

PERSISTENCIA DE LA ARTERIA ESTAPEDICA EN QUIROPTEROS (MURCIÉLAGOS)

AMELIA SAMANO BISHOP

Sección de Histología y Embriología del Instituto de Biología,
Universidad Nacional Autónoma de México

Al estudiar el desarrollo del oído medio en los murciélagos encontramos un hecho interesante que en este tiempo no habíamos visto señalado en la literatura antigua ni en la reciente, nos referimos a la persistencia de la arteria estapédica en animales adultos. Revisando cuidadosamente las series de cortes de embriones y después de fetos, la arteria estapédica gradualmente presentaba mayor desarrollo. Con el objeto de conocer el destino de un vaso que ha sido considerado atrófico en los mamíferos adultos y en el hombre, continuamos trabajando pero en especímenes adultos, y después de una larga búsqueda, comprobamos que la arteria estapédica es una arteria permanente y es posible que exista en todos los murciélagos.

Considerando la importancia de los huesecillos del oído medio, por la función que desempeñan en la audición y especialmente el estribo, en la transmisión de las ondas sonoras al oído interno y siendo los murciélagos animales dotados de tan extraordinario sentido, pensamos que este hallazgo podría sugerir o tener alguna significación biológica interesante. El trabajo se limita exclusivamente a un solo huesecillo del oído medio, estudiado en los 17 géneros que mencionamos a continuación.

El estribo es un huesecillo descubierto en épocas remotas, se conocen descripciones en estudios anatómicos clásicos que datan del siglo XVI. La prioridad del descubrimiento ha sido atribuida a Giovanni Ingrassias, a Mateo Realdo Colombo, Bartolomeo Eustaquio y Andrés Vesalio. Las primeras ilustraciones de la morfología de este huesecillo se deben a Eustaquio; los estudios acerca de las articulaciones fueron realizadas por Falopio, y Casserio publicó los dibujos de los estribos de 10 mamíferos. Posiblemente (Siebermann, 1905) fue Varolio quien observó por primera vez el músculo estapédico. En cuanto se dieron a conocer los fundamentos anatómicos del estribo, los investigadores del

siglo XVIII utilizaron este material para sus textos y añadieron algunos detalles derivados de sus propias observaciones.

La importancia de la función de este huesecillo despertó el interés por conocer su origen y desarrollo; varios morfólogos iniciaron estudios cuidadosos y sostuvieron opiniones muy diversas: Valentin (1835) Günther (1842) y Coyle (1905) y otros más, consideraron que el estribo tenía su origen en el primer arco branquial (porción mandibular) y dieron las más extrañas interpretaciones mecánicas, intentando explicar la formación de la ventana oval y el estribo.

Burdach (1828), fue de los primeros investigadores que expusieron sus propias ideas respecto al origen del estribo; consideraba que esta estructura procedía totalmente de la cápsula ótica y Parker (1874) y Bettany (1877) pensaron que se derivaba de una protuberancia lobular de la superficie externa de la cápsula ótica, la cual, al desprenderse posteriormente de la pared del laberinto, permanecía solamente como tapón en la ventana vestibular.

Reichert (1837) señaló por primera vez el origen real del huesecillo, indicando que proviene totalmente del arco hioideo (segundo arco branquial); también logró precisar el origen común que tiene el músculo estapédico que tan delicadamente se relaciona con éste.

Al finalizar el siglo pasado Rabl (1887) y Hertwig (1892), presentaron una prueba colateral importante del hallazgo de Reichert, demostrando la innervación del músculo estapédico por el nervio facial (nervio del segundo arco branquial) y a la vez observaron que el estribo estaba perforado por una arteria derivada de la carótida interna.

En cuanto se precisó el origen embriológico del estribo, las investigaciones se orientaron al conocimiento de las relaciones entre este huesecillo y la columella de los vertebrados inferiores. La arteria estapédica fue un factor importante para establecer la homo-

logía del estribo, huesecillo característico de los mamíferos y su correspondiente del oído medio de otros animales; irriga la región de la columella y del estribo (segundo arco branquial) y se encuentra desde el hombre hasta en los peces, en los cuales está representada por la arteria orbital. En todos los grupos estudiados se observan modalidades, puede anastomosarse con la carótida externa, absorbiendo algunas o todas sus ramas (selacios), o se anexa a la rama mandibular como en algunos reptiles; en los mamíferos se encuentra bien desarrollada, sus ramas se anastomosan y finalmente pierden sus conexiones originales con la aorta.

En los vertebrados, la arteria se encuentra muy relacionada con la morfogénesis del estribo y de la columella. El blastema mesenquimático que se aísla del segundo arco branquial, muy tempranamente se ve atravesado por diminuto vaso sanguíneo (la arteria estapédica). En todos los mamíferos, la arteria estapédica se había considerado como un vaso transitorio y de hecho lo es, como en el hombre, y en otros nunca aparece. Las primeras observaciones de la arteria estapédica en el blastema, en las fases iniciales del desarrollo, se deben a Broman (1889). Posteriormente Jenkinson (1911), expresó su opinión en el sentido de que el blastema que da origen al estribo en los mamíferos, solamente en las primeras etapas del desarrollo es atravesado por un vaso sanguíneo. Fraser (1882) con su estudio acerca del desarrollo del estribo llegó a las mismas conclusiones de Jenkinson, atribuyendo mucha importancia a la arteria en la morfogénesis del huesecillo.

En los embriones humanos de 7 mm Cauldwell y Anson (1942), pudieron reconocer el blastema estapédico como una masa mesenquimática sólida separándose de la parte media y del extremo craneal del arco hioideo. A esta edad no hay arteria estapédica en la parte central del blastema, solamente observaron un vaso bifurcado que en dirección dorsal y lateral pasa hacia la región media, suponiendo que poco después penetra en él. Los mismos investigadores reportan la presencia de la arteria atravesando una masa celular mesenquimática, ovoide, en em-

briones de 8 mm y en los de 10 mm ya presenta un aumento relativamente grande. El mayor diámetro de la arteria fue observado en embriones de 18 mm y enseguida gradualmente se atrofia y desaparece en los de 50 mm (hacia el final del tercer mes). Es posible que la atrofia de la arteria esté sujeta a variaciones en el tiempo, Keibel y Mall (1912), reportan en su obra sobre el desarrollo humano, la degeneración del vaso estapédico en un embrión humano de 23 mm. (Según Tadler 1902.) Los hallazgos, tanto antiguos como recientes, demuestran que la arteria estapédica normalmente se atrofia en el hombre y en diversos grupos de mamíferos, sin embargo es permanente en algunos roedores adultos en donde se encuentra atravesando el foramen intracrural del estribo, como en *Microtus nanus* (Merriam) y en *Epimys norvegicus* (Erxleben) según Cockerell. Miller y Printz (1914); Truscott y Struthers (1941) encontraron la misma condición en *Microtus pennsylvanicus*. Henson (1961), en su estudio sobre aspectos morfológicos y funcionales de ciertas estructuras del oído medio de insectívoros y quirópteros, menciona la arteria estapédica atravesando permanentemente el estribo de un insectívoro del género *Cryptotis* (*Cryptotis parva*) y de un género de murciélago, *Rhinolophus*, especie *ferrum-equinum*. Hemos estudiado casi todos los géneros que dicho autor trata y, sin excepción, hemos encontrado la arteria estapédica muy bien desarrollada, atravesando el delicado estribo de todos los géneros y especies que consignamos en este trabajo.

En dos géneros, *Glossophaga* y *Tadarida*, estudiando el desarrollo del estribo hemos seguido la evolución de la arteria desde el momento de su aparición en el blastema estapédico (fig. 1), presenta un diámetro de 20 a 24 micras, después, en la etapa precartilaginosa ya se la ve ejerciendo un efecto morfogenético; en torno de ella las células degeneran y al desaparecer moldean el espacio intracrural hasta un diámetro de 420 micras en su parte más amplia de un embrión de mayor edad, la arteria se ha situado definitivamente en el centro del foramen y continuará desarrollándose hasta alcanzar su diámetro característico en las formas

adultas, alrededor de 190 micras en *Glossophaga* y de 180.6 en *Tadarida*.

Indudablemente que la homología del estribo y la columella auris de los vertebrados inferiores a los mamíferos, establecida desde la época de Reichert (1837), encontró un apoyo más en la asociación de estructuras comunes a ambas formaciones. También en la morfogénesis de la *columella auris* la arteria estapedica ejerce una influencia condicionante. Verluys (1898) observó que la arteria estapedica atravesaba la columella de algunos reptiles como *Pachydactylus Hemidactylus* y *Tarentola*. También se ha encontrado en la columella de algunas aves. En otros reptiles y particularmente en *Sphenodon*, la arteria no atraviesa la base de la columella, sigue por su parte ventral y en la mayoría de los reptiles, el vaso pasa en dirección dorsal del huesecillo. En los reptiles fósiles más antiguos, como en *Cotylosauria*, la gruesa y tosca columella estuvo perforada por la arteria estapedica. Goodrich (1958), interpreta estas modalidades de situación como una probable condición primitiva en los casos en que la arteria atraviesa la base del huesecillo y de secundaria cuando sigue

un trayecto ventral o dorsal a la columella. Se sabe que de todos los huesecillos auditivos, el estribo es el más variable; sin embargo, en los quirópteros hay un factor que no varía; es la arteria, la cual ha sido observada en todos los murciélagos que hemos colectado, de los cuales solamente mencionamos 17, en donde, con toda claridad, logramos destacarla. (Véanse figs. 5-21.) Cockerell y colaboradores atribuyen importancia taxonómica a los caracteres de los huesecillos auditivos; la arteria estapedica no es un carácter de la conformación del estribo, pero es posible que pudiera tener algún valor en el establecimiento de relaciones filogenéticas y funcionales ya que contribuye a la mejor irrigación de una estructura tan íntimamente ligada a la transmisión ultrasónica.

Doy las gracias más sinceras a Myriam G. de Ferriz y a Amalia Márquez Orozco, por su valiosa ayuda en la preparación histológica y al doctor Bernardo Villa-R., por la determinación taxonómica de los distintos géneros y especies de murciélagos señalados en este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALLEN, G. M. 1940. Bats. Cambridge, Massachusetts. Harvard University Press.
- CAULDWELL, E. W. and B. J. ANSON. 1942. Stapes, Fissula ante Fenestram and Associated Structures in Man. Archives of Otolaryngology 36, pp. 891-925.
- COCKERELL, T. D. A., L. I. MILLER and MORRIS PRINTZ. 1914. The Auditory Ossicles of American Rodents. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. Vol. 33, pp. 347-380.
- GAUGHRAN, G. R. L. 1954. A Comparative Study of the Osteology and Myology of the Cranial and Cervical Regions of the Shrew, *Blarina brevicauda*, and the Mole, *Scalopus aquaticus*. Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Mich., No. 30, pp. 1-82.
- GOODRICH, EDWIN S. 1958. Studies on the Structure and Development of Vertebrates. Dover Publications Inc.
- GRIFFIN, DONALD R. 1946. Mechanism by which bats produce supersonic sounds. Anat. Rec. Vol. 96, pp. 519.
- GRIFFIN, DONALD R. 1958. Listening in the Dark. New Haven. Yale University Press.
- HENSON JR. O'DELL W. 1961. Some Morphological and Functional Aspects of Certain Structures of the Middle Ear in Bats and Insectivores. Univ. Kansas Scie. Bull. Vol. XLII (3), pp. 151-255.
- JENKINSON, J. W. 1911. Development of the Ear Bones in Mouse. J. Anat. and Physiol. 45, pp. 305-318.
- KINGSLEY, J. S. 1900. The Ossicles Auditus. Tufts College Series, Boston No. 6, pp. 203-274.
- KEIBEL, F. and F. P. MALL. 1912. Manual of Human Embryology. Philadelphia. Lippincott Co.
- MILLER, GERRIT S. JR. 1928. The American Bats of the Genera *Myotis* and *Pipistrellus* Smithsonian Institution United States National Museum. Bulletin 144.

- PARKER, W. K. 1874. On the structure and development of the skull in the pig. (*Sus scrofa*). Phil. Trans. Roy. Soc., London 164, pp. 289-336.
- . 1877. The Morphology of the Skull. Macmillan Co. London.
- TRUSCOTT, B. LIONEL. 1941. The Embryological Development of the Middle Ear of the field Mouse *Microtus Pennsylvanicus*. Jour. Morph. Vol. 69, pp. 329-346.
- WEBSTER, DOUGLAS B. 1961. The Ear Apparatus of the Kangaroo Rat, *Dipodomys*. Am. Jour. Anat. Vol. 108 (2), 123-147.
- WASSIF, KAMAL. 1957. The Development of the Auditory Ossicles and Tympanic bone in Mammals with special reference to the part played by the anterior process in the ossification of the malleus. Ain Shams Science Bulletin, No. 2, pp. 259-294.

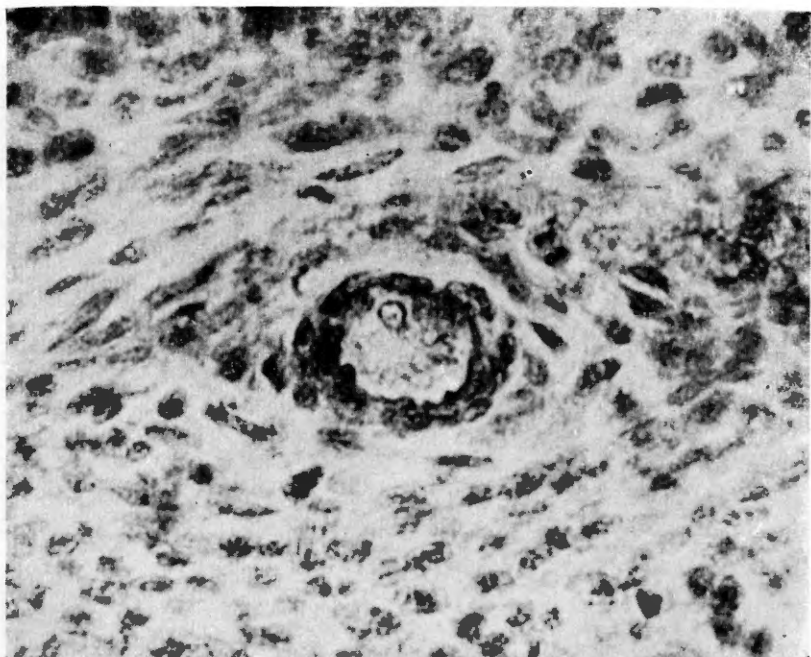


FIG. 1. Arteria estapédica de *Glossophaga soricina* Leach, rodeada de las células que originarán el estribo (Embrión de 8 mm).



FIG. 2. Anillo precartilaginoso de *Glossophaga soricina* Leach, rodeando la pequeña arteria estapédica. (Embrión de 10 mm).

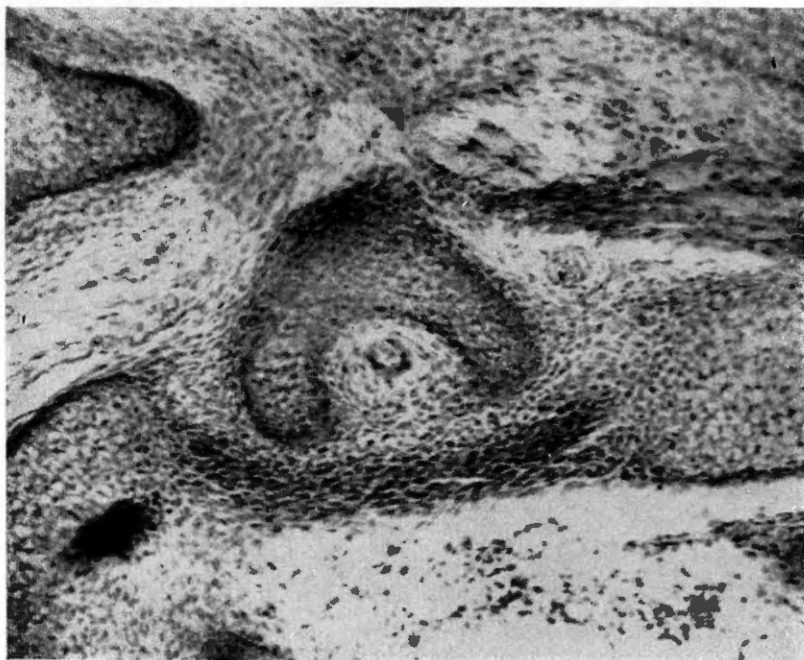


FIG. 3. Corte horizontal a nivel más profundo del que muestra la figura 3, en donde ya se observa la cabeza del estribo y a un lado el grupo de células transformándose en el tendón del músculo estapédico. Las células cercanas a la arteria comienzan a degenerar tempranamente.

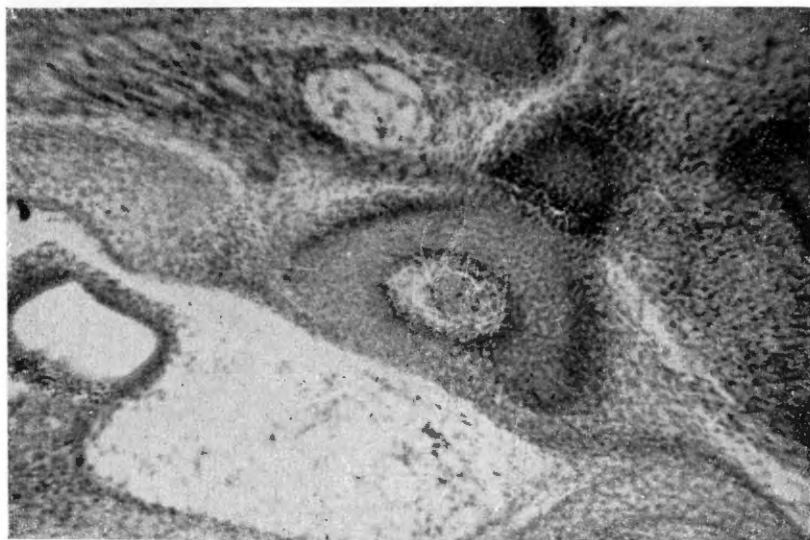


FIG. 4. Esbozo del estribo de *Glossophaga soricina* de 12 mm; en esta etapa se aprecia el aumento del diámetro de la arteria.

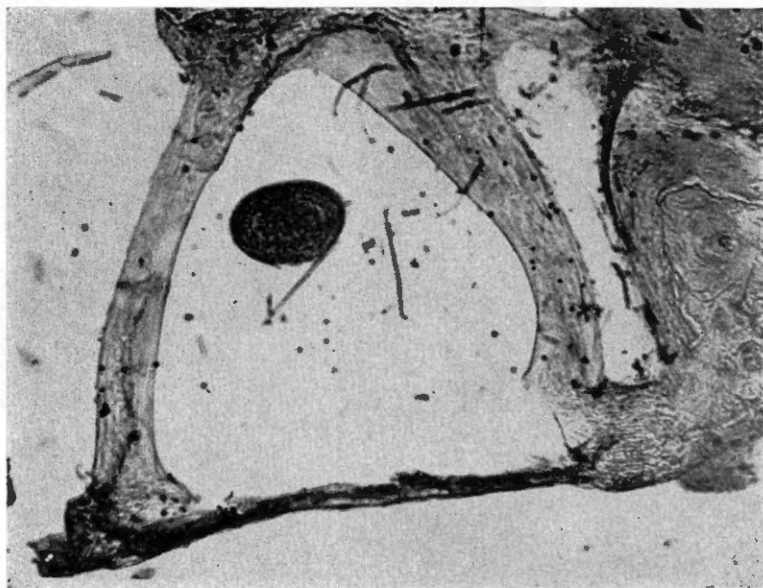


FIG. 5. Microfotografía del estribo de un murciélago de la subespecie *Myotis lucifugus carissima* Thomas. Puede apreciarse el gran desarrollo de la arteria estapédica.



FIG. 6. Microfotografía del estribo de *Natalus m. mexicanus* Müller.

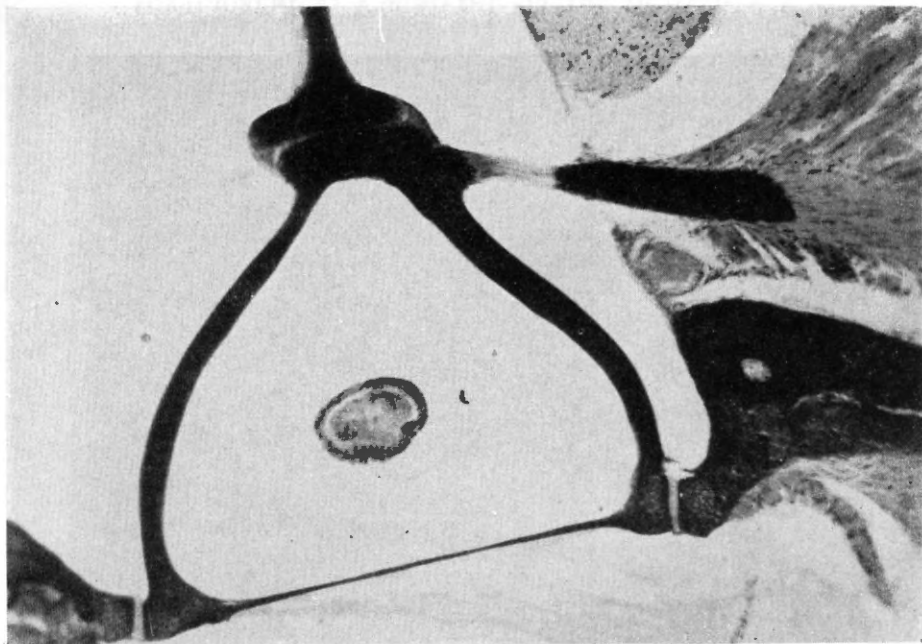


FIG. 7. Microfotografía del estribo de *Leptonycteris nivalis nivalis* Saussure. Este murciélago polínivoro posee uno de los más bellos estribos, por el que atraviesa la arteria estapédica muy bien desarrollada.

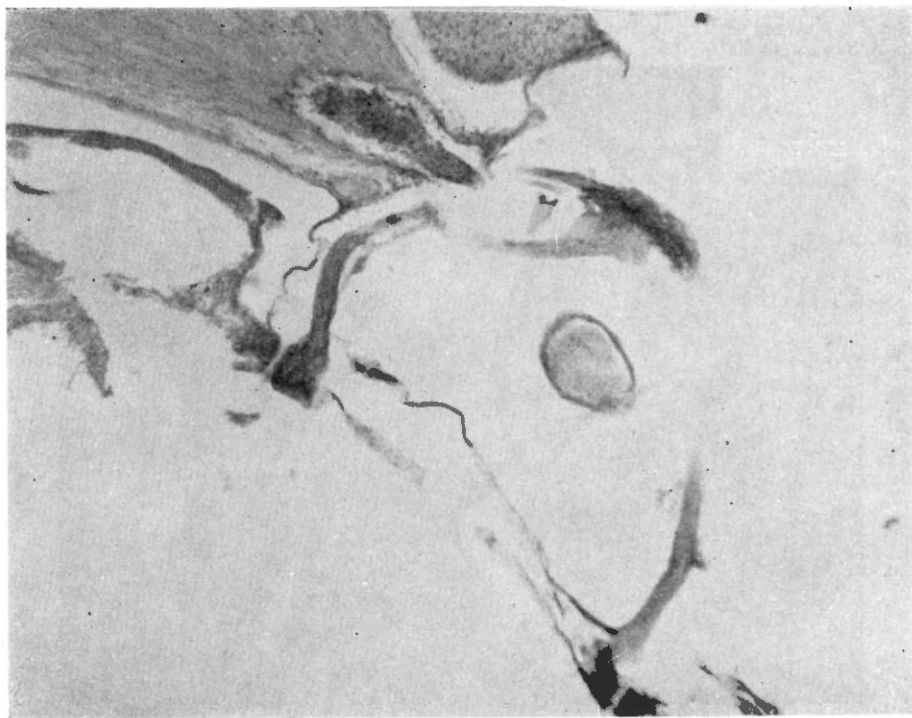


FIG. 8. Microfotografía del estribo de *Tadarida laticaudata yucatanica* Miller. El estribo aparece fragmentado pero la arteria se encuentra completa, posee paredes muy delgadas y el diámetro es muy amplio.



FIG. 9. Microfotografía del estribo de *Balantiopterix p. plicata* Peters. El huesecillo es esbelto, de base estrecha y arteria estapédica de paredes bien desarrolladas pero de diámetro reducido.



FIG. 10. Microfotografía de *Carollia perspicillata* Saussure. La arteria estapédica es de diámetro muy amplio y paredes muy delgadas.



FIG. 11. Microfotografía del estribo de *Mormoops m. megalophylla* (Peters). Por el foramen intracural cruza una arteria bien desarrollada.

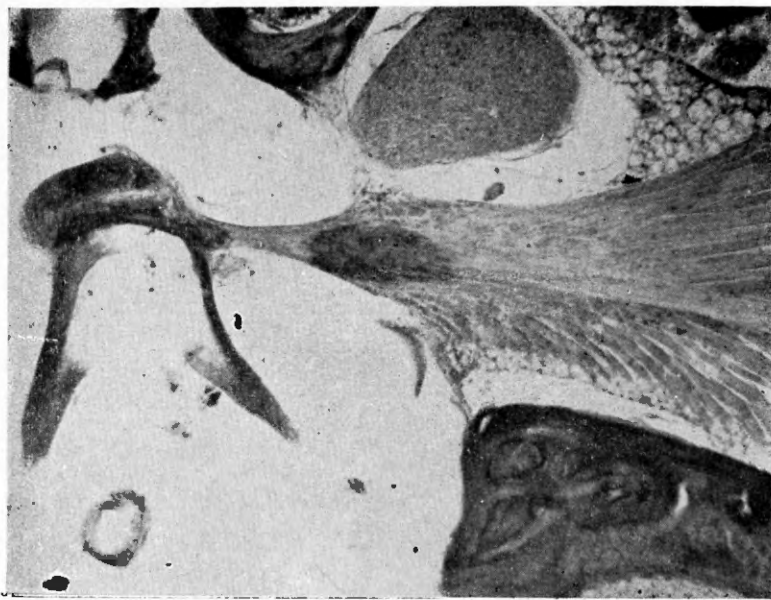


FIG. 12. Microfotografía del estribo de *Anoura geoffroyi lasioptys* (Peters). El estribo está provisto de una arteria de paredes gruesas y diámetro muy amplio.



FIG. 13. Microfotografía del estribo de *Artibeus jamaicensis* Leach. La arteria es proporcionalmente muy pequeña y el huesecillo es sumamente delicado.



FIG. 14. Microfotografía del estribo de *Lasiurus borealis* (Müller). En este género la arteria estapédica alcanza gran tamaño.



FIG. 15. Microfotografía del estribo de *Macrotus waterhousii mexicanus* Saussure. De los diversos géneros estudiados, éste es el que presenta la arteria estapédica más pequeña.



FIG. 16. Microfotografía del estribo de *Noctilius leporinus mexicanus* Goldman. Estos murciélagos poseen un estribo muy bien estructurado y una arteria de gran tamaño.

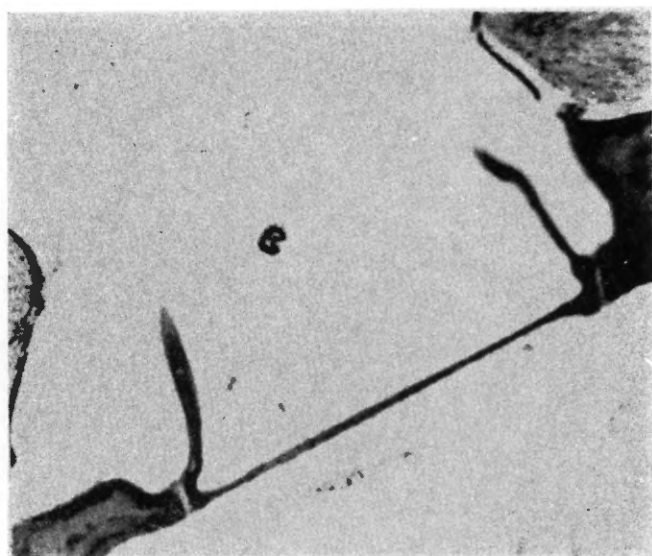
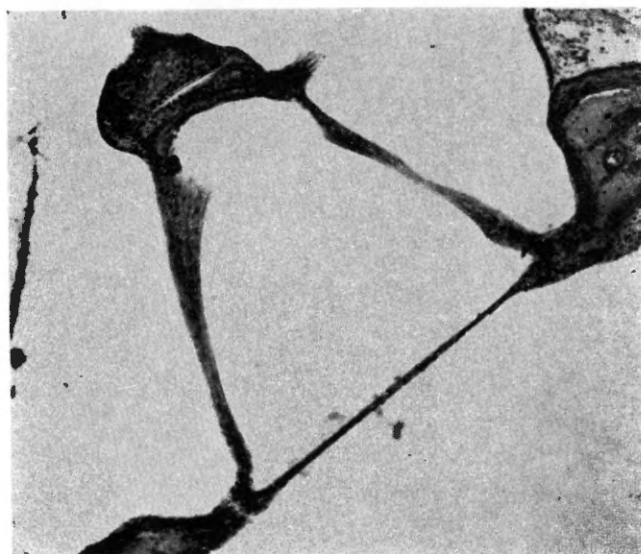


FIG. 17. Dos aspectos del estribo de *Desmodus rotundus murinus* Wagner, que muestran la fina estructura del huesecillo y el pequeño tamaño de la arteria estapédica.



FIG. 18. Microfotografía del estribo de *Glossophaga soricina* Leach. La arteria estapédica es de gran tamaño en proporción al estribo.



FIG. 19. Microfotografía del estribo de *Pteronotus davyi fulvus* (Thomas).



FIG. 20. Microfotografía del estribo de otra especie de *Pteronotus rubiginosa mexicana* Miller.



FIG. 21. Microfotografía de un fragmento del estribo de *Molossus* sp. La arteria estapédica presenta paredes delgadas pero su diámetro es bastante grande.