

ESTUDIO MORFOLOGICO DE LA ASTROGLIA MEDULAR

Jesús Vaquero-Crespo*

RESUMEN

Se estudian los tipos morfológicos de la astrogliá en la médula lumbar y sacra del perro, utilizando la variante al método de Golgi propuesta por Valenzuela y Chacón (1970) con ligeras modificaciones personales. Se describen 12 variedades de astrocitos fibrosos y 4 tipos de astrocitos protoplásmicos, tomando como punto de partida la clasificación de la neuroglía del cerebelo (Valenzuela y Chacón, 1970). Se señalan igualmente las regiones medulares donde suele encontrarse cada uno de estos tipos morfológicos.

INTRODUCCION

El conocimiento de la morfología astrogial en el Sistema Nervioso tiene su inicio en 1846 cuando Virchow describe lo que para él eran elementos de un tejido conjuntivo especial emigrado entre las células nerviosas de origen ectodérmico (11). Su aspecto estrellado es señalado por Kölliker y Bidder (9,11), y el primer tipo morfológico que se desglosa, siendo estudiado por Deiters, Ranvier y Golgi, es la neuroglía fibrilar, con una soma de unas 10 micras de diámetro del que parten numerosas expansiones omnidireccionales filamentosas que acaban libremente o sobre los vasos sanguíneos. Posteriormente, este tipo neuróglico considerado como propio de la sustancia blanca, se describe como diferente de otros elementos típicos de la sustancia gris, con radiaciones cortas, y que para Cajal cumplen las siguientes condiciones morfológicas (5): 1.— El número de sus expansiones es superior al de la célula neuróglica fibrilar. 2.— Estas expansiones son ramificadas y cortas y se recubren de apéndices varicosos más o menos característicos. 3.— Todas las expansiones terminan a la misma distancia del cuerpo celular. 4.— Estas células neuróglicas o neuroglia protoplásmica no captan el violeta de metilo.

* Villaamil 31, Madrid - 29. España.

Cajal, en su obra clásica sobre la histología del sistema nervioso (5), hace una sistematización morfológica de los elementos neuróglícos y describe: A) **Neuroglia fibrosa**. 1. Tipo estrellado. 2. Tipo aplanado perivascular de Andriezen. 3. Tipo bifasciculado. 4. Tipo unifasciculado de Martinotti. B) **Neuroglia protoplásmica**. 1. Tipo perivascular. 2. Tipo estrellado independiente. 3. Tipo pediculado. 4. Tipo en cometa. 5. Tipo en horquilla. 6. Tipo perineurocitario.

Para Río-Hortega (7), la neuroglia protoplásmica se simplifica en tan sólo tres tipos según sus relaciones topográficas: 1. Tipo neuróglíco en contacto con las células nerviosas. 2. Tipo intermedio, intersticial. 3. Tipo en contacto con los vasos sanguíneos.

Valenzuela y Chacón (9) demuestra que la neuroglia protoplásmica puede contactar simultáneamente con las neuronas y los vasos sanguíneos, lo que invalida la clasificación de Río Hortega. Al mismo tiempo, este autor estudia sistemáticamente la glioarquitectura del cerebelo y hace la siguiente clasificación morfológica:

A) **Astrocitos fibrosos**. 1. Tipo aplanado perivascular. 2. Tipo en horquilla. 3. Tipo intermediario. 4. Tipo en cometa. 5. Tipo estrellado. 6. Tipo triangular en abanico. El tipo 3 sería morfológicamente una célula intermedia entre astrocito fibroso y oligodendroglía. Los tipos 4 y 6 se diferenciarían porque, mientras que el primero sólo emite un ramillete de prolongaciones hacia un lado del soma celular, el tipo 6 emitiría, además, otras prolongaciones en el polo opuesto, más cortas, a excepción de una o dos extraordinariamente largas.

B) **Astrocitos protoplásmicos**. 1. Tipo glia satélite. 2. Tipo glia perivascular. 3. Tipo alfa. 4. Tipo beta. 5. Tipo gamma. 6. Tipo delta. El tipo alfa tendría un cuerpo relativamente grande, redondeado y del que se emiten gran número de prolongaciones omnidireccionales cortas. Este tipo neuróglíco se encuentra en el cerebelo formando agrupaciones. El tipo beta, de forma estrellada y pequeño tamaño, tendría prolongaciones cortas y más varicosas que el tipo anterior, siendo también omnidireccionales. La variedad gamma tiene un soma ligeramente alargado al igual que sus prolongaciones que siguen preferentemente el eje del cuerpo celular. El tipo delta presenta un cuerpo ovoideo y largas prolongaciones arrosariadas.

En el estudio que este mismo autor realiza de la neuroglia medular (9), se limita a señalar áreas de densidad astrocitaria, sin hacer una detallada clasificación morfológica de los elementos neuróglícos de estas áreas. Cita tan sólo algunos tipos, como son: a. Tipo aplanado perivascular; b. Tipo arqueado, abundante a los lados del surco medio anterior; c. Tipo en

medusa y en cometa, en las regiones periependimarias; d. Tipo estrellado, en los cordones laterales.

La realización de un trabajo anterior en el que estudiábamos la glioarquitectura medular (12), nos llevó a considerar, como señala Valenzuela y Chacón (9), que hay áreas o zonas neuróglícas en los diversos territorios medulares. Estos hallazgos nos plantean en primer lugar si podemos encontrar entre los astrocitos de la médula espinal unos tipos morfológicos definidos, al igual que se ha señalado en el cerebelo, y en segundo término, de existir estos tipos morfológicos, si realmente son característicos de zonas determinadas de condensación neuróglíca, como parecen apuntar los trabajos glioarquitectónicos de Valenzuela y Chacón (9). El buscar respuesta a este planteamiento nos ha llevado a la realización del presente trabajo.

MATERIAL Y METODO

Hemos estudiado 200 cortes transversales de la médula lumbar y sacra pertenecientes a 8 perros de edades comprendidas entre 15 días y un mes. Hemos preferido estas regiones medulares por ser donde la astrogliá parece mostrarse más abundante y tener mas desarrolladas sus expansiones (9). El método empleado en todos los casos ha sido la variante al Golgi propuesta por Valenzuela y Chacón (9), con ligeras modificaciones.

RESULTADOS Y DISCUSION

A la hora de sistematizar los tipos morfológicos astrocitarios de las regiones estudiadas, nos hemos basado en la clasificación hecha para estos elementos en el cerebelo, tratando de identificar estas formas en nuestro material de estudio.

En primer término debemos señalar, que la densidad astrocitaria de la médula, como apuntábamos en anteriores trabajos (10), es mayor en la sustancia blanca que en la sustancia gris. Es fundamentalmente en las porciones periféricas de la sustancia blanca donde los astrocitos se aglomeran en núcleos más o menos característicos (8-12). Aún cuando se aprecia predominio numérico de astrocitos fibrosos en la sustancia blanca, también se encuentra este tipo neuróglíco con extraordinaria profusión en la sustancia gris. A la inversa, astrocitos protoplásmicos también existen en la sustancia blanca, aunque en menor proporción.

Los astrocitos protoplásmicos presentan pocas variedades morfológicas en el material que hemos estudiado. Sin embargo, los **astrocitos fibrosos** tienen configuración muy variable. Dejando a un lado formas inespecíficas, creemos poder describir varios tipos:

Tipo I.— Aplanado perivascular. Es idéntico al descrito en el cerebelo y se corresponde con las clásicas descripciones de Cajal (5). Se encuentra en gran número en los cordones ánterolaterales, siguiendo la dirección de los vasos radiados que tabican la sustancia blanca (10).

Tipo I alfa.— Se corresponde con el tipo descrito por Valenzuela (9) en la periferia medular, como de larguísimas prolongaciones. Tiene un cuerpo muy delgado, tubular, y prolongaciones que siguen el eje somático acabando la periférica inmediatamente bajo la piamadre (Fig. 1).

Tipo II.— Es el astrocito con prolongaciones en horquilla. No lo hemos encontrado en gran número en la médula espinal. Suele ocupar una posición en el cordón anterior, a los lados del surco ventral (Fig. 2).

Tipo III.— Morfológicamente es una célula con caracteres de astrocito fibroso y de oligodendrocito. La existencia de elementos intermedios entre estos dos tipos gliales ha sido descrita por diversos autores (1,3,4). Sin embargo, estudios de microscopía electrónica (2,4) niegan formas transicionales neuróglas en condiciones normales.

No obstante, la cuestión no está realmente aclarada y desde nuestro punto de vista de observación microscópica creemos que debemos seguir considerando este tipo morfológico, con las características que hemos señalado. Su localización en la médula tiene lugar preferentemente en la comisura blanca (Fig. 3).

Tipo IV.— Tipo morfológico en cometa. Esta variedad ha sido señalada por Valenzuela y Chacón (9) en la región periependimaria. Nuestras observaciones confirman esta localización, encontrándolo también en la sustancia blanca, en los cordones ánterolaterales. El cuerpo es triangular y de uno de los polos sale un ramillete de prolongaciones que ofrecen el aspecto de la estela de un cometa.

Tipo V.— Tiene forma estrellada, con un cuerpo pequeño y gran cantidad de largas prolongaciones omnidireccionales. Se encuentra irregularmente disperso en nuestras preparaciones, abundando ligeramente en la sustancia blanca del territorio medular anterior (Fig. 4).

Tipo VI.— Con un cuerpo triangular, presenta un ramillete de prolongaciones largas que emergen de una zona del cuerpo, mientras que de la zona opuesta se emiten ramificaciones más cortas, a excepción de alguna que es extraordinariamente larga. Esta variedad morfológica abunda en los cordones laterales y las prolongaciones largas, generalmente una sola, terminan inmediatamente bajo la piamadre (Fig. 5).

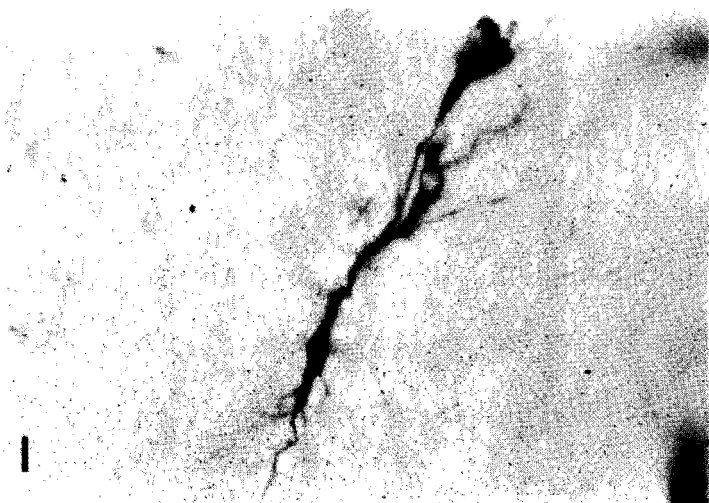


Fig. 1.— Astrocito fibroso tipo I alfa. Periferia del cordón lateral.

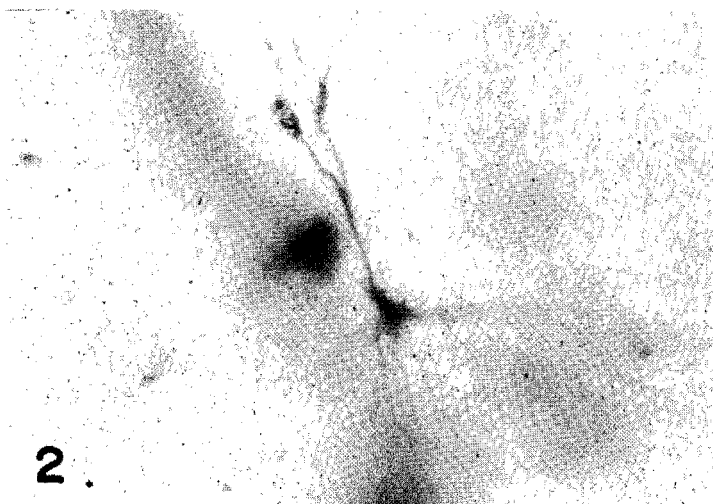


Fig. 2.— Astrocito fibroso tipo II. Forma en horquilla. Cordón anterior, tercio medio.

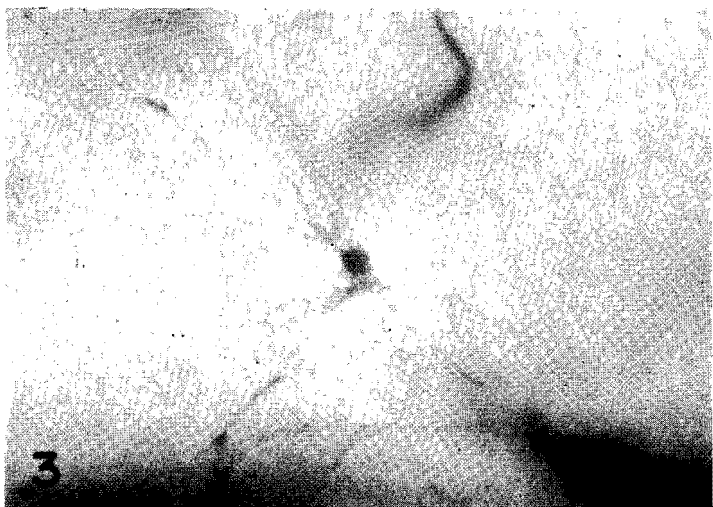


Fig. 3.— Astrocito fibroso tipo III, intermediario. Obsérvese el cuerpo redondeado, con escasas prolongaciones. Comisura blanca medular.

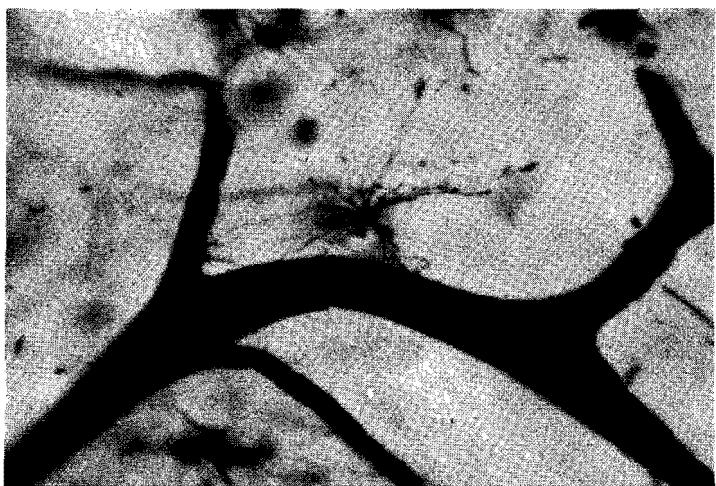


Fig. 4.— Astrocito fibroso tipo V. Forma estrellada, con un cuerpo pequeño del que parten prolongaciones omnidireccionales. Los vasos son ramas de la arteria espinal anterior.

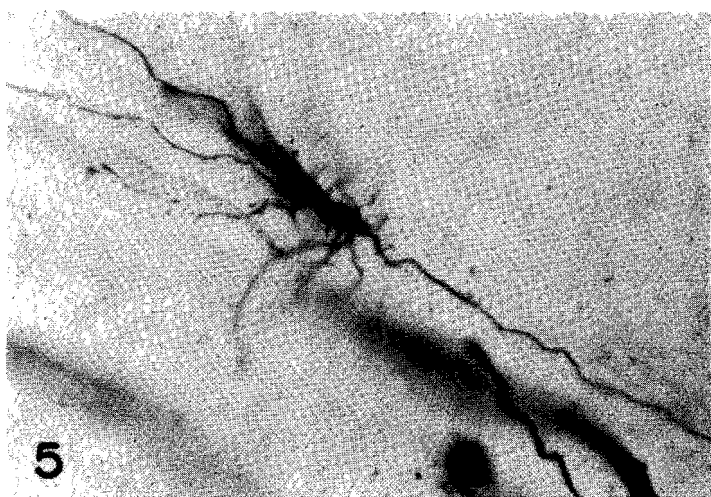


Fig. 5.— Astrocito fibroso tipo VI. De la porción superior del soma parte un ramillete de prolongaciones mientras que del opuesto destaca una prolongación gruesa que acaba en la periferia medular. Cordón lateral, tercio extremo.

Hasta aquí hemos identificado en nuestro material los tipos morfológicos de astrocitos fibrosos ya descritos y esquematizados previamente en el cerebelo (9), a los que hemos añadido la variedad I alfa. En la médula lumbar y sacra encontramos, además, otros tipos bien definidos:

Tipo VII.— Astrocito con un cuerpo triangular y prolongaciones que en conjunto le dan una forma de T. De las dos ramas cortas del soma se emiten sendos ramilletes de prolongaciones, mientras que de la porción alargada surge una prolongación larga y relativamente gruesa. Esta variedad morfológica se encuentra a los lados del epéndimo, ocupando fundamentalmente las láminas VIII y X de la clasificación de Rexed (6).

Tipo VIII.— Es el astrocito arqueado, con un cuerpo en forma de U. Se dispone siempre en la línea media. Abunda a los lados del surco anterior y en algunos cortes se puede observar que son más abundantes aún a los lados del rafe medio dorsal. Ocasionalmente se les encuentra entremezclados con el tipo VII, en las regiones láteroependimarias (Fig. 6).

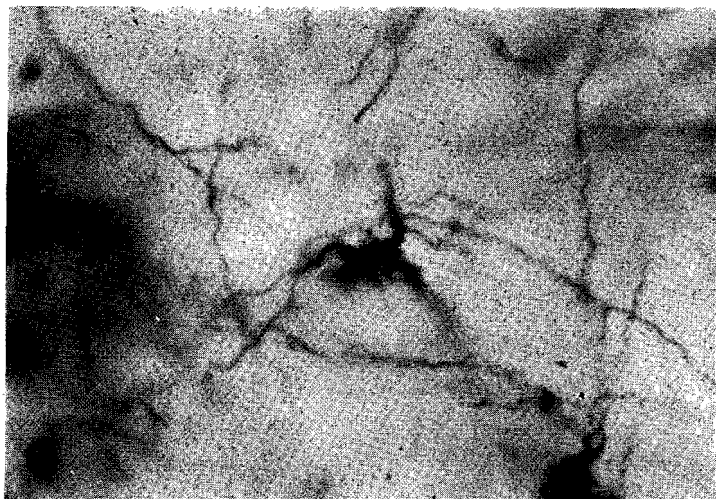


Fig. 6.— Astrocito fibroso tipo VIII. Forma arqueada o en U. Cordón anterior, a los lados del surco ventral.

Tipo IX.— Astrocitos en forma de medusa. Son poco abundantes en nuestro material de estudio. Tan sólo los hemos visto formando parte del núcleo neuróglico surcoterminal descrito en la médula sacra (12).

Tipo X.— Pretendemos encuadrar aquí unos elementos de cuerpo rectangular o fusiforme, alargado, que emiten largas prolongaciones de ambos polos del cuerpo, mientras que de los lados las prolongaciones son más cortas y varicosas. Las prolongaciones largas suelen serlo más las de un polo que las del opuesto y se conectan a vasos sanguíneos o neuronas de la proximidad, observándose cómo algunas de ellas terminan ocasionalmente mediante una especie de botón terminal sobre la pared del conducto ependimario.

Este tipo morfológico se encuentra sobre todo en las astas posteriores, particularmente en la base de las mismas. A veces forman agrupaciones siguiendo la dirección de los vasos sanguíneos y adoptando una morfología similar a la que ha llevado a Valenzuela y Chacón (8) a postular un origen mesodérmico adventicial de la célula neuróglica. Es difícil hacer una clara diferenciación de esta variedad con el tipo protoplásmico delta descrito en el cerebelo. Creemos, sin embargo, que la extraordinaria longitud de algunas de las prolongaciones de este tipo celular nos obligan a encuadrarlo dentro de la astroglia fibrilar o bien, como comentaremos más adelante, dentro de una forma transicional.

Tipo XI.— Corresponde a los astrocitos con un cuerpo estrangulado que ocasionalmente apreciamos sobre la comisura blanca medular. No son en modo alguno abundantes y es dudosa su significación de que representen un estado de división celular. En cualquier caso, no hemos podido comprobar que su presencia esté en relación con la edad del animal objeto de estudio (Fig. 7).

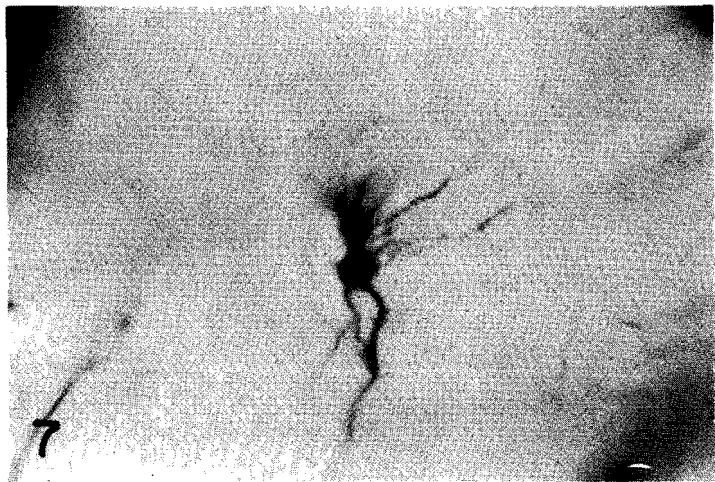


Fig. 7.— Astrocito fibroso tipo XI. Cordón anterior.

En cuanto a los astrocitos protoplásmicos, podemos encuadrarlos en las siguientes variedades:

1. Tipo astrocito satélite.

Se amolda morfológicamente a los elementos que rodea. Como norma general, se observan en gran proporción alrededor de las neuronas y de sus prolongaciones, y en menor número como células yuxta o perivasculares.

2. Tipo estrellado.

Encuadramos aquí los tipos alfa y beta descritos por Valenzuela y Chacón (9) en el cerebelo. No creemos que en las regiones que hemos estudiado se pueda hacer una distinción morfológica que permita desglosar estas formas. El tipo estrellado sería el astrocito protoplásmico clásico, con expansiones omnidireccionales, varicosas y cortas. Algunos de estos

elementos presentan la peculiaridad de tener una prolongación extraordinariamente larga que contacta con vasos sanguíneos mediante una terminación ampulosa o acaba estableciendo contacto con el soma o prolongaciones neuronales. Este hecho nos lleva a plantear hasta qué punto debemos hacer una distinción entre formas neuróglícas protoplásmicas o fibrosas basándonos en la mayor o menor longitud de sus expansiones, y nos inclinamos a admitir que formas fibrilares o protoplásmicas no son más que distintas fases morfológicas de un mismo elemento celular.

El tipo estrellado es el más abundante de los astrocitos protoplásmicos de la médula espinal. Se distribuye profusamente y de modo irregular, siendo más numerosos en la mitad dorsal de la médula (12). En la base de las astas dorsales pueden formar pequeñas agrupaciones así como en la sustancia blanca, en el cordón posterior (Fig. 8).

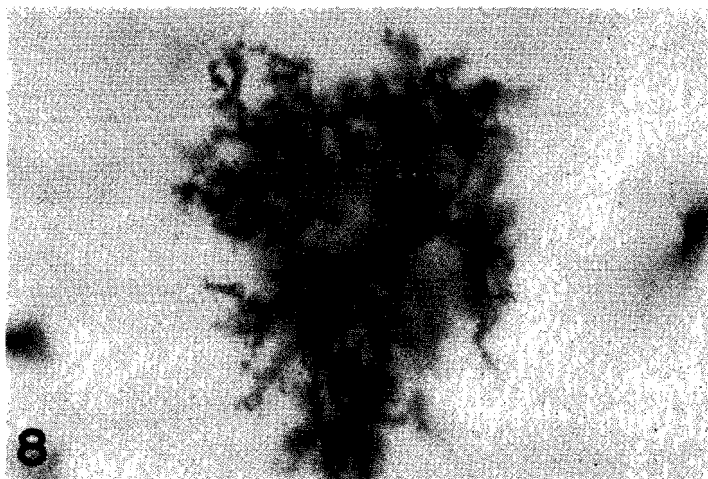


Fig. 8.— Astrocito protoplásmico tipo estrellado. Astas posteriores.

3. Tipo axial.

Es el tipo gamma descrito en las variedades morfológicas del cerebelo. Se diferencia del tipo estrellado por ser alargado, con las prolongaciones dirigiéndose en la dirección del soma. Poco abundantes e irregularmente dispuestos. Les hemos localizado con mayor frecuencia en las zonas dorsales al conducto ependimario (Fig. 9).

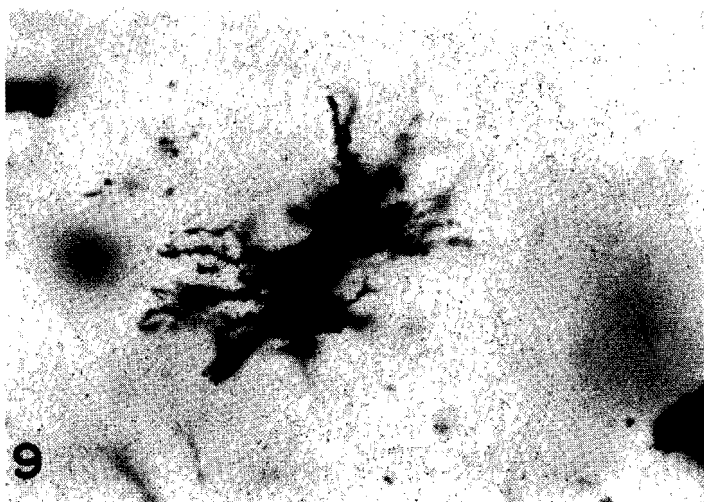
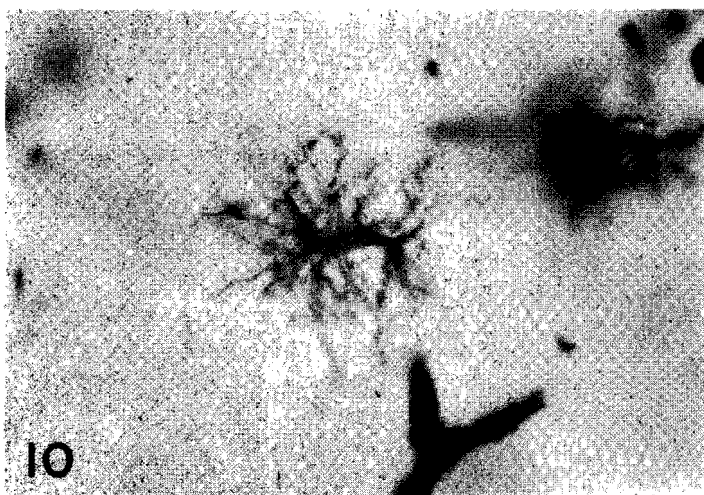


Fig. 9.— Astrocito protoplásmico tipo axial. Astas posteriores.



**Fig. 10.— Astrocito protoplásmico tipo transicional. Región láteroependi-
maria.**

4. Tipo transicional.

Encuadramos aquí tanto a formas identificables con el tipo delta del cerebelo, como a formas diversas con unas características morfológicas consistentes en tener un cuerpo alargado o fusiforme, perfectamente diferenciable, del que emergen gran número de prolongaciones varicosas, más o menos cortas. Ya hemos señalado cómo esta variedad anatómica se confunde a veces con el tipo fibrilar X, lo que nos lleva a suponer que esta última variedad es una forma clasificable como un tipo mixto fibro-protoplásmico. Se encuentra en mayor proporción, al igual que el tipo X fibrilar, en las regiones láteroependimarias (Fig. 10).

Es de destacar la escasa proporción de astrocitos protoplásmicos en la médula espinal en comparación con los tipos fibrilares. Esta desproporción se aprecia tanto en la sustancia blanca como en la sustancia gris.

Morphological study of the astroglia in the spinal cord.

Vaquero-Crespo J (Villaamil 31. Madrid-29. España). *Invest Clín* 13(2): 76-88, 1972.— The morphological types of the astroglia in the lumbar and sacrum spinal cord of the dog are studied using the variant of Golgi's method proposed by Valenzuela y Chacón (1970) with slightly personal modifications. Twelve varieties of fibrose astrocytes and 4 types of protoplasmic astrocytes are described according to the classification of cerebellum neuroglia (Valenzuela y Chacón). It is remarked, at the same time, the medullar regions where the morphological types are usually found.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1— FARQUHAR MG, HARTMANN JF: Neuroglial structure and relationships as revealed by electron microscopy. *J Neuropathol Exp Neurol* 16: 18-39, 1957.
- 2— MUGNAINI E, WELBERG F: Ultrastructure of neuroglia. *Ergebn Anat Entwickl Gesch* 37: 194-236, 1964.
- 3— PENFIELD W: Oligodendroglia and its relation to classical neuroglia. *Brain* 47: 430-452, 1924.
- 4— PETERS A, PALAY SL, WEBSTER HF: The fine structure of the nervous system. The cells and their processes. Hoeber Medical Division. Harper and Row, publishers. New York, 1970.

- 5- RAMON Y CAJAL S: Histologie du Système Nerveux de l'Homme et des Vertébrés. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 1952-55.
 - 6- REXED B: The cytoarchitectonic organization of the spinal cord in the cat. *J Comp Neurol* 96: 415-498, 1952.
 - 7- RIO-HORTEGA P: Contribution à l'étude de l'histopathologie de la néuroglie. *Trab Lab Invest Biol* 14: 1-34, 1916.
 - 8- VALENZUELA Y CHACON J: Néuroglie mésodermique. Etude histologique et histochimique de la néuroglie du cerveau. *Acta Histochem* 36: 129-144, 1970.
 - 9- VALENZUELA Y CHACON J: Neuroglia. Marbán Edit. Madrid, 1970.
 - 10- VAQUERO CRESPO J: Estudio de las relaciones anatómicas entre células y vasos sanguíneos en el territorio anterior de la médula espinal. *Clínica IV*(2): 141-157, 1972.
 - 11- VAQUERO CRESPO J: Significado neurobiológico de la célula astrocitaria. *Gac Méd Esp* 548: 237-242, 1972.
 - 12- VAQUERO CRESPO J: Glioarquitectura de la médula espinal. *Invest Clín* 13(1): 15-27, 1972.
-