

ANATOMIA MICROSCOPICA COMPARADA DE LOS NUCLEOS BULBARES DEL NERVIO VIII (ACUSTICO)

Por AMELIA SAMANO BISHOP
del Instituto de Biología

El nervio acústico está constituido por dos nervios cuyos orígenes, terminaciones bulbares y funciones fisiológicas son distintas; sin embargo, en la especie humana estos nervios, el vestibular y el coclear se hallan íntimamente asociados. Ambos provienen de ganglios alojados en el oído interno; el ganglio del nervio vestibular es de aparición más temprana, nace de células bipolares de un pequeño acúmulo denominado, ganglio de Scarpa, inerva el vestíbulo y los canales semicirculares, que constituyen la esencia del aparato auditivo de los vertebrados, denominados inferiores. Dicho nervio penetra en el bulbo, adelante del cuerpo restiforme entre éste y la raíz descendente del trigémino y termina en general en cuatro núcleos que se hallan en regiones profundas del bulbo. El nervio coclear es el nervio específico de la audición, tiene origen en el ganglio espiral de la cóclea y yace en el interior del caracol, dispuesto en espiral. El conjunto de fibras que provienen de las células bipolares de este ganglio se reúne en el conducto del oído interno con el haz del nervio vestibular y penetran juntos en el bulbo apartándose después un poco, de tal manera que el nervio coclear se encamina hacia atrás del nervio del vestíbulo. Las fibras cocleares se bifurcan y terminan en general, en dos grandes núcleos designados con distintos nombres según los diversos investigadores, pero que muchos denominan núcleo ventral al primero y núcleo dorsal al segundo. El primero de dichos núcleos es superficial con respecto a los núcleos del nervio vestibular; la cóclea es una estructura de formación tardía en la escala zoológica, por lo que el nervio coclear tiene núcleos que corresponden a estructuras altamente especializadas y se hallan colocadas en las regiones más superficiales del sis-

tema nervioso, considerándolas en relación con las estructuras más antiguas con que se concatenan, en este caso con los del nervio vestibular. Se piensa que estos núcleos se han ido desarrollando a expensas del centro acústico de los animales inferiores. Las diferencias entre ambos nervios son aún más definidas tratándose de sus conexiones centrales que son fundamentalmente diferentes. Los centros del vestibular son centros reflejos de la médula y del cerebelo; sus relaciones corticales son de importancia relativamente secundaria. El nervio coclear tiene conexiones con los cuerpos geniculados medios y de allí, radiaciones hasta el lóbulo temporal, también se comunica con un centro reflejo auditivo de suma importancia, los colículos inferiores.

Para concluir diremos que en cuanto a sus funciones, el vestibular está afecto a las reacciones de equilibración que son esencialmente reflejas y el coclear a las percepciones y reflejos auditivos conscientes y por ende corticales.

No sería posible intentar un estudio comparado del nervio acústico y sus terminaciones bulbares, sin mencionar sus orígenes periféricos y las estructuras primitivas que constituyeron el pasado de un sistema tan complejo como es el acústico.

Origen filogenético del sistema acústico.—Existe en los peces y en los batracios uródelos un sistema de órganos sensorios alojados en una serie de canales cutáneos distribuidos en sentido de la línea lateral de la superficie del cuerpo, en la región hiomandibular, infraorbital y supraorbital. Dicho sistema lateral se desarrolla en estrecha relación con el oído, permanece en gran intimidad con el mismo y sus funciones parecen ser de naturaleza intermedia, entre la táctil y la auditiva. Los órganos sensorios consisten en conjuntos de células columnares que constituyen el engrosamiento de la epidermis en el interior del área del órgano, así como también en células robustas, piriformes, que no alcanzan toda la profundidad de la epidermis; poseen en sus extremos pelos o pestañas que proyectan fuera de la superficie. Estos órganos sensorios están inervados por fibras que pierden su mielina al penetrar al órgano. Según Bunker, una vez en el interior las fibras se dividen de manera muy complicada y terminan en finas ramificaciones formando nidos más o menos complejos, sobre la superficie de las células. Este tipo de órganos se hallan encerrados en canales a lo largo de la superficie o afectan la forma de poros como acaece en los batracios y en los ciclóstomos.

Se considera que las fibras que inervan los órganos estáticos pertenecen a los nervios somáticos aferentes, debido a que los órganos sensorios son de origen ectodérmico. Dichos nervios parecen originarse en la región de la médula oblongada en donde las fibras aferentes somáticas se hallan profundamente reducidas, precisamente a nivel de la salida de los nervios facial y glossofaríngeo; los nervios acústicos emergen en este mismo nivel.

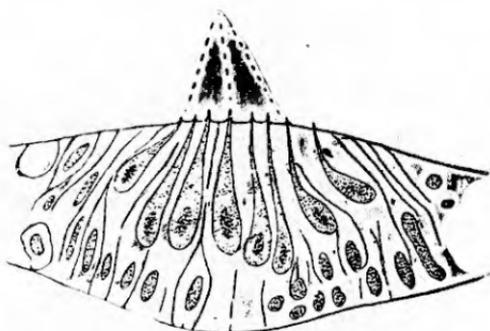


Fig. 1.—Células sensorias de un órgano de la línea lateral en una larva de *Catostomus* (Según Johnson, tomado de la obra de Ariens Kappers)

A pesar de que las funciones de los órganos de la línea lateral y el laberinto no son iguales, sus conexiones centrales muestran estrechas correlaciones; fisiológicamente tienen características importantes en común. En los peces y en los batracios uródelos los nervios de la línea lateral permiten el mantenimiento de la posición del cuerpo en relación con el medio; también intervienen en los reflejos de protección del animal. Estos nervios representan un grado de diferenciación que se compara con la sensibilidad protopática de los nervios cutáneos. Tanto el vestibular y aun más el coclear, intervienen en la selección de las respuestas y son por lo tanto comparables a la sensibilidad epicrítica de los nervios cutáneos; todas estas estructuras están altamente especializadas para la apreciación de las vibraciones ya sea directamente, o por los flúidos o membranas vibrantes; como ya se mencionó al principio estos órganos receptores poseen células neuro-epiteliales que se diferencian del epitelio circunvecino, por la presencia de pestañas en el borde de la superficie libre y por el tamaño corto de las células.

En cierta época del desarrollo tanto los órganos de la línea lateral como el laberinto se comunican directamente con la super-

ficie. Los canales de la línea lateral generalmente conservan esta comunicación abierta, aunque en las vesículas de Savi (que solamente se encuentran en el torpedo) y en los canales de ciertos peces no existe dicha comunicación. El laberinto de los animales adultos establece una conexión directa con el medio acuoso solamente en el grupo de los selacios; esta conexión es el conducto endolinfático y en los vertebrados superiores el laberinto se separa de la superficie durante el desarrollo y las pestañas de las células neuro-epiteliales vibran debido al líquido que en su interior contienen; así pues, todos estos órganos se relacionan con la percepción de las vibraciones.

En el *Amphioxus* no existen órganos sensorios periféricos especiales para la apreciación de los movimientos del medio en que viven. Probablemente la sensibilidad para la vibración que se advierte en este animal se debe a la apreciación de las alteraciones rítmicas de presión por las terminaciones nerviosas del velo de los tentáculos (Dogiel, Parker y Höfer).

Los órganos especiales para la percepción de las vibraciones se encuentran en el grupo de los craneotes; el aparato menos complicado para la apreciación de dichas vibraciones existe en los órganos que integran el sistema de la línea lateral. Según algunos observadores como Parker y Höfer estos órganos perciben los cambios periódicos de presión ocasionados por los movimientos del animal y por la reflexión de las ondulaciones del agua. La cóclea humana no es susceptible de percibir vibraciones de tan poca frecuencia, pues se sabe que éstas ocurren hasta seis en un segundo. La forma más sencilla de órgano de la línea lateral se encuentra en los ciclóstomos comenzando en el *Petromyzon* y también en los batracios, en donde los órganos de la línea lateral se alojan en surcos y no en canales; tienen sus lados libres generalmente a nivel de la superficie o un poco debajo de ésta. Existen algunos peces cuyos canales están completamente cerrados pero tienen una cubierta tan fina que les permite transmitir las vibraciones del agua al líquido interior. En los plagiostomos se encuentran dos tipos de terminaciones: las ámpulas de Lorenzini y las vesículas de Savi. Cada uno de estos órganos tienen una estructura semejante a los órganos del canal de la línea lateral. Las vesículas de Savi tienen en el interior un líquido que con sus vibraciones estimula las células sensorias. Las estructuras ya enumeradas tienen mucho interés por represen-

tar transiciones entre los sistemas cerrados y los abiertos de los órganos perceptores de vibraciones.

Los nervios anterior y posterior que inervan los órganos de la línea lateral, generalmente emergen de la médula en un grupo dorsal y ventral. El nervio lateral anterior o **lateralis facialis** entra en la médula a nivel de la entrada del nervio facial. El nervio lateral posterior o **lateralis vagi** penetra a la médula a nivel de la entrada del vago o del glosio-faríngeo. Los órganos de la línea lateral, sus nervios y sus centros se observan desde los vertebrados acuáticos, desde los ciclóstomos hasta los batracios acuáticos.

CICLOSTOMOS.—Tanto los mixinoideos como los petromizontes tienen los órganos de la línea lateral muy poco desarrollados, en los primeros el sistema lo integran canalillos o ranuras agrupados en la región anterior y posterior inervados por los nervios anteriores y posteriores de la línea lateral. En los petromizontes, estos órganos están dispuestos en orificios y no en canales; en el **Petromyzon** se advierte que los nervios de la línea lateral y el nervio acústico, el vestibular, ya se encuentran desarrollados y ambos terminan en el tubérculo acústico. Johnson ha observado que en el área acústica del **Petromyzon** existen unas células semejantes a las que se encuentran en las columnas dorsales de la médula y en el núcleo descendente de la raíz del trigémino. A nivel de la entrada del nervio vestibular ya se presentan tres áreas que corresponden a tres núcleos: el dorsal, el medio y el ventral. Al núcleo dorsal llegan las fibras más gruesas del nervio lateral anterior y con frecuencia se le ha llamado lóbulo anterior de la línea lateral; al núcleo medio llegan las fibras más finas del mismo nervio y especialmente las del nervio posterior y en el núcleo ventral terminan las fibras del nervio vestibular. En estos núcleos se advierte una notoria diferenciación celular: constan de células grandes y en el núcleo dorsal se perciben otras fusiformes más pequeñas y distribuidas irregularmente en toda su extensión. Según Schilling, al reunirse estas células cerca del cerebelo forman el núcleo **octavo motorius** anterior, y otras en la parte caudal del lóbulo constituyen el núcleo **octavo motcrius** posterior.

También existen correlaciones entre la línea lateral y el cerebelo; a medida que aumenta su desarrollo, la línea lateral se atrofia. En el **Petromyzon** el área estática está cubierta por una continuación de la capa molecular del cerebelo, posiblemente donde se observa el cerebelo más rudimentario, que es la **crista cerebellaris**; ahora

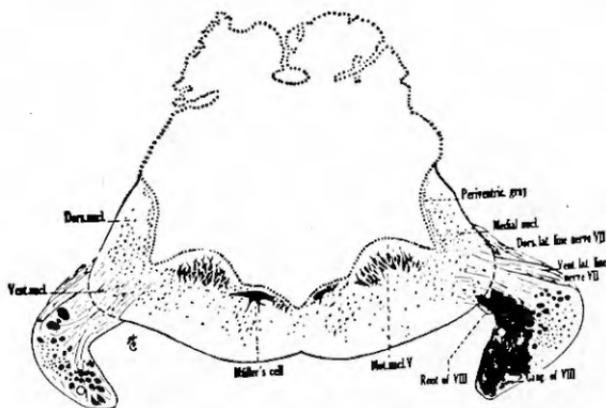


Fig 2 —Figura que muestra la disposición de los núcleos dorsal, medio y ventral en el área estática o sea el área acústico lateral del *Petromyzon marinus* (según Huber y Crosby).

bien, esta cresta cerebelar está en íntima relación con el área estática; el núcleo medio se continúa hasta el cerebelo, las células más grandes son las que llegan hasta las células de Purkinje según lo ha observado Johnston y sus fibras terminan formando sinapsis con sus dendritas. El nervio anterior de la línea lateral penetra a la médula a nivel de la entrada de los nervios facial y vestibular; consta de dos raíces con fibras de distinto grosor, las fibras del haz ventral son mucho más finas que las del haz dorsal, y terminan capitalmente en el núcleo medio, como se advierte en el caso del nervio posterior de la línea lateral. El haz dorsal termina en el núcleo dorsal. El nervio posterior de la línea lateral penetra a la médula a nivel del nervio glossofaríngeo en un solo haz formado por fibras muy gruesas que terminan en el núcleo medio del área estática.

El órgano vestibular en los ciclóstomos presenta mayor complejidad que el sistema de la línea lateral. En los mixinoideos el nervio vestibular termina en dos ramas a lo largo del **saccus communis** que son la rama posterior y la anterior. En los petromizontes el **saccus communis** tiene dos divisiones que se transforman en canales, el anterior y el posterior. Cada uno de estos canales termina en una ámpula; la rama anterior del nervio vestibular acaba relacionándose con la ámpula del canal anterior y la rama posterior se relaciona de manera semejante con el canal posterior.

Existen estrechas relaciones entre las terminaciones centrales del nervio vestibular y los nervios de la línea lateral y especialmente

con las del nervio de la línea lateral anterior. El nervio vestibular tiene dos raíces, una dorsal y una ventral: las fibras de la raíz dorsal ascienden y descienden, unas se dirigen al área estática y otras al cerebelo y así se establece la correlación entre el sistema vestibular, el de la línea lateral y el cerebelo. El haz descendente termina en la región caudal del núcleo dorsal. Las fibras de la raíz ventral pasan y terminan posiblemente en el núcleo ventral. Las fibras de este haz varían mucho en tamaño, unas son muy gruesas y otras finas. Las más gruesas de la raíz ventral se dicotomizan al penetrar en la médula y ascienden y descienden según las observaciones de Tretjakoff. Las fibras más finas terminan en la parte posterior del núcleo ventral. Se considera que ambas raíces del nervio vestibular tienen funciones análogas, pues las dos tienen fibras ascendentes y descendentes; sin embargo, la raíz ventral se relaciona de una manera especial con los reflejos que le son inherentes.

En el núcleo ventral del vestibular se encuentra un número de células muy grandes y algunos investigadores han pensado que algunas de éstas sean representantes de las células de Mauthner que se encuentran en los peces superiores y que intervienen en la transmisión del estímulo desde la región acústico-lateral hasta la parte caudal de la médula espinal. Al decusarse los cilindro-ejes de las células del núcleo ventral se advierten fibras descendentes que se incorporan al *fasciculus longitudinalis medialis*, llevando de esta manera los estímulos a los centros motores de la médula. Algunas fibras pasan al cerebelo y constituyen el primordio del lemnisco bulbar. Según Pearson dichas fibras provienen del área estática y de otros centros sensorios.

Ariens Kappers hace notar que el extremo cefálico del área estática se continúa con el cerebelo, y que el cerebelo en su forma más primitiva debe considerarse como la continuación y la diferenciación posterior del área estática.

Se considera que aparentemente hay menos diferenciación del área de la línea lateral en los mixinoideos que en los petromizontes. En los mixinoideos, las fibras del nervio de la línea lateral penetran al área acústico-lateral de la misma manera que acontece en los demás ciclóstomos, es decir, por encima de los nervios anterior y posterior y de las dos raíces del vestibular (Ayers y Worthington y Jausen). En *Bdellostoma* el nervio posterior de la línea lateral penetra directamente hasta el núcleo acústico y llega finalmente hasta la porción media en donde distribuye fibras que van en sentido dor-

sal y ventral. Dichas fibras se bifurcan muy poco y los investigadores Ayers y Worthington han observado que en **Bdellostoma** el nervio posterior de la línea lateral no se ramifica. El nervio anterior de la línea lateral está compuesto de series de haces que acompañan a otros nervios. Se piensa que dos de dichos haces acompañan los haces anterior y posterior del nervio del V par (Sanders y Halem). A nivel de la entrada de las fibras del trigémino y las de la parte posterior del nervio de la línea lateral al cerebelo, éstas se enredan con las fibras del fascículo de las ramas acústico-utriculares y se nota que unas fibras de la parte anterior que acompañan al trigémino penetran al núcleo acústico por la parte inferior, dirigiéndose hacia la región caudal se distribuyen en el núcleo. En **Bdellostoma**, tanto la rama sacular como la utricular envían fibras al núcleo acústico, allí se dicotomizan y una rama asciende y otra descende. Según Ayers y Worthington, entre las conexiones que ellos consideran secundarias está una pequeña vía acústico-cerebelar.

PLAGIOSTOMOS.—Tanto el sistema de la línea lateral como el sistema vestibular, en los plagióstomos se encuentra mejor desarrollado que en los ciclóstomos; dicho desarrollo ha demandado la presencia de numerosos órganos terminales del sistema de la línea lateral.

En general, los nervios que inervan el sistema de la línea lateral y sus terminaciones centrales son prácticamente iguales a los de los ciclóstomos, únicamente que en éstos son de mayor tamaño. El nervio posterior de la línea lateral penetra a nivel de la entrada del glossofaríngeo, como acontece en los petromizontes. El nervio anterior de la línea lateral penetra a la médula a nivel de la región dorsal del nervio facial y vestibular.

En los plagióstomos, el área estática se encuentra mucho más desarrollada que en los ciclóstomos. El núcleo dorsal se conecta con la médula por medio de una porción muy angosta. Los núcleos ventral y medio se hallan en la parte dorsal de la médula oblongada en el área en la porción ventral y media de ésta. El núcleo medio recibe fibras de los nervios anterior y posterior de la línea lateral. La **crista cerebellaris** cubre ambos núcleos o lóbulos y allí se observa su mayor desarrollo. De la misma manera que en los ciclóstomos, en los plagióstomos se encuentran en el área estática células grandes y células más pequeñas. Entre las grandes células se observan dos tipos: uno de éstos se halla en la materia gris, sus cilindro-ejes van entre las fibras arqueadas y sus dentritas se dirigen a todas direccio-

nes en torno de sus somas. Las células más grandes, o sean las del segundo tipo, envían fibras a la **crista cerebellaris**.

El núcleo ventral tiene mayor número de las células más grandes que los núcleos medio y dorsal, y menos de las del tipo granular. Las primeras se consideran homólogas a las células de Mauthner de los teleosteos.

También las conexiones de los nervios de la línea lateral y las del vestibular tienen semejanza con las de los ciclóstomos.

El nervio posterior de la línea lateral se prolonga hacia adelante, en la región dorsolateral de la médula, casi hasta el nivel de entrada del nervio anterior de la línea lateral y del vestibular a la **crista cerebellaris**. Son pocas las fibras de este nervio que siguen un trayecto cefálico; la mayoría penetran a la aurícula del cerebelo, parte terminan en la aurícula y parte en la eminencia lateral del cerebelo. Son pocas también las fibras de este nervio posterior que siguen un trayecto caudal tan luego como penetran, probablemente se distribuyen en las células acústico-laterales (Ariens Kappers), acompañadas de fibras del trigémino.

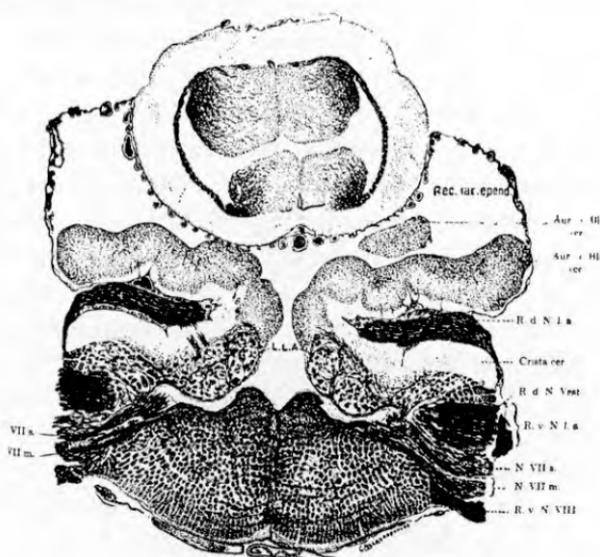


Fig 3 —Entrada del nervio lateral anterior y del nervio vestibular de un plagióstoma *Scyllium canicula* (Según Schepman tomado de la obra de Ariens Kappers).

El nervio anterior de la línea lateral tiene como en los ciclóstomos, dos ramas que no se diferencian por el calibre de sus fibras si-

no por la intensidad de tinción por el método de Weigert. Una de dichas ramas, la ventral, penetra al núcleo medio, aunque no totalmente. La rama dorsal termina en el núcleo dorsal o lóbulo anterior de la línea lateral. La posición de este núcleo varía en los diversos animales; sus fibras se dicotomizan y ascienden y descienden respectivamente.

Son pocas las fibras que pasan al cerebelo; otras se distribuyen en la capa molecular y en la cresta cerebelar, terminando en torno de las células de Purkinje.

Es muy importante mencionar que en los plagióstomos ya se observa un laberinto compuesto de tres canales que se encontrarán después en los vertebrados superiores. También se advierte en ellos un rudimento de lagena, el **sacculus** y el **utrículus**, que en los ciclóstomos se reducen a un **saccus communis** y aparece la **macula neglecta**. Así que el nervio acústico es de mayor calibre y se divide en dos ramas que son características en los vertebrados: la rama anterior o cefálica que tiene fibras de las ámpulas externa y anterior y del utrículo; la rama posterior o caudal que se compone de las fibras de la ámpula posterior, del sáculo, de la mácula neglecta y de la lagena.

Desde la región central la rama posterior resulta ser la raíz dorsal y la rama anterior la raíz ventral.

Algunas de las fibras de la raíz dorsal terminan casi a su mismo nivel de entrada, en unas células grandes que son homólogas a las células de Deiters en los vertebrados superiores; estas células se hallan en posición lateral o dorso-lateral a la raíz descendente del trigémino y envían casi todos sus cilindro-ejes en dirección caudal. Las fibras de la raíz dorsal se dividen en fibras ascendentes y fibras descendentes; se sabe que las ascendentes llegan hasta la **eminencia lateralis cerebelli** y la aurícula, pero sin penetrar al cerebelo.

La raíz ventral o anterior se encuentra muy cercana a la raíz del nervio facial. Poco a poco las fibras van adquiriendo una posición dorsal y se van insinuando en la médula hasta llegar a la región ventro-lateral de la columna ventral; estas fibras forman el **tractus octavo-spinalis cruciatus**. Los núcleos donde terminan los nervios de la línea lateral y del vestibular se conectan entre sí por medio de fibras que se decusan en la parte media. Las fibras secundarias del área estática ascienden y descienden y forman en el fascículo longitudinal medio el tracto **octavo-motorius**. Ariens Kappers considera que las grandes células de donde se originan muchas de estas fibras, pueden ser las representantes del núcleo de Deiters. En los plagiós-

tomos se han podido localizar dos tractos más que provienen de neuronas secundarias: del núcleo medio y del dorsal. Uno de éstos es el lemnisco acústico lateral, o sea el haz longitudinal lateral que emerge del área estática; se decusa hacia el lado contrario y luego se dirige hacia el mesencéfalo, terminando, según Wallenberg, en parte en el techo óptico pero capitalmente en el ventrículo del mesencéfalo que con frecuencia se denomina **nucleus tegmenti mesencephali**. Así pues, este tracto que nace en el área acústica lateral está en conexión con la raíz dorsal del vestibular y con los nervios de la línea lateral, lo cual indica que los anteriores nervios están en íntima relación con los tractos ópticos. Ariens Kappers dice que el lemnisco acústico lateral está en relación con los impulsos vestibulares, y es afectado por los estímulos de la ámpula posterior del sáculo de la mácula neglecta y de la lagena.

GANOIDEOS Y TELEOSTEOS.—En ambos grupos existen cambios morfológicos en esta región y los núcleos de la línea lateral son difíciles de distinguirse del sistema acústico lateral. En algunos ganoideos el núcleo dorsal del área acústico-lateral se encuentra bien desarrollado, como en el **Acipenser** (Johnston) y en el **Polyodon** (Hoeke Hoogenboom) así como también algunos teleosteos. El núcleo más constante es el núcleo medio que recibe las fibras del nervio anterior de la línea lateral y también donde terminan las fibras del nervio posterior de la línea lateral.

El nervio posterior de la línea lateral penetra a nivel de la entrada del nervio glossofaríngeo. Las fibras de este nervio, siguiendo un trayecto dorsolateral en la periferia, se dirigen hacia adelante hasta el cerebro. Las fibras frontales casi en su totalidad terminan en el núcleo medio, distribuyéndose en la cresta y en la zona granulosa del cerebelo. No siempre se presenta el caso de que el núcleo medio sea el núcleo terminal de las fibras del nervio posterior de la línea lateral, pues en otros peces, como los siluroides, las fibras del nervio posterior van acompañadas de fibras del nervio anterior de la línea lateral y del nervio acústico vestibular. Pearson opina que esta relación tan íntima entre las fibras del nervio vestibular y las del nervio de la línea lateral, a veces dificulta distinguir unas de otras.

En los ganoideos y en muchos teleosteos, el nervio anterior de la línea lateral tiene una raíz dorsal y otra ventral; las fibras frontales de la raíz dorsal ascienden y van a dar a la **eminencia granulosa** y a la **vulva cerebelli**; otras penetran al lóbulo lateral posterior;

las demás cruzan el rafe y terminan en el área acústico lateral del lado opuesto. Hocke Hoogenboom y van der Horst han estudiado estas raíces en el *Polyodon* y en el *Ceratodus* y han observado que la raíz dorsal penetra en el núcleo dorsal o lóbulo lateral anterior y después las fibras ascienden y descienden aparentemente bifurcándose. Así mismo, el primero de estos dos observadores, siguió el trayecto de la raíz ventral del nervio anterior de la línea lateral en el *Polyodon* hasta el núcleo medio, después al núcleo dorsal, al cerebelo y la **crista cerebellaris**. En algunos siluroideos la raíz ventral del nervio anterior de la línea lateral posee fibras más gruesas y siguen una dirección caudal y terminan en las cercanías e en el núcleo tangencial y en las células de Mauthner. Algunas de estas fibras acompañan al nervio vestibular, por lo que Ariens Kappers hace notar las interrelaciones (o correlaciones) que existen entre ambos sistemas, el de la línea lateral y el sistema vestibular.

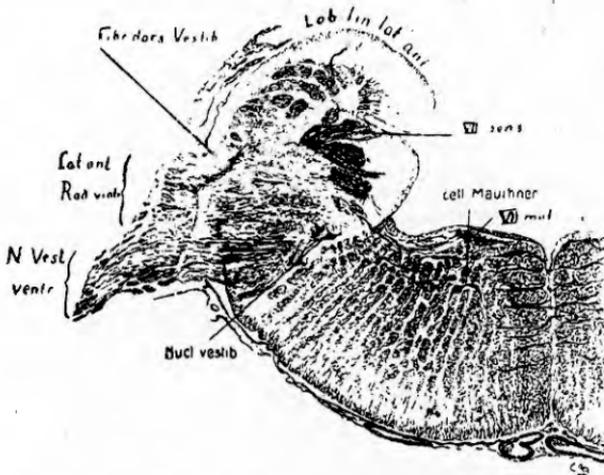


Fig 4—Entrada de la raíz vestibular en la médula oblongada de un gonoideo *Amia calva*. (Schepman de la obra de Ariens Kappers).

En los teleosteos, el laberinto no tiene comunicación con el exterior, el conducto endolinfático termina en un ciego. El nervio vestibular y sus conexiones han sido muy estudiadas, se han identificado sus siete áreas de distribución; las crestas de las ámpulas de los canales semicirculares, la mácula, el utrículo y la mácula del sáculo, la mácula neglecta y la lagena; las fibras de cada una de estas partes son de diversos calibres. La raíz ventral del vestibular está integrada por fibras finas y gruesas y de mediano calibre que

vienen de las ámpulas exterior y anterior y las medianas del utrículo. La raíz dorsal, lleva fibras de diversos calibres también, pero éstas provienen de diferentes regiones, las finas de la **macula lagenalis**, las gruesas de la ámpula posterior y de la **macula neglecta**, y las medianas de la **macula sacculi**.

En los teleosteos, los núcleos de terminación de estas dos ramas vestibulares son el núcleo tangencial y el núcleo de Deiters, tan bien estudiados por Cajal y Tello. En algunos peces el núcleo tangencial se divide, quedando una porción en sentido ventral al núcleo de Deiters y la otra en posición caudal y dorsal a éste.

Es de singular interés hacer notar la manera como terminan en el núcleo tangencial las fibras del nervio vestibular; éstas forman crestas o casquetes en torno de las células (Beccari) que se parecen a los que se observan en las células del núcleo tangencial de los reptiles y de las aves y en las células fusiformes del núcleo **octavo-motorius** de los ciclóstomos (Ariens Kappers). Dichas fibras terminan en el núcleo tangencial inmediatamente después de penetrar en la médula. Las fibras que provienen del utrículo terminan en la parte más dorsal del núcleo de Deiters. Las fibras del **sacculus**, **crista neglecta** y de la **lagena**, terminan en parte en las células reticulares; las fibras ascendentes terminan en el núcleo medio y en la cresta cerebelar, las descendentes van en compañía de las fibras del trigémino y del facial y se unen a las descendentes de la línea lateral.

En este grupo de peces existen unas células semejantes a las células de Müller que se observan en los ciclóstomos; yacen entre las células del núcleo **motorius tegmenti**, (núcleo que como Ariens Kappers hace notar, recibe fibras del núcleo de Deiters y del núcleo tangencial vestibular). Se considera que estas células originalmente (Bartelmez) se encontraban en los núcleos motores de la médula, pero que en virtud de factores neurobiotáticos se pusieron en contacto más íntimo con los núcleos sensitivos primitivos formando un conjunto celular distinto. Esta tendencia migratoria ha determinado la acumulación de muchas células a nivel de la entrada del vestibular. Opinan que el desplazamiento de estas células a los centros sensorios permite la rapidez de los reflejos de estos centros y de los motores y que facilita las respuestas que implican la equilibración. Otras células de este mismo tipo se encuentran en el rafe y reciben fibras del vestibular y de la línea lateral; se admite que estas neuronas son equivalentes a las de Müller, o a las grandes células del área estática de los ciclóstomos. En estos peces se encuentra una enorme

neurona, la célula de Mauthner, que yace en la línea media del piso del ventrículo, cuyas dendritas están en relación con las fibras vestibulares, especialmente las que provienen del **sacculus** (Beccari). Esta célula tiene conexiones acústico-laterales y también tiene relaciones con diversos núcleos del área estática y con otros centros más.



Fig. 5.- Célula de Mauthner del salmón. (Según Bartelmez).

Las dendritas ventrales inferiores se relacionan con el núcleo ventral del área estática. Poseen un cilindro-eje cuyo trayecto ha podido seguirse y se ha visto que termina en el extremo caudal de la médula espinal.

Existen otras conexiones secundarias en el área estática que Ariens Kappers brevemente menciona: las áreas estáticas de ambos lados se conectan como acontece en los plagióstomos, por fibras comisurales, con la particularidad de que en los teleosteos, el cruce es dorsal y no ventral como en los plagióstomos. Existen dos clases de fibras secundarias: las relacionadas directamente con los centros motores, y las que llevan impulsos al mesencéfalo.

Las fibras que provienen del núcleo tangencial y del núcleo de Deiters, son fibras que están en relación con centros motores.

En los teleosteos el lemnisco lateral acústico se origina en los núcleos dorsal y medio del área estática. Este tracto sigue su curso hasta el **torus semicircularis** del mesencéfalo; no se ha demostrado la terminación de este tracto en el techo óptico.

En los últimos años se ha intentado conocer por medio de cuidadosas y finas experiencias, si los peces son capaces de percibir sonidos y hasta la fecha aún no se ha llegado a ninguna conclusión y se ha hecho notar que solamente en los batracios superiores, donde ya han desaparecido los órganos de la línea lateral y se ha desarrollado la papilla **basaliris cochleae** se advierte claramente que tienen aptitud para percibir los sonidos.

BATRACIOS.—La línea lateral en los batracios presenta variaciones relacionadas íntimamente con la estructura del animal, especialmente con la ausencia o con la presencia de la cola. Durante la etapa larval tanto un grupo como el otro poseen línea lateral; los anuros la pierden durante el proceso de la metamorfosis; los urodelos retienen la línea lateral solamente durante el tiempo que permanecen en el agua; así pues se observará que los batracios la conservan mientras viven en un medio acuático y respiran por branquias. Es de gran interés el estudio del nervio acústico en los anfibios porque el desarrollo de éste y las diferencias que presenta dependen de las diferencias con las relaciones periféricas. Según Herrick el nervio anterior de la línea lateral se compone de fibras que provienen de los troncos: mandibular, infraorbital y supraorbital; estas al penetrar el cerebelo constituyen las raíces dorsal media y ventral del facial. Los nervios posteriores de la línea lateral pasan por encima de las raíces del nervio vago (o del glosofaringeo de otros observadores). Es muy variable la posición de estas raíces, varían mucho en los urodelos pero los investigadores que han trabajado en este grupo han observado que estas variaciones no tienen particular importancia funcional.

Es de importancia en este grupo la aparición del primer rudimento de cóclea que se inicia en relación con la **lagena** y recibe fibras del **ramulus lagenae**. Esta cóclea tan rudimentaria no es constante en todos los batracios pues no existe en **Proteus**, **Menobranchus** y **Amphiuma**; en general es más grande en los anuros. La rama de la lagena que es la que inerva dicho rudimento coclear se junta a la rama posterior del nervio acústico, pero Ariens Kappers hace notar que esta contribución de fibras a la rama posterior es muy pequeña, aún hasta en las ranas, y que la mayor parte de fibras inervan la **ampulla posterior**, la **macula neglecta** y la **papilla lagenae**; este haz es considerado, casi en su totalidad como vestibular.

En los batracios aparece una estructura más, que se relacio-

na con estructuras cerebrales, y es el saco endolinfático que varía a través de los diversos grupos de batracios.

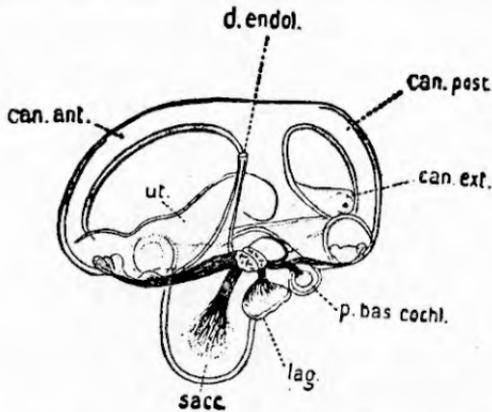


Fig. 6.—Laberinto de la rana (Retzius) Obsérvese el primer rudimento de la cóclea. (par. bas, cochl).

Las descripciones más completas que se conocen acerca de las relaciones centrales del aparato coclear rudimentario, son las relativas a la rana, estudiadas por Ariens Kappers, Hammers y Röthing. En este anfibio existen dos raíces acústicas y dos ganglios acústicos ambos separados, el ganglio acústico anterior y el posterior. Ambas raíces penetran separadamente a la médula aunque entran al mismo nivel. La rama posterior corresponde a las fibras dorsales; ésta transmite sensaciones de la **papila basilaris cochleae** de la ampulla posterior, **lagena** y **macula neglecta**. La raíz ventral efectúa funciones vestibulares y corresponde a la rama anterior. De la misma manera que se observa en los peces, penetra en la médula en una región más ventral de la que ocupa la rama posterior, por lo tanto las terminaciones centrales de las dos raíces son diferentes. Las fibras de la raíz ventral terminan de muy diversas maneras en el **núcleo dorsalis magnocellularis** y otras en el núcleo ventralis; se considera que este núcleo es equivalente al núcleo de Deiters de los animales superiores; algunas autoridades como Beccari y Herrick le atribuyen un carácter primitivo especialmente tratándose de algunos urodelos inferiores por encontrarse en ellos allí una célula de Mauthner cuyo cilindro-eje sigue un trayecto caudal. Otras fibras de esta raíz siguen caminos opuestos, unas se dirigen a la región cefálica y otras a la caudal que Deganello ha logrado seguir hasta el funículo ventral de la médula espinal.

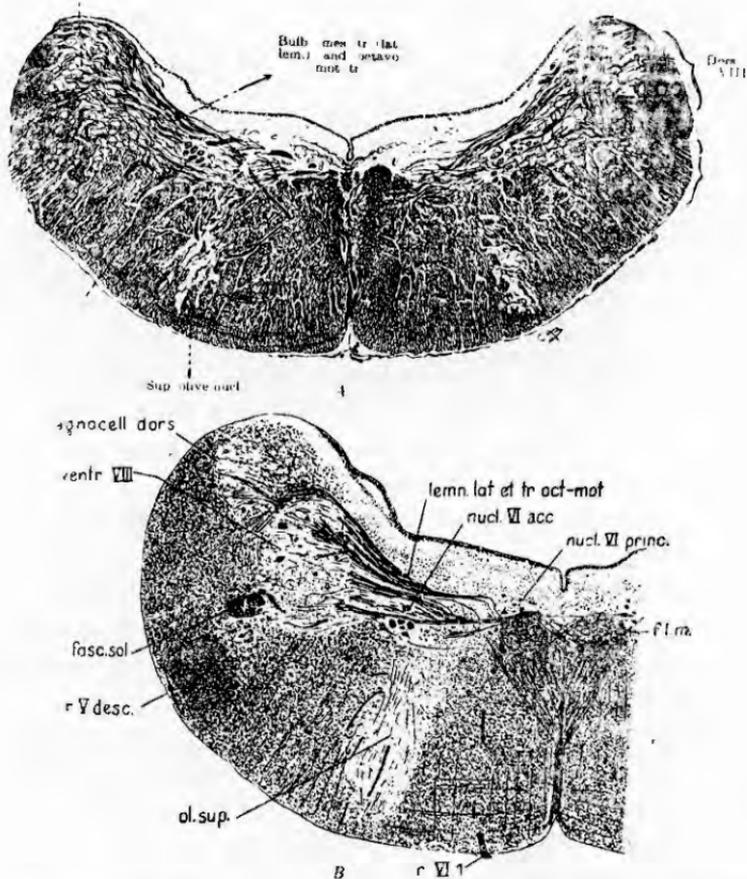


Fig. 7.—Las raíces dorsal y ventrae del nervio acústico en la Rana mugiens.

Fig. B —Sección a través de los núcleos VIII en la Rana catesbiana.

La raíz dorsal acústica termina en el núcleo dorsolateral o **magnocellularis dorsalis** del área estática. En los batracios el núcleo magnocellularis dorsalis viene a ocupar la región que en los peces corresponde al núcleo medio que recibe fibras vestibulares y que es el centro terminal de las fibras de la línea lateral, pero como en la rana el nervio de la línea lateral desaparece, según Ariens Kappers, los elementos celulares quedan bajo la influencia del nervio acústico y según otros observadores, este núcleo se transforma en un centro coclear. Sin embargo, las opiniones no se han unificado con respecto a la relación genética directa entre los centros de la línea

lateral de las formas inferiores y los centros cocleares que se encuentran en los batracios superiores.

Muy poco se sabe en relación con las conexiones secundarias del acústico en los batracios. Se conoce que del núcleo ventral salen fibras ascendentes y descendentes que se entrecruzan y que después acompañan a las raíces ascendentes y descendentes; algunas fibras toscas y aisladas de la raíz descendente pasan a los centros motores del mesencéfalo y médula formando el tracto **octavo-motorius cruciatus**. Con toda seguridad el lemnisco lateral, en la rana proviene del núcleo **dorsalis magnocellularis**; el lemnisco lateral se origina de dos haces, uno dorsal que pasa por la porción media de sus células de origen cerca del piso del ventrículo y que después se incorpora al tracto ascendente y el haz ventral, que siguiendo la superficie de la médula oblongada envía fibras a la oliva superior. Al decusarse dichas fibras se unen con el haz dorsal que se cruza (lemnisco lateral) y juntos van a dar al **torus semicircularis** y al techo óptico.

En los batracios, aparece un nuevo núcleo en relación con el desarrollo de fibras cocleares; es el núcleo de la oliva superior, que yace en el trayecto del lemnisco lateral (en la rana) a nivel de la sección transversal del núcleo magnocelular en las regiones donde emergen los nervios del facial y el glosofaríngeo. Las células de la oliva superior son pequeñas y son equivalentes en posición y tipo a las encontradas en la oliva superior de los animales superiores. Schepman indica que la extensión de la oliva es semejante a la que se observa en algunos reptiles.

REPTILES.— En los reptiles, el laberinto se halla completamente diferenciado; está inervado por dos ramas una anterior y otra posterior; éstas se separan y penetran al encéfalo a cierta distancia especialmente en el grupo de los cocodrilos. La raíz dorsal que antes de su distribución era la rama posterior, yace en una posición caudal en relación con la raíz ventral. El gran desarrollo de la cóclea en estos animales, así como sus fibras asociadas permite considerar la rama posterior, como la rama coclear. En ésta se advierten fibras de naturaleza vestibular que tienden a separarse y siguen un trayecto ventral a las fibras que forman la rama coclear. El área vestibular especialmente en los lacórtidos se halla ensanchada en la región media lateral y reducida en la parte dorsoventral debido al enorme desarrollo de la región del trigémino y por la presencia de un gran núcleo tangencial. A pesar del agua desarrollo de la có-

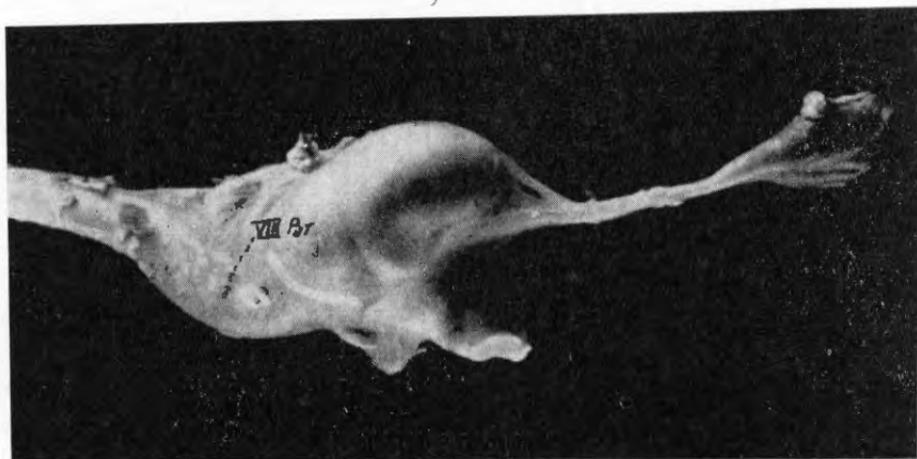


Fig. 8 —Encéfalo de Iguana rhinolopha

clea, la región coclear en este grupo es comparativamente pobre. La rama vestibular termina en los siguientes núcleos que en la actualidad aún no se han logrado identificar con toda precisión: en el núcleo tangencial, que Beccari ha dividido y que yace a la entrada de las fibras de la raíz vestibular; en el núcleo vestibular ventrolateral conocido como núcleo de Deiters, o como el núcleo lateral vestibular de otros autores. Este núcleo se compone de células grandes multipolares que albergan otras neuronas de menor tamaño que Beccari ha dividido en tres grupos: el dorsal, el central y el posterior; en el núcleo vestibular inferior o descendente; en el núcleo vestibular dorso-lateral o superior de (Beccari) llamado por otros autores núcleo anterior, que se encuentra en la parte posterior y dorsal del núcleo

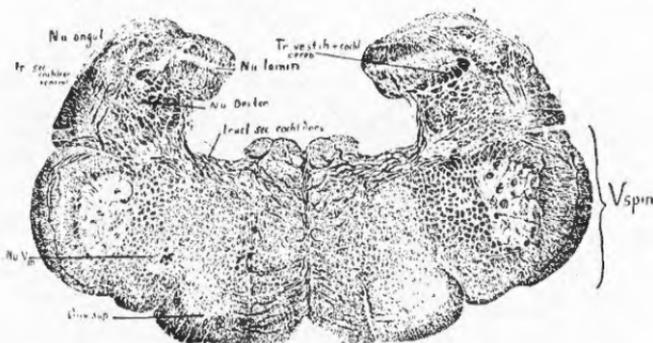


Fig. 9.—Nucleus angularis y nucleus laminaris en el cocodrilo según Schepman.

vestibular ventrolateral; el núcleo superior de Weston y por último en dos núcleos más, descritos por Weston que capitalmente constan de células pequeñas y son el núcleo vestibular ventromedio en relación con el núcleo vestibular ventrolateral y otro núcleo muy especializado que se observa en las tortugas.

Mis observaciones se hicieron en *Iguana rhinolopha* y *Ctenosaura acanthura*. Se utilizaron los métodos de Golgi, Cox, Heidenhain y los métodos de impregnación argéntica en bloque. No logré localizar todos los núcleos vestibulares que otros investigadores han observado pero sí encontré con gran claridad el núcleo tangencial o intercalar, el núcleo ventrolateral o de Deiters y el núcleo superior. Se confirma en estas dos especies estudiadas, la gran uniformidad en el tamaño de los núcleos vestibulares, lo cual se debe a que en los reptiles, en general el desarrollo del vestíbulo es muy uniforme (Holmes).

El núcleo tangencial recibe fibras de la raíz vestibular ventral y de la dorsal vestibular; está formado por células escasas de tamaño mediano, alargadas, fusiformes y provistas de una o dos dendritas. Dichas neuronas se hallan diseminadas entre las fibras del haz

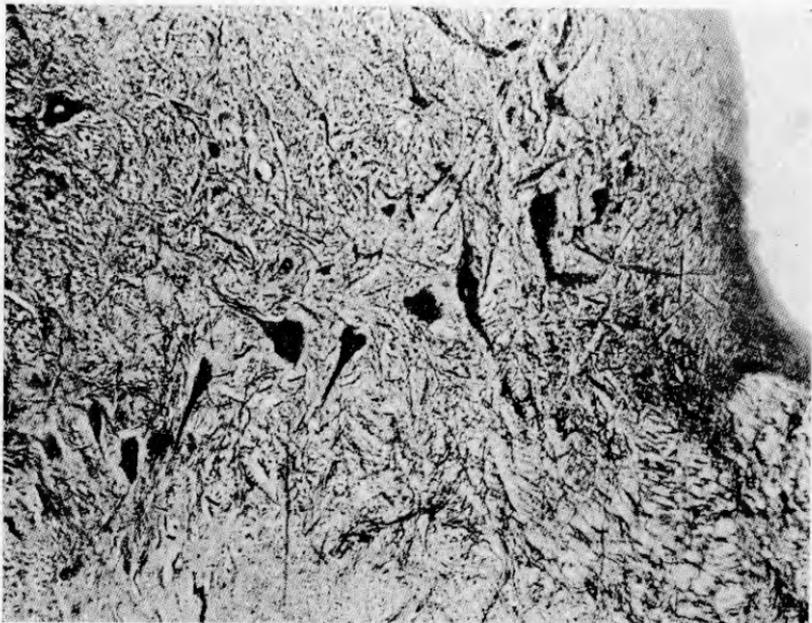


Fig. 10.—Neuronas de la región ventral del núcleo vestibular ventrolateral en la *Iguana rhinolopha*.

vestibular de entrada y entre las células del núcleo ventrolateral, por lo que éste se ha llamado también núcleo intercalar. La figura 11 muestra con toda claridad la llegada de las fibras vestibulares al núcleo tangencial y de éste al núcleo ventrolateral. Los cilindro-ejes de sus células, como acontece en los teleosteos y en los ciclóstomos se entrecruzan, ascienden y descienden en el fascículo longitudinal medio. Las fibras más finas del vestibular, al penetrar a la médula se dicotomizan dando origen a los haces ascendentes que siguen su curso hacia el cerebelo y las descendentes que posiblemente se extienden hasta el nivel de la médula espinal o quizá un poco más allá. Algunas de estas fibras terminan en el núcleo ventrolateral o de Deiters,

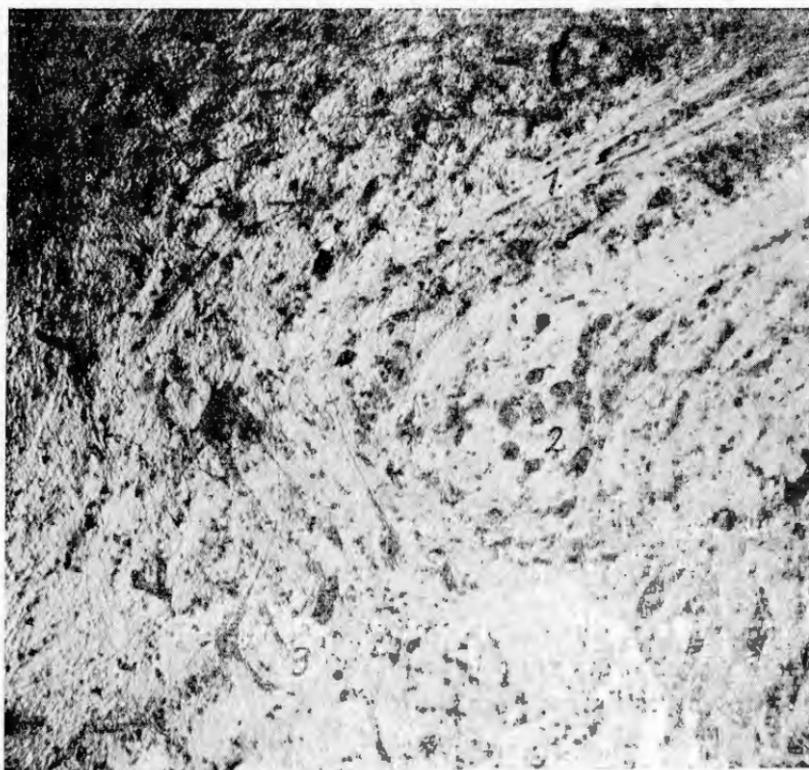


Fig 11 —Haz vestibular de la Iguana rhinolopha. 1.—Haz de fibras vestibulares llegando al núcleo tangencial ó intercalar, 2, núcleo intercalar o tangencial; 3, neuronas del núcleo ventro-lateral o de Deiters.

que en los saurios se halla a nivel de la raíz del facial; este núcleo tiene neuronas de gran talla, alojadas en el trayecto de la raíz vestibular; tienen forma poligonal, son multipolares y poseen ramificacio-

nes espinosas (Fig. 12 B); en los mamíferos éste no se extiende hacia atrás y está muy desarrollado. Según Beccari, está compuesto de tres grupos de células; el central, el dorsal y el posterior. Parece que cada uno de estos centros recibe fibras diversas; al grupo central llegan fibras de la raíz vestibular dorsal y el posterior recibe colaterales de fibras cocleares. Las fibras del grupo central y dorsal pasan al fascículo longitudinal medio. Eminentes observadores han descrito las conexiones del núcleo ventrolateral vestibular con el cerebelo. El núcleo vestibular superior considerado por algunos autores como

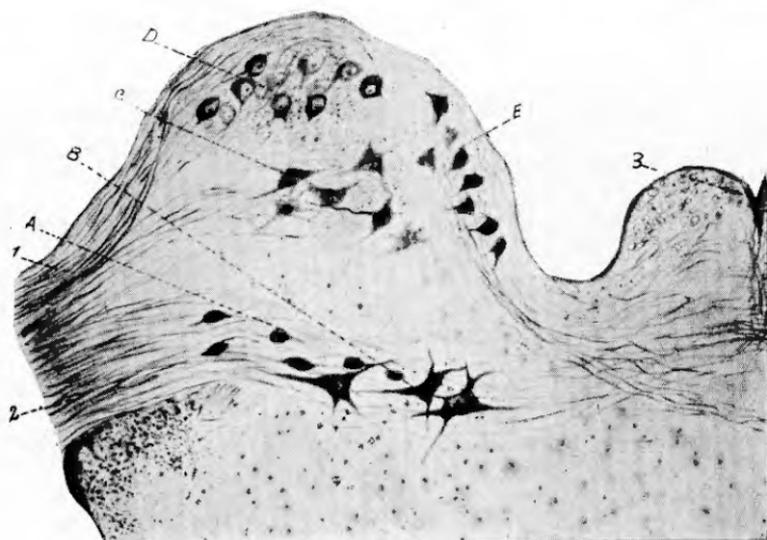


Fig. 12.—Núcleos cocleares de la Iguana rhinolopha. 1, Raíz coclear; 2, Raíz vestibular; 3, Rafe. A, Núcleo tangencial vestibular; B, Núcleo ventrolateral o de Deiters; C, Núcleo magnocelular; D, Núcleo angular o dorsal.

una continuación directa del dorsolateral posiblemente equivale al núcleo de Bechterew de los mamíferos y se encuentra en el trayecto de las fibras vestibulares ascendentes, tiene conexiones con el cerebelo por diversas vías: por las fibras ascendentes del vestibular, por fibras de tractos que van al cerebelo y por los haces vestibulo-cerebelares y cerebelo-vestibulares. Consta de un grupo de células estrelladas muy semejantes a las células más pequeñas del núcleo ventrolateral o de Deiters y con prolongaciones dendríticas cortas. No me fué posible observar el **nucleus ventromedialis** en mis series de **Iguana** ni de **Ctenosaura**, ni tampoco el **nucleus descendens** o inferior de Beccari, ni la primera parte del núcleo dorsolateral de Weston.

El nervio acústico en los reptiles lleva fibras cocleares; fibras que provienen de la ámpula posterior y de los haces de la **macula sacculi**. Las fibras del coclear tienen relaciones centrales diferentes que varios investigadores han estudiado con todo cuidado especialmente en los reptiles. Al llegar a la médula estas penetran en la

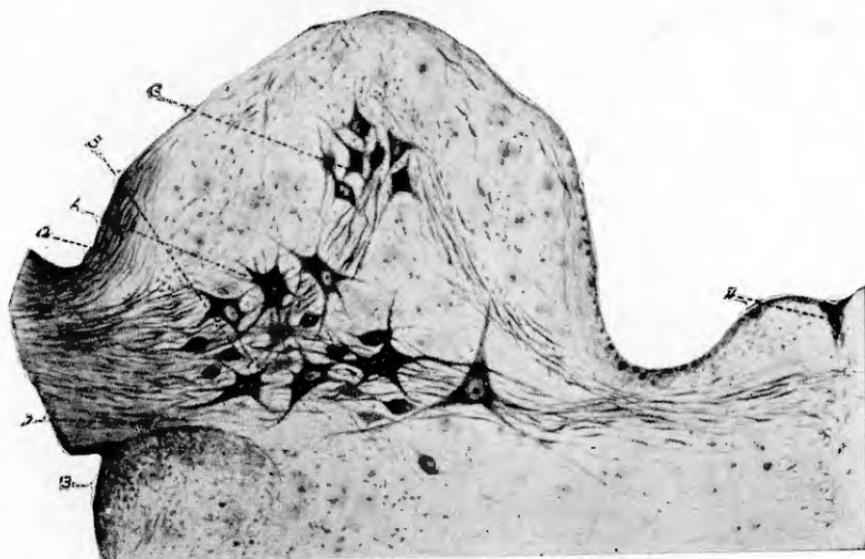


Fig 13.—Disposición de los núcleos vestibulares en la Iguana rhinolopha. 1, Raíz vestibular, 2, Raíz coclear, 3, Raíz descendente del V par; 4, Rafe. A, Núcleo ventrolateral; B, Núcleo tangencial, C, Núcleo superior.

región dorsal de la raíz vestibular posterior como se advierte en la figura tomada en mis preparaciones de **Iguana rhinolopha** (Fig. 13). Existen tres núcleos relacionados capitalmente con el nervio coclear, y son el **núcleus dorsalis magnocellularis** o **nucleus cochlearis anterioris** (Beccari) el **nucleus angularis** o **cochlearis dorsalis** o superior (Homes, Becmari) y el **nucleus laminaris**. El núcleo magnocelular yace en la región dorsal; está compuesto de células grandes en forma de copa y a veces multipolares, es un núcleo que en los batracios lleva el mismo nombre. Se encuentra al nivel de la entrada del nervio facial y glossofaríngeo (Fig. 13).

El núcleo dorsal o sea el mismo núcleo angular yace en la región dorsal de la médula en la parte donde ésta se une al cerebelo; contiene células redondas u ovaladas con núcleos muy grandes. Al extenderse este núcleo hacia la región dorsal, aumenta de tamaño; el extremo caudal sufre un ligero desplazamiento debido a la apa-

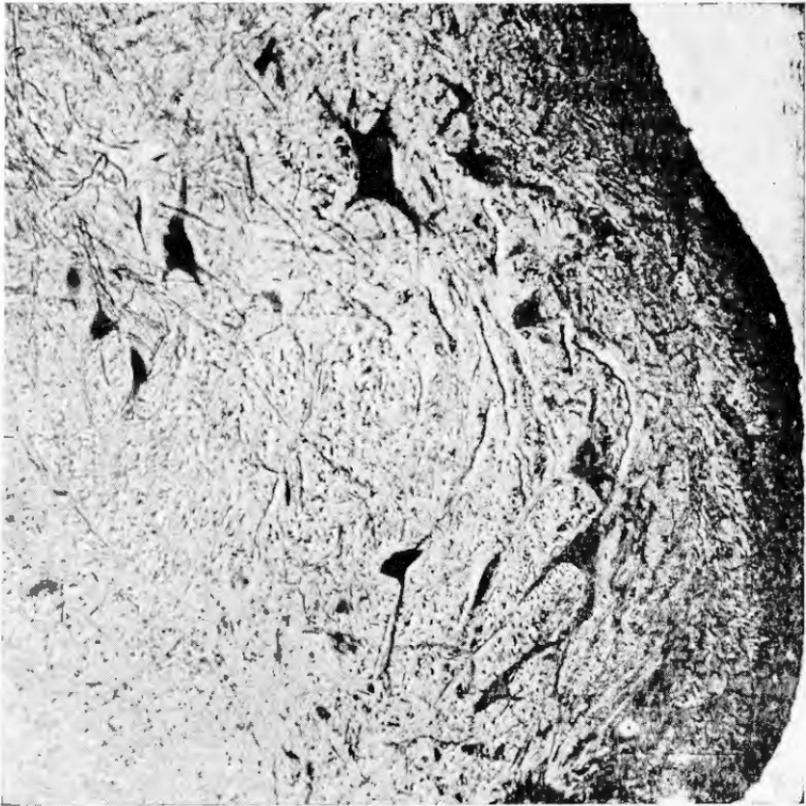


Fig. 14.—Parte del núcleo ventral coclear de la Iguana rhinolopha.

rición de un segundo núcleo, el núcleo laminar cuyo extremo frontal se halla a la altura donde el núcleo dorsal ha adquirido su mayor tamaño y se prolonga hasta la cavidad del ventrículo. Tiene una forma muy característica y una estructura peculiar. Está integrado de células colocadas en hileras horizontales; son alargadas, fusiiformes y pequeñas (Fig. 15).

Este núcleo tiene estrechas relaciones con el magnocelular y según Ariens Kappers no recibe fibras de la raíz dorsal del nervio coclear; Holmes asegura que ha podido observar fibras cocleares en este núcleo en los reptiles; también parece dar fibras al lemnisco lateral; Holmes ha descrito las conexiones que éste establece con el cerebelo.

En los reptiles se encuentra un núcleo superior de la oliva que se halla desplazado en sentido caudal y yace entre las fibras arqueadas que provienen del núcleo laminar; del núcleo magnocelu-

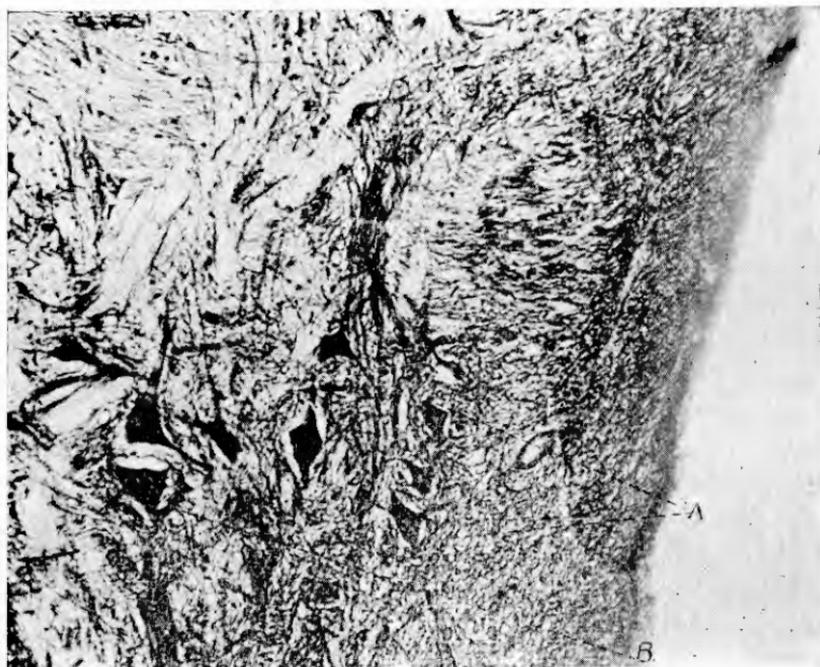


Fig. 15.—Vista parcial del núcleo laminar de la Iguana rhinolopha. A, Neuronas del núcleo laminar, B, Neuronas de la región ventral del núcleo de Deiters.

lar salen fibras que siguiendo una dirección ventral llegan a la parte dorsal de dicho núcleo olivar. Se observa otra parte de la oliva hacia la región ventral en el trayecto del lemnisco lateral, que se continúa entre sí con la parte superior en algunos reptiles y en las aves; Ariens Kappers hace notar a este respecto la doble procedencia de la oliva superior, que emerge de la médula del área sensitiva somática y que su posición ventral posterior se debe a la influencia neurobiológica de las fibras acústicas secundarias que se encuentran en los haces del lemnisco lateral. Muchos investigadores han estudiado los tractos ascendentes secundarios. Al lemnisco lateral llegan fibras que provienen del núcleo magno celular y del laminar, éstos se cruzan en la parte media del bulbo y ascendiendo van a terminar en los colículos inferiores. En el trayecto hacia los colículos inferiores se reúne con otras fibras: las espino-tectales y talámicas que también van a terminar en los colículos inferiores.

AVES.—Según los trabajos del ilustre neurólogo Retzius, se ha encontrado una gran semejanza entre los órganos periféricos de

las aves con los de los saurios y ofidios. En las aves se observa que la membrana **basilaris cochleae** tiene tamaño muy grande, pero la cóclea no afecta la forma de caracol tan característica de los mamíferos. La rama posterior del nervio acústico inerva la **ampulla posterior**, la **macula sacculus**, la **neglecta**, la **papilla lagenae** y la **papilla basilaris cochlea**. Se ha visto que existe gran variabilidad en la inervación periférica en las aves y en los anfibios y reptiles. Numerosos investigadores han estudiado los núcleos vestibulares de las aves, pero la gran diversidad en los distintos grupos, así como las diferencias en las interpretaciones y la complejidad de la terminología ha dado lugar a muchas confusiones. De acuerdo con la terminología de Sanders, existen seis núcleos: el **nucleus vestibularis tangentialis**; el **nucleus vestibularis ventrolateralis** o sea el núcleo de Deiters de Wallemberg, Cajal y Graigie; el **nucleus vestibularis descendens**; el **nucleus vestibularis dorsomedialis** o **nucleus triangularis**; el **nucleus vestibularis dorsolateralis**; y el **nucleus vestibularis superior**. El **nucleus vestibularis tangentialis** está compuesto de células pequeñas que yacen en el trayecto de la entrada del nervio. En el curso de las fibras vestibulares ventrales en la región media del núcleo tangencial se encuentra el **nucleus vestibularis ventrolateralis** formado por células multipolares de gran tamaño. El **nucleus vestibularis descendens** se halla en la parte caudal de los otros núcleos vestibulares, es un grupo que tiene células de pequeño tamaño. El **nucleus vestibularis dorsomedialis** se encuentra en la región cefálica del **magnocellularis**. El **nucleus dorsolateralis** yace en la parte dorsal del núcleo ventrolateral en la región donde la médula se une con el cerebelo. Este núcleo ha sido dividido en varias porciones basándose en su citoarquitectura. El núcleo vestibular superior ocupa una región dorsal muy alejada, en su mayor extensión afecta la forma de una H; el núcleo lateral del cerebelo se halla en la parte superior de la H.

En torno del **nucleus vestibularis tangentialis** y del **nucleus ventromedialis** terminan un cierto número de fibras de grueso calibre; éstas rodean los somas celulares formando sinápsis pericelulares en forma de cuchara. Varias finas fibras vestibulares directas en unión de otras secundarias del **tangentialis** se cruzan de lado a lado; otras se inclinan hacia la región dorsal. También se observan fibras vestibulares que pasan a la región lateral y media del complicado núcleo dorsalateral; la parte media de dicho núcleo envía fibras vestibulares directas a los núcleos del cerebelo. Asimismo se

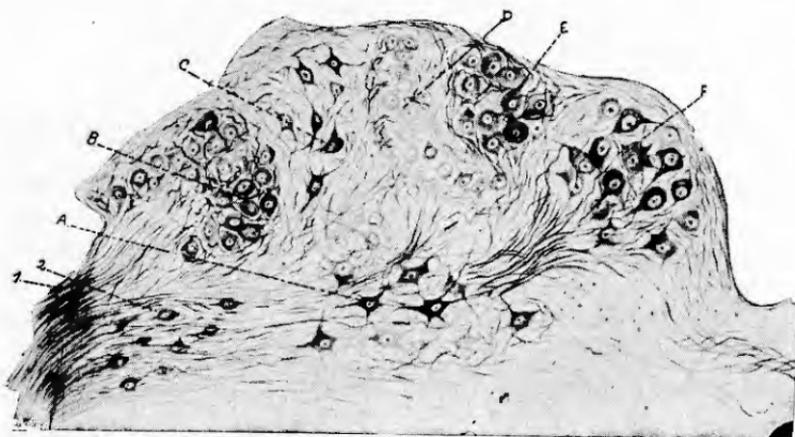


Fig. 16 —E:igura sintética de los núcleos del nervio vestibular y del coclear de la *Columba livia* doméstica.

han observado haces vestibulares directos que pasan a la región intermedia del **nucleus dorsolateralis** al **nucleus dorsomedialis** y al **nucleus superior**. Las conexiones principales del núcleo superior son con el cerebelo; las fibras secundarias llegan a los centros medulares del lado opuesto. El núcleo vestibular ventrolateral envía fibras a la médula espinal y cruzando la línea media ingresan al **fasciculus longitudinalis medialis**. Es de singular importancia el hecho de que las neuronas que integran la parte intermedia y media del núcleo dorsolateral muestren una orientación muy particular, pues en un lado sus dendritas establecen relaciones sinápticas con el sistema **cerebello-motorius** y en el otro lado con las fibras vestibulares y con el tracto **cerebello-petal**.

La rama coclear o sea la rama posterior, además de llevar sus propias fibras cocleares se le reúnen fibras que provienen de la **ampulla** posterior, del **sacculus** y de la **macula-neglecta**. Las fibras vestibulares de esta rama se apartan y terminan en la parte dorsal del **nucleus tangentialis**; según las observaciones de Sanders y de Wallenberg y Ramón y Cajal se considera que estas fibras pasan a través del núcleo sin establecer relaciones sinápticas. Ariens Kappers cree que cuando menos existen dos núcleos cocleares en las aves: el **nucleus (dorsalis) magnocellularis** y el **angularis**. Holmes afirma que las partes terminales de los núcleos acústicos son más complicadas en las aves que en los reptiles; en parte se debe a la mayor diferenciación de este centro, como resultante del mayor desarrollo del órgano periférico del oído, es decir, la cóclea.

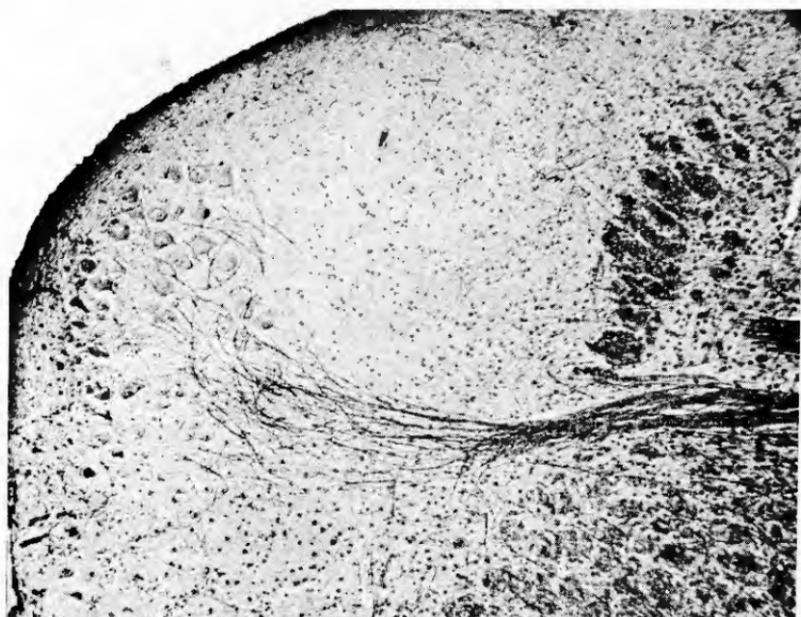


Fig. 17.—Microfotografía que muestra al núcleo vestibular dorsal en la *Columba livia domestica*.

Cajal y Brandis creen que el **nucleus magnocellularis** es probablemente el representante del núcleo ventral coclear de los mamíferos. Holmes en su excelente monografía acerca de estos centros denomina núcleo ventral en los reptiles al magnocelular de la mayoría de autores. Filogenéticamente el núcleo angularis es de aparición más reciente que el núcleo magnocelular, y se considera como equivalente al tubérculo acústico o al núcleo coclear dorsal. Se observa desde los reptiles. Dicho núcleo consta de células de tamaño mediano, con el soma un tanto fusiforme y son multipolares. Se encuentra en la superficie dorsolateral de la médula; a él penetran fibras cocleares que inclinándose primero dorsalmente pasan en seguida a su parte media y penetran después al cerebro. Estas fibras separan su porción caudal del **nucleus magnocellularis**.

El **nucleus magnocellularis** ha sido dividido en varias porciones por Cajal, Holmes y Sanders. Estas divisiones se han hecho por el

arreglo particular de las células, mas no por razones de orden citológico. Este núcleo se halla rodeado de una densa cápsula de fibras meduladas (Holmes) y como su nombre lo indica está formado por células de gran talla, pero no todos sus elementos son grandes, también consta de células más pequeñas.

El **nucleus laminaris** está formado de células de dos tamaños cuando menos en el gorrión, según los estudios de Sanders; afecta la forma de media luna y yace en torno del núcleo magno celular. En general puede decirse que consta de células pequeñas con dendritas que salen tanto en dirección dorsal como ventral. Estas células muestran un arreglo característico, se hallan dispuestas en hilera y tienen procesos en cualquier lado, por lo que se le ha llamado masa nuclear.

La oliva superior tiene dos porciones, una dorsal y otra ventral; la dorsal es generalmente la parte más grande de las dos y corresponde a la región cefálica dorsal en los reptiles, aunque en las aves ocupa un lugar más abajo y yace en la región ventral. En las aves nunca se ha demostrado la presencia de un núcleo trapezoide.

MAMIFEROS.—El sistema vestibular de los mamíferos es menos complicado que el de las aves, no tienen tantos núcleos; probablemente se debe a que el vuelo demanda un aparato vestibular más complejo. De la misma manera que en otros grupos zoológicos, los mamíferos poseen dos ramas acústicas: la rama anterior y la posterior. La rama posterior tiene su origen en el ganglio vestibular y se distribuye a la **ampulla anterior** y externa y al **utrículus**.

La rama posterior consta de dos porciones: una proviene de la región inferior del ganglio vestibular y distribuye fibras a la **ampulla posterior** y al **sacculus**; la otra que es la rama coclear del nervio; se origina de las neuronas del ganglio espiral. En algunas especies la rama de la **ampulla posterior** se reúne con la del **sacculus** y forma la rama media. Ariens Kappers menciona un hecho de interés filogenético y es que en el conejo, Oort ha descrito una anastómosis entre la rama del coclear y la rama del **sacculus**, pues es una disposición que recuerda a una análoga en los peces, en donde la rama de la **lagenae**, que posteriormente dará la rama coclear, es una parte de la rama **sacculus**. En los mamíferos superiores no existe la lagena ni la rama de ésta, solamente se observa en el grupo de los monotremas. Tampoco ha sido demostrada la presencia de la **papilla neglecta** en los mamíferos superiores.

La raíz vestibular al llegar al bulbo penetra enfrente de la raíz coclear. Existe un grupo de células entre las fibras vestibulares

de la entrada del nervio a la médula que posiblemente corresponde al núcleo tangencial de los teleosteos, reptiles y aves. Otros núcleos generalmente aceptados que se advierten en los mamíferos son: el núcleo de Deiters, el de Bechterew, el núcleo de Schwalbe, y el núcleo descendente. Otros autores reconocen un núcleo más, es el núcleo cuneado externo o núcleo de Burdach-von Monakow, que se halla en íntima asociación con el núcleo cuneado principal.

El núcleo de Schwalbe o núcleo medio yace cerca del piso del cuarto ventrículo a nivel de la entrada de la raíz vestibular y a la mitad del área entre el núcleo de Deiters; en este nivel, la porción vestibular se encuentra en la parte interna del pedúnculo cerebelar inferior. Este núcleo está formado de neuronas pequeñas fusiformes, estrelladas o triangulares, deseminadas en un rico plexo de arborizaciones terminales de fibras vestibulares primarias y secundarias.

El núcleo de Bechterew, también llamado núcleo vestibular superior o dorsal se halla enfrente del núcleo de Deiters o **nucleus vestibularis lateralis** en el trayecto del haz vestibulo-cerebelar. Consta de células multipolares, de talla mediana y que en conjunto dan al núcleo una forma triangular en algunos mamíferos.

El núcleo de Deiters se encuentra a nivel de la entrada de la raíz del nervio vestibular entre el núcleo de Schwalbe o núcleo vestibular medio y el pedúnculo cerebelar inferior, tiene menos extensión que la del núcleo de Schwalbe; enfrente tiene el núcleo vestibular superior o sea el núcleo de Bechterew y en la porción caudal el núcleo vestibular inferior o descendente. Este núcleo posee células de gran talla, multipolares, con forma estrellada y dendritas espinosas ramificadas que se extienden hasta los núcleos dorsal y descendente. Estas neuronas están alojadas en redes pericelulares que según Cajal, Held y otros provienen de los colaterales de fibras vestibulares descendentes.

El núcleo inferior espinal o descendente, es un pequeño grupo de células estrelladas o fusiformes, alojado en la porción posterior del nivel del núcleo de Deiters, a un lado del núcleo de Schwalbe y dorsal al núcleo de la raíz descendente del trigémino.

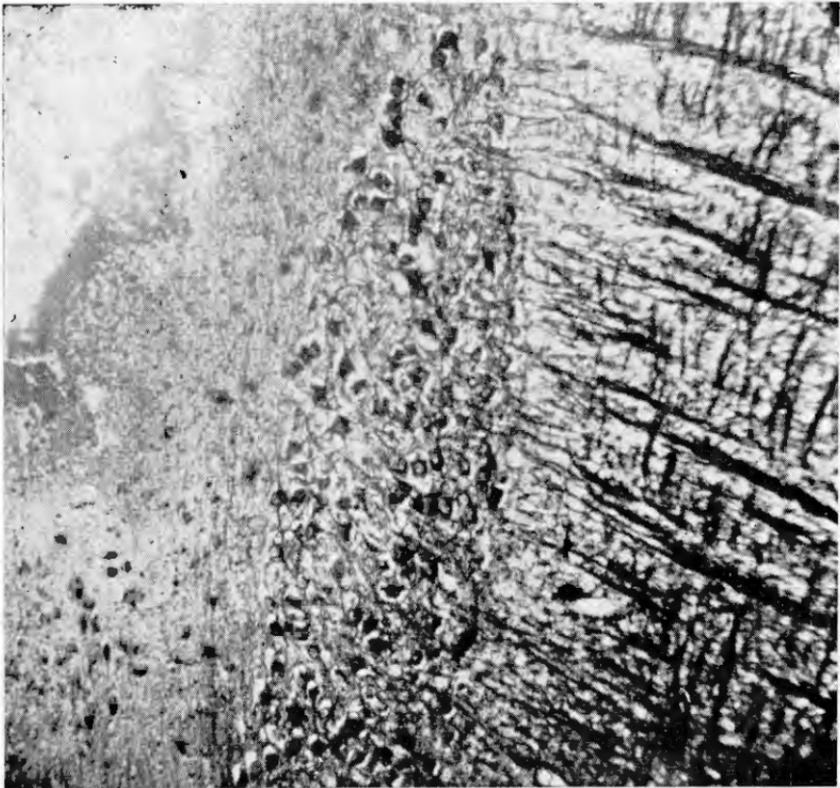
El núcleo cuneado o de Burdach-von Monakow es considerado como una estructura muy diferenciada en los mamíferos que probablemente se relaciona con los impulsos propioceptivos de la parte superior del cuerpo con los impulsos propioceptivos que van al organismo por la vía vestibular. Sus cilindros-ejes pasan directamente a los centros motores de la médula y presiden reflejos inmediatos.



Fig. 18.—Núcleo coclear dorsal del conejo.

En los mamíferos la raíz coclear es ventral y no dorsal como en el caso de los reptiles y aves. Este cambio se debe a la desviación ventrolateral que sufre el núcleo coclear ventral. La raíz coclear al penetrar al bulbo se relaciona con dos núcleos importantes: el núcleo dorsal o tubérculo acústico y el núcleo ventral o magnocelular; este último especialmente en los mamíferos superiores ocupa una posición ventral lateral en la médula oblongada, así como también ventral en relación con el cuerpo restiforme. Ahora bien, en este grupo de animales el núcleo ventral o núcleo magnocelular emigra considerablemente, de tal modo que Ariens Kappers opina que las diversas emigraciones, sobre todo en los mamíferos que ofrecen estados transicionales, entre las aves, los reptiles y los mamíferos su-

periores, han influenciado la nomenclatura de las raíces acústicas de los mamíferos. No mencionaré en este breve resumen acerca de los centros bulbares cocleares, la evolución que los núcleos cocleares exhiben a través del numeroso grupo, y me concretaré a tratar los núcleos generalmente aceptados y observados con especialidad en los mamíferos más evolucionados.



Eig. 19.—Núcleo de Deiters del conejo.

El núcleo ventral o magnocelular ocupa una porción muy grande; es una masa celular que afecta la forma de un triángulo, se proyecta en forma de cola entre el tubérculo acústico que está hacia afuera y la raíz descendente del trigémino. Este núcleo se divide en una porción anterior y otra posterior; la porción anterior está compuesta por células que se insinúan entre numerosas fibras cocleares que siguen en sentido ventro-dorsal. Cajal en su monumental obra sobre la Textura Nerviosa del Hombre y de los Vertebrados, consi-

dera en este núcleo cuatro capas muy heterogéneas que son: la capa epitelial, la plexiforme; la capa de los granos o células pequeñas y la de los haces nerviosos y neuronas de gran talla. Omito la descripción de cada zona por estar perfectamente bien tratadas en esta obra. Al llegar al núcleo ventral las fibras cocleares se dividen dando origen a una rama ascendente y a una descendente. Las fibras ascendentes terminan en los cálices de Held en torno de las células del núcleo ventral; las fibras descendentes van al tubérculo acústico o núcleo dorsal y las fibrillas de sus colaterales forman ramificaciones finas y constituyen plexos pericelulares.

El núcleo angular o dorsal está alojado en la región caudal del núcleo ventral y rodea el cuerpo restiforme hacia afuera, termina detrás de éste y se relaciona con el núcleo de Deiters y el núcleo dorsal vestibular. (Véase la fig. 18). Cajal observó que en este núcleo se encuentran las mismas capas o zonas que forman el núcleo ventral. En general está formado por células de diversos tamaños, ovoides, alargadas, fusiformes o triangulares, orientadas en varios sentidos, tienen comúnmente dos o tres ramificaciones con terminaciones variadas y espinosas. Los cilindro-ejes de estas células siguen dos caminos: hacia el cuerpo trapezoide las fibras que provienen de la región anterior ventral y a lo largo de la cara externa de la cola de este mismo núcleo. También se sabe que de este núcleo angular o dorsal, salen fibras secundarias que pasan al cuerpo restiforme y acercándose al piso del cuarto ventrículo cruzan la línea media. A este nivel fibras cruzadas y no cruzadas llegan a la oliva superior. La oliva superior es un núcleo que aparece en los batracios y alcanza gran desarrollo en las aves; está colocado en el trayecto de las fibras trapezoides que se relaciona con las vías acústicas centrales, hacia adelante de la raíz descendente del trigémino y hacia afuera del núcleo del cuerpo trapezoide. La oliva está formada por tres elementos: las células; las arborizaciones trapezoides intercelulares, y la vía central. Las células son de tamaño mediano, fusiformes, dispuestas en las curvaturas características de este núcleo. El **lemniscus lateralis** está formado por las fibras que provienen del núcleo dorsal coclear y del núcleo ventral. Del núcleo ventral también se desprenden fibras que van hasta una parte muy baja de la región ventral de la médula oblongada incorporándose en el trayecto a las fibras del **lemniscus medialis** que integran el cuerpo trapezoide. Se sabe que del cuerpo trapezoides van colaterales a la oliva superior del mismo lado y del opuesto. El **lemniscus lateralis** en su curso hacia las regio-

nes masencefálicas y diencefálicas se relaciona íntimamente con el **lemniscus medialis**, con los tractos espino-talámicos ventral y lateral y con fibras secundarias del trigémino forma un gran sistema sensitivo ascendente. En los mamíferos dicho lemnisco termina en parte en los colículos posteriores y el resto en los núcleos geniculares medios del tálamo y de aquí parten las fibras auditivas a la corteza.

BIBLIOGRAFIA

- ARIENS KAPPERS C. U.,
HUBER CARL G. y
CROSBY E. C. 1936.—The comparative Anatomy of the nervous system of vertebrates including man.
- BARTELMEZ GEORGE W. 1915.—Mauthners cell and the **nucleus motorius tegmenti**. Vol. 25 pp. 87.
- DECCAVI NELLO 1912.—La costituzione, i nuclei terminali e le vie di connessione del nervo acustico nella *Laecerta muralis*. *Merr. Arch. ital. di anat. e di embriol.* Vol. 10 p. 646.
- BUCHANAN A. R. 1837.—The course of the secondary vestibular fibers in the cat. *The Journal of Comparative Neurology* Vol. 67. N° 2. 1937.
- EDINGER LUDWIG. 1911.—Vorlesungen über den Bau der Nervoesen Zentralorgan des Menschen und der Tiere.
- HUBER CARL C. y CROSBY E. C. 1926.—On thalamic and tectal nuclei and fibers paths in the brain of the American Alligator. *J. Comp. Neurol* Vol. 40 p. 97.
- LARSELL O. 1932.—The cerebellum of Reptiles: Chelonians and alligator. *J. Comp. Neurol.* Vol. 56. p. 299.
- PEREZ W. JAMES. 1929.—Comparative Neurology.
- RAMON CAJAL S. 1909.—Histologie du Systeme Nerveux de l'home et des vétebrés.
- RASMUSSEN A. T. 1932.—Secondary vestibular trets in the cat. *Journal of Comparative Neurology* Vol. 54. pp. 143-171.
- STEFANELLI ALBERTO.—Considerazioni sul cervelleto in relazione a nuove ricerche sui Petromizonti. *Boll. della Soc. Ital. di Biol. Sperimt.* Vol. VIII. N° 3. 1938.
- SZEPENWOL J.—El origen de los ganglios craneanos en el embrión de pollo estudiados en cultivo de tejidos. *Arch. Soc. de Biol. de Montevideo*, Vol. VIII. N° 4.
-