

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ciencias



CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA
CITOARQUITECTURA Y LAS CONEXIONES
CON EL NUCLEO CAUDADO

T E S I S

Que para obtener el Título de

B I O L O G O

P r e s e n t a

OLGA ALEJANDRA DONATTI ALBARRAN

México, D. F.

1977



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Esta tesis fué elaborada en la Facultad de Medicina
en la División de Investigación, bajo la Dirección del
Doctor Gerardo H. Vázquez Nin en el Laboratorio de Mi-
croscopía Electrónica.

Al Doctor Gerardo Hebert Vázquez Nin, por su guía
y enseñanza que obtuve y la gran admira
ción que siento por él.

A la Dra. Olga Margarita Echeverría M. que supo orientarme
para realizar bien mi trabajo.

La entusiasta colaboración de la Técnica -
Yolanda Quintana R. y la Valiosa información de los
Doctores Roing J., Diez-Martínez y Brust C.

A la Universidad y a todos mis
compañeros.

A la memoria de mi padre, con
cariño y respeto a mi madre y
hermanas, que con su colabo
ración me ayudaron.

A Guillermito.

I N T R U D U C C I O N

a) Concepto y localización del Núcleo Caudado.- Es uno de los Ganglios basales del cerebro, constituido por un gran grupo de neuronas pequeñas (Arana y Rebollo 1967). Crosby y Col.1962, Arana y Rebollo 1967, afirman su origen en el Telencéfalo, en la eminencia ganglionar que crece hacia adentro de la corteza. El núcleo caudado forma parte del cuerpo estriado o ganglios ba sales (junto con el globus pallidus y el putamen).

La extremidad anterior del núcleo caudado llamada cabeza, tiene la forma de pera y se dirige hacia el cuerno anterior del ventrículo lateral. Este núcleo visto lateralmente, tiene la forma de coma con gruesa extremidad anterior que abraza en su concavidad al tálamo y su extremidad inferior se continúa con el núcleo amigdalino. Tiene tres caras, la superior y la interna están relacionadas con el ventrículo lateral, constituyen las paredes inferior y externa de la porción frontal de dicho ventrículo. La cara inferior-externa está relacionada con la cápsula interna, presenta dos bordes, el externo corresponde al cuerpo calloso para delimitar así el piso del ventrículo lateral, el borde interno corresponde al surco optoestriado que se encuentra en la cara superior del tálamo y las formaciones que corren por este surco. Presenta dos extremidades, la anterior es voluminosa, constituyendo la cabeza del núcleo caudado, situada muy próxima a la del lado opuesto y con toda su parte in

terna libre, en el ventrículo lateral formando la pared externa de la porción anterior amplia de este ventrículo y la extremi - dad posterior forma la cola del núcleo caudado, se adelgaza mucho y termina junto a la cara inferior del tálamo óptico, conti - nuándose con el núcleo amigdalino, esta porción acompaña el - - cuerno esfenoidal del ventrículo lateral. Crosby (1962), estima que el volúmen del núcleo caudado en el hombre es de 4.6 cc. a 5.3 cc.

b) Citoarquitectura.- Las neuronas del núcleo caudado se encuentran esparcidas, dando un aspecto aparentemente homogéneo (Kemp y Powell 1971-e). En 1903, Villa y Sanz publica el traba - jo "Algunos detalles del cuerpo estriado" describiendo los dife - rentes tipos de neuronas que forman el núcleo caudado. Huguenin y Meynert (1873), las clasifican en tres clases de elementos: - las del primer tipo miden treinta o más micras; las del segundo tipo de quince micras y carecen de cilindro eje y las del ter - cer tipo de células pequeñas de cinco a diez micras. Edinger - (1903), clasifica a las neuronas en tres clases de elementos: - el primer tipo son células gigantes que miden de cincuenta a se - venta micras de forma variable, poligonales, triangulares, fusi - formes, esferoidales y piriformes. En el protoplasma de estas últimas se observan gruesos grumos cromáticos, su núcleo de - - gran tamaño ocupa buena parte del cuerpo celular, presenta un - grueso nucléolo situado aproximadamente en el centro. Estas cé - lulas son muy escasas aparecen dispersas entre los demás elemen - tos sin que pueda decirse que guardan una disposición regular.

El segundo tipo de células constituyen las más abundantes pues son casi la población total de las neuronas del núcleo caudado, miden 30 a 40 micras, de forma sumamente variable; poligonales, fusiformes, hemisféricas etc. Con el método de Nissl se ven salir del cuerpo celular tres o cuatro expansiones de las que una o dos por lo menos son gruesas, su citoplasma contiene escasos grumos de Nissl, el núcleo de regular tamaño, presenta uno o dos nucleolos no muy voluminosos. El tercer tipo de células de 15 a 20 micras de forma poco determinada por el método de Nissl, puesto que su cuerpo apenas se tiñe, se distingue la neuroglía por su núcleo de mayor tamaño y su cromatina condensada en uno o dos cromocentros, éstas son más abundantes que las células gigantes pero no como las medianas.

Estos tres tipos de células fueron también observadas con el método de Golgi. Las células del primer tipo fueron encontradas por Villa y Sanz más frecuentemente en las proximidades de la cápsula interna; son fusiformes, tienen expansiones largas y vellosas que nacen de sus polos, siguen un trayecto paralelo a los fascículos de la cápsula interna cuya masa blanca limitan hacia adentro. Su cilindro eje presenta curvas llegando a las proximidades de los fascículos de la cápsula interna para volver a penetrar en la masa gris. Por estas observaciones se puede decir que estos elementos son de axón largo descendente. Las células del segundo tipo observadas con esta técnica las clasifican en tres variedades, en cuanto a su forma, tamaño y cilindro eje.

La primera variedad son células de axón corto, las más grandes de este tipo presentan cuatro o cinco expansiones protoplásmicas, tienen la forma poligonal o esférica. Estas células son también las descritas por Cajal, que son como ya se dijo, de axón corto muy ramificado y cuya función es la de asociar territorios cercanos en la substancia gris. La segunda variedad son elementos un poco más pequeños de aspecto triangular o poligonal con tres o cuatro expansiones protoplásmicas muy largas y con un aspecto varicoso, que parten de los ángulos de los polígonos, su cilindro eje es corto, se bifurca al salir del cuerpo celular y termina en arborizaciones muy complicadas. La tercera variedad son elementos más pequeños pero los más abundantes del cuerpo estriado y se tiñen con mucha facilidad con las técnicas de impregnación argéntica. Su forma es diversa, ya sea hemisférica o fusiforme, pero lo que caracteriza a estas células son sus expansiones protoplásmicas numerosas, seis, ocho o más que salen directamente del cuerpo o de dos o tres gruesos troncos que de él parten, recorren trayectos relativamente extensos para el tamaño del cuerpo celular y se cruzan unas con otras dando a la célula un aspecto de estrellas de rayos finos y tortuosos, el axón es muy fino y frecuentemente traza una curva llegando a describir una figura cerrada, este axón es muy ramificado y a veces presenta arborizaciones cerca del soma, otras veces se continúa emitiendo algunas colaterales y se afina sin que pueda observarse su terminación. Esta célula

la es la más característica del cuerpo estriado.

Crosby y Col. (1962, en su libro de Anatomía del Sistema Nervioso, describe las neuronas del núcleo caudado, como neuronas pequeñas y células grandes con anchas ramas dendríticas situadas entre el putamen y el núcleo caudado. La apariencia general de todas estas células, es de tipo asociativos.

Adinolfi y Pappas (1968), clasifica a las neuronas del núcleo caudado en: neuronas pequeñas, de 10 a 15 micras, se caracterizan por ser redondas y tener un núcleo grande central con uno o más nucleolos y una moderada cantidad de citoplasma alrededor del núcleo. Las neuronas grandes de 18 a 20 micras que son menos abundantes que las ya mencionadas, tienen forma estrellada o triangular con núcleo excéntrico y citoplasma circular rico en organelos.

Kemp y Powell (1971-e), en sus investigaciones realizadas en microscopía de luz con material teñido con tiónina y con impregnación de Golgi agrupan a las neuronas del núcleo caudado en tres tipos: pequeñas, medianas y grandes. Las primeras miden 8 micras y forman menos de 1% del total de la población, estas células son casi de igual tamaño que las células gliales pero se distinguen por su núcleo que puede ser oval o redondo con un nucleolo bien definido, su citoplasma es uniformemente oscuro. Las neuronas medianas tienen un diámetro de 9 a 18 micras siendo más numerosas las comprendidas entre 12 a 14 micras; son neuronas con dendritas espino-

sas y forman el 95% de la población neuronal; tienen un núcleo grande, pálido y redondo rodeado de escaso citoplasma. Las células grandes tienen un diámetro de 20 micras. El método de impregnación de Golgi, demostró que estas neuronas poseen un complejo axón que forma un gran número de ramas colaterales. Otra característica señalada por los autores mencionados, es que las células se encuentran distribuidas igualmente en todas las zonas del núcleo caudado. Los cuerpos son estrellados, redondos u ovals con un campo dendrítico que no presenta especificidad en su orientación. En una muestra de 1593 neuronas con un diámetro de 9 a 18 micras, se encontraron como características principales, el gran número de espinas dendríticas y la longitud de las dendritas que llegan a medir de 180 a 240 micras, el axón principal se ramifica en todas direcciones formando un sistema tridimensional.

Por todas estas características Kemp y Powell (1971-e), clasifica a las neuronas del núcleo caudado en seis tipos: - un tipo de células pequeñas, cuatro tipos de células medianas y un sólo tipo de células gigantes.

Villa y Sanz (1903), hace una extensa revisión bibliográfica de las fibras del cuerpo estriado y las agrupa en cuatro categorías: 1) fibras que cruzan el cuerpo estriado; 2) fibras aferentes; 3) fibras eferentes del cuerpo estriado; 4) fibras propias.

El primer grupo son las actualmente llamadas de la cúp

sula interna que separan más o menos completamente en los diversos maníferos al núcleo caudado del lenticular.

Entre las aferentes relata que Koelliker, Gudden, Ca-jal y Merinesco, habían hallado por diferentes procedimien-tos observacionales y experimentales, conexiones cortico-es-triadas y en especial cortico-caudadas.

Las eferentes han sido mejor estudiadas en vertebrados inferiores, que en maníferos sugiriendo la existencia en el perro, de fibras que se originan en el cuerpo estriado y terminan en el locus niger.

Entre las fibras propias menciona los axones cortos de asociación y se refiere a conexiones caudado-lenticulares.

Adinolfi y Pappas (1968), mencionan que la mayoría de los axones del núcleo caudado son de pequeño calibre, algu-nos presentan vainas mielínicas muy finas. Estas fibras son de tan pequeño calibre que incluyendo su vaina mielínica miden menos de una micra. Una gran porción de estas fibras se encuentran en las vías eferentes del núcleo caudado.

Kemp y Powell (1971-a,b,e), con microscopía de luz, determinan que en el núcleo caudado, la mayoría de los axones son amielínicos y corresponden a fibras cortas de las neuro-nas de axón corto del propio núcleo, aunque otros son las fibras preterminales amielínicas de axones oligomielínicos aferentes.

Kemp y Powell (1971-b,c), comprobaron que las vías aferentes al núcleo caudado provienen de la corteza cerebral -

homolateral, del tálamo en un alto porcentaje y de la corteza contralateral y del cerebro medio en un porcentaje pequeño. Estos datos fueron obtenidos en gatos lesionados donde el núcleo caudado fué impregnado con el método de Golgi, observando así las degeneraciones de axones terminales en el núcleo caudado.

Todas las partes del núcleo caudado y del putamen, reciben fibras aferentes desde la corteza, siendo una proyección bilateral desde una parte limitada de la corteza cerebral al cuerpo estriado, estas proyecciones se han visto en monos (Carmen, Powell y Webster 1965), en donde nacen de áreas somáticas sensitivas, regiones motoras y en el área 5.

Los estudios realizados por Díez-Martínez, García, Prieto, Roig y Brust (1976), demuestran la presencia de vías aferentes por estimulaciones visuales y periféricas somáticas las cuales son capaces de producir potenciales evocados en el núcleo caudado. Datos de este trabajo sugieren la existencia de conexiones entre el núcleo centralis medialis y la cabeza del núcleo caudado ya mencionadas por Powell y Cowan (1956).

El núcleo caudado manda sus fibras eferentes a dos principales sitios (Kemp y Powell 1971-a): al globus pallidus y a la sustancia nigra. Estas proyecciones topográficamente bien organizadas fueron descritas por Papez (1942). La cabeza del núcleo está relacionada con la parte rostral y la cola con la parte posterior de la sustancia nigra.

(Szabo, 1962-2969). La mayoría de las fibras eferentes del cuerpo estriado a la substancia nigra terminan en la parte reticulada (Grofova y Rinvik 1970). El globus pallidus recibe fibras eferentes de todas partes del cuerpo estriado.

El núcleo caudado presenta en la mayor parte de sus elementos sinapsis axodendríticas espinosas (Kemp y Powell 1971-d; Adinolfi y Pappas 1968), que se han demostrado con el método de impregnación de Golgi y con microscopía electrónica.

Kemp y Powell (1971-d), han hecho una clasificación de las sinapsis que se encuentran en el núcleo caudado por su tamaño, morfología, ultraestructura y por las características del elemento postsináptico. Sin embargo no se han podido relacionar estas estructuras con los tipos de fibras aferentes, conexiones cortas, tipo de transmisor sináptico o características fisiológicas de las conexiones.

El funcionamiento del núcleo caudado, tiene importancia dentro de la escala zoológica en los vertebrados, donde la corteza cerebral está desarrollada especialmente en mamíferos. Villa y Sanz (1903), su funcionamiento según este autor, es de un centro reflejo superior destinado a coordinar los movimientos involuntarios y quizás sinérgico con la región motora en la ejecución de movimientos complejos.

Crosby y Cols. (1962), en numerosos estudios experimentales y observaciones clínicas, mencionan algunos hechos precisos sobre el funcionamiento caudado-reticular, por

ejemplo: la estimulación del núcleo caudado, en el putamen, en el globus pallidus o en lesiones combinadas en el mono, producen defectos motores, lesiones o ablación del núcleo caudado ocasiona trastornos hipercinéticos, movimientos involuntarios rápidos que ajustan la postura del cuerpo para proveer un fondo estable para el movimiento voluntario. - Guyton (1967), Kemp y Powell (1971-a), mencionan la existencia de circuitos entre la corteza motora y los ganglios basales entre estos se encuentra el núcleo caudado que vuelven a las mismas regiones motoras, considerándose que constituyen un sistema de retroalimentación.

O B J E T I V O S

Este trabajo se propone aclarar, si existe alguna distribución específica en los cuerpos neuronales, - fibras o terminaciones nerviosas o sobre una agrupación determinada de las neuronas de axón largo que - explique la inversión de los potenciales extracelulares que Díez-Martínez y Col. (1976) describen en la región inferior-externa del núcleo. Se intenta de - mostrar, además, la existencia de vías retículo-caudadas y retículo-talámicas aferentes al núcleo para establecer con mayor seguridad la significación biológica del núcleo caudado utilizando una rigurosa - comparación de los resultados de la morfología cuantitativa y de la electrofisiología.

PROCEDIMIENTO

1.- Se fijaron 3 gatos adultos en formol al 10%, por medio de la técnica de perfusión, se hizo craneotomía y el cerebro se introdujo directamente en una solución fijadora de formol al 10%, donde permaneció una semana. Se realizaron cortes por el método de congelación.

Método para hacer cortes por congelación: Se lava el cerebro con agua de la llave para quitar el exceso de formol, se practica un corte horizontal de tal manera que se sitúe fácilmente en el tambor del microtomo, se agregan unas gotas de agua, se deja pasar un chorro continuo de gas carbónico a la vez que se ejerce ligera presión en la pieza, con el fin de que se mantenga plana la superficie de contacto de ésta con el tambor; ya congelada la pieza, se realizan los cortes recojiéndolos con mucho cuidado depositándolos en una caja de petri que contiene agua destilada.

Coloración por el método de Nissl: éste método está encaminado a observar la estructura celular. Primero se montan los cortes en un porta-objetos cubierto con albúmina, se deja secar durante algunas horas; se sumerge en solución cresil violeta de 5 a 10 minutos, posteriormente se pasan a dos lavados de agua destilada (para quitar el exceso de colorante), se diferencia con dos cambios de alcohol de 96°, deshidratándolos con dos cambios de alcohol absoluto, se pasan a xilol y se montan en resina. Estas preparaciones se observa

ron en el fotomicroscopio Axiomat (Carl Zeiss), se localizó el núcleo caudado. Con la ayuda del Atlas del cerebro de gato, Snider y Niemer (1961), se seleccionaron los cortes situados entre 16 y 19.5 mm. por delante del plano interaural, que es la referencia frontal. Todas las observaciones hechas con esta técnica se fotografiaron en una película Panatomic Kodak de 35 mm. Esta película posteriormente fue revelada en completa oscuridad, introduciendo el rollo en 60 ml. de solución reveladora H C IIO (Kodak) con 180 ml. de agua de la llave durante cinco minutos. Pasado este tiempo se lavó el rollo en agua de la llave quitando el exceso de la solución reveladora para después pasarlo a la solución fijadora durante diez minutos, finalmente se dejó durante veinte minutos al chorro directo de agua. Después de enjuagarlo con agua destilada, se secó y quedó listo para amplificarlo. Las copias fueron tomadas en papel Policontrast Kodak, se pasaron en tres bandejas; la primera conteniendo 200 ml. de revelador (Dektol Kodak), disueltos en 400 ml. de agua de la llave; la segunda bandeja que contenía agua de la llave y unas gotas de ácido acético y la tercera bandeja con fijador. Se colocaron en la primera bandeja y se observó que estuviesen bien reveladas, se pasaron a la segunda bandeja con el objeto de que cambiasen a un medio ácido; se pasaron al fijador durante veinte minutos, posteriormente se lavaron, dejándolas durante media hora al chorro de agua; finalmente se colocaron en la secadora.

Las fotografías fueron amplificadas a siete aumentos. Las imágenes se estudiaron en el analizador granulométrico - - TGZ-3 (Carl Zeiss), en este aparato se midieron, contaron y clasificaron las neuronas del núcleo caudado. El instrumento midió a las estructuras fotografiadas inscribiéndolas en un haz de luz y se registraron luego el número y tamaño de los objetos medidos agrupándolos por clases de tamaño. Estas mismas fotografías fueron utilizadas para observar la orientación de las neuronas sobreponiéndoles una retícula transparente y contando las neuronas que coincidían con los ejes horizontales y con los ejes verticales.

Con todas estas mediciones, se hicieron cálculos estadísticos, utilizando la prueba de t de student, para determinar el nivel de significación de las diferencias entre los grupos. También para analizar la orientación de las neuronas, se calculó la probabilidad de que las diferencias entre las coincidencias con los ejes verticales y horizontales se deban a una disposición preferencial de las neuronas o al azar.

Para observar las terminaciones nerviosas del núcleo caudado, se usó el método de Cajal de nitrato de plata reducido: se fijó la pieza por perfusión en formol al 10% durante 24 horas, posteriormente se cortó por congelación poniendo los cortes de una a dos horas en la siguiente solución:

Agua destilada.....	10 cc.
Alcohol 96°	10 cc.
Amoniaco	10 gotas

Después se lavó rápidamente con agua destilada y se impregnó con nitrato de plata al 2% en agua destilada durante 48 horas (24 horas a temperatura ambiente y 24 horas a 37°C), observando que su coloración fuera café. Se calentó luego este baño dos a tres segundos a una temperatura de 45°C a 50°C, con un mechero de alcohol y se pusieron en el siguiente reductor:

Hidroquinona.....	300 miligramos
Agua destilada.....	70 cc.
Formol al 35%	20 cc.
Acetona	15 cc.

Se dejó en este baño de uno a tres minutos, después se pasaron al hiposulfito de sodio para fijarlos, se lavaron con agua destilada y se deshidrataron con alcohol etílico absoluto, después se pasaron los cortes en una caja de petri grande con una solución de creosota durante 24 horas y se montaron en bálsamo.

Método de impregnación argéntica para observar fibras-nerviosas (una variante de la Doctora Rosario Barroso Moguel).

a) Fijación de la pieza en solución acuosa de formol al 10% en un mínimo de 25 días. b) Lavado del fragmento que se va a utilizar, en agua corriente de la llave durante 20 a 30 minutos. c) Lavado del fragmento, en tres cajas de petri con agua destilada permaneciendo en cada una de ellas cinco minutos (utilizando asa de vidrio o de plástico para el manejo de los cortes). d) Cortes por congelación de grosor de 7 a 12

micras (recibiendo los cortes en cajas de petri con agua - destilada). f) Los cortes se introducen durante una hora, en un pequeño frasco de vidrio de 40 cc. con tapa de plástico que cierre herméticamente, en que se pone una mezcla de partes iguales de piridina, amoníaco y alcohol, si el tejido es de animal recién nacido, son suficientes 10 minutos. g) El lavado de los cortes se realiza sumergiéndolos uno a uno en un vaso de precipitado con agua destilada y sujetandolos con la varilla de vidrio en el fondo del vaso, por un tiempo de dos minutos. h) Se impregnaron con nitrato de plata al 2%, calentado a no más de 50°C. En esta solución los cortes adquieren color tabaco rubio aproximadamente en el curso de 15 a 20 minutos. Los cortes se sacan uno a uno y se lavan dos a tres segundos en una caja de petri con agua destilada. i) Se transfirieron los cortes a una solución de carbonato de plata amoniacal del Río Horte ga, con tres gotas de piridina. Sin destapar el vaso se calienta lentamente a 50° C, agitando cada dos a tres minutos. En esta solución los cortes adquieren color tabaco oscuro aproximadamente de los quince a veinte minutos. j) Se introdujeron los cortes en una solución acuosa de cloruro de oro 1:500 cc. En esta solución los cortes adquieren un color cenizo dejando permanezcan en frío de 10 a 15 minutos, tapados y agitando suavemente cada dos a tres minutos y permanece durante 15 minutos a 50°C, en donde

adquieren color violeta pálido. k) Introducción de los cortes durante 2 a 3 minutos, uno por uno en solución acuosa de hiposulfito de sodio al 15% con tres gotas de amoníaco.

l) Lavado de los cortes dos veces en agua destilada. m) Paso de los cortes al alcohol de 96°. n) Introducción de los cortes en creosota durante 24 horas y montarlos en bálsamo de Canadá.

Técnica para observar mielina. Se utilizó la coloración con Sudán Negro B en la siguiente forma: propuesta por Mc. Manus para observar lípidos.

1) Se fijó durante dos a cuatro semanas en el siguiente líquido:

Nitrato de cobalto.....1 gr.
Cloruro cálcico1 gr.
Formol al 10%10 cc.

2) Se cortó a congelación.

3) Se lavaron los cortes en alcohol 70° y se pasaron al colorante disuelto a saturación en alcohol 50° (varios cambios) y se montaron en glicerina. (Los lípidos aparecen teñidos en color negro).

Técnica de Luxol Fast Blue.

1) Desparafinar los cortes del cerebro con varios cambios de xileno, alcohol absoluto y alcohol de 96°.

2) Poner los cortes en una solución de azul luxol durante 16 a 24 horas a 57°C.

3) Se lava en alcohol 95° para remover el exceso.

4) Lavar en agua destilada.

5) Emplear la diferenciación con carbonato de litio al 0.05%.

6) Continuar la diferenciación con alcohol 70° hasta que la materia blanca y la gris se puedan distinguir.

7) Lavar en agua destilada.

8) Tefir durante 3 minutos en solución cresil violeta.

9) Diferenciación en varios cambios de alcohol de 95°.

10) Deshidratación en alcohol absoluto, aclarar con xileno y montar. (Se observó la mielina color azul y las neuronas color violeta).

Técnica de Fink-Keimer para impregnar fibras de degeneración.

a) Los cortes de congelación se recogen en agua formólica y se hace un breve lavado en agua destilada.

b) Se pasan a una solución acuosa de permanganato al 0.5% durante 8 a 9 minutos moviéndolos continuamente.

c) Se escurren los cortes y se decoloran en una mezcla de partes iguales de ácido oxálico, .5 gr. de hidroquinona y 100 ml. de agua destilada 30 a 60 segundos, lavarlos dos veces en agua destilada.

d) Colocar los cortes durante 45 a 60 minutos en una solución:

Nitrato de plata al 2.5%.....12 ml.
Nitrato de Uranilo 0.5%10 ml.
Agua destilada28 ml.

e) Pasar los cortes a la siguiente solución:

Nitrato de plata al 2.5%.....30 ml.
Nitrato de uranilo 0.5%20 ml.

f) Lavado tres veces en agua destilada, pasando después los cortes durante 5 minutos en solución de nitrato de plata amoniacal (preparado en el momento:

Nitrato de plata al 2.5%.....30 ml.
Hidróxido de Amonio 1 ml.
Hidróxido de Sodio al 2.5%.....1.8 ml.

g) Filtrar y secar con papel filtro la red donde se encuentran los cortes y reducir con reductor de Nauta durante - dos minutos.

h) Se lava dos veces en agua destilada, después se introducen en una solución de hiposulfito de sodio al 0.5% durante un minuto. Lavar en agua destilada.

i) Deshidratar en alcohol absoluto y aclarar en creosota, para después montarlos en resina.

R E S U L T A D O S

Para que estas observaciones fueran comparables con los resultados electrofisiológicos de Díez-Martínez y Col. (1976) y con los clásicos estudios morfológicos de De la Villa y - - Sanz (1903), se ha dividido el corte frontal del núcleo caudal en cuatro regiones: superior-externa, superior-interna, inferior-externa e inferior-interna. Las regiones internas se separan de las externas por una línea vertical situada a 5 mm. del plano sagital y las superiores están limitadas de las inferiores por una línea horizontal colocada 2.5 mm. por debajo de la tangente a la parte superior del corte del núcleo.

En el eje antero-posterior se hicieron dos zonas: la anterior comprendida entre A18 y A19.5 y la posterior entre A16 y A18 de acuerdo al Atlas de Snider y Niemer (1961).

Se midieron 37,719 neuronas y como lo demuestra la tabla I y las figuras 1-4, las zonas posteriores de las cuatro regiones presentan un tamaño neuronal medio, significativamente más alto que las anteriores. La media más alta, corresponde a la zona posterior de la región inferior-externa donde también se encuentra la frecuencia más elevada de cuerpos neuronales mayores de 35 micras, como se puede ver en la tabla II. Las regiones externas presentan un número mucho más elevado de neuronas con cuerpos mayores de 30 micras que las internas.

Las neuronas del núcleo caudado no presentan una distribución preferencial en el espacio, como lo demuestra la tabla - III, ya que no hay predominio de coincidencias con los ejes - verticales u horizontales.

En la región inferior-externa se observan con Luxol Fast-blue la entrada de haces de fibras oligomielínicas con una dirección oblicua hacia arriba y hacia adentro que pierden su vaina mielina a pocos cientos de micras de su ingreso en el núcleo. Estas son de la cápsula interna donde transcurren perpendicularmente a su contingente principal, es decir, contenidas en planos frontales. El resto del núcleo carece de fibras mielínicas.

La tinción para terminaciones nerviosas demuestra la existencia de delicados plexos de fibras preterminales que rodean los cuerpos y prolongaciones dendríticas de las neuronas del núcleo y que terminan en pequeñísimos botones o en cortas ramas digitiformes. No se observa una variación regional de estas terminaciones salvo una disposición algo más laxa de los mismos elementos en las regiones externas.

En los animales lesionados se hicieron cortes frontales del encéfalo con la técnica de Fink-Heimer para la localización de fibras en degeneración. Se estudiaron cortes seleccionados situados entre la extremidad anterior del núcleo caudado y el lugar de la lesión.

Un grupo de animales fueron lesionados en la substancia reticulada ponto-mesencefálica en un lugar situado entre P1 y A3, 2 mm. por debajo del acueducto de Sylvio y a 2 mm. de la línea media. (Fig. 5). Snyder y Niemer (1961), localizan en este sitio un núcleo llamado reticularis pontis oralis, pero no lo limitan claramente sobretodo en su extremidad anterior.

Estos animales presentan fibras en degeneración 6 a 8 días después de la lesión en la región subtalámica, en la lámina medularis lateral y medial del tálamo, en los núcleos intralaminares, en especial en el centralis medialis del tálamo, (Fig. 6) en la cápsula interna y en la región inferior-externa del núcleo caudado.

Es importante señalar que en el caudado tanto las fibras como las terminaciones en degeneración están localizadas en el cuadrante inferior-externo y predominan entre A15 y A16 (Fig. 7 y 8).

Las degeneraciones después de una lesión monolateral, son bilaterales en todas las localizaciones señaladas, sin embargo, en el núcleo caudado predominan las alteraciones homolaterales con respecto a la lesión.

Los animales lesionados en el núcleo centralis mediales del tálamo y los que se lesionó la lámina medularis lateralis del tálamo y cápsula interna entre A8 y A9.5, presentan en el núcleo caudado alteraciones similares a las observadas en el grupo anterior.

Los controles lesionados en cuerpo geniculado interno y en el tubérculo cuadrigémino posterior, presentan pocas - fibras en degeneración en el núcleo caudado. La distribu - ción de estas fibras es diferente a las encontradas en los grupos anteriores, pues predominan en las regiones internas.

TABLA I
DIAMETROS DE LOS CUERPOS NEURONALES

REGIONES												
	INF EXTERNA			SUP EXTERNA			SUP INTERNO			INF INTERNO		
	ZONA TOTAL	ZONA ANT	ZONA POST	ZONA TOTAL	ZONA ANT	ZONA POST	ZONA TOTAL	ZONA ANT	ZONA POST	ZONA TOTAL	ZONA ANT	ZONA POST
NÚMERO DE OBSER	23593	8981	14612	3901	2010	1891	4987	3182	1895	5258	3274	1984
MEDIA DE LA MUEST.	16.2 μ	16.23 μ	17.8 μ	15.8 μ	15.1 μ	16.5 μ	15.3 μ	14.6 μ	16.7 μ	15.7 μ	15.3 μ	15.8 μ
DESVIACION STANDARD	3 μ	3.8 μ	3.2 μ	3.2 μ	3.1 μ	3.1 μ	3 μ	2.7 μ	3 μ	2.9 μ	2.7 μ	2.8 μ
P (PROBABILIDAD DE QUE EL RESULTADO SE DEBA AL AZAR)												
		<< 0.001			<< 0.001			<< 0.001			< 0.001	

TABLA II

FRECUENCIA DE LAS NEURONAS DE MAYOR TAMAÑO

TAMAÑO	REGIONES							
	SUP. EXTERNO		INF EXTERNO		SUP. INTERNO		INF. INTERNO	
	ZONA ANT.	ZONAPOST	ZONA ANT.	ZONAPOST	ZONA ANT	ZONAPOST	ZONA ANT	ZONAPOST
> 35 μ	1	0	0.2	2	0.3	0	0	0
> 30 μ	2.5	5.3	1.3	5	0.6	1.1	0.9	1

LOS DATOS NUMERICOS EXPRESAN EL NUMERO DE NEURONAS MAYORES DE LOS TAMAÑOS MENCIONADOS CADA 1000.

TABLA III

DISPOSICION DE LAS NEURONAS DEL NUCLEO CAUDADO CON RESPECTO A UN SISTEMA DE EJES ORTOGONALES

EJES	REGIONES							
	SUP EXTERNO		INF EXTERNO		SUP INTERNO		INF INTERNO	
	n	SIGNIFICACION	n	SIGNIFICACION	n	SIGNIFICACION	n	SIGNIFICACION
VERTICALES	867	V = H	5767	V > H	927	V = H	1320	V > H
HORIZON- TALES	857	P = .75	5538	P = 0.02	879	P = .25	1215	P = 0.02

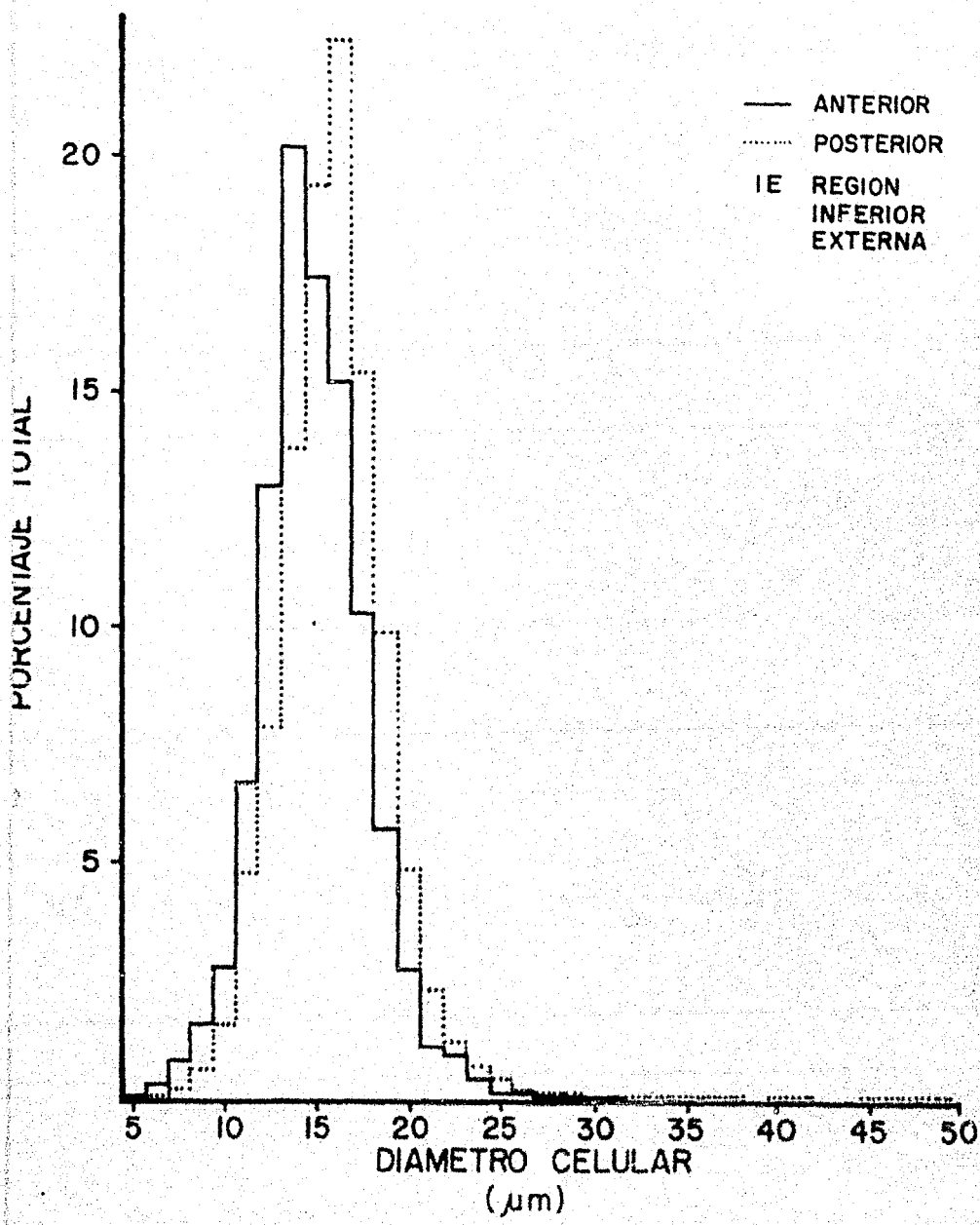


FIG. 1

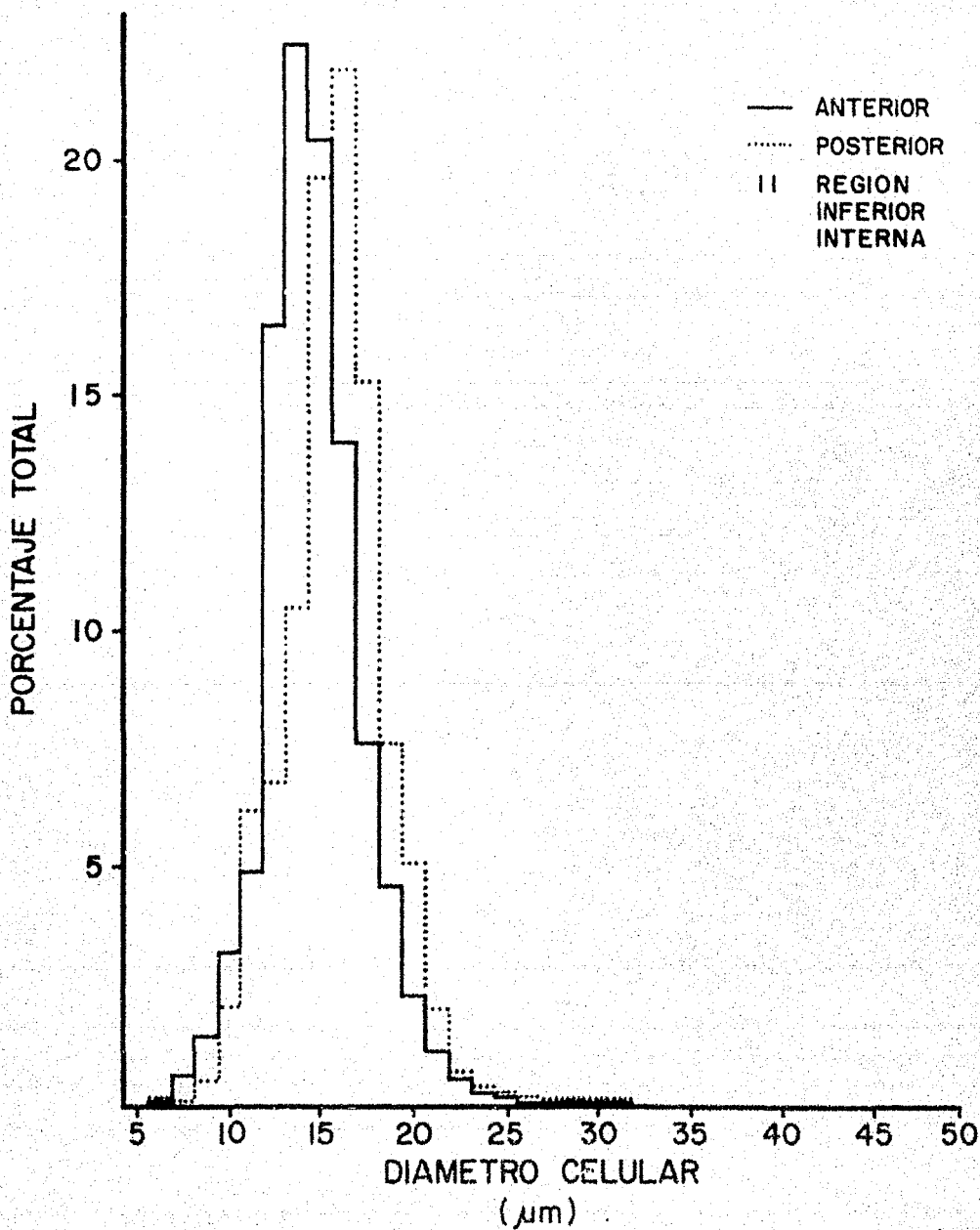


FIG. 2

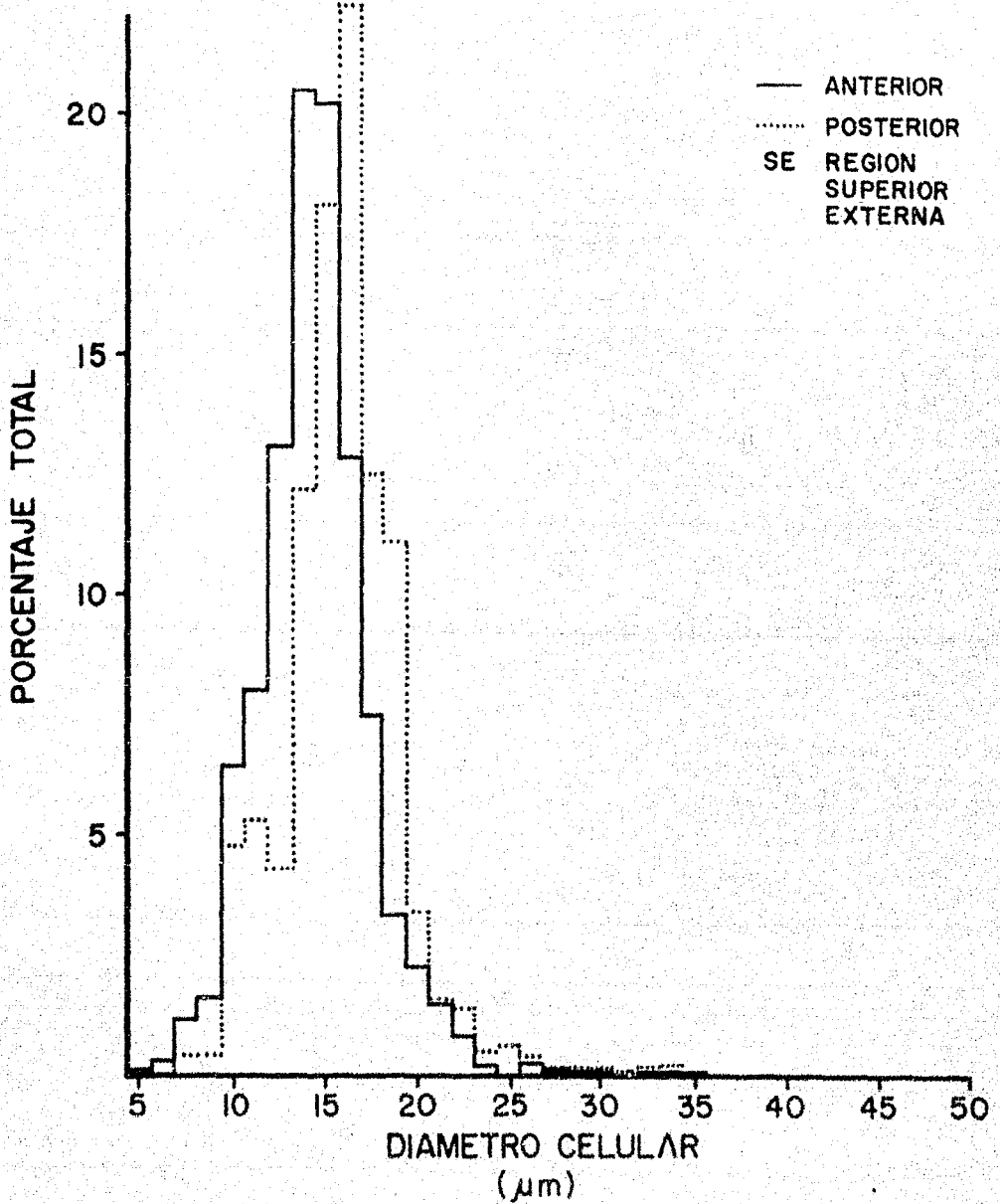


FIG. 3

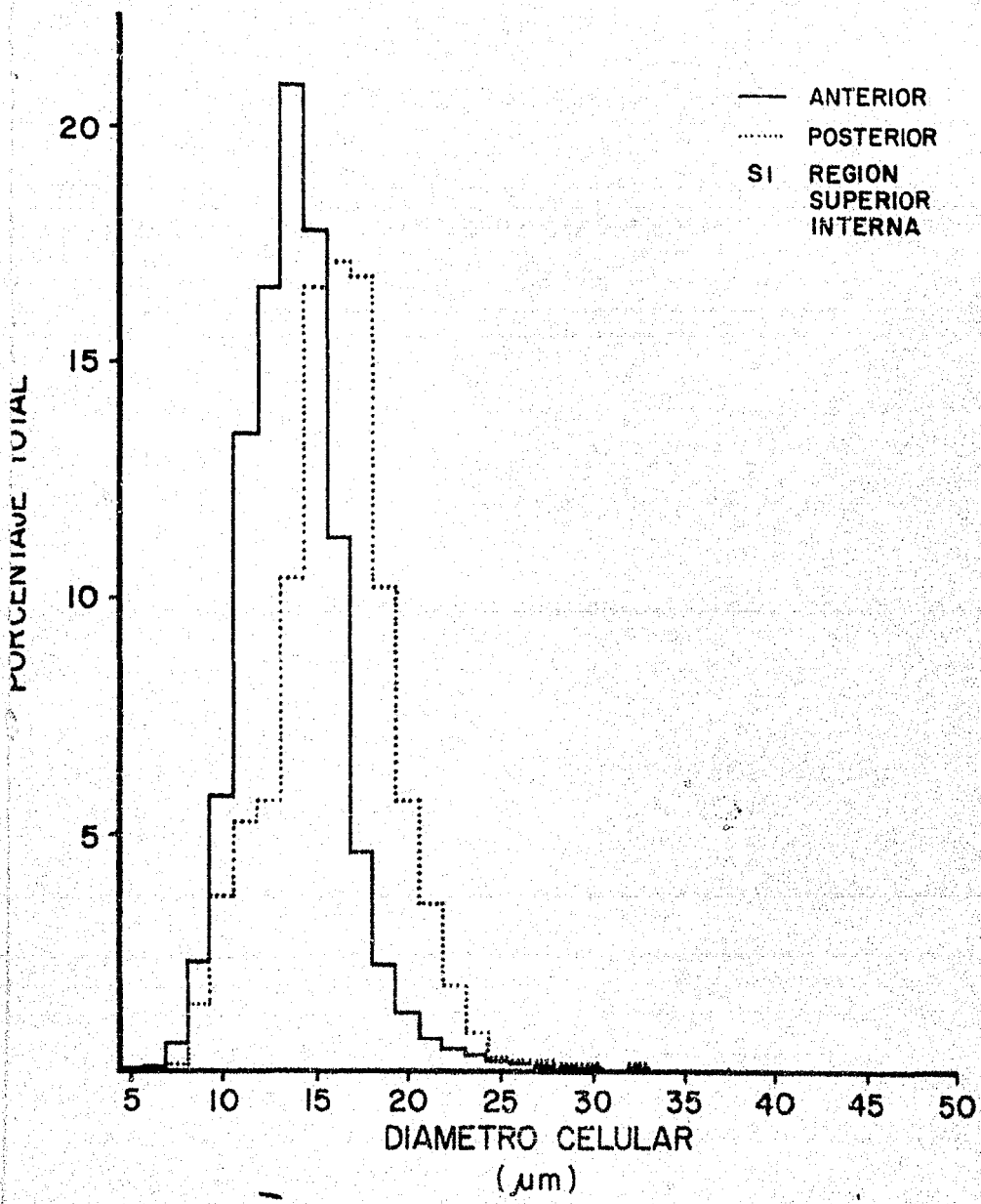


FIG. 4

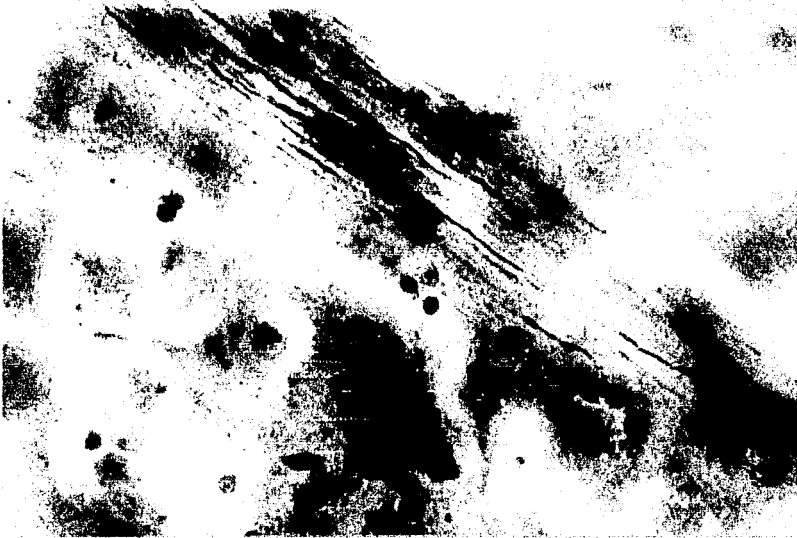


5

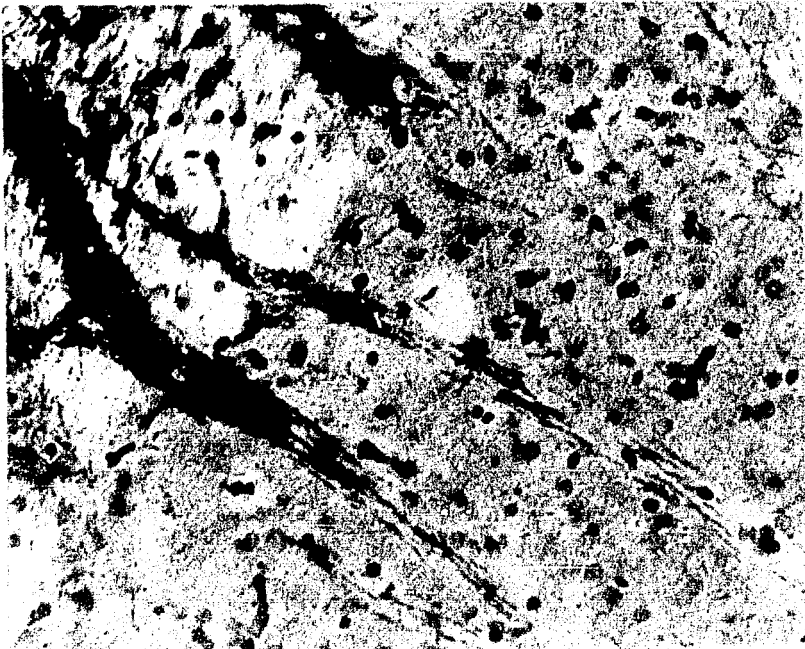
c



6



7



8

D I S C U S I O N

Los resultados de las mediciones de los cuerpos neuronales demuestran lo correcto de las descripciones iniciales del núcleo caudado realizadas por Villa y Sanz (1903) y Cajal (1911).

Las neuronas grandes están efectivamente agrupadas cerca de la cápsula interna y probablemente corresponden a las neuronas de axón largo (Cajal, 1911; Kemp y Powell 1971-e). Sin embargo por su escasez y aislamiento no se puede considerar que forman una región eferente bien definida, que explique la inversión de los potenciales extracelulares que se observa en esta región (Diez Martínez y Col. 1976).

Por otra parte ni la distribución de las fibras miélicas, ni la de las terminaciones sinápticas, ni tampoco la disposición espacial de los cuerpos neuronales permiten sugerir una justificación alternativa del mencionado fenómeno - electrofisiológico.

Cabe hacer notar que la distribución homogénea de los cuerpos neuronales del núcleo caudado que se demuestra con - datos numéricos en este trabajo, había sido sugerida previamente por otros autores (Kemp y Powell 1971-e), basándose en apreciaciones subjetivas.

Los resultados obtenidos en los animales lesionados de muestran por primera vez la existencia de una vía directa de

conexión entre la substancia reticulada ponto-mesencefálica y el núcleo caudado por un lado y entre la formación reticulada y los núcleos talámicos intralaminares, en especial el centralis medialis, por otro.

Nauta y Kuypers (1957), han demostrado con la técnica de impregnación argéntica del primero, la existencia de proyecciones ascendentes de una región de la formación reticulada adyacente al núcleo rojo, que no coincide con el núcleo reticularis pontis oralis, origen de las fibras encontradas en este estudio.

El trayecto que recorren los axones es el siguiente: - ascienden por la región subtalámica, llegan a la parte inferior externa del tálamo donde se dividen en dos grupos, unos continúan por la lámina medularis lateralis hasta el borde súpero externo donde penetran en la lámina medularis medialis dando ramas a diversos grupos neuronales en su trayecto hacia el núcleo centralis medialis en el que terminan; el segundo grupo continúa por la cápsula interna, se dobla en ángulo recto y penetra en forma de fascículos de fibras en la región inferior externa del núcleo caudado, establece la mayoría de sus contactos finales. Una vía parecida a ésta había sido demostrada por Scheibel y Scheibel (1967), con impregnaciones argénticas, sin embargo, estos autores no mencionan que existan fibras retículo-caudadas.

Las conexiones entre el núcleo centralis medialis y el

caudado han sido previamente descritos en los trabajos morfológicos y electrofisiológicos (powell y Cowan, 1954, 1956; Cowan y Powell, 1955; Macchi, 1975; Díez-Martínez y Col. 1976).

C O N C L U S I O N E S

1.- El núcleo caudado no presenta una disposición citoarquitectónica ordenada.

2.- La mieloarquitectura está reducida a los haces que penetran de la cápsula interna.

3.- Las neuronas mayores probablemente las de axón largo, están situadas en la región inferior externa del núcleo caudado pero no forman un grupo eferente definido.

4.- El núcleo reticularis pontis oralis se conecta directamente con el núcleo centralis medialis del tálamo y con el núcleo caudado, especialmente con la región inferior-externa en la zona situada de 15 a 16 mm. por delante de la línea interaural.

5.- Los axones que forman estas conexiones pasan por el subtálamo y se dividen en dos haces: uno que rodea la cara externa del tálamo y por la lámina medularis medialis; el segundo asciende por la cápsula interna hasta el núcleo caudado en la zona referida.

B I B L I O G R A F I A

Adinolfi, A.M. and Pappas, G.D. (1968). "The fine structure of the caudate nucleus of the cat". J.Neurol. 133, 167-184.

Arana, I.R. y Rebollo, A.M. (1967). "Neuroanatomía". 4^a ed. edith. Intermédica. Buenos Aires, Argentina.

Cajal, S.R. y. (1911). "Histologie du Systeme Nerveux". cap. XIII, Corps Strie.

Cajal, S.R. y., De Castro, F. (1972). "Elementos de la técnica micrográfica del Sistema Nervioso". 2^a edición. edit. Salvat.

Carman, J.B., Cowan, W.B., Powell, T.P.S. and Webster, K.E. (1975). "A bilateral cortico-striate projection". J.Neurosurg. Psychiat. 28, 71-77.

Cowan, W.M. and Powell, P.S. (1955). "The projection of the midline and intralaminar nuclei of the thalamus of the rabbit." J.Neurol. Neurosurg. Psychiat. 18: 226-279.

Crosby, E.C., Humphrey, T. and Lauer, E.W. (1962). "Correlative Anatomy of the nervous." The macmilan Company. 1^a ed. New York.

De la Villa, J.I. (1903). "Algunos detalles sobre la estructura del cuerpo estriado". Revista Iberoamericana de Ciencias - médicas.

Diez-Martínez, O., García Muñoz, M., Prieto, G., Roig, J.A. and Brust Carmona, H. (1976). "Sensory afferent to the caudate nucleus". Phisiol. Behav. 16: 727-733.

Edinger (1903), Citado por; De la Villa, J.I. (1903). "Algunos detalles sobre la estructura del cuerpo estriado". Revista Iberoamericana de Ciencias Médicas.

Ganong, W.F. (1968). "Manual de Fisiología Médica". 2ª ed. Editorial. El Manual Moderno.

Grofová, I.C. (1970). "An experimental electron microscopic Study on the striatonigral projection in the cat." *Expl. Brain. Res.* 11, 249-262.

Guyton, C.A. (1967). "Fisiología Humana." 2ª Edición, Editorial Interamericana.

Huguenin (Gstan): Allgemeine Pathologie der Kreukeiten des Nerven Systeme: primer tomo Anat. Elulcilung Surich. (1873)

Kemp, J.M. and Powell, T.P.S. (1970). "The cortico striate projection in the monkey". *Brain*: 93, 525-546.

Kemp, J.M. and Powell, T.P.S. (1971-a). "The conexions of - the striatum and globus pallidus: Synthesis and Spectulatio. - *Phil. Trans. R. Soc. London. B.* 262, 441-457.

Kemp, J.M. and Powell, T.P.S. (1971-b). "The site of termina^ution of afferent fibres in the Caudate Nucleus". *Phi. Trans. R. Soc. Lond. B.* 262, 413-427

Kemp, J.M. and Powell, T.P.S. (1971-c). "The termination of fibres from the cerebral cortex and thalamus upon dendritic spi^unes in the caudate nucleus: A study with the Golgi Method". *Phil. Trans. R. Soc. London. B.* 262, 429-439.

Kemp, J.M. and Powell, T.P.S. (1971-d). "The synaptic organiza^ution of the caudate nucleus". *Phil. Trans. R. Soc. London. B.* 262, 403-412.

Kemp, J.M. and Powell, T.P.S. (1971-e). "The structure of - the caudate nucleus of the cat"; light and electron microscopy". *Phil. Trans. R. Sec. London. B.* 262, 383-404.

Macchi, G., Quattrini, P., Chinzari, G., Capocchi, G. (1975). "Quantitative data cell loss cellular atrophy of intralaminar nuclei following cortical and subcortical lesions." Brain Research, 89:43-59.

Marinesco, M.G. (1895). "Des conexion du corps strie avec, lobe frontal. Compt. Rend. Soc. Biol. (citado por De la Villa).

Nauta, W.J.H. and Kuypers, H.J.M. (1957). "Some ascending pathways in the brain stem reticular formation. Reticular formation of the brain. Henry Ford Hospital Symposium. pp.3-30. Boston: litle Brown.

Papez, J.W. (1942). "A Summary of fiber connexions of the basal ganglia with otherzportions of the brain." Res. Publs. Ass. Res. Nerv. Ment. Dis. 21, 24-68.

Powell, T.P.S. and Cowan, W.M. (1954). "The conexions of the midline and intralaminar nuclei of the thalamus of the rat". J. Anat. 88, 307-319.

Powell, T.P.S. and Cowan, W.M. (1956). "A study of thalamo-striate relations in the monkey. Brain, 79:364-390.

Scheibel, M.F. and Scheibel, A.B. (1967). "Structural organization of nonspecific thalamic nuclei and their projection to ward cortex. Brain research, 6:60-91.

Snider, R.S. and Niemer, W.T. (1961). "A stereotaxic Atlas of the cat brain" Universidaty of Chicago.

Szabo, J. (1962). "Topical distribution of striatal afferent in the monkey". Expl. Neurol. 5, 21-36.

Szabo, J. (1967). "The afferent projections of the putamen in the monkey". *Expl. Neurol.* 19, 463-476.

Szabo, J. (1968). "Efferent projections from the body of the caudate nucleus. *Anat Rec*; 160, 437.

Szabo, J. (1969). "Projections from the tail of the caudate nucleus". *Anat. Rec.* 163, 272.