

Estructura y funciones del oído

Dos sentidos distintos están ubicados en el oído: el sentido del oído y el sentido del equilibrio.

- Los seres humanos utilizan el sentido del oído para percibir ondas sonoras en forma de música, habla, sonidos, etc.
- Los seres humanos utilizan el sentido del equilibrio para reconocer su posición espacial y movimientos.

1 Oído completo

El **oído completo** consta de tres secciones: el oído externo, el oído medio y el oído interno.

El **órgano del oído** está compuesto de:

el oído externo, el tímpano, el oído medio y, como parte del oído interno, la cóclea. La cóclea tiene dos aberturas, las cuales están cubiertas por una membrana delgada. Los nombres de éstas se derivan de la forma, a saber, la ventana redonda y la oval.

El **órgano sensorial del equilibrio**

también está ubicado en el oído interno. Éste consiste de los conductos semicirculares y el vestíbulo del oído interno.

2 Oído externo

El oído externo consta del pabellón auricular y el conducto auditivo externo.

2.1 Pabellón auricular

El pabellón auricular está compuesto de cartílago y está cubierto por una capa de piel que rodea la salida del conducto auditivo externo.

El pabellón auricular varía mucho de un individuo a otro, como es característico de órganos o partes de órganos rudimentarios. Las diferencias se basan en la forma y curvaturas del cartílago. El pabellón auricular humano no tiene un pliegue muy pronunciado en el borde superior, algo que está considerablemente más desarrollado en muchos animales (roedores, murciélagos, caballos, etc.).

El **lóbulo de la oreja**, en contraste, es típico de los seres humanos, y únicamente se encuentra en una forma muy reducida de primates. Éste está compuesto de tejido graso, no de cartílago.

El **pabellón auricular** funciona, hasta cierto punto, junto con el conducto auditivo externo, como un embudo de sonido, es decir, tiene un efecto amplificador. Sin embargo, el tamaño y la forma del pabellón auricular no son importantes para el proceso auditivo. Las personas con orejas salientes, por ejemplo, oyen igual que las personas cuyas orejas no sobresalen. Las orejas colgantes pueden ser antiestéticas, pero no tienen efectos adversos. La carencia total del pabellón auricular podría causar una diferencia en la audición, posiblemente mediante una reducción de la audición direccional. Con audición espacial, el sentido del oído evalúa, entre otras cosas, la composición de frecuencias y, en consecuencia, el sonido, el cual cambia según la dirección de incidencia.

Muchos animales pueden variar la **posición del pabellón auricular** mediante movimiento muscular (un gato, por ejemplo, aguza las orejas). Los seres humanos tienen estos músculos (músculos auriculares), pero son rudimentarios, es decir, han involucionado durante el curso de la evolución. Es por ello que no todos pueden mover las orejas.

2.2 Conducto auditivo externo

El **conducto auditivo externo** tiene hasta 3 cm de longitud. Éste sigue una trayectoria espiral y tiene dos cambios de dirección. Para verse el tímpano al final del conducto auditivo externo, es necesario tirar del pabellón auricular hacia atrás y hacia arriba. Debido a su longitud, forma y volumen, el conducto auditivo externo posee una resonancia sonora muy buena: aproximadamente 3000 Hz. El intervalo de habla-frecuencia, por lo tanto, aumenta en el conducto auditivo externo. En la pared del conducto auditivo externo hay folículos capilares y glándulas sebáceas: las **glándulas sebáceas y ceruminosas** se combinan para producir una sustancia cerosa pardusca (cerumen). Los **folículos capilares** son pliegues cutáneos cilíndricos, de los cuales crecen cabellos. Los cabellos del oído sirven en leve medida para evitar que el agua o cuerpos extraños entren en el conducto auditivo externo.

3 Oído medio

El oído medio consiste del tímpano y de la cámara timpánica llena de aire con los osículos.

El **tímpano** es una membrana de 0,1 mm de espesor que separa el conducto auditivo externo del oído medio. Lo une un ligamento al martillo. Eso lo tensa y tiene forma de embudo. (Esta tirantez lo vuelve más sensible a frecuencias altas.)

La **trompa de Eustaquio** conecta la cámara timpánica a la parte posterior de la nariz y la garganta (nasofaringe) y hace posible igualar la presión.

3.1 Cámara timpánica con osículos

La cámara timpánica es una cavidad llena de aire y rodeada de hueso. Los tres osículos (martillo, yunque y estribo) están ubicados ahí.

El **martillo** está unido al tímpano, la pared del oído medio y el yunque. Las articulaciones entre los osículos son holgadas.

El **yunque**, por su parte, está unido al estribo mediante pequeñas articulaciones.

El **estribo** tiene una base, la cual está asentada en una abertura del oído interno, denominada ventana oval.

La función de los osículos en el proceso auditivo es detectar las vibraciones del tímpano y transmitir las a la ventana oval de la cóclea en el oído interno.

3.2 Trompa de Eustaquio

La trompa de Eustaquio sirve para ventilar el oído medio y conecta la cámara timpánica a la parte posterior de la nariz y la garganta (nasofaringe). Normalmente está cerrada; se abre únicamente cuando una persona traga o bosteza. Esto asegura que la presión del aire sea igual a ambos lados del tímpano.

Algunas veces la trompa de Eustaquio no se puede abrir apropiadamente, por ejemplo, cuando una persona tiene catarro o en caso de cambios rápidos en la presión del aire (al volar o en túneles). Esto podría conducir a una presión menor en la cámara timpánica porque la membrana mucosa de la cámara timpánica consume oxígeno. La baja presión hace que el tímpano se tense, de modo que no puede vibrar eficazmente. Como resultado, la capacidad auditiva se reduce significativamente. En tales casos, tragar o bostezar conscientemente debería causar que la trompa de Eustaquio se abra, igualando así la presión del aire en la cámara timpánica.

3.3 Función crucial del oído medio en el proceso auditivo

Si el sonido incidiera en la ventana oval de la cóclea inmediatamente, produciría casi un 100% de reflexión. La aparente complicada construcción del oído medio evita esta reflexión y permite así conducir virtualmente toda la energía del sonido a la cóclea. Es un hecho reconocido que en el reino animal, también, los animales con un oído medio bien desarrollado, como los perros o zorras del desierto, oyen particularmente bien.

4 Oído interno con órgano auditivo

El sentido del equilibrio y el sentido del oído están ubicados en el oído interno.

El oído interno yace en un sistema de cavidades complejo del hueso petroso, el cual es parte del peñasco del temporal. Este sistema de tubos óseos se conoce como el “laberinto óseo”.

El laberinto óseo consiste de tres partes: el vestíbulo, los tres conductos semicirculares y la cóclea.

El sentido del oído está en la cóclea; el sentido del equilibrio en el vestíbulo y en los conductos semicirculares.

4.1 La cóclea

La **cóclea**, con una longitud desarrollada de 32 mm, es la parte del laberinto óseo donde el sentido del oído está ubicado. Ésta tiene dos espirales y media y consiste de tres cámaras llenas de líquido, separadas longitudinalmente por membranas.

La cóclea tiene dos ventanas frente a la cámara timpánica: la ventana oval y la redonda. Hay una membrana delgada frente a cada una de estas ventanas.

La base del estribo yace frente a la **ventana oval**. El sonido es introducido a través de esta ventana.

La **ventana redonda** está cubierta por una membrana. Esta ventana, o más bien la membrana elástica, sirve como un tipo de “salida de sonido”. Si el extremo de la cóclea fuera “duro”, reflejaría el sonido, y habrían ecos en el oído.

La cóclea consiste de dos conductos sinuosos, uno de los cuales es óseo y el otro es membranoso. A estos conductos se les conoce como la cóclea “membranosa” y la “ósea”.

La **cóclea ósea** está dividida en un área ascendente y otra descendente.

La parte que comienza en la ventana oval, ascendente, se denomina **rampa vestíbulo**. Es aquí donde se introduce el sonido.

La parte que desciende desde la punta de la cóclea hasta la ventana redonda se denomina **rampa timpánica**. Es aquí donde el sonido hace su tipo de “salida”.

Entre estas dos rampas en la cóclea ósea hay un tubo delgado, la **cóclea membranosa**, la cual presenta una forma triangular en secciones transversales. Está llena de un líquido denominado **endolinfa**.

4.2 El órgano de Corti, con las células capilares cocleares

El órgano de Corti, el órgano auditivo real, está ubicado en la cámara intermedia de la cóclea membranosa. Está compuesto de la membrana basilar, las células capilares y la membrana tectorial. Las células capilares yacen en la membrana basilar, vistas longitudinalmente: una fila interna de 5.000 células y tres filas exteriores de 15.000 células en total. La membrana tectorial encapsula estas células capilares.

Si se introduce una señal sonora como una onda que viaja a través de la ventana oval hacia el conducto vestibular, su movimiento se transmite a la membrana basilar. El movimiento de la endo-

linfa causa el movimiento relativo a la membrana tectorial. Los cabellos que yacen en medio (cilios) son estimulados o se los empuja contra la membrana tectorial. Eso activa un proceso electroquímico en las células sensoriales que conduce al centro de audición del cerebro por cargas eléctricas de las células sensoriales mediante las neuronas sensoriales hacia el centro de audición del cerebro. Esto se realiza con ayuda de extensiones capilares de las células sensoriales, las cuales están conectadas con la membrana tectorial gelatinosa. En sus bases, estas células capilares están conectadas con el nervio VIII, el nervio auditivo.

No es sino hasta que los impulsos realmente llegan al cerebro que los oídos izquierdo y derecho realmente funcionan conjuntamente; ésta es la percepción, reconocimiento, interpretación y posible entendimiento de la señal sonora.

5 Vestíbulo y conductos semicirculares del órgano del sentido del equilibrio

El oído interno contiene el órgano de la audición y el órgano del equilibrio, con el vestíbulo y los conductos semicirculares. Con el órgano del equilibrio, se hace una distinción entre el **sentido de posición** y el **sentido de rotación**:

- El **sentido de posición** consiste del **vestíbulo** con sus dos sacos, llamados el utrículo y el sáculo, usados para la percepción de la **posición espacial** y **movimientos lineales**.
- El **sentido de rotación** consiste de tres conductos semicirculares, los cuales son para la percepción de los **movimientos rotacionales**.

5.1 Sentido de posición (vestíbulo)

El vestíbulo consiste de dos sacos interconectados: el utrículo y el sáculo. Ambos contienen endolinfa y una masa gelatinosa (cúpula), la cual contiene cristales de carbonato de calcio. La masa gelatinosa forma un lecho de cilios sensoriales. Ambas masas gelatinosas (cúpula) son perpendiculares entre sí.

He aquí cómo funciona el sentido de posición:

Los cambios de la posición de la cabeza causan movimiento de la **masa gelatinosa (cúpula)**.

Los **cristales de carbonato de calcio** en la cúpula son como un tipo de “lastre”, el cual aumenta la sensibilidad a la percepción de la gravedad. (La endolinfa que rodea la cúpula es como un elemento absorbente hidráulico, similar al relleno líquido de una buena brújula.)

- Este movimiento de los cristales y la cúpula causa la estimulación de los **cilios sensoriales**. Todo movimiento de la posición de la cabeza conlleva un cambio en la cúpula y, como resultado, se estimula el sentido de posición.
- Esta estimulación de los cilios sensoriales produce una carga eléctrica en las células sensoriales, un **impulso nervioso**.
- Este impulso nervioso es transmitido al **cerebro**, donde se lo evalúa. En coordinación con el sentido de la vista y el sentido del tacto (efecto de la gravedad sobre la piel, por ejemplo, las plantas de los pies), se reconoce el cambio en posición o la posición real.

5.2 Sentido de rotación (tres conductos semicirculares)

Los **tres conductos semicirculares** del sentido de rotación están orientados a **ángulos rectos entre sí**, de modo tal que corresponden a un sistema tridimensional de coordenadas. Los conductos semicirculares comienzan y terminan en la región vestibular. Éstos contienen “endolinfa”, la cual se mueve en vaivén en el conducto respectivo, según el movimiento de la cabeza.

El **movimiento de la endolinfa**, el cual se registra en la ampolla, ocurre cuando el cuerpo rota. Cada canal semicircular tiene una dilatación llamada ampolla, la cual está conectada directamente al vestíbulo. La **ampolla** contiene una **masa gelatinosa**, con **cilios sensoriales** salientes. Estos cilios sensoriales llevan a células nerviosas que, a su vez, están conectadas al cerebro.

Los conductos semicirculares ayudan a los seres humanos a percibir movimientos rotacionales: Durante la **rotación de la cabeza**, el líquido (endolinfa) se mueve en los conductos semicirculares. El movimiento pone la masa gelatinosa en movimiento, lo cual estimula los cilios sensoriales. Esta **estimulación de los cilios** conduce a la estimulación de las células nerviosas. Estos impulsos nerviosos se transmiten entonces al cerebro, el cual reconoce la rotación de la cabeza.

Si una persona rota lentamente alrededor de su eje, la endolinfa se mueve con la persona, y para cuando la persona para. Si se rota rápidamente y luego se para abruptamente, la endolinfa continúa fluyendo durante un momento, lo cual significa que los cilios sensoriales continúan moviéndose también, aunque el movimiento rotacional del cuerpo ha cesado. Ésta es la causa del **mareo**.