

Sistema auditivo.

Bases anatómicas y funcionales

M. Conti y J. Fernández

INTRODUCCIÓN

El sentido auditivo está explícitamente implicado en todo el desarrollo fonético del individuo, tanto el aprendizaje como la modulación y el posterior control, con la audición de nuestra propia voz.

Su total integración al sistema fonatorio se realizará gracias a las vías y conexiones con el sistema nervioso central.

Anatómicamente, el oído está situado en la región temporal y en una íntima relación con el aparato vestibular o del equilibrio (que no se describirá aquí).

CONCEPTO DE SONIDO

(Mawson et al., 1984)

El concepto de sonido debe englobarse dentro de las leyes físicas que rigen un sistema vibratorio. Estos fenómenos mecánicos se inician con la vibración de un cuerpo que posee propiedades de masa y elasticidad. *Masa* implica la tendencia a permanecer en reposo o en un movimiento rectilíneo a una velocidad constante cuando a un cuerpo se le aplica una fuerza de desplazamiento. Y *elasticidad* puede definirse como una fuerza que tiende a que la masa recupere su posición inicial tras un desplazamiento.

Estos dos conceptos, masa y elasticidad, son elementos indispensables en un sistema vibratorio. Es decir, un sistema vibratorio puede poseer múltiples formas, pero siempre debe tener las propiedades de masa y elasticidad.

Consideremos una varilla sujeta por uno de sus extremos; si imprimimos una fuerza en su extremo libre, la varilla se doblará. A medida que aumentemos el desplazamiento, se incrementarán las fuerzas elásticas dirigidas en sentido contrario, frenando progresivamente la masa que se aleja de su posición inicial de reposo.

Si soltamos el extremo libre de la varilla, la fuerza elástica restablecedora imprimirá un movimiento de aceleración hacia su posición de reposo; cuando se alcance este punto, la fuerza elástica descenderá a cero. En este punto, la fuerza de inercia de la masa seguirá un movimiento en dirección contraria hasta que de nuevo la fuerza elástica lo devuelva a su posición de reposo. Este movimiento sería indefinido si no fuera por la presencia de fuerzas de rozamiento.

Pero el sonido no podría considerarse como tal si no pudiera propagarse a través del medio que le rodea (en nuestro caso, el aire). La propagación de la onda sonora implica la transferencia de esta energía al medio que le rodea, el aire, que posee las mismas propiedades de masa y elasticidad.

Bajo este concepto de propagación o transferencia de energía debe considerarse el aire formado por pequeños volúmenes, cada uno de los cuales realizará un movimiento oscilatorio transmitiendo su energía a los volúmenes adyacentes.

La onda sonora sumada en conjunto debe considerarse como el movimiento a través del aire de un cambio de presiones en el mismo.

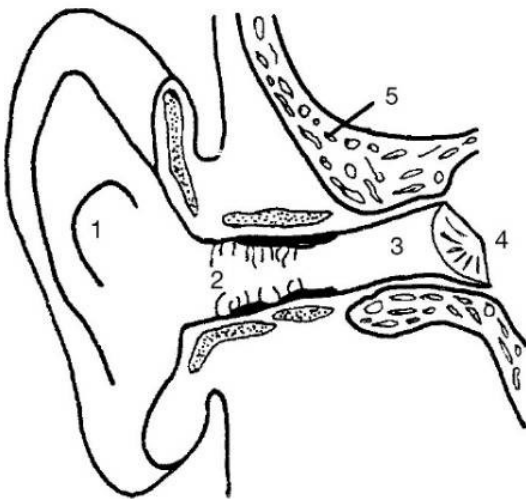


FIGURA 3-1 Oído externo. 1: pabellón; 2: porción cartilaginosa del conducto auditivo externo; 3: porción ósea del conducto auditivo externo; 4: membrana timpánica; 5: hueso temporal.

Esta onda de presión acústica que nosotros percibimos puede medirse en intensidad y en frecuencia, lo que posibilita su estudio en la clínica diaria (audiometría).

56

ANATOMÍA DEL OÍDO

Siguiendo las clasificaciones clásicas, el oído puede dividirse en tres partes:

1. Oído externo.
2. Oído medio.
3. Oído interno.

Oído externo

Está constituido por la oreja cartilaginosa o pabellón que rodea al orificio auditivo externo y por el conducto auditivo externo que finaliza en la membrana timpánica (fig. 3-1). El pabellón se encuentra por detrás de la articulación temporo-mandibular y la región parotídea, y por delante de la apófisis mastoides del hueso temporal. Está formado por un esqueleto fibrocartilaginoso revestido por la piel. Su cara externa presenta una serie de relieves y depresiones (fig. 3-2).

El conducto auditivo externo es la continuación del orificio auditivo externo. Se trata de una formación tubular revestida por la piel, de unos 3 cm de longitud. Posee un trayecto ligeramente sinuoso. Hacia su extremo interno está cerrado por la membrana timpánica.

En el niño, el conducto es mucho más estrecho y corto, y evoluciona a la forma adulta con rapidez.

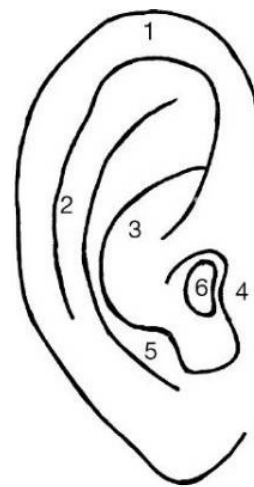


FIGURA 3-2 Pabellón. 1: hélix; 2: antehélix; 3: concha; 4: trago; 5: antitrago; 6: conducto auditivo externo.

El conducto auditivo externo consta de dos porciones: una externa sobre un esqueleto cartilaginoso que se continúa con el pabellón, y otra interna cuyo esqueleto es óseo, sobre una porción del hueso temporal.

La porción externa, por ser cartilaginosa, es elástica y puede deformarse movilizándolo el pabellón. La piel que recubre esta porción es gruesa sobre una pequeña cantidad de tejido adiposo y presenta pelos, glándulas sebáceas y abundantes glándulas ceruminosas que segregan cerumen.

El cerumen es una secreción que actúa como mecanismo de defensa de la piel, ya que mantiene el pH ligeramente ácido y tiene propiedades bactericidas. Está constituido por ácidos grasos (cerina), agua y sustancias minerales con gran contenido en cobre. En general, el cerumen es segregado en pequeñas cantidades sobre el conducto, y es arrastrado por la descamación del epitelio hacia el exterior.

En la porción ósea, la piel es delgada, lisa y seca. No presenta pelos ni glándulas y se encuentra íntimamente adherida al hueso. En el extremo interno del conducto, esta piel constituye la capa más externa de la membrana timpánica.

Oído medio

El oído medio es un sistema de cavidades huecas, rellenas de aire y comunicadas entre sí, que se encuentra integrado en la estructura ósea del hueso temporal. Todo este sistema está tapizado por una mucosa muy delgada, de coloración gris rosácea, adherida al hueso subyacente.

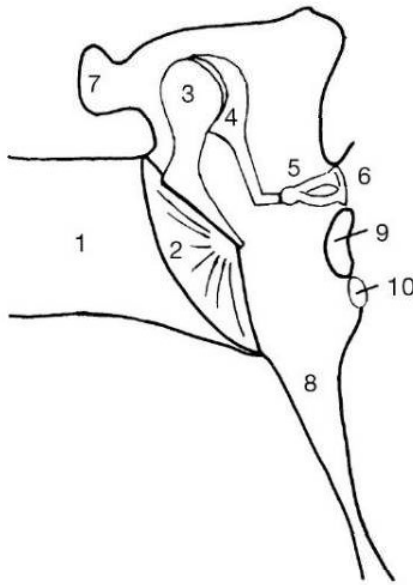


FIGURA 3-3 Caja del tímpano. 1: conducto auditivo externo; 2: membrana timpánica; 3: martillo; 4: yunque; 5: estribo; 6: ventana oval; 7: antro (sistema neumático del hueso temporal); 8: trompa de Eustaquio; 9: promontorio; 10: ventana redonda.

Para su estudio, dividiremos este sistema cavitario en tres estructuras principales:

1. Caja del tímpano y huesecillos.
2. Sistema neumático del hueso temporal.
3. Trompa de Eustaquio.

CAJA DEL TÍMPANO (fig. 3-3)

Es una cavidad ósea situada entre el extremo interno del conducto auditivo externo y el oído interno. Constituye la parte del oído medio que desempeña el papel más importante en la transmisión del sonido desde el oído externo hacia el oído interno. Para ello contiene y sustenta la cadena de huesecillos que ponen en contacto la membrana timpánica con la ventana oval, que es la entrada hacia el oído interno.

La cara más externa de esta caja está constituida por la propia membrana timpánica.

La membrana timpánica es delgada, de aspecto blanquecino y generalmente translúcido, que con frecuencia nos permite observar parte de las estructuras que se encuentran en la caja (fig. 3-4).

Posee una forma ligeramente ovalada con un diámetro medio aproximado de unos 9 mm. Su disposición es cónica, con un vértice muy obtuso hacia el interior.

Consta de dos porciones, la más extensa de las cuales es la *pars tensa*. Ésta se encuentra

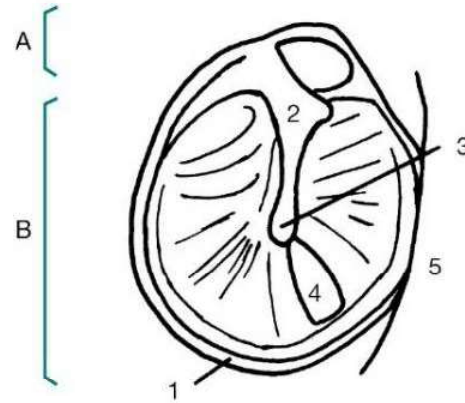


FIGURA 3-4 Aspecto otoscópico de la membrana timpánica. A: *pars flaccida*; B: *pars tensa*; 1: anillo fibroso; 2: mango del martillo; 3: ombligo; 4: triángulo luminoso; 5: pared anterior del conducto auditivo externo.

adosada al marco óseo del conducto auditivo externo mediante un anillo fibroso en forma de «U» que mantiene cierta tensión, permitiendo la vibración de la membrana al choque de las ondas acústicas. La otra porción, mucho más pequeña y laxa, constituye el polo superior del tímpano en forma de «D» tumbada y se denomina *pars flaccida*.

Desde el punto de vista microscópico, la membrana timpánica consta de tres capas: una externa epitelial que se continúa con la piel del conducto auditivo externo, una media conjuntivofibrosa y una interna que tiene su continuación con la mucosa que reviste la caja timpánica.

Sobre esta cara interna, en la mitad superior y sobre un eje casi vertical, se apoya y adhiere el mango del martillo, el más externo de los tres huesecillos que forman la cadena. El extremo libre del mango coincide sobre el vértice obtuso del cono timpánico, en lo que se conoce como el «ombligo del tímpano». Desde este ombligo, hacia abajo y adelante, surge el triángulo luminoso formado por el reflejo sobre la superficie timpánica de la luz empleada en la otoscopia.

Dentro de la caja timpánica se encuentra la cadena de huesecillos formada por el martillo, el yunque y el estribo, relacionados entre sí y recubiertos por la misma mucosa de la caja.

El martillo es el más largo (7-9 mm), externo y anterior de los tres. Está formado por un mango, un cuello y una cabeza que lo articula con el yunque. Este último es el elemento intermedio de la cadena osicular y consta de un cuerpo y dos ramas; el cuerpo se articula con la cabeza del martillo, la rama corta se apoya en el techo

de la caja y a través de su rama larga se articula con el estribo. Éste, por su parte, está formado por una cabeza, dos ramas y la platina. La parte externa o cabeza se articula con la rama larga del yunque.

Las ramas del estribo conectan la cabeza con la platina, que es una lámina ovalada que se encuentra encajada en la ventana oval del *oído interno* y fijada a ella por un ligamento anular laxo.

Los tres huesecillos están situados en el centro de la caja timpánica, suspendidos de las paredes por ligamentos. El músculo del martillo y el del estribo también los relacionan con las paredes y básicamente actúan regulando la capacidad vibratoria de la cadena.

El techo y la pared posterior de la caja timpánica comunican, a través de una cavidad llamada antro, con la segunda de las estructuras principales del oído medio: el sistema neumático del hueso temporal.

SISTEMA NEUMÁTICO DEL HUESO TEMPORAL (fig. 3-5)

Está constituido por numerosas celdillas aireadas, tapizadas por mucosa y comunicadas entre sí, con una distribución muy variable de un individuo a otro. En general, invaden toda la zona posterior e inferior a la caja timpánica. Esta zona está integrada en un relieve óseo del hueso temporal llamado apófisis mastoides.

También existen celdillas que se dirigen hacia las zonas más internas del hueso temporal, atravesando las estructuras del oído interno y

llegando a confundirse con la propia estructura esponjosa del hueso hacia el centro de la base del cráneo.

La mucosa que recubre todo el sistema neumático en mayor o menor grado, según las zonas, posee células secretoras de moco y células ciliadas que desplazan la mucosidad hacia el suelo de la caja timpánica.

Otra característica de esta mucosa es que consume oxígeno y tiende a crear presiones negativas en las cavidades del oído medio.

El suelo de la caja está dispuesto en forma de embudo dirigido hacia abajo y adelante, y conecta directamente con la tercera estructura del oído medio, la trompa de Eustaquio.

TROMPA DE EUSTAQUIO (fig. 3-6)

Es el conducto que comunica el oído medio con la porción superior de la faringe o rinofaringe. Posee una longitud aproximada de 35 mm y una forma ovalada, cuyo diámetro mayor es el vertical, oscilando entre 5 y 8 mm.

Tiene la función de equilibrar la presión negativa que tiende a generarse en el oído medio con la presión rinofaríngea. Es decir, equilibra las presiones a uno y otro lado de la membrana timpánica entre el oído externo y el oído medio. Por otra parte, la trompa es la vía de drenaje de las secreciones producidas por la mucosa del oído medio en estado patológico.

En la estructura de la trompa se diferencian dos partes: una porción ósea en el hueso temporal que parte del suelo de la caja timpánica y

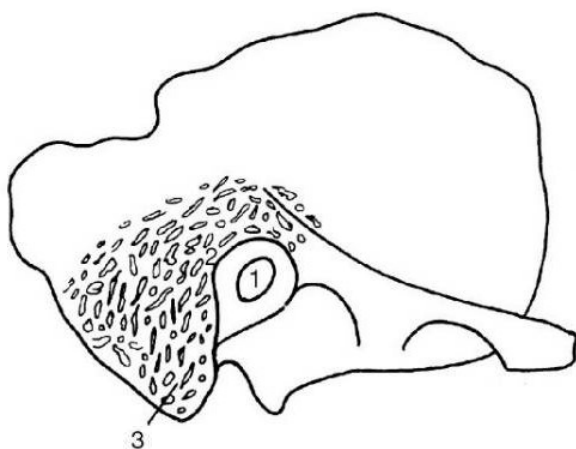


FIGURA 3-5 Sistema neumático del hueso temporal. 1: conducto auditivo externo; 2: antro; 3: apófisis mastoides con celdillas.

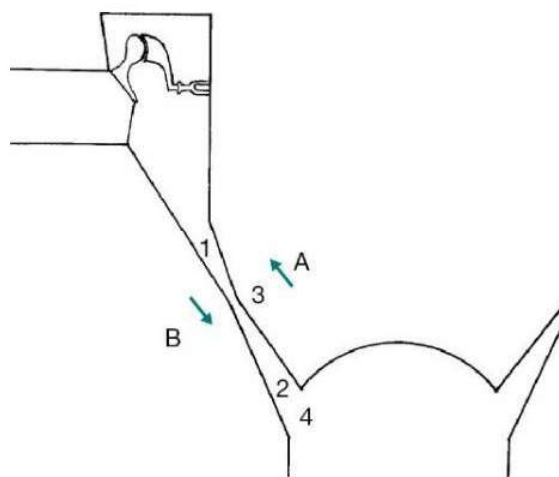


FIGURA 3-6 Trompa de Eustaquio. A: función equipresiva; B: función de drenaje; 1: porción posterior (ósea); 2: porción anterior (cartilaginosa); 3: istmo de la trompa; 4: rodete tubárico.

comprende un tercio de su longitud total, y otra porción que es cartilaginosa y que está suspendida de la base del cráneo, comprendiendo los dos tercios restantes.

La porción cartilaginosa desemboca en la rinofaringe, por detrás de las fosas nasales, a través de un pequeño orificio rodeado de un esbozo cartilaginoso llamado rodete tubárico (*torus tubaricus*). El punto de unión entre ambas porciones es muy estrecho y se denomina istmo tubárico; es el punto de asiento más frecuente de las obstrucciones inflamatorias.

El trayecto tubárico está inclinado hacia abajo unos 45° con respecto al plano horizontal, lo que facilita la ascensión de productos de la rinofaringe al oído medio, predisponiendo a la aparición de procesos otícos.

La trompa en estado de reposo se encuentra colapsada por la tensión elástica del cartílago y los tejidos peritubáricos. Su apertura se realiza de manera activa mediante la contracción de la musculatura del velo del paladar, al realizar las acciones de deglución o bostezo.

Oído interno

El oído interno, incluido en pleno espesor del hueso temporal, se sitúa por dentro y algo por detrás de la caja del tímpano (fig. 3-7). También denominado laberinto por su enorme complejidad, consta de dos porciones funcionalmente distintas:

- Porción anterior: formada por el caracol u órgano de la audición. También se la denomina laberinto anterior.
- Porción posterior: formada por los canales semicirculares, el utrículo y el sáculo, constituye

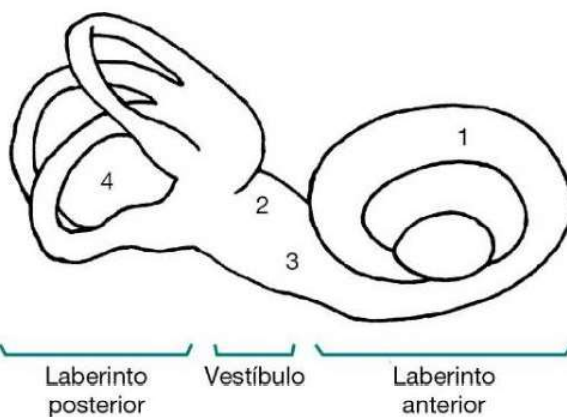


FIGURA 3-7 Oído interno. 1: caracol; 2: utrículo; 3: sáculo; 4: canales semicirculares.

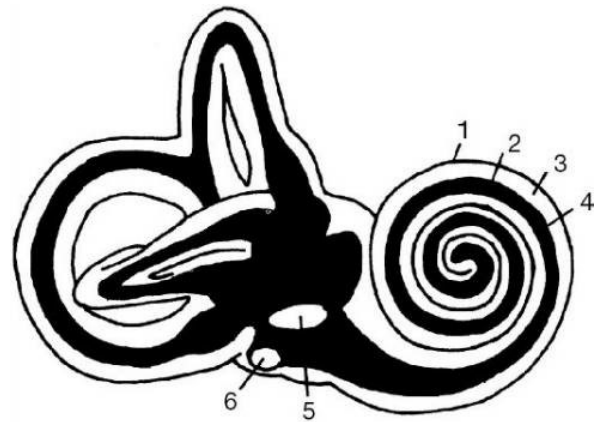


FIGURA 3-8 Oído interno. 1: laberinto óseo; 2: laberinto membranoso; 3: perilinfa; 4: endolinfa; 5: ventana oval; 6: ventana redonda.

el órgano del equilibrio o laberinto posterior (que no describiremos).

Entre ambas porciones existe una zona común llamada vestíbulo.

Para la descripción en conjunto del oído interno, separaremos tres tipos de estructuras (fig. 3-8):

- 1. Laberinto óseo del hueso temporal:** contiene el laberinto membranoso y los líquidos laberínticos. Formado por un cierto número de cavidades, está constituido por una cápsula de hueso duro y compacto que aísla el oído interno del sistema de celdillas neumáticas descrito en el oído medio.
- 2. Laberinto membranoso:** situado en el interior del laberinto óseo, está formado por delicadas estructuras de membranas entre cuyas cavidades circulan los líquidos laberínticos. Entre estas membranas se filtran las fibrillas terminales del nervio estatoacústico.
- 3. Líquidos laberínticos:** son la perilinfa y la endolinfa. Se diferencian básicamente por sus concentraciones iónicas de sodio y potasio. La perilinfa circula por un circuito situado entre el laberinto óseo y el laberinto membranoso. La endolinfa lo hace entre las cavidades más internas del laberinto membranoso. Cada uno de los dos circuitos está comunicado a través de un conducto con el líquido cefalorraquídeo contenido entre las meninges del encéfalo. También están comunicados con los intersticios linfáticos y sanguíneos que infiltran el hueso. Los

líquidos se generan por el filtrado y la difusión del líquido cefalorraquídeo, la linfa y la sangre, estableciendo un delicado y complejo equilibrio entre ellos.

Una vez descrito el contexto estructural del oído interno, profundizaremos en el estudio de la porción auditiva o caracol.

Este órgano tiene como función transformar la onda acústica procedente del oído medio en un impulso nervioso.

El conducto coclear es una formación tubular de unos 30 mm de longitud y 1-2 mm de diámetro.

La columela ocupa la parte central del caracol y tiene forma de cono macizo. El conducto coclear se enrolla alrededor de la columela central en una espiral de dos vueltas y media, configurándose el caracol fundamentado en una economía de volumen.

El caracol se sitúa por dentro de la pared interna de la caja timpánica, en su porción inferior. Protruye sobre esta pared formando un relieve llamado promontorio, que corresponde a la cápsula ósea que cubre la espira basal (la más cercana a la membrana oval).

En la parte posterior del promontorio, en el inicio de la espira basal, se sitúa la ventana oval, donde se encaja la platina del estribo, el extremo interno de la cadena de huesecillos.

Por debajo de la ventana oval, en la parte inferior del promontorio, existe otra comunicación entre la caja del tímpano y el interior del caracol. Es la ventana redonda, que se encuentra obturada por una membrana.

Para describir las estructuras del interior del conducto coclear partiremos de su forma tubular. Seccionando este tubo encontraremos tres

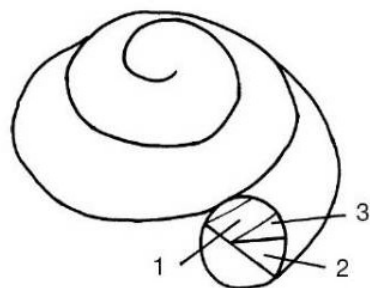


FIGURA 3-9 Conducto coclear. 1: tabique óseo; 2: tabique elástico (membrana basilar); 3: membrana de Reissner.

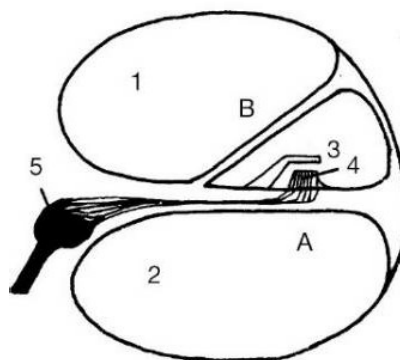


FIGURA 3-10 Compartimentos del conducto coclear. 1: rampa vestibular (perilinfia); 2: rampa timpánica (perilinfia); 3: canal coclear (endolinfia); 4: órgano de Corti; 5: vía nerviosa (ganglio espiral). A: membrana basilar; B: membrana de Reissner.

tabiques que dividen el conducto en tres compartimentos (fig. 3-9).

Dos de estos tabiques, situados yuxtapuestos en el mismo plano, dividen el conducto en dos semitubos prácticamente iguales. De estos dos tabiques, el interno es óseo y se adosa al eje central cónico del caracol o columela. El tabique externo es fibroso, presenta una consistencia elástica y se denomina membrana basilar. Sobre ella descansa el órgano de Corti, que describiremos más adelante. En el semitubo superior, desde el centro del tubo coclear hasta la pared lateral externa, se extiende oblicuamente el tercer tabique por encima del órgano de Corti y la membrana basilar. Este tercer tabique oblicuo se denomina membrana de Reissner.

Estos tres tabiques distribuyen el conducto coclear en tres grandes compartimentos (fig. 3-10):

1. El *superior*, o rampa vestibular, a nivel del inicio de la espira basal, posee la ventana oval por la que se introduce la platina del estribo.
2. El *inferior*, o rampa timpánica, presenta al mismo nivel la ventana redonda con su membrana obturadora. La rampa vestibular comunica con la rampa timpánica en el vértice del caracol, una zona denominada helicotrema, y ambos compartimentos contienen perilinfia.
3. El tercer compartimento es el llamado *canal coclear* propiamente dicho. En su interior se encuentran el órgano del Corti y la endolinfia.



FIGURA 3-11 Órgano de Corti. 1: membrana basilar; 2: células de sostén; 3: células ciliadas; 4: membrana tectoria.

El órgano de Corti (fig. 3-11) está formado por unas estructuras en forma de pilares implantados sobre una porción de la membrana basilar. Estas estructuras están constituidas por células de sostén que al mismo tiempo soportan las células sensoriales ciliadas.

Las células sensoriales tienen la capacidad de transformar la energía acústica en impulsos bioeléctricos. En su polo superior poseen unos cilios que contactan con una membrana que, a modo de toldo, cubre por encima el conjunto de las células sensoriales y las células de sostén. Esta membrana se denomina membrana tectoria.

Del contacto o roce, inducido por fuerzas mecánicas en la *endolinfa*, entre los cilios de las células sensoriales y la membrana tectoria se generará el impulso nervioso.

Vía nerviosa

De la base de las células ciliadas y entre las células de sostén surgen finas ramificaciones nerviosas que, atravesando el tabique óseo yuxtapuesto a la membrana basilar, se internan y agrupan en el interior de la columela. Allí forman el ganglio espiral que recorre, alrededor del eje central del caracol, la espiral de dos vueltas y media (fig. 3-12).

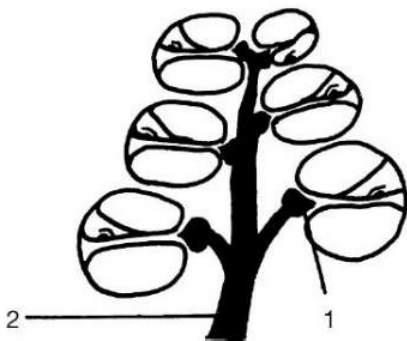


FIGURA 3-12 Corte axial del caracol. 1: ganglio espiral; 2: nervio acústico.

Del ganglio espiral salen fibras nerviosas que se agrupan en el centro de la base del caracol formando el nervio coclear.

El VIII par craneal (nervio estatoacústico) está formado por el nervio vestibular, que proviene de las máculas otolíticas y de las crestas, y por el nervio coclear, que se origina en el órgano de Corti. El nervio estatoacústico se introduce en el conducto auditivo interno y atraviesa la porción más interna del hueso temporal.

Aquí finaliza la vía auditiva periférica, al conectar el nervio estatoacústico con diferentes núcleos del tronco cerebral e iniciar la vía auditiva central.

FISIOLOGÍA DE LA AUDICIÓN

(Biacabe et al., 1999)

La compleja anatomía del oído tiene como objetivo que las ondas sonoras lleguen a excitar las células sensoriales del órgano de Corti con el mínimo de pérdida energética.

El oído externo cumple sus funciones como tubo colector para canalizar las ondas acústicas hacia la membrana timpánica. El oído medio, por su parte, posee una función más compleja, pues debe acoplar dos medios con impedancias diferentes, el aire y los líquidos laberínticos (fig. 3-13).

Cuando una onda sonora llega a un medio líquido (en nuestro caso, los líquidos laberínticos) sólo se aprovecha el 0,1% de la energía, y se refleja el 99,9%. El papel del oído medio será el de adaptar estas dos impedancias actuando como transformador de la presión acústica. Por tanto, cuando un sonido llega al oído, la onda penetra por el conducto auditivo externo hasta llegar a la membrana timpánica, que iniciará movimientos vibratorios que serán transmitidos a la cadena de huesecillos.

El martillo y el yunque se mueven como una unidad funcional, transmitiendo al estribo un movimiento de pistón dentro de la ventana oval, lo que condiciona un movimiento de los líquidos laberínticos. Pero para que un líquido pueda movilizarse dentro de un armazón óseo inextensible, precisa de la existencia de otra estructura que compense los movimientos de la ventana oval; se trata de la ventana redonda, que comunica la rampa timpánica con el oído medio. Cabe recordar que la rampa vestibular comunica con la rampa timpánica a través del helicotrema.

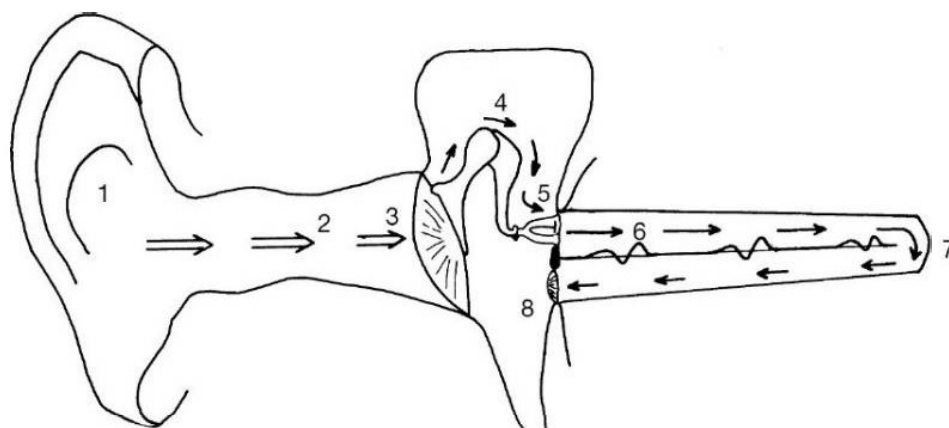


FIGURA 3-13 Mecanismo de audición. 1: pabellón; 2: conducto auditivo externo; 3: membrana timpánica; 4: caja timpánica con la cadena de huesecillos; 5: ventana oval; 6: representación esquemática del canal coclear desenrollado, con el helicotrema (7) en su vértice; 7: helicotrema; 8: ventana redonda.

Asimismo, toda esta configuración anatómica del oído medio, membrana timpánica y cadena de huesecillos evita que el sonido llegue en el mismo instante a la ventana oval y a la ventana redonda, ya que acoplado una misma presión acústica en ambas ventanas no se producirían los movimientos laberínticos pues se contrarrestarían. A este mecanismo se lo denomina de separación acústica.

Por último, otro factor que debe tenerse en cuenta es la gran superficie que representa la membrana timpánica en relación con la ventana oval.

Todos los mecanismos antes mencionados consiguen crear un aumento de la presión acústica en la membrana oval que compensa las diferentes impedancias aire-agua.

En el oído interno, los movimientos de la ventana oval se van a transmitir a la rampa vestibular y, a su vez, a la membrana de Reissner, y se traducirán en movimientos de la endolinfa y, consecuentemente, de la membrana tectoria sobre las células sensoriales del órgano de Corti. Este movimiento de cizallamiento de la membrana tectoria sobre los cilios de las células sensoriales es lo que verdaderamente va a crear el impulso nervioso. Es decir, va a transformar energía mecánica en energía bioeléctrica (transducción).

La transducción se realiza, por tanto, a nivel coclear (órgano de Corti-células ciliadas). A partir de aquí los mensajes auditivos se transmiten en forma de potenciales de acción. Un potencial de acción, o también llamado impulso eléctrico, es una onda de descarga eléctrica que viaja a lo largo de la membrana celular de la fibra nerviosa; en

consecuencia, lleva la información de un sitio a otro. En el caso del oído, se realiza a través de fibras aferentes del nervio coclear, la información va de relevo en relevo hasta la corteza cerebral. Debe destacarse que en numerosos puntos del sistema auditivo existen conexiones neuronales que, entre otras cosas, permiten que las informaciones provenientes de ambos se reagrupen y comparen. El análisis final es en la corteza cerebral (lóbulo temporal) que le dará todas las características conscientes al estímulo sonoro, como son el aspecto semántico, musical, emocional, etc.

La cóclea clasifica los mensajes acústicos, ante todo sobre la base de su contenido, en intensidad y frecuencia; posee, por tanto, lo que se denomina tonotopia, es decir, la onda sonora estimulará determinadas zonas de la cóclea en función de la intensidad y la frecuencia de la onda sonora. También el nervio auditivo posee esta característica de tonotopia en que las frecuencias agudas van por la periferia del nervio y las graves van por el centro. Cuanta más intensidad del sonido haya, más células ciliadas se estimularán y más fibras nerviosas se activarán.

La localización de un sonido (direccionalidad) viene determinada cuando una fuente sonora se encuentra en posición lateral y en ángulo con el eje de audición craneal, la onda sonora llegará antes a un oído que a otro, en parte por la distancia que la separa de la fuente sonora y, en parte, por el efecto de sombra acústica que hace la propia cabeza. También ayudará la diferencia de intensidad percibida entre ambos oídos. Por tanto, analizaremos la dirección de un

sonido a través de la proximidad y la intensidad de la fuente sonora. Se extrae una conclusión direccional, y todo ello gracias a interconexiones neuronales entre ambas vías auditivas. Los sonidos que llegan desde un plano vertical no se pueden localizar.

Por último, cabe mencionar la vía eferente. Aún no se conoce del todo bien, pero estaría en relación con los mecanismos de discriminación frecuencial, protección sonora y con funciones de facilitación e inhibición de la onda sonora. El área visual de la corteza cerebral, por ejemplo, puede enviar estímulos inhibidores sobre las vías

acústicas. Si la sensación sonora no es significativa o es marcadamente repetitiva, se produce una inhibición auditiva central que recibe el nombre de habituación.

Bibliografía

- Biacabe B, Bonfiils P, Mom T, Avan P. Anatomie Fonctionnelle des voies auditives. *Encycl Med Chir Oto-Rhino-Laryngologie*. 1999. [20-022-A-110]; 8.
- Mawson SR, Ludman H. *Enfermedades del oído*. Madrid: AC; 1984.
- Paparella MM, y Shumrick DA. *Otorrinolaringología, otología neurología*. 2.^a ed. Madrid: Ed. Médica Panamericana; 1994.