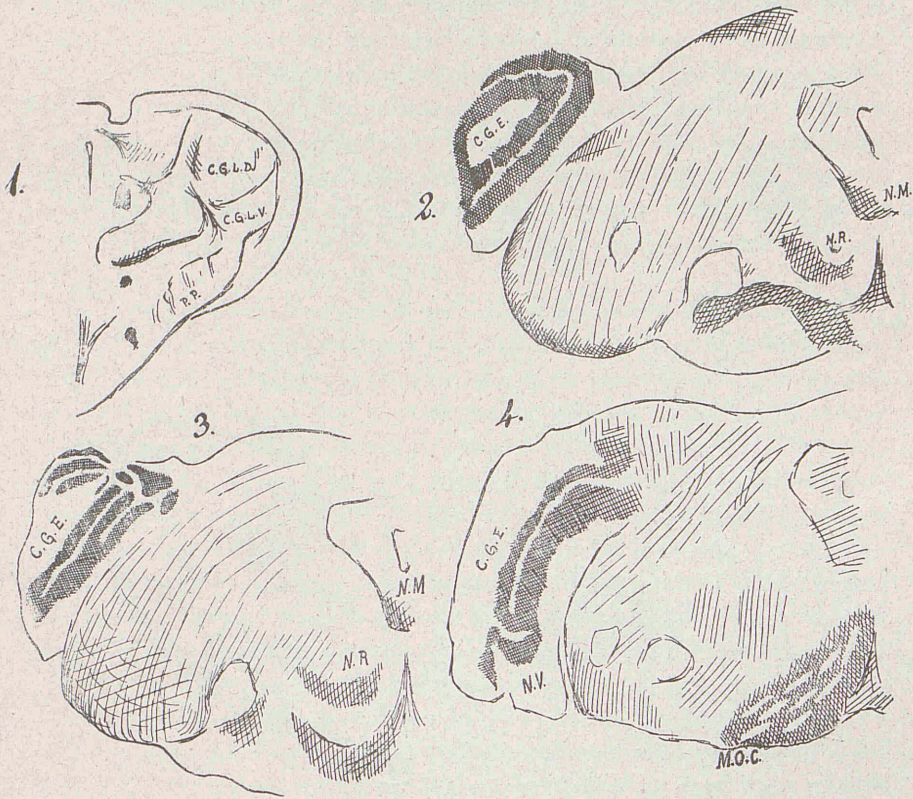


Fig. 1.—1, corte frontal del tálamo del conejo, tomado de Kölliker, para demostrar la distribución que se daba antes á los dos núcleos; C, G, L, D, cuerpo geniculado lateral dorsal; C, G, L, V, cuerpo geniculado lateral ventral; 2, 3 y 4, cortes frontales del tálamo del gato (semiesquemáticos); 2, al nivel de la convexidad de la cola; 3, por la concavidad de la misma; 4, en la unión de cabeza y cola; C, G, E, cuerpo geniculado externo; N, M, núcleo del motor ocular común; N, R, núcleo rojo; M, O, C, motor ocular común; N V, núcleo accesorio ó ventral. (Método de Nissl).

nada la serie frontal, las sospechas adquirieron el relieve de certidumbre dentro de nuestra conciencia, pues vimos cómo los núcleos se iban continuando unos con otros sin verdaderas fronteras separatorias; pero fueron las series horizontal y anteroposterior las que dieron completa

confirmación de ellas, sobre todo la última, que nos permitía observar el núcleo en toda su extensión. En los cortes anteroposteriores, el ganglio se nos presenta en forma de vírgula ó coma (fig. 2, ²), con una porción gruesa y redondeada cabeza, que es anterior, inferior é interna, y otra alargada y delgada cola, que es posterior, superior y externa; aquélla incluida dentro del tálamo, ésta superficial, formando por su convexidad la eminencia conocida con el nombre de ganglio. En los horizontales se observa

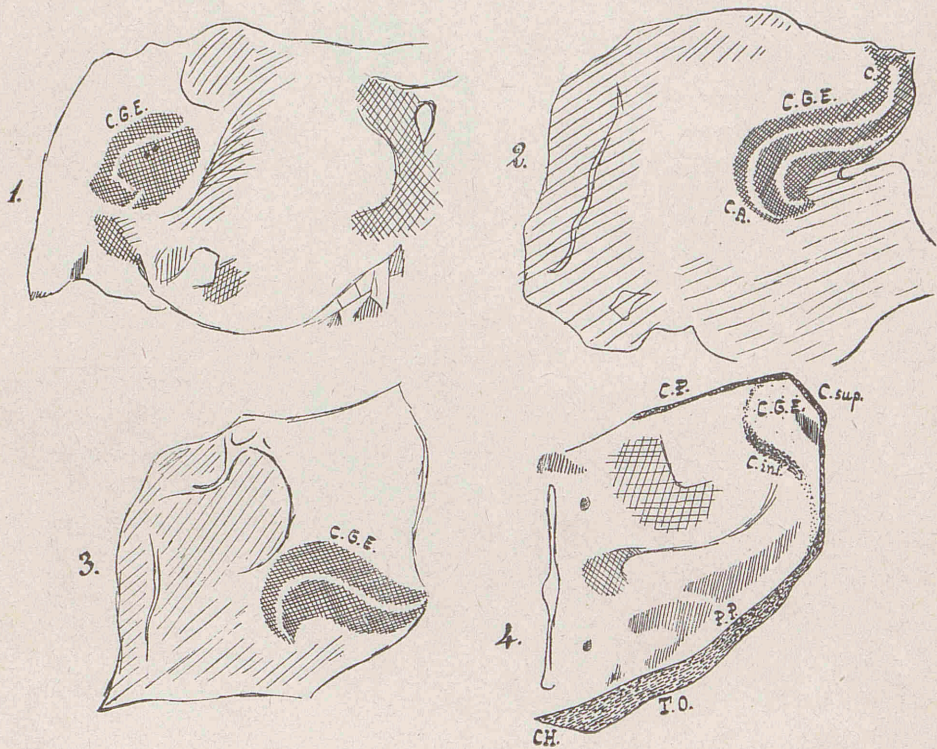


Fig. 2.—1, corte frontal al nivel de la cabeza ; 2, anteroposterior ; 3, horizontal, del tálamo del gato (semiesquemáticos) ; C, G, E, cuerpo geniculado externo ; C, cola ; C, A, cabeza ; 4, mitad izquierda de un corte frontal (semiesquemático) del tálamo de un gato á quien se habia extirpado quince días antes el ojo derecho (método de Marchi) ; C, H, quiasma ; T, O, cinta óptica ; P, P, fascículo piramidal ; C, *inf.*, corriente inferior ; C, *sup.*, corriente superior ; C, P, corriente bigenital.

una forma semejante con la cabeza interna y la cola externa (fig. 2, ³); algún autor, como Kölliker, representa en su obra *Handbuch der Gewebelehre des Menschen*, págs. 550 y 551, secciones horizontales en que se ve la forma verdadera del núcleo; pero el no haber hecho la serie completamente y tratarse de dos porciones que ocupan planos diferentes, no

le permitieron sospechar el hecho. Tanto unos como otros, á la par que nos demostraban la verdadera disposición del ganglio, nos hacían comprender el por qué de los diferentes aspectos que se ven en los cortes frontales, principalmente observados por los demás autores; en efecto, si hacemos el corte frontal al nivel de la convexidad de la cola, el ganglio aparecerá único y superficial, rodeado por todas partes de fibras del tractus y como separado del resto del corte (fig. 1, ²); hecho éste por la concavidad de la cola de modo que queden seccionadas las dos extremidades del arco que forma, se presentan separados por una parte de substancia blanca (fig. 1, ³); por delante, ya no se secciona más que la unión de la cabeza á la cola primero (fig. 1, ⁴), y ésta solamente después y como es más voluminosa y redondeada que aquélla, en los cortes va apareciendo el núcleo único (*núcleo redondo de Cajal*), cada vez más redondo y más grande, hasta que se termina rápidamente por ser también redondeado de delante á atrás (fig. 2, ¹).

Si hacemos el mismo estudio en el hombre, observamos que tanto en unos como en otros, no podemos apreciar sino un sólo núcleo, homólogo, según Tartuferi, del núcleo ventral, que, como veremos, es la porción más importante y á la que van á parar mayor número de fibras del *tractus opticus*, aunque, según Monakow, sólo tendría relación con fibras cortico-talámicas. Ahora bien, este ganglio (fig. 4, ⁴), que tiene forma rectangular tanto en los cortes frontales como en los anteroposteriores, con el eje mayor dirigido hacia abajo y afuera en los primeros, y casi vertical ó ligeramente oblicuo en los segundos, se encuentra dividido en una porción de láminas grises, separadas por otras de substancia blanca, pero todas desiguales é irregulares en su forma, si bien tienden á una estratificación análoga á la peculiar del gato, constando de más capas, de éstas unas más delgadas que en este animal, y otras más gruesas, conformación debida indudablemente á la necesidad de aumentar la superficie sin recurrir al aumento de volumen, hecho que se encuentra en otros muchos puntos del sistema nervioso. Este núcleo ocupa una situación superficial, completamente rodeado por las fibras del *tractus opticus*, que aquí es sumamente robusto.

Más dificultades presenta el establecimiento de las homologías de estos núcleos con los de los roedores, cuerpos geniculados laterales, dorsal y ventral de Kölliker, foco superior é inferior de Cajal, pues realmente no se corresponden por su situación y aspecto con los dos que aparentemente se observaban en el gato; en su *situación*, porque estos dos son superficiales; en su *aspecto*, porque al revés de lo que ocurre en el gato, el más importante es el dorsal. Ahora bien, si miramos con una lente los cortes medios del gato (fig. 1, ⁴), en que no se ve sino el principio de la

cola, se advierte que debajo de este ganglio y separado por una lámina de substancia blanca, sobre todo por su parte externa (porque en la interna no se hace bien la separación), hay en pleno *tractus* un pequeño núcleo triangular que pudiera representar el cuerpo geniculado lateral ventral, así como el cuerpo geniculado lateral dorsal es representado por el núcleo principal. Por lo demás, este pequeño núcleo no aparece claramente en mis secciones anteroposteriores teñidas por el método de Nissl; pero se presenta de un modo evidente en los preparados de Golgi, puesto de relieve por una vía de colaterales del *tractus*, que se dirige á esta región.

En resumen, podemos decir que en el gato, perro y hombre, el *cuerpo geniculado externo* está constituido por un solo *núcleo principal* que afecta forma y situación diferentes en los distintos animales, y otro *pequeño ó accesorio* colocado por debajo de éste, y que sólo se presenta en algunos de ellos.

II. — ESTRUCTURA

Ya á simple vista y mejor ayudados por una lente, podemos ver que el cuerpo geniculado externo presenta en los preparados de Nissl substancia blanca y gris; aquélla formando una cubierta superficial que rodea al núcleo con diferente espesor, según las regiones. Forma la substancia blanca dos láminas medulares que le dividen en tres pisos; éstos y las dos láminas sólo se observan por completo en la cabeza y primera parte de la cola, porque en su parte posterosuperior desaparece la lámina inferior, quedando, por consiguiente, sólo dos pisos que se conservan ya hasta el final.

Aplicando otros métodos (Marchi, Golgi), además del anterior, podemos distinguir fibras y células diferentes, y para describirlas con orden seguiremos la marcha de las corrientes, adaptándonos al método que emplea nuestro maestro para la exposición del cuerpo geniculado y otros muchos núcleos en su *Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados*. Así, pues, empezaremos la descripción por la terminación de las fibras ópticas, continuándola con la de las células y sus axones que forman la corriente aferente, y concluyéndola por la de las fibras que, procedentes de la corteza, se terminan en este núcleo y la de las láminas medulares.

1.º **Fibras del tractus opticus ó aferentes.** — Si con un pequeño aumento examinamos una preparación del método de Marchi, de la parte posterior del tálamo del gato, comprendiendo los cuerpos geniculados externos, después de haber extirpado un ojo y orientado algo oblicuamente

el corte, de modo que sorprendamos la mayor extensión posible de la cinta, podemos apreciar lo siguiente (fig. 2, ⁴): la cinta óptica presenta en los dos lados abundantes gotas de grasa, algo más en la opuesta al ojo extirpado, y éstas se disponen irregularmente en la masa de la cinta, sin que nos haya sido posible separar regiones diferentes correspondientes á los fascículos homo y contralaterales; una vez llegado á la parte inferior del cuerpo geniculado, se divide aparentemente en dos corrientes llamadas superior é inferior por Cajal; la inferior, mucho más gruesa, penetra en el espesor del núcleo, separando las dos partes que antes se consideraban en él, y que aquí, á causa de la oblicuidad del corte, se muestran con gran claridad; desde este punto, la mayor parte se incurva para terminar en la cabeza, pero una pequeña parte, en los cortes posteriores, sigue su camino ascendente hasta unirse con la otra corriente por encima del cuerpo geniculado. La corriente superior continúa por la región periférica del ganglio agotándose gradualmente, pero no por completo, pues que una corta porción, unida con la precedente de la corriente inferior, continúa su camino por la superficie dorsal del tálamo correspondiente al pulvinar. Si observamos cortes cada vez más posteriores, veremos que de esta confluencia parten las fibras que se dirigen al tubérculo cuadrigémino anterior; en cambio, cuando los cortes se dan por delante del cuerpo geniculado y pulvinar, en el tálamo no se ve degeneración, porque indudablemente las fibras del *tractus* terminan por completo en estos centros ópticos primarios, y como afirmaba nuestro maestro, «no hay, á pesar del dictamen de algún autor, ninguna vía retino-cerebral directa, ni tampoco comunicaciones entre el *tractus* y la habénula y otros focos talámicos».

En los núcleos, tanto dorsal ó cola como redondo ó cabeza, la degeneración se presenta también en los dos lados, más en el opuesto al ojo extirpado y más en el inferior que en el superior; y vuelvo á repetir que estos dos núcleos son resultado de la orientación de los cortes, que el núcleo es único, y que si empleo estos nombres de dorsal ó cola, etc., es para facilitar la descripción. Una cosa análoga podemos decir de las corrientes, pues también son resultado del modo de hacer los cortes; realmente, estos nombres de corriente superior é inferior pueden subsistir, porque la cabeza recibe una gran parte de las fibras de la cinta, y como han de distribuirse en una región grande, penetrando por una porción muy limitada de su superficie, presentan el aspecto de una robustísima vía; en cambio, la parte destinada á la cola, que además de agotarse en su espesor menor, tiene una extensa puerta de entrada por la parte convexa, se nos ofrece en todos los cortes como mucho menos robusta; pero para que estos nombres subsistan, es necesario hacer constar que la vía óptica

no se divide, sino que se presenta en todos los momentos única y continua, cuando se estudian cortes anteroposteriores teñidos por diferentes métodos.

En los roedores es también otro el aspecto en relación con la distinta morfología que presenta el núcleo; al llegar la vía óptica á la parte baja del foco inferior, una gran parte de las fibras continúa su trayecto periférico, en tanto que otras siguen un camino paralelo al través del ganglio, reuniéndose, después de dejar multitud de fibras y colaterales, en la parte alta para retroceder en busca del tubérculo cuadrigémino anterior, porque en estos animales probablemente no hay vestigios del pulvinar.

En el hombre, las fibras rodean por todas partes al núcleo y forman, además, las láminas blancas irregulares que le dividen, y aunque en él se terminan las cuatro quintas partes de las fibras, las restantes traspasan el cuerpo geniculado externo, penetrando en el pulvinar.

El hecho de ser el cuerpo geniculado externo punto de terminación de las fibras ópticas, era conocido hace mucho tiempo desde que el procedimiento de las degeneraciones y el de las atroñas de Gudden, habían sido aplicados por Monakow (1), Forel (2), Ganser, Honneger, etc., al conocimiento de las vías ópticas. Ya algunos autores, como Marchi (3) y Tartuferi (4), habían hecho ensayos infructuosos para colorear las terminaciones ópticas por el método de Golgi. Cabe á Pedro Ramón Cajal la honra de haber sido el que por primera vez observó estas ramificaciones (5). Después han sido vistas por su hermano (6), Kölliker (7), Edinger (8) y Van Gehuchten (9).

También por nuestra parte hemos podido observar estas terminacio-

(1) *Monakow*: *Arch. f. Psych.*, Bd. XX, 3.

(2) *Forel*: *Arch. f. Psych.*, XVIII.

(3) *Marchi*: Sulla struttura dei Talami ottici, *Rev. Sperimentale de Freniatria*, 1884-85.

(4) *Tartuferi*: Studio comparativo del tratto ottico é dei corpi geniculati nell'uomo, nelle scimie é nei mamiferi inferiori. Torino, 1881.

(5) *P. Ramón Cajal*: *Gaceta sanitaria de Barcelona*, 1890, núm. 1. Investigación sobre los centros ópticos de los vertebrados. Tesis, 1890, Barcelona. El encéfalo de los reptiles, Barcelona, 1891. Investigaciones micrográficas sobre el encéfalo de los batracios, reptiles, cuerpos geniculados y tubérculos cuadrigéminos de los mamíferos, Zaragoza, 1894.

(6) *S. R. Cajal*: Apuntes para el estudio del bulbo, cerebelo y origen de los nervios encefálicos, Madrid, 1894.

(7) *Kölliker*: *Verh. der Anatom. Gesellsch. in Strassburg*, Abril, 1895, y *Handbuch der Gewebelehre des Menschen*, Leipzig, 1886, 6.^a edición, Bd. II, pág. 585.

(8) *Edinger*: *Nervosen Centralorgane*, 5.^a edición, 1898.

(9) *Van Gehuchten*: *Anatomie du systeme nerveux de l'homme*. Vol. I, 1900.

nes, con la ventaja de que la orientación anteroposterior de nuestros cortes, nos ha permitido reconocer una disposición sumamente bella de las ramificaciones, que hasta ahora no había sido descrita, sino en parte, por nuestro maestro (1), que afirma en la pág. 574, cómo al llegar las fibras ópticas al ganglio inferior, se abren en forma de abanico, disponiendo las ramificaciones en estratos á modo de retina espesa, y en cambio, esta disposición se pierde en la corriente superior, porque las ramificaciones se hacen irregulares; pues bien, nuestras preparaciones nos permiten afir-

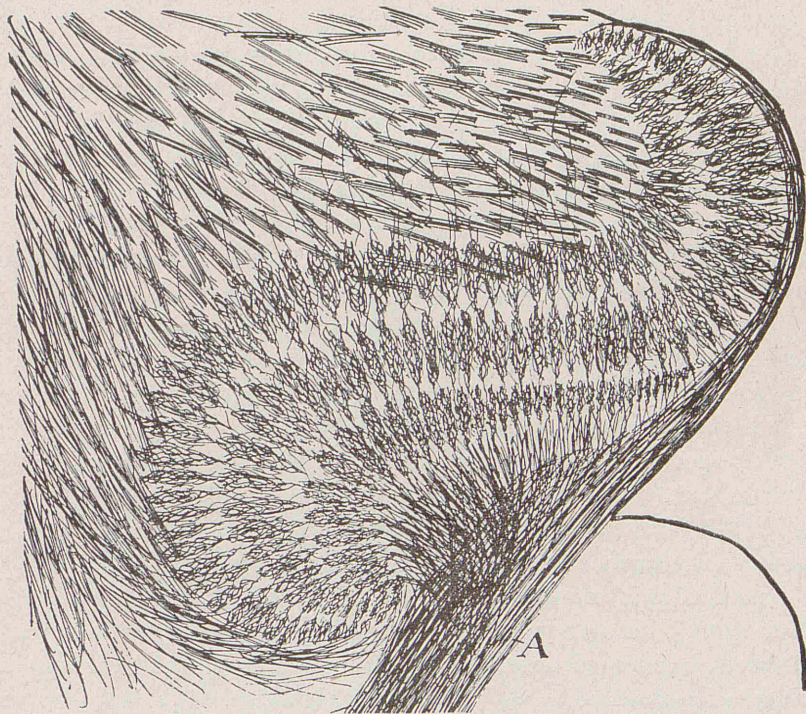


Fig. 3. — Corte anteroposterior del cuerpo geniculado externo, por el método de Golgi, donde se ve la ramificación de las fibras retinianas. — A, cinta óptica.

mar que, así como en su disposición macroscópica el ganglio es único, lo es también en su disposición estructural y que esta disposición, observada por Cajal en la cabeza, se presenta en todo el núcleo.

Las fibras penetran en el núcleo (fig. 3, A) por la parte periférica, tanto en la cabeza como en la cola, y una vez dentro, se descomponen en tres series de arborizaciones espesas y alargadas á modo de cipreses; estas

(1) *S. Ramón Cajal*: Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados, 6.º fascículo, Diciembre, 1902, pág. 662.

tres series se corresponden con los tres pisos que en los preparados de Nissl, Marchi é hidroquinona, aparecen separados por las láminas medulares; y como antes dijimos, las tres series no se presentan sino en la cabeza y parte media, porque en la cola hay dos solamente que se van adelgazando hasta terminar. Las diferentes arborizaciones no son independientes unas de otras, estando unidas las más próximas por un gran número de ramitos, de modo que su disposición aparente está determinada por un fuerte acúmulo de ramas en estos lugares.

Las series se disponen no sólo de arriba á abajo, sino transversalmente, formando á modo de radios de las curvaturas que presenta el ganglio; y esta es la razón del diferente aspecto que ofrecen las arborizaciones, según la orientación de los cortes, y de que aparezcan también los pisos en los cortes frontales y horizontales, según la región del ganglio; se comprende, observando la figura 3, que representa un corte anteroposterior completo, que si se da un corte frontal al nivel de la cola y de la cabeza, las arborizaciones serán seccionadas de través, y en cambio, en la parte media, podrá verse la estratificación, porque resultan cortadas á lo largo. En los cortes horizontales, por el contrario, las arborizaciones medias serán cortadas de través, y las de los extremos á lo largo, por lo que será posible en éstas y no en aquéllas la disposición en pisos; por último, los cortes oblicuos presentarán una estratificación más ó menos manifiesta y las arborizaciones más ó menos redondeadas, según la oblicuidad. También el aspecto del corte transversal de las arborizaciones es sumamente característico y capaz de hacernos reconocer el cuerpo geniculado externo allí donde se encuentren; son redondeadas y están formadas por unas ramitas muy tortuosas y con numerosos cruces y recodos.

Examinados estos preparados de Golgi con un aumento mayor, se ve, como había observado ya Cajal, que la fibra se bifurca y trifurca repetidas veces, entrecruzándose las ramitas de una y otra hasta formar una arborización sumamente espesa; obsérvase igualmente que á la formación de cada arborización contribuye más de un tubo nervioso, por regla general, ya directamente, ya por intermedio de ramitas que saltan de unas á otras. Los cilindros-ejes formadores de las arborizaciones del piso superior, se comportan diferentemente al atravesar los pisos inferiores; la mayoría emiten ramitas para las de estos pisos, llegando algunas hasta desempeñar un papel principal, y otras, las menos, no producen ramos.

En cada arborización obsérvase, según su tamaño, de cuatro á diez espacios claros correspondientes á los cuerpos celulares que quedaron sin teñir; hecho que, según el sentir de nuestro maestro, vendría en apoyo de la hipótesis de la avalancha de conducción formulada por él y sostenida también por Monakow, según la cual, las corrientes en su tránsito de

la periferia al centro, interesan cada vez mayor número de células. También en algunos puntos de nuestras preparaciones nos ha sido posible sorprender, dentro de una ramificación, dos ó tres células grandes y en otras cuatro ó cinco pequeñas, no siendo éstas las únicas existentes, porque sabido es que la impregnación por el cromato es parcial, y además, en los preparados de Nissl se ve que hay muchas más.

Las fibras del *tractus*, formadoras de las arborizaciones descritas, son tanto terminales como colaterales. Las primeras, en el momento de formar el recodo para dirigirse al ganglio, emiten con frecuencia al nivel de un engrosamiento, una fina colateral que sólo hemos podido seguir corto trecho, pero es muy posible que se termine un poco más adelante, de la misma manera que la fibra principal, por el gran número de fibras finas que se encuentran en la región marginal inferior, y porque su extrema delgadez aleja la idea de que se dirijan al tubérculo cuadrigémimo anterior; más factible que esto último, pero menos probable que lo primero, es que se dirijan á la pequeña porción posterior del tálamo que representa en estos animales el pulvinar. Las colaterales emergen en ángulo recto de uno de los engrosamientos de la fibra, y se ramifican del mismo modo que las terminales; una misma fibra puede emitir varias colaterales, terminándose después en el núcleo como las terminales de primera intención, ó siguen su camino hasta el pulvinar ó más allá, hasta el tubérculo cuadrigémimo anterior. Como se ve, aquí hay nuevos argumentos en pro de la avalancha de conducción, y la confirmación, en el gato, de un hecho observado por Pedro Ramón en los vertebrados inferiores, y después por nuestro maestro en los roedores; y éste es que unas mismas fibras son formadoras de la corriente refleja ó bigeminal, y de la central ó de la imagen mental, con la diferencia de que en los vertebrados inferiores lo son todos, en los roedores ya se ve alguna terminal y en el gato son muy pocas, porque las más ó se agotan en el cuerpo geniculado externo, ó continúan su trayecto sin emitir colaterales. He aquí una prueba más de la importancia que sucesivamente va tomando el cuerpo geniculado externo, á medida que ascendemos en la escala animal.

Las fibras destinadas á la cabeza recorren cierto trecho, desde la cinta al ganglio; este espacio va siendo cada vez menor, hasta que al nivel de la cola la cinta se pega al ganglio y ya parece como si las arborizaciones estuviesen implantadas sobre la misma cinta.

2.º **Células.** — Los métodos de Nissl y Golgi, son los que nos han servido para desentrañar el gran número de formas celulares que en este núcleo se presentan.

Si estudiamos los preparados de Nissl, quedamos sorprendidos desde luego por la gran variedad de células que aparecen, tanto por el tamaño

como por la forma, en todos los animales que han sido estudiados por nosotros. Por el volumen pueden clasificarse en el gato en tres grupos: *grandes*, cuyas dimensiones son de 30 á 45 μ de longitud y de 20 á 35 de espesor; *medianas*, de 17 á 30 μ de longitud por un espesor de 12 á 25 μ , y *pequeñas*, de 8 á 17 μ de longitud por 6 á 15 μ de anchura. En el hombre se conserva la misma variedad de tamaños celulares, pero todas y especialmente las grandes, han sufrido una disminución tal, que éstas tienen una longitud de 25 á 30 μ y un espesor de 15 á 24; en las medianas y pequeñas, la disminución no es tan grande y no bajan de las dimensiones mínimas que hemos encontrado en el gato, pero predominan las más pequeñas, dentro de las dimensiones que asignábamos á cada grupo. En el conejo sucede un hecho análogo, sólo que en mayor extensión, porque es rara la célula grande que pasa de 24 μ , siendo, por regla general, el promedio de las mayores 17 á 20 μ ; respecto á los demás tamaños, ocurre una cosa análoga á lo que decimos en el hombre.

No es el tamaño la única diferencia existente entre los tres grupos, las hallamos también importantes en la forma y en la estructura. Dentro de las grandes son tres las formas predominantes, la más ó menos redondeada, la rectangular y la triangular, á modo de las pirámides cerebrales, y entre éstas, una porción de formas de transición. A veces es posible distinguir con claridad el comienzo de las expansiones que, en las redondeadas, son muchas, aunque generalmente, como sucede en la representada en la fig. 4, ¹, no aparece más de una ó dos; en las rectangulares, manifiesta este método de tres (fig. 4, ²) á cinco ó seis (fig. 4, ³); las triangulares presentan de tres á cuatro, una de ellas saliendo del vértice y resaltando sobre las otras. En las medianas abunda de un modo notable la fusiforme, encontrándose alguna redondeada y tal cual célula poliédrica. Entre las pequeñas no se encuentra una forma tan predominante, pero se puede observar que las mayores son más frecuentemente fusiformes, constituyendo una especie de transición á las medianas, en tanto que las más pequeñas suelen ser redondeadas; en la fig. 4, ⁵ y ⁶, están representadas dos células de estos tipos, redondeado y fusiforme, que pudieran confundirse con uno de los innumerables núcleos de las células de neuroglia (figura 4, ⁷) que se hallan en estas preparaciones, á no ser por la pequeña capa de protoplasma que rodea al núcleo.

Todo cuanto llevamos dicho sobre células se refiere al gato y perro, porque en el hombre y en el conejo, si bien los tipos mediano y pequeño concuerdan con lo dicho, en el tipo grande del hombre la forma dominante es la triangular y la poliédrica en el conejo.

También en la estructura obsérvanse diferencias entre los tamaños celulares. Desde luego apercibimos con un pequeño aumento, que las célu-

las grandes han tomado la tionina con mucha más intensidad que las medianas y éstas que las pequeñas, y como es indudable que las diferencias de teñido de las células no son explicables sino por diferencias de afinidad y éstas por diferenciaciones químicas que llevan consigo las correspondientes estructurales, por este sólo hecho venimos en conocimiento de que debe existir una diferente estructura en unas y en otras. Esta deducción lógica queda confirmada, si aplicamos á la observación los objetivos de inmersión homogénea; entonces se ve que el protoplasma va disminuyendo desde las grandes á las chicas, de tal modo que, como hemos dicho,

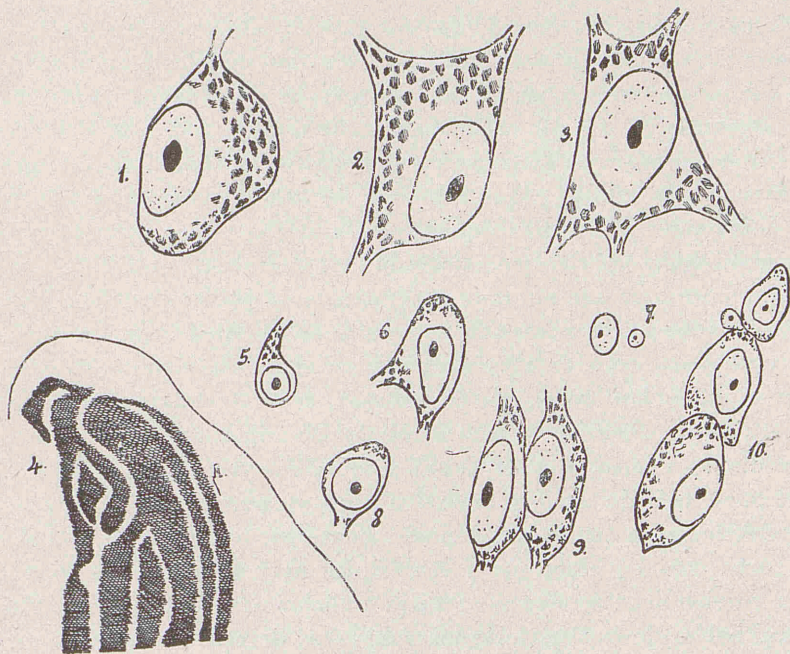


Fig. 4.—4, corte anteroposterior del cuerpo geniculado humano ; A, capa de células grandes ; 1, 2, 3, células grandes del gato ; 6, células medianas ; 5 y 8, células pequeñas ; 7, núcleos de neuroglia ; 9, células redondas lateralmente ; 10, células dispuestas en pilas.

en las más pequeñas de éstas queda reducido á una estrecha capa que rodea al núcleo, siendo en ocasiones necesario observar con gran atención para discernirlas; una cosa análoga sucede con los husos cromáticos, que en las células grandes son abundantes y dispuestos periféricamente, en las medianas pocos, y acumulados en el origen de las expansiones, aunque se observan todavía marginalmente en el resto de la célula, y por último, las más pequeñas sólo poseen alguno que otro en el origen de las expansiones y la mayor parte carecen por completo de ellos.

Si estudiamos, siempre con el método de Nissl, la distribución de las células dentro del ganglio, obsérvase en el gato un aspecto sumamente característico; se disponen en cada piso unas encima de otras, formando á modo de columnas, que siguen en su orientación á la que tienen las arborizaciones, es decir, como los radios de las curvaturas que presenta el núcleo; entre unas columnas y otras hay células que hacen que éstas no estén claramente separadas, y como sucede en las arborizaciones, esta disposición radiada depende de la acumulación en determinados puntos de las células y de las arborizaciones, con el objeto de enlazar la corriente periférica con la central.

En cuanto á la distribución de cada tipo de células en particular, son de notar también algunos hechos curiosos: las grandes están distribuídas por todo el núcleo, pero obsérvase que las de mayores dimensiones se encuentran en la parte más baja de cada piso, y sobre todo al nivel de las láminas medulares, donde se ve, de trecho en trecho, una célula grande sumamente teñida, y generalmente de forma redondeada; son menos abundantes y algo más pequeñas en la cola que en la cabeza; en ésta hay una región circular que comprende la extremidad anterior de los dos pisos inferiores en que son muy aparentes, tanto por su abundancia y tamaño, cuanto por la escasez de las células de los otros tipos. Las medianas y pequeñas están distribuídas por igual en la totalidad del ganglio, y entre ellas, las fusiformes, que predominan, están orientadas casi siempre con el eje en la dirección radiada antedicha; su número aumenta en la parte media del núcleo, ó sea en la unión de cabeza y cola y en la parte inferior; por debajo de esta región precisamente y encima del *tractus opticus*, aparece una zona compuesta exclusivamente por esta clase de células en sus partes media y posterior, y con células muy grandes en la anterior. Esta porción debe corresponder á aquel núcleo accesorio que describíamos al hablar de la disposición macroscópica; de este hecho no tenemos una demostración evidente, pero hay razones que nos inducen á suponerlo así, á saber: 1.º, el sitio donde se encuentra (debajo de la parte media y encima del *tractus*); 2.º, la observación nuestra, de que este núcleo accesorio no se separa del principal sino en la parte externa, siendo continuos en su parte interna, y tanto más cuanto más anteriores son los cortes; 3.º, si examinamos la disposición de las células en los cortes frontales del núcleo accesorio, observamos que está constituido sólo de células medianas y pequeñas en los cortes posteriores y medios y en los anteriores se ven células de las mayores; 4.º, en los preparados de Golgi hemos visto alguna que otra célula en esta región; y 5.º, á este lugar se dirige una vía de colaterales que determina el núcleo accesorio.

En el hombre, por regla general, y dentro de la irregularidad que pre-

senta en la formación de los pisos, la distribución es análoga á la descrita en el gato. No obstante, por lo que respecta á cada tipo celular, nos encontramos con que las grandes son las más numerosas, casi únicas, en la capa posterior de los cortes antero-posteriores ó en la más externa de los frontales (fig. 4, ¹); esta capa es la que con más claridad se encuentra separada, y está constituida, según la región, de una á tres células, rara vez más grandes, de forma triangular, análogas á las pirámides, que ofrecen con mucha limpieza el origen y alguna parte del trayecto de las expansiones, entre las cuales hay siempre alguna que se dirige hacia las capas próximas; por el contrario, en los pisos superiores son poco abundantes y generalmente de las más pequeñas de su tipo. Las medianas y pequeñas, distribuidas por el núcleo con cierta igualdad, se acumulan en las capas superiores que son las más espesas. Es de advertir que, así como en el gato, se sorprenden las células grandes en la parte más baja de cada piso, es decir, en la proximidad de la entrada de las fibras ópticas, en el hombre, se conserva esta disposición exagerándose, porque la capa de células grandes es la que está más próxima á la entrada de las fibras del *tractus opticus*.

En los roedores se disponen las células irregularmente, pero siempre conservando su orientación en la dirección de las corrientes.

Completando el estudio de las células con el método de Golgi (procedimiento de doble y triple impregnación, según aconseja nuestro maestro), podemos clasificar estos elementos, atendiendo á la morfología de las expansiones tanto protoplasmáticas como nerviosas. Al primer golpe de vista apréciase la coexistencia en el núcleo de los dos tipos celulares de Golgi, ó células de cilindro-eje largo y corto de Cajal.

Células de cilindro-eje largo.—Estas ofrecen una morfología diferente, según que se las considere en la masa del núcleo ó en las zonas marginales, sobre todo en la margen inferior, que está en contacto con la cinta óptica. Las de la región profunda corresponden á los tres tipos descritos al hablar del método de Nissl. Entre las de grandes dimensiones, la más abundante es la redondeada con numerosas expansiones, á veces 15 y más (fig. 5, ²), provistas de espinas cortas y gruesas, y divididas repetidas veces en dos, tres ó más ramas, llegando á constituir todas juntas una ramificación redondeada y bastante espesa; estos elementos son parecidos á las células de axon largo halladas por nuestro maestro en el cuerpo geniculado interno. Unas células análogas á éstas fueron descritas por Kölliker, en su obra de Histología ya citada, con el nombre de *Buschzellen*, si bien, como puede verse en su fig. 675, son de ramificación más corta y exentas de espinas. Dentro de estas mismas células las hay de cuerpo rectangular con 3 ú 8 expansiones (fig. 5, ¹) y piriformes, saliendo numero-

sas expansiones de la parte gruesa, y una que se ramifica en forma de pincel de la delgada; por último, las más pequeñas de este tipo y alguna grande adoptan la disposición en huso, con dos expansiones sumamente ramificadas en los extremos y alguna que parte del cuerpo lateralmente. El cilindro-eje de todas estas células es largo y parte, ya del cuerpo celular, ya del arranque de una expansión protoplasmática.

En las de tamaño mediano distingüense también varias formas; las más numerosas son fusiformes, con su eje mayor perpendicular á la cinta óp-

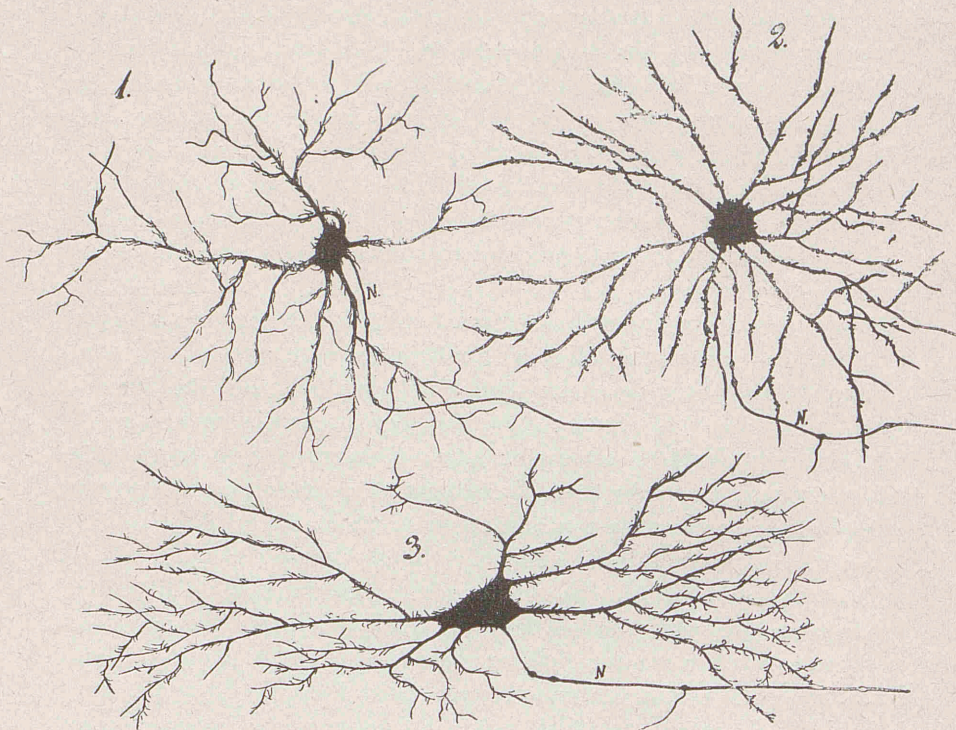


Fig. 5.—1 y 2, células grandes intranucleares ; 3, célula grande marginal ; N, axon.

tica, como habíamos observado con el método de Nissl; sus expansiones parten de los extremos, dividiéndose después hasta engendrar una ramificación también alargada; están provistas de alguna espina, pero en menor número y menos visibles que en las grandes; con frecuencia adviértese como si el cuerpo celular se alargara notablemente, con el mismo espesor, prolongándose por el tronco común de la ramificación (fig. 6, ³). Otras células medianas tienen la misma forma que las grandes, redondeadas con numerosas expansiones, y se presentan en algunas partes de nues-

tras preparaciones al lado de aquéllas con un volumen de la mitad á la cuarta parte. A veces el cuerpo es más bien poliédrico y las expansiones menos numerosas, 3 á 6, correspondiendo á las células de cilindro-eje largo descritas por nuestro maestro en el conejo (fig. 6, 1). Entre las pequeñas siguen dominando las fusiformes con las ramificaciones polarizadas. El axon, como en las grandes, en todas es largo y parte del cuerpo ó las dendritas.

Las células de la zona marginal ofrecen algunas variaciones en los diferentes tipos; estas diferencias se localizan, sobre todo, en la margen

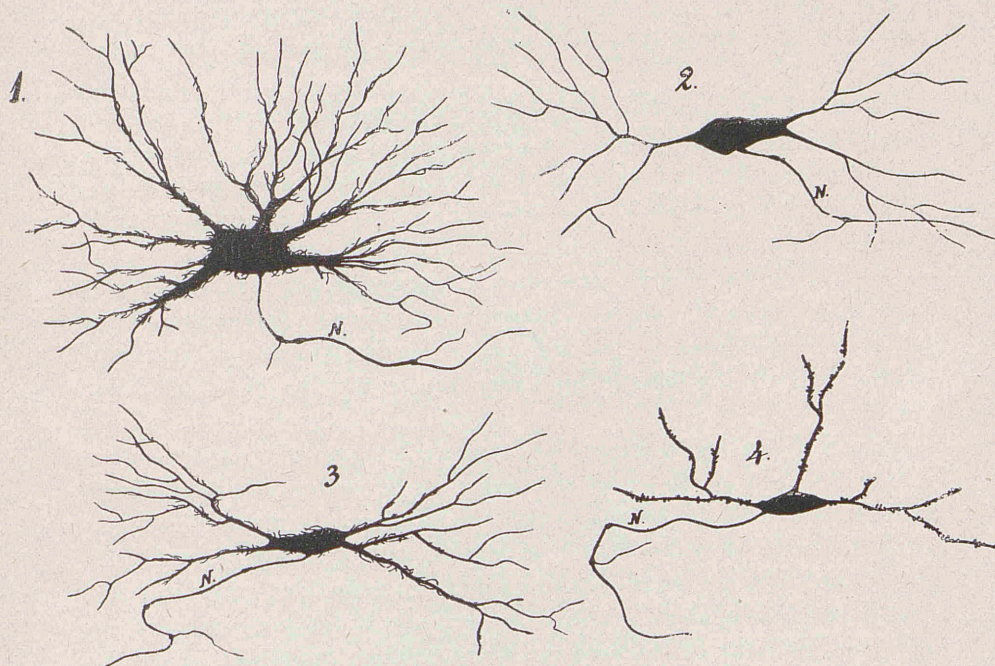


Fig. 6. — 1 y 2, células marginales; 3 y 4, células medianas intranucleares.

inferior, lindante con la cinta óptica, que dispone de las células mayores, como hemos hecho notar al describir los preparados por la tionina, tanto en las formas redondeadas, como en las formas peculiares á esta región. De éstas, las más grandes de todas, son unas células rectangulares, que emiten de seis á ocho expansiones gruesas y cortas, divididas varias veces hasta formar en conjunto una ramificación espesa, en que las ramas más largas no tienen más de cuatro veces la longitud del cuerpo (fig. 6, 1); otras afectan una forma más alargada en el cuerpo, como tendiendo á fusiformes, con cuatro ó cinco ramas gruesas, que se dividen más que las

anteriores, constituyendo una ramificación más espesa y más estrecha, y próxima á la polarización (fig. 5, ³): estas células encuéntrase en ocasiones dentro de la cinta óptica, extendiendo sus ramas por entre las fibras ópticas, y tienen algún parecido con las *Strahlzellen* descritas por Kölliker en el cuerpo geniculado externo y otros núcleos talámicos. Por último, otro grupo está caracterizado por un cuerpo alargado y estrecho con 2 ó 4 expansiones muy finas y poco divididas; unas veces se orientan como todas las marginales paralelas al borde del núcleo, y otras se presentan perpendiculares á esta línea; pero lo más característico de ellas es la ausencia de espinas en las expansiones, lo que las diferencia de todas las demás (fig. 6, ²). Por último, encuéntrase alguna que otra célula como término de transición entre éstas y las más abundantes del núcleo.

En las células medianas marginales obsérvanse dos clases: unas, las más numerosas, siguen siendo fusiformes, pero disponen sus expansiones paralelas á la línea del margen, en tanto que otras, conservando la forma multipolar, orientan sus expansiones hacia la parte profunda del ganglio, como las plantas que crecen arrimadas á una pared (fig. 7, ⁴). Las mismas dos formas se presentan entre las pequeñas, pero son menos frecuentes. El axon de estas células marginales ofrece un grosor proporcional al tamaño celular, y se dirige, unas veces directamente á formar la vía óptica central, y otras (células grandes), se mezcla con las fibras del tractus.

Para Kölliker, los cilindros-ejes de estas células marginales, destinados á mezclarse con las fibras ópticas, serían los formadores de la corriente centrífuga que va del cuerpo geniculado externo á la retina, fundando su suposición: en el tamaño de las células, en el grosor y varicosidades del cilindro-eje, que hacen pensar en un largo recorrido; en la situación profunda que ocupan estas células con relación al *tractus*, y por último, en que el no estar en contacto con fibras centrípetas ópticas, parece indicar que se trata de fibras centrífugas y no centrípetas. Nuestras investigaciones no nos permiten confirmar ni negar esta suposición, pero encontramos que no son incontestables los argumentos en que basa Kölliker su apreciación; el tamaño de las células y el cilindro-eje, indicando un largo recorrido, no quieren decir que éste haya de ser necesariamente hacia la retina; tampoco encuentro nada positivo en la situación y conexiones, porque en este sitio hállanse gran cantidad de colaterales finas de las fibras ópticas, y alguna que otra gruesa; además, en las pocas ocasiones en que hemos podido seguir el axon algún trecho, nos ha parecido seguir el camino mismo de la corriente óptica y en el mismo sentido; por último, siendo los orígenes de la corriente centrífuga, debieran en-

contrarse en relación con la terminación de las fibras cortico-geniculadas, y ya veremos más adelante que éstas se terminan en el interior del ganglio y no podemos seguirlas hasta estas células, lo cual indica que, aunque fuera cierta la suposición de Kölliker, no serían las únicas, ni siquiera las más numerosas. Nosotros, por el contrario, opinamos que estas fibras, después de un recorrido más ó menos largo por la cinta, contornean la cabeza del núcleo y penetran en la vía óptica central, formando parte de un grueso haz de fibras que siguen este camino, procedentes unas de estas células y otras de las propias de la cabeza del ganglio.

Las relaciones que guardan entre sí las células de los diferentes tamaños dentro del núcleo, no se ajustan á una ley fija, sino que están distribuidas irregularmente; hemos podido ver reunidas en una misma arborización dos ó tres células grandes con cuatro ó cinco pequeñas y medianas; más notable es el modo de reunirse las medianas y pequeñas, como puede verse en preparaciones de Nissl, encontrándose unas veces adosadas por sus caras laterales (fig. 4, ⁹), y otras formando á modo de pilas de tres ó más unidas por sus polos (fig. 4, ¹⁰), siendo de notar el hecho de que en este caso van disminuyendo de tamaño á medida que se alejan de la parte inferior de cada piso.

En estos mismos preparados puede verse que, por el mayor número de células medianas y pequeñas, en relación con las grandes, es lo más frecuente que, en torno de una de éstas, muchas veces adosadas á ellas, se encuentren seis ó siete de aquellas.

Fibras eferentes.—Los axones de todas las células de cilindro-eje largo, prescindiendo de las subópticas, se reúnen para formar la vía óptica central. Realmente, por nuestras preparaciones del gato no podríamos afirmar este hecho, porque es tan grande el número de revueltas que dan en su comienzo, que por próxima que esté la célula á esta vía, es imposible seguirlos en todo su trayecto; pero dicho paradero había sido ya establecido por la anatomía patológica en manos de Monakow y otros autores, y recibió la confirmación histológica por nuestro maestro, que pudo ver esta continuidad en el ratón de pocos días. Esto, unido á la demostración por la anatomía patológica de que no hay fibras que vayan directamente desde la retina al cerebro, nos ha permitido reconocer muchos de tales conductores centrales en nuestras preparaciones.

Como afirma Cajal, tales fibras emiten colaterales y con frecuencia dan origen á más de dos, algunas de las cuales siguen un camino recurrente para ingresar en el plexo formado por arborizaciones de origen retiniano; no es raro ver que semejantes ramas proceden de la proximidad de la entrada del axon en la vía óptica central. Una vez llegadas á ésta, la mayor parte se incurvan penetrando en la vía, pero á veces al

verificar esto generan una colateral que se dirige en opuesto sentido.

La *vía óptica central* aparece colocada en la parte superior interna del núcleo, contribuyendo á limitarle por delante, arriba y adentro, como la cinta óptica lo hace por detrás, abajo y afuera. Se encuentra formada en los cortes anteroposteriores por grupos de fibras seccionadas oblicuamente, y de éstos los más próximos al núcleo dividen las ramificaciones del piso más alto. En cortes oblicuos hemos sorprendido la vía en su longitud, pudiendo estudiar los detalles dichos. Una vez reunidos estos haces, se dirigen hacia adentro y adelante, penetrando en el tálamo y marchando después por la cápsula interna á la corteza occipital. En el ratón, nuestro maestro las ha visto condensarse en una robusta vía que se coloca por encima del pedúnculo cerebral, formando después la radiación óptica de Gratiolet ó *vía óptica central*. En el hombre atraviesan la zona de Wernike y la zona reticulada del pulvinar, salen del tálamo después de cruzarle de arriba á abajo, de fuera á adentro, de atrás á adelante, penetran en el segmento retrolenticular de Dejérine, siguen las radiaciones ópticas, terminándose en el lóbulo occipital, en todo él según unos, en el *cuneus*, lóbulo lingual y cisura calcarina, según Dejérine, y solamente en la cisura calcarina según Henschen. Esta radiación ha recibido, según es sabido, los nombres de *vía óptica central*, *radiación de Gratiolet* y *pedúnculo posterior de las radiaciones contratalámicas*.

Células de cilindro-eje corto. — Dentro de esta categoría reconócense dos formas principales: unas vistas por nuestro maestro en la cabeza del ganglio del gato y del perro, representan los elementos más diminutos del ganglio, siendo á veces difícil separarlos en el método de Nissl de los núcleos de neuroglia; cosa análoga ocurre en los preparados de Golgi, donde por su pequeñez y por la forma de su ramificación recuerdan ambas las células en araña; solamente al hallazgo del cilindro-eje pudo decidir que se trataba de células nerviosas. Cajal las describe diciendo que «afectan formas irregulares y variadísimas; sus dendritas descompónense también como las de los corpúsculos homólogos del cuerpo geniculado interno, en penachos filamentosos y espinosos de curso y aspecto muy complicados. En cuanto al axon, que es fino, se resuelve á no mucha distancia en una arborización terminal laxa poco extensa» (fig. 7, ³).

Además de éstas, hemos podido ver en algunos puntos de nuestras preparaciones, otras que pertenecen á un tamaño intermedio entre las pequeñas y las medianas, provistas de cuerpo piriforme ó fusiforme; las primeras con una expansión protoplasmática, las segundas con dos ó más, pero unas y otras largas; en todas ellas brota el axon bien del cuerpo ó de una expansión y se resuelve en una ramificación también laxa, pero extensa (fig. 7, ¹ y ²).

En cuanto á su función, está rodeada de grande obscuridad. Por lo demás, teóricamente, ya Monakow había llegado á suponer su existencia, dándoles el nombre de *elementos intercalares*. En los esquemas de este sabio figuran, tanto en el cuerpo geniculado externo, como en el tubérculo cuadrigémimo anterior y corteza cerebral, interponiéndose entre las fibras centrípetas y las células de axon largo. Pero ni Kölliker ni Cajal admiten esta posición intermedia de los corpúsculos de axon corto en ningún centro nervioso. Nuestras observaciones no favorecen tampoco la conjetura de Monakow, que sólo aparecería probable si la arborización

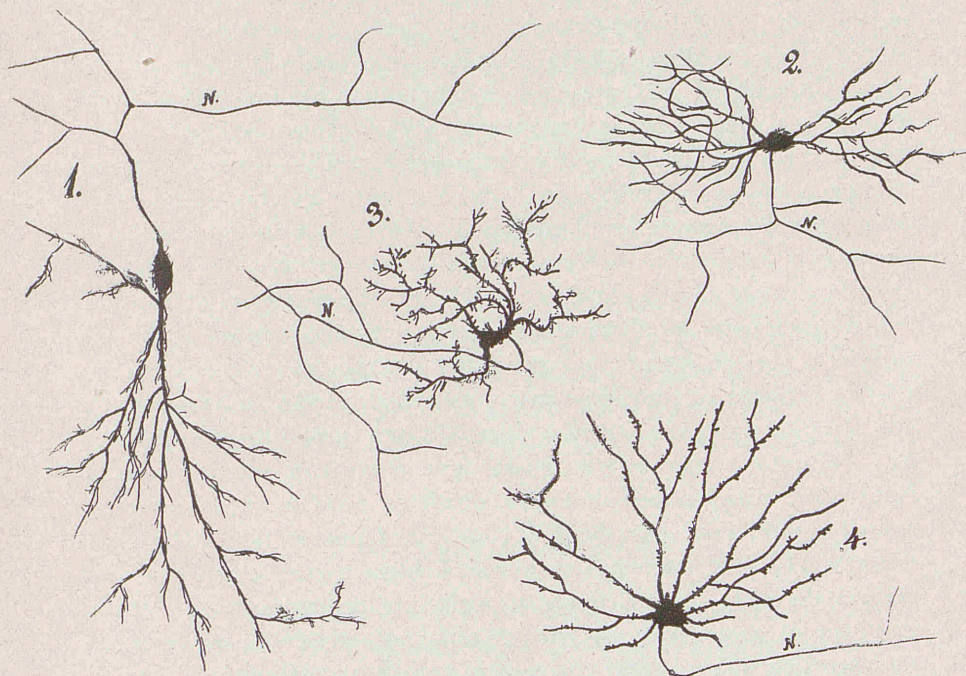


Fig. 7. — 1, 2 y 3, células de cilindro-eje corto ; 4, célula mediana marginal.

nerviosa terminal de las fibras ópticas retinianas se concretara á formar nidos á los pequeños elementos; pero no sucede así, puesto que cada arborización abarca una gran área habitada por ambos tipos celulares, y, además, la mayoría de los nidos nerviosos corresponden precisamente á células voluminosas. Por otra parte, semejantes diminutos elementos han aparecido solamente, según hace notar Cajal, en los animales superiores (en el ratón y conejo deben ser rarísimos), y sería muy extraño, en vista de esto, que desempeñara una función tan esencial á la conducción de los impulsos, como la de servir de anillo intercalar en una cadena neuronal

aférente. Mucho más probable resulta el dictamen de mi maestro, que las estima como una disposición de perfeccionamiento, acaso como condensadores de la energía destinados á robustecer la transmisión.

Fibras cortico-geniculadas.— Su existencia había sido demostrada por la anatomía patológica en manos de Monakow (1). Henschen y otros, que habían visto degenerar el cuerpo geniculado externo á consecuencia de la destrucción de la cisura calcarina; lo que llevó á Monakow á decir que en todo lugar de las vías ópticas había dos clases de conductores, centrífugos y centrípetos. A la misma afirmación habíase llegado por la destrucción experimental de la corteza occipital de los monos llevada á cabo por Edinger (2), Ferrier y Turner (3). Por otra parte, el hallazgo de estas fibras centrífugas en la retina, lóbulo óptico de las aves, tubérculo cuadrigémino anterior de los mamíferos, diferentes ganglios talámicos, etc., habían hecho desaparecer aquel dualismo establecido en el sistema nervioso entre corrientes centrípetas ó sensitivo-sensoriales y centrífugas ó motoras, permitiendo llegar á nuestro maestro á la doctrina de que la existencia de las fibras cortico-talámicas es una ley anatómica que se cumple en todos los focos sensoriales del cerebro medio y entre cerebro. En vista de aquellos hechos y de esta disposición general, hemos tratado de sorprender las fibras cortico-geniculadas por procedimientos histológicos, que son los que más satisfacen al espíritu, y, en efecto, recorriendo nuestras preparaciones por el método de Golgi, pudimos ver que por la región de la vía central y siguiendo este mismo camino, penetraban conductores sumamente gruesos que, después de cierto trecho, se incurvaban, dirigiéndose al núcleo, donde se dividían repetidas veces, contribuyendo á dar complejidad á las arborizaciones de las fibras centrípetas. Desde el momento en que se doblan, hácese muy tortuoso su camino, de modo que podríamos seguirlas por las numerosas de esta región, sin su grosor, que las hace resaltar notablemente; en el recodo suelen emitir una colateral que continúa el mismo camino todavía y que suponemos, aunque no lo hemos podido ver, que seguirá la misma suerte que el tronco; otras veces parece como que se divide en rama que se dirige al núcleo directamente y otra en opuesto sentido, pero esta es corta y hace numerosas inflexiones, partiéndose después de un camino corto en dos ó tres ramas, que se dirigen dando muchas revueltas al ganglio, donde se terminan como el tronco, por arborizaciones libres, en contacto

(1) *Monakow*: *Arch. f. Psych.* Bd. XXI y *Gehirnpathologie*, 1897, pág. 431 y siguientes.

(2) *Edinger*: *Lecciones sobre la estructura del sistema nervioso central*. Leipzig, 1896.

(3) *Ferrier y Turner*: *Philosophic. Transac.*, 1898. Vol. XC.

con las dendritas y el soma de las células. La primera división suelen hacerla en la frontera, divergiendo después y dirigiéndose á dos ó más arborizaciones separadas entre sí por otras tres ó cuatro, al mismo tiempo que por divisiones más próximas y de mas corto recorrido, forma parte de las intermedias.

La significación fisiológica de estas fibras es completamente desconocida; pero lógicamente pensando, parece que han de tener por objeto regular la corriente aferente, circunscribiendo el área de la atención.

Láminas medulares.—Hemos dicho que éstas son dos: una superior que recorre todo el ganglio, y otra inferior que sólo se presenta en la cabeza y parte media; la primera es la más clara, se ve á simple vista ó con una lente en todos los cortes; la segunda necesita un aumento mayor, porque es más confusa. En el hombre son más, pero también más irregularmente colocadas, de modo que no se puede establecer una individuación de ellas; la única que aparece constantemente es la externa posterior que separa la capa de las células grandes de las demás. Su estructura nos es desconocida, y sólo el carácter negativo de no teñirse por ninguno de los procedimientos empleados, nos hace presumir que están formadas por neuroglia.

Realmente, con la descripción de las láminas medulares, está terminada la exposición de cuanto nuestras investigaciones nos permiten confirmar ó añadir en la descripción del cuerpo geniculado externo; pero quedaría incompleto este trabajo, si no expusiéramos consideraciones fisiológicas deducidas de estas observaciones y algunas indicaciones bibliográficas.

DEDUCCIONES FISIOLÓGICAS

Hace ya muchos años que el profesor Henschen emprendió una serie no interrumpida de trabajos, para llegar á la demostración completa de su teoría, concebida en presencia de una hemianopsia por lesión de la corteza de la cisura calcarina, consistente en la proyección de los diferentes puntos de la retina sobre la cisura calcarina, de modo que el labio inferior de la cisura correspondería á la mitad inferior de la retina, el labio superior á la mitad superior y el fondo á la porción macular, que estaría en relación con los dos hemisferios. Dejando aparte, por no ser asunto de nuestro trabajo, el analizar si ésta es la sola región relacionada con la retina ó hay más, como creen Monakow, Ferrier, Munk, etc., y volviendo al cuerpo geniculado externo, es claro que si había de existir esta proyección supuesta por Henschen, era imprescindible admitir una disposición análoga en este núcleo; y, en efecto, el mismo autor ha po-

dido comprobar en varios casos de hemianopsia, en forma de cuadrante inferior, la lesión de la región dorsal del cuerpo geniculado externo y de las radiaciones ópticas con normalidad del restante aparato visual. Pues bien, en apoyo de ésta y otras observaciones robustecedoras de su creencia, vienen nuestras pesquisas, aplicando el criterio teleológico que tan admirables resultados está dando en manos de mi maestro. ¿A qué este cuidado exquisito, fuera de las naturales asociaciones, en conservar esta serie de corrientes que empezaron en la retina? Creo firmemente que una disposición tal no puede tener otro objeto que llevar sobre la corteza la proyección retiniana.

Por otra parte, la disposición en pisos del cuerpo geniculado externo conspira, según nuestra opinión, al mismo fin, pues teniendo que ser proyección aumentada por la avalancha de una superficie mayor, no podía conseguirse este resultado si no se aumentaba la superficie. Además, hemos visto en la estructura, que á cada una ó dos fibras retinianas corresponde una ramificación, de la que salían las fibras productoras de la visión central, y que las anastomosis de unas arborizaciones con otras no se hacen sino en territorios próximos, de modo que histológicamente se demuestre la independencia de conducción, que no tendría objeto conservar si había de perderse en la corteza occipital.

En el estado actual de los conocimientos relativos al cuerpo geniculado externo, no nos es posible determinar las partes que se corresponden; pero es muy probable que dada la importancia que en el ganglio tiene la cabeza ó núcleo redondo, sea ésta la región correspondiente á la mácula.

BIBLIOGRAFÍA

No es nuestra intención exponer una larga lista de libros en que de algún modo se haga referencia al cuerpo geniculado externo, sino manifestar cuáles son las obras que pueden consultarse para llegar á conocer el estado de la cuestión hasta la fecha de este modesto trabajo. Desde luego, pueden dividirse en dos grupos por el procedimiento que adoptan: en unas se busca el conocimiento del ganglio por los métodos verdaderamente histológicos, en tanto que en otras se persigue el esclarecimiento de las vías ópticas, empleando los procedimientos anatomopatológicos y experimentales. En primer lugar, y dado el carácter histológico de este trabajo, debe consultarse la admirable descripción de conjunto que hace mi maestro en su *Textura del sistema nervioso del hombre y los vertebrados*, 6.º fascículo, diciembre 1902, y á la que tantas veces hacemos referencia; otras obras que pueden consultarse, porque á pesar de ser ante-

riores, aportan algún hecho nuevo al conocimiento del ganglio, son las que se exponen en el texto al tratar de cada hecho en particular; pero, por regla general, son descripciones incompletas, bien por la fecha en que fueron hechas, y así Kölliker en su *Histología* (1896) no hace una verdadera descripción del cuerpo geniculado externo, sino que lo engloba en el tálamo óptico, bien por tratarse de investigaciones recayentes en animales inferiores. Descripciones poco detalladas por estar en obras en que tiene mayor cabida la anatomía macroscópica, son las de Van Gehuchten, *Anatomie du système nerveux de l'homme*, tomo I, 1900, y Dejérine, *Anatomie des centres nerveux*, tomo 2.º, 1901.

Relativamente, al segundo grupo existe un número de obras abrumador; pero pueden consultarse en primera línea, por ser Monakow uno de los que más han trabajado, su *Gehirnpathologie* (1897), donde se encuentra el resumen de multitud de trabajos publicados en diferentes tomos de los *Arch. f. Psych.*; también es recomendable la obra de Bechterew, *Las vías de conducción del cerebro y de la médula*, traducida al francés en 1900, y en la cual podrá encontrar el lector una amplia información bibliográfica sobre este punto en las páginas 321 y 607.

Para terminar, creemos conveniente concretar en unas cuantas conclusiones los resultados más salientes de nuestros trabajos.

1.ª Los dos núcleos descritos hasta ahora en el cuerpo geniculado externo, son uno solo continuo é incurvado en forma de coma, cuya parte más ancha ó cabeza es anterior, inferior é interna, y cuya parte más estrecha ó cola es posterior, superior y externa. El borde posterior, muy saliente, del ganglio corresponde á su porción convexa.

2.ª La cinta óptica engendra en su distribución cuatro vías: la *accessoria* ó de colaterales para el núcleo pedicular ó ventral propiamente dicho; la *externa* ó superficial, consagrada á la cola ó región superior del centro principal; la *profunda*, quizás la más gruesa de todas, destinada á la cabeza de este foco, en el que penetra por abajo y detrás, prolongándose en sentido sagital hasta el límite anterior; y, en fin, la *bigenital*, que está formada por dos corrientes de fibras, una que acompaña á la externa hasta el límite superior del núcleo, y otra que unida breve trecho á la profunda, sigue después la cara interna de la porción caudal, hasta el límite superior también, desde donde unidas ambas se dirigen hacia atrás y adentro por el *brachium conjutivum* al tubérculo cuadrigémino anterior después de haber dado algunas fibras para el pulvinar, que está poco desarrollado.

3.ª El ganglio está recorrido por tres pisos de arborizaciones ópticas, separados por dos líneas ó fronteras de substancia fibrilar. Estos pisos se

van adelgazando de la cabeza á la cola ó parte superior, que no presenta más que dos, y en ellos hállanse bien separadas y deslindadas las ramificaciones de las fibras visuales que penetran por la parte externa y posterior.

4.^a Cada arborización comprende varias células de axon largo, grandes y medianas, y algunas de axon corto. En las grandes predomina la forma multipolar, extendiendo sus prolongaciones en todos los sentidos, y en las medianas las fusiformes, teniendo el cuerpo, como las dendritas, orientado en dirección perpendicular á las fronteras fibrilares y á los bordes del ganglio.

5.^a Penetran igualmente en éste arborizaciones de fibras profundas llegadas del tálamo y probablemente continuadas con los conductores cerebro-visuales de Monakow.

6.^a En plano más ventral que el cuerpo geniculado externo, y encima de la cinta óptica, existe un ganglio prolongado, de sección triangular, especie de pedículo de aquel núcleo, y corresponde, según nuestras observaciones, al ganglio ventral geniculado externo del ratón y conejo, etc. En él se arborizan ramas colaterales, al revés de lo que ocurre en el ganglio principal, donde se extienden arborizaciones terminales.

7.^a La corriente óptica se dirige directamente desde la arborización terminal de las fibras del tractus á las dendritas y cuerpo de las células de axon largo, siendo conducida después por el axon de estas células hasta la corteza occipital, sin el intermedio de las células de asociación de Monakow.

Por último, debemos consignar que el presente trabajo ha sido dirigido por nuestro maestro Cajal, el cual, no sólo nos ha guiado en la aplicación de los métodos, sino que ha tenido la amabilidad de examinar nuestras preparaciones, y solventar no pocas dudas que nos asaltaron al hacer la interpretación. Por todo ello le damos las más cordiales gracias.

Realizó el ejercicio el 30 de Junio de 1903, siendo calificado de Sobresaliente.

FRANCISCO CRIADO. S. RAMÓN Y CAJAL. ABDON SÁNCHEZ HERRERO.

SEBASTIÁN RECASENS.

JOSÉ DONCEL.

