

II. MORFOLOGIA DEL CUERPO CAROTIDEO DEL HOMBRE

DR. ANTONIO VILLASANA

HACE 24 AÑOS el profesor Isaac Ochoterena presentó ante esta Honorable Academia de Medicina un trabajo sobre el cuerpo y el seno carotídeos.¹ Al presentar este trabajo sobre el mismo tema podemos dejar de pensar en lo poco que agregaremos a la descripción del profesor mexicano.

El cuerpo carotídeo es una estructura situada habitualmente en el comienzo de la bifurcación de la carótida primitiva o a pocos milímetros de ésta. En 30 disecciones practicadas para este trabajo, frecuentemente se encontró este cuerpo por detrás y por dentro del extremo superior de la carótida primitiva (Fig. 1). Hay noticia de algunos casos en que ocurre en una situación aberrante.

El cuerpo carotídeo es una estructura constante y de pequeño tamaño. En nuestro material se encontraron como medidas promedio 6 por 3 por 1.5 mm. Las cifras citadas en la literatura varían bastante. Hay datos que inclinan a pensar que el cuerpo carotídeo aumenta de tamaño progresivamente hasta los 20 ó 30 años, permanecería después estacionario para disminuir en la edad avanzada debido a atrofia o esclerosis.

Mayer² señaló la presencia de una banda fibrosa que se inserta por arriba en el polo inferior del órgano (Fig. 2). Precisamente a través de este "ligamento de Mayer" el cuerpo carotídeo recibe rica vascularización por una o más arterias finas que nacen de la bifurcación de la carótida o de algunas de las carótidas. Al llegar al llamado "polo arterial y ligamentoso del cuerpo carotídeo" los vasos penetran al hilio fibroso y terminan dividiéndose rápidamente en ramas lobulares y, después, en capilares sinusoides. De éstos se originan las vénulas que salen de los lóbulos, forman un plexo periglandular y abandonan el cuerpo carotídeo por el polo superior "venoso y nervioso" por 4 a 6 venitas largas.

En el espacio intercarotídeo existe un rico e intrincado plexo nervioso formado por ramas del sistema simpático y de los nervios vago, glossofaríngeo y,



Fig. 1. Fotografía de un cuerpo carotídeo situado a nivel de la bifurcación de la carótida primitiva.

a veces también del hipogloso. Desde los trabajos de De Castro se sabe que es el nervio glossofaríngeo el que da inervación predominante, si no inicial al cuerpo y al seno carotídeos (Fig. 2). La rama del glossofaríngeo que inerva el cuerpo carotídeo ha sido designada "nervio sinusal" por Hering, "ramo descendente del glossofaríngeo" por Drüner, "nervio intercarotídeo" por De Castro, "nervio ca-

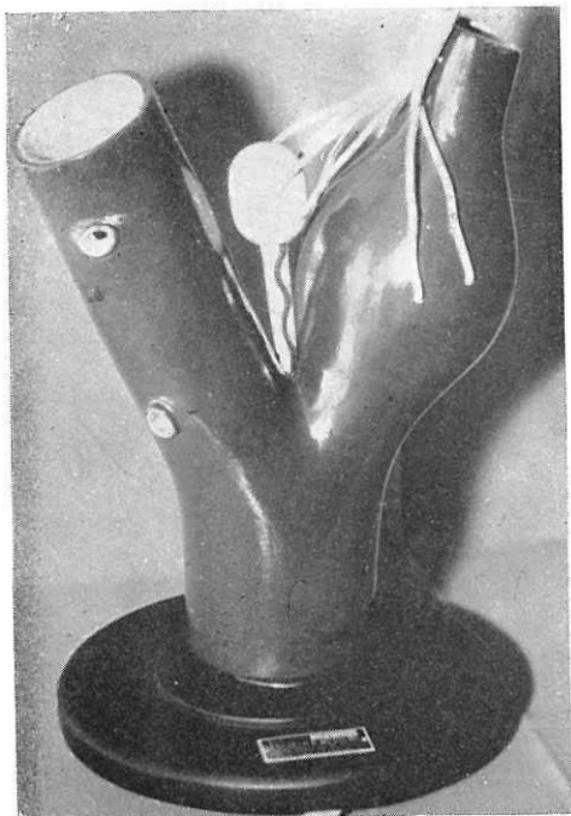


FIG. 2. Modelo en pasta de los vasos, seno y cuerpo carotídeos tomado de una pieza anatómica, para mostrar la irrigación e inervación del cuerpo carotídeo. (El modelo fue hecho por el Prof. T. Cortés en el taller de modelado del Laboratorio de Histología de la Facultad de Medicina.)

rotídeo" por Hovelacque y "ramo carotídeo del glossofaríngeo" por Baencker y Boyd.

Respecto al desarrollo embriológico del cuerpo carotídeo digamos que el origen preciso de las células "específicas" de este órgano todavía no está de-

cido. El punto fundamental es saber si las células específicas son de origen mesodérmico o neurogénico, ectodérmico.

I. El cuerpo carotídeo se desarrolla a nivel del tercer arco faríngeo sobre o en la proximidad del tercer arco aórtico, el cual se convertirá en el comienzo de la arteria carótida interna (es decir, en el futuro seno carotídeo). El órgano aparece primero como una proliferación celular, especialmente sobre la superficie medial o ventromedial de la futura carótida interna.

II. La condensación mesenquimatosas es muy pronto invadida por vasos sanguíneos, los cuales aumentan en número y forman un plexo muy rico dentro de ella. El plexo se origina de la arteria carótida interna.

III. El engrosamiento mesodérmico se hace después nodular y se separa de la adventicia de la carótida interna. Antes de que se separe esta masa o de que haya alguna diferenciación de las células especializadas, el engrosamiento nodular queda rodeado por un plexo nervioso derivado en el hombre primariamente de los nervios glossofaríngeo y vago, pero también hay fibras del sistema simpático cervical.

IV. Para muchos embriólogos, las células de ese esbozo mesodérmico se diferencian directamente en células del cuerpo carotídeo; pero otros piensan que es invadido por células de estirpe nerviosa.

Antes de describir la estructura microscópica del cuerpo carotídeo, nos parece conveniente revisar los diferentes conceptos que se han tenido sobre este órgano, pues aún existe confusión que se refleja tanto en la terminología como en el significado de los hallazgos.

1. Cuando el cuerpo carotídeo fue descubierto por Haller en 1742, fue considerado como un *ganglio nervioso*.

2. En 1862 publicó Luschka³ su trabajo clásico sobre la estructura del cuerpo carotídeo y lo consideró como una *glándula*. Encontró células ganglionares y microganglios, pero llegó a la conclusión errónea que las ramas nerviosas que llegan al órgano vienen todas del ganglio cervical superior. El concepto glandular lo derivó Luschka del origen embriológico del cuerpo, que creía endodérmico. En realidad, el esbozo que Luschka consideró origen del cuerpo carotídeo era el de las paratiroides, que no fueron descubiertas sino hasta 1800 por Sandström.

3. En 1865, Arnold⁴ impresionado por el gran número de vasos sanguíneos, consideró al cuerpo carotídeo como un *órgano vascular*; según él los tubos glandulares de Luschka no eran sino "glomérulos" vasculares contorneados, como los del cuerpo coccígeo.

4. En 1892, emitió Stilling⁵ dos nuevos conceptos, pensando reconciliar los dos puntos de vista antagónicos (glandular y vascular) A, las células "típicas" del cuerpo carotídeo pueden llegar a él de alguna fuente externa y, por tanto, ser del todo independientes de los vasos; y B, además de las células principales que forman la masa fundamental del cuerpo carotídeo, hay otras que toman un color pardo cuando son fijadas con bicromato de potasio, como las de la mé-

dula suprarrenal o como las que, en algunos mamíferos, existen en la vecindad de los ganglios simpáticos lumbares. Denominó a estas células "cromófilas". Creo poder afirmar —decía Stilling— que el ganglio intercarotídeo, cualquiera que pueda ser su origen embrionario, no es un simple aparato vascular, ni un órgano rudimentario, sino una glándula vascular sanguínea, con una estructura análoga a la de las glándulas suprarrenales.

Las consideraciones hechas por Stilling fueron tomadas por Kohn y desarrolladas en un trabajo que ha tenido influencia dominante en la evolución de nuestras ideas sobre el cuerpo carotídeo.

Kohn⁶ aceptó que, durante el desarrollo embriológico del cuerpo carotídeo, la pared de la carótida interna se engruesa excéntricamente; pero, en su opinión, esto no constituye el cuerpo carotídeo. A lo largo del plexo simpático que crece en la bifurcación de la carótida, emigran células para formar las "típicas" del cuerpo carotídeo que se disponen en bolas y todavía conservan su conexión con los nervios simpáticos del ganglio cervical superior y, en menor extensión, del vago. Las células típicas del cuerpo carotídeo —decía Kohn— no son exclusivas a este órgano, sino que otras semejantes pueden existir incluidas en los nervios o en los ganglios, como se ha encontrado más tarde. Debido a su conexión con el sistema simpático, propuso Kohn la denominación de *Paraganglio Intercarotídeo* y, aunque hay diferencias en la distribución de las células y en la intensidad de la reacción cromafín, estableció relaciones entre el cuerpo carotídeo y la médula suprarrenal, pues en ambos, según Kohn, habría la misma relación entre las células cromafines y los elementos nerviosos del simpático.

Aunque Kohn fue cauto y precavido al tratar las implicaciones que acarrearía su hipótesis, y en su trabajo no emitió opinión sobre las funciones del cuerpo carotídeo quizá porque entonces apenas comenzaba la función de la médula suprarrenal, los simpatizadores de su trabajo consideraron la posibilidad de que el cuerpo carotídeo, como el tejido cromafín de otras partes del cuerpo, fuese una glándula de secreción interna.

Poco después, comunicó Mulon⁷ que había obtenido efectos presores inyectando extractos del cuerpo carotídeo del caballo. Numerosos investigadores no sólo no pudieron confirmar tal aseveración, sino que en varias ocasiones obtuvieron efectos hipotensores con los extractos, lo que dio origen a pensar que el cuerpo carotídeo podía secretar una substancia semejante a la acetilcolina. Repetidamente se ha hecho hincapié sobre ésto para considerar al cuerpo carotídeo como una glándula.

Mencionemos todavía que el concepto modificado de paraganglio persiste aún en nuestros días. Watzka⁸ y otros investigadores consideraron que las células del cuerpo carotídeo no se originarían del sistema simpático, sino del parasimpático (nervios vago y glossofaríngeo) y que sus células no tendrían reacción cromafín. Según ellos el cuerpo carotídeo sería un paraganglio no cromafín, usando la palabra paraganglio en un nuevo sentido. Las células "típicas" tendrían

inervación efortora (es decir, centrífuga) lo cual está en flagrante contradicción con los conocimientos fisiológicos actuales. Da Costa⁹ en una hipótesis, aún más rebuscada, que él llama unitaria, considera que las células específicas del cuerpo carotídeo serían de origen simpático, aunque no cromafines, tendrían innervación efortora y, además, innervación sensitiva aferente.

5. Se debe a Fernando de Castro, discípulo de Cajal y digno representante de la escuela histológica española, haber establecido sobre bases morfológicas el actual concepto funcional que tenemos del cuerpo carotídeo; es decir, que se trata de un aparato vasosensitivo reflexogénico. De Castro demostró en 1926¹⁰

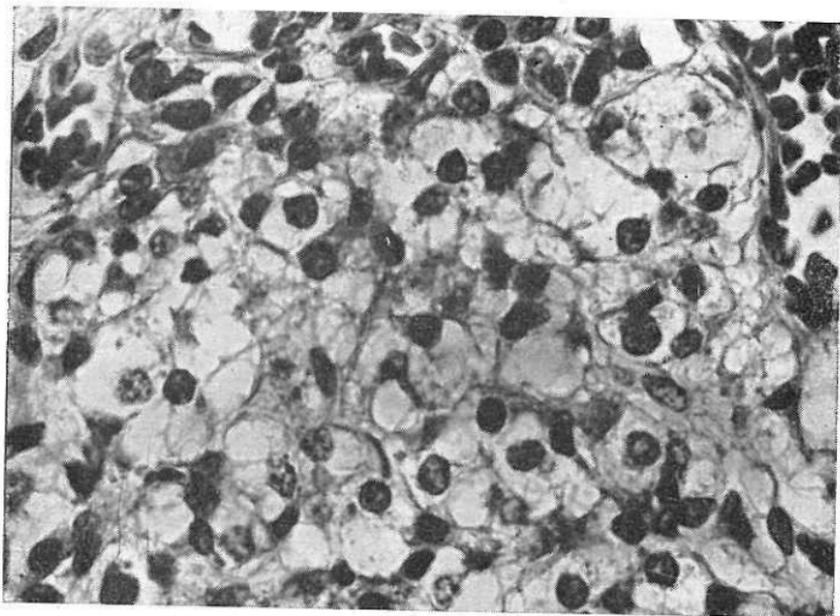


Fig. 3. Microfotografía a mediano aumento (44 \times) de una parte de un lóbulo del cuerpo carotídeo para mostrar los caracteres de las células principales. (Tinción con Masson.)

que, seccionado experimentalmente el nervio glossofaríngeo, degeneran las fibras nerviosas en el cuerpo carotídeo. Sin embargo, como hizo la sección distalmente al ganglio del nervio, infirió que la innervación era de tipo motor eferente y que el órgano era de naturaleza glandular. Apoyaba también su inferencia en que las células del cuerpo carotídeo tienen aparato de Golgi y mitocondrias bien desarrolladas.

En su segundo trabajo, de 1928, De Castro¹¹ cambió completamente su opinión, pues al seccionar al nervio por arriba de su ganglio, las fibras del cuerpo

carotídeo no degeneraron y, por tanto, se comportaron como aferentes y sensitivas. El cuerpo carotídeo no es una glándula, sino un "órgano sensorial especial, destinado a percibir ciertas modificaciones cualitativas de la sangre". Aunque los dos trabajos se complementan, el último es notable por haber establecido un nuevo concepto del cuerpo carotídeo. La participación del simpático en la inervación del cuerpo carotídeo es escasa, según De Castro¹² aún en la inervación motora de sus arterias.

Las células principales del cuerpo carotídeo (Fig. 3), también llamadas "específicas", "típicas", "epiteloides" o "glómicas", son de mediano tamaño (de

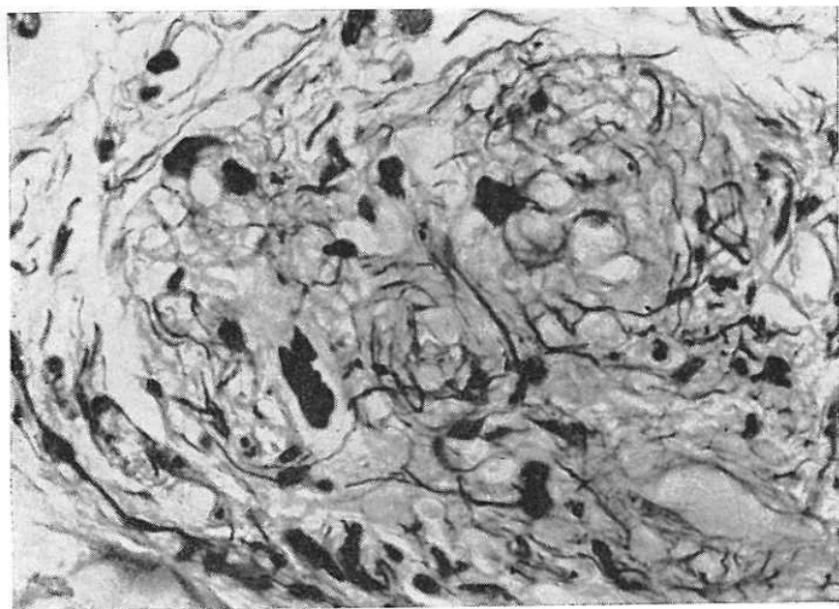


Fig. 4. Microfotografía de las terminaciones nerviosas del cuerpo carotídeo normal. (Técnica R-H. Aumento 150.) (Preparación y fotografía del Dr. I. Costero.)

10 a 25 micras) redondas o poligonales y, menos comúnmente, alargadas. Su citoplasma es claro, a veces con algunas vacuolas; esta vacuolización ha sido observada por la microscopía electrónica, pero sólo después de prolongada anoxemia.¹³ Algunos autores¹⁴ han descrito una prolongación corta en las células, que piensan pueda ser un axon vestigial. Con las técnicas de plata se observan frecuentemente varias prolongaciones (Fig. 4). Las mitocondrias que describió De Castro por primera vez han sido comprobadas por la microscopía electrónica; el aparato de Golgi, también descrito por De Castro, tiene tamaño y for-

ma variables, y está situado en el lado en que la célula ve al capilar (polo vascular).

Las células principales rodean a los capilares sinusoides y, para algunos, no hay nada entre ellas y el endotelio, mientras que otros describen un fino retículo. Este punto, como señala Adams,¹⁷ requiere mayor investigación.

El modo como las células principales están inervadas también es debatido, aunque la mayoría de los investigadores acepta las siguientes ideas de De Castro: las fibras nerviosas del glossofaríngeo llegadas al cuerpo carotídeo forma alrededor de él un plexo muy denso periglandular. De este plexo superficial pene-

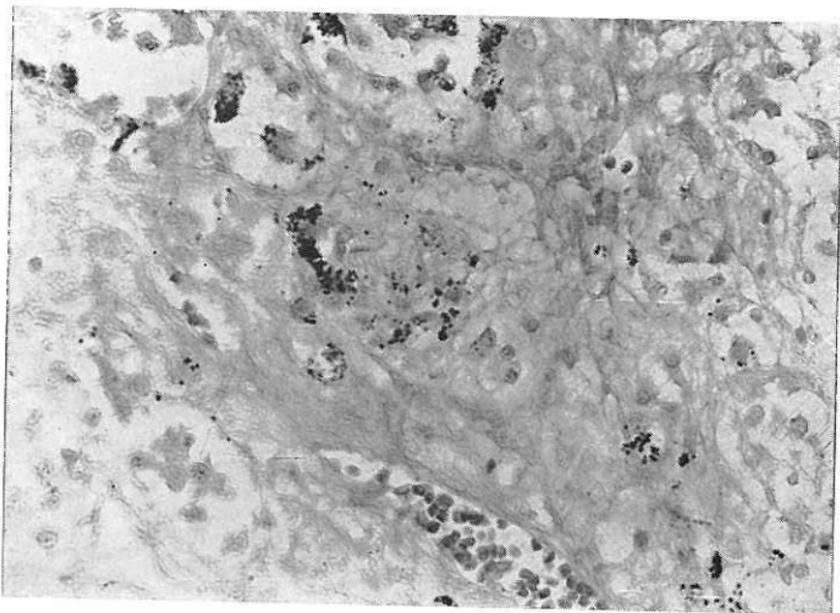


Fig. 5. Microfotografía a mediano aumento (44 \times) de las células argentafines del cuerpo carotídeo normal.

tran fibras, tanto meduladas como ameduladas, para formar plexos peribulbares, que penetrarían a ellos e irían a inervar a las células, aunque sin penetrar en ellas. Los estudios de la microscopía electrónica de Ross¹⁵ revelan que la sinapsis es sólo superficial.

Por otra parte Costero¹⁶ ha demostrado, en tumores del cuerpo carotídeo, la presencia de células, con los caracteres morfológicos y tintoriales de las células argentafines, que nosotros hemos podido comprobar después en cuerpos carotídeos normales (Fig. 5). En caso de que tales células fuesen idénticas a las

enterocromafines, su hallazgo constituiría una aportación importante. En retrospecto, es difícil explicar cómo estas células han escapado a la observación de tantos investigadores. Es probable que hayan sido vistas, pero erróneamente identificadas entre las cromafines.

Como se sabe desde los estudios químicos de tumores argentafines del intestino, estos carcinoides contienen gran cantidad de serotonina, lo cual origina un cuadro clínico vascular característico. Esto hace pensar que las células argentafines produzcan serotonina, por lo que consideramos que es de la mayor importancia investigar si las células descritas por Costero también elaboran 5-hidroxitriptamina.

En resumen, el cuerpo carotídeo es un órgano de estructura compleja. Si su origen embriológico es incierto, aún quedan también por dilucidarse muchos detalles finos de su estructura microscópica, como son en concreto los dos siguientes: 1) la relación exacta de las células principales con la pared del vaso, 2) la relación exacta entre células principales y fibras nerviosas; es decir, la naturaleza precisa de la sinapsis. Creemos que la microscopía electrónica puede ayudar mucho a la resolución de estos problemas.

Finalmente, consideramos como una aportación importante la existencia de células argentafines, señalada por Costero, en los tumores del cuerpo carotídeo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos cumplidamente la valiosa cooperación del Dr. Alfonso Reyes Mota, Jefe de la Unidad de Patología del Hospital Juárez, al proporcionarnos numerosas carótidas para diseccionar los cuerpos carotídeos. Al Dr. Isaac Costero Tudanca por la corrección del trabajo y por habernos permitido emplear en la presentación varias de sus hermosas microfotografías. A la Sra. Ma. de los Angeles Benito de De Buen por la cuidadosa elaboración de las preparaciones microscópicas, con numerosas técnicas, de los cuerpos carotídeos. Y a los alumnos Alfredo Fera Velasco, Mario Rodríguez Hernández y Carlos Montes de Oca Osorio por habernos ayudado en la disección de los cuerpos carotídeos.

REFERENCIAS

1. Ochoterena, I.: *Estudios neurológicos, XXIX. Acerca del seno del glomus caroticum*. An. Inst. Biol. Univ. México, 7: 397-414, 1936.
2. Mayer, A. F. J. K.: *Ueber ein neu entdecktes Ganglion im Winkel der äussern und innern Carotis, beim Menschen und Säugethieren (Ganglion intercaroticum)*. Froerichs Notizen, 36: 8-9, 1833.
3. Luschka, H.: *Ueber die drüsenartige Natur des sogenannten Ganglion intercaroticum*. Arch. Anat. Physiol., 405-414, 1862.
4. Arnold, J.: *Ueber die Structur des Ganglion intercaroticum*. Virchow Arch., 33: 190-209, 1865.

5. Stilling, H.: *Du Ganglion Intercarotidien*. Inaug. Diss., Lausanne Trav. Fac. Univ. Lausanne, pp. 321-331, 1892.
6. Kohn, A.: *Ueber den Bau und die Entwicklung der sog. Carotisdrüse* Arch. f. Anat., 56: 81-148, 1900.
7. Mulon, P.: *Spécificité de la réaction chromaffine: glandes adrénalogènes*. C. R. Soc. Biol., Paris, 56: 113-115, 1904.
8. Watzka, M., y Scharf, J. H.: *Die Paraganglien am Ganglion nodosum vagi und dessen Umgebung beim erwachsenen Menschen*. Z. Zellforsch., 36: 141-150, 1951.
9. Da Acosta, A. C.: *La notion de métaneurogène*. C. R. Ass. Anat., 41 st. réunion, 644-653, 1955.
10. De Castro, F.: *Sur la structure et l'innervation de la glande intercarotidienne (glomus caroticum) de l'homme et des mammifères, et un nouveau système d'innervation autonome du nerf glossopharyngien*. Etudes anatomiques et expérimentales. Trab. Lab. Invest. biol. Univ. Madrid, 24: 365-432, 1926.
11. De Castro, F.: *Sur la structure et l'innervation du sinus carotidien de l'homme et des mammifères. Nouveaux faits sur l'innervation et la fonction du glomus caroticum*. Etudes anatomiques et physiologiques. Trab. Lab. Invest. biol. Univ. Madrid, 25: 331-380, 1928.
12. De Castro, F.: *Sur la structure de la synapse dans les chemocepteurs, leur mécanisme d'excitation et rôle dans la circulation sanguine locale*. Acta physiol. scand., 22: 14-43, 1951.
13. Ducan, D., y Gerner, C. M.: *An electron microscope study of the carotid body*. Anat. Rec., 127: 285-286, 1957.
14. Goormaghtigh, N., y Pannier, R.: *Les paraganglions du coeur et des zones vasosensibles carotidienne et cardio-aortique chez le chat adulte*. Arch. Biol., Paris, 50: 455-533, 1939.
15. Ross, L.: *An electron microscopic study of carotid body chemoreceptors*. Anat. Rec., 127: 481, 1957.
16. Costero, I.: Trabajo en prensa, 1960.
17. Adams, W. E.: *The Comparative Morphology of the Carotid Body and Carotid Sinus*. Charles E. Thomas, Publ. Springfield, Ill., U. S. A., 1958.