

ALEJANDRO MELO-FLORIÁN M. D .

- **ESPECIALISTA EN MEDICINA INTERNA
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**
- **MIEMBRO DE NÚMERO ASOCIACIÓN
COLOMBIANA DE INFECTOLOGÍA – ACIN**
- **MIEMBRO ADSCRITO ASOCIACIÓN
COLOMBIANA DE NEUROLOGÍA- ACN**



Actualización sobre Aparato Auditivo y Alteraciones Cócleo-Vestibulares.

Introducción

El aparato auditivo tiene como funciones:

- La audición
- El equilibrio

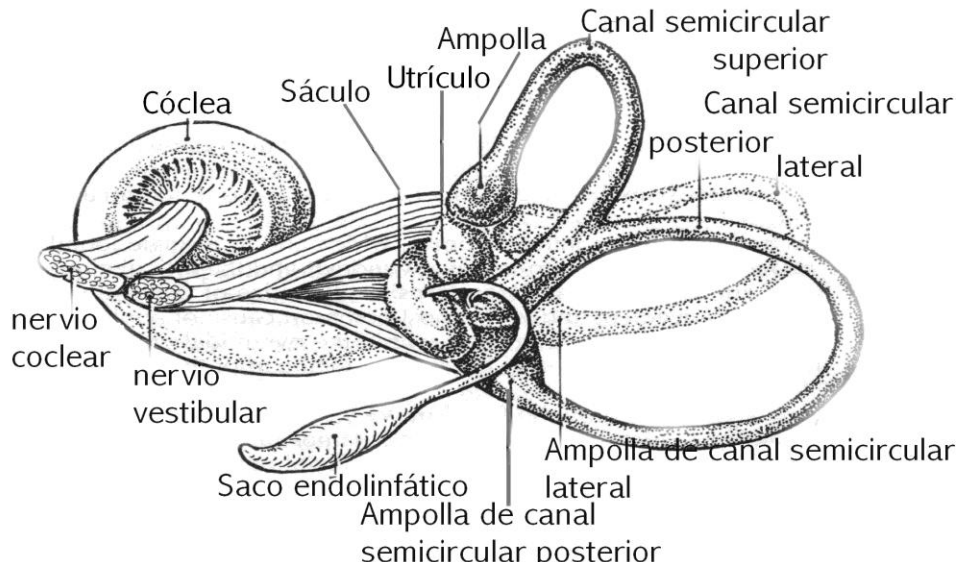
El sistema auditivo consta de oído externo, oído medio y oído interno.

El **oído interno** también es llamado **laberinto** y está compuesto por un armazón óseo enclavado en el hueso temporal, y un interior membranoso. El laberinto óseo está bañado por un líquido llamado perilinfa, mientras que el laberinto membranoso que se halla **flotando en la perilinfa**, contiene la **endolinfa**, que se extiende en forma continua por todo el oído interno.

El oído interno se divide anatómicamente en una parte anterior y una posterior y funcionalmente en áreas relacionadas con el equilibrio y áreas relacionadas con la audición.

El **laberinto anterior** de tipo óseo es la cóclea o caracol y su interior membranoso es el **conducto coclear**. A su vez, el **laberinto posterior** que contiene el **vestíbulo**, el **sáculo** y los **conductos semicirculares**, también tiene una porción ósea y una membranosa constituida por los **canales semicirculares**

Estructuras del Laberinto u oído interno.



En cada una de las tres regiones se encuentran distintos tipos de células ciliares sensoriales que responden al **movimiento de la endolinfa**, a la **atracción de la gravedad** o a las **vibraciones**.

En la tabla 1 se muestra la correlación entre las estructuras del laberinto, la función, los tipos celulares y estructuras que conforman.

Tabla 1. Estructuras laberínticas y función

Estructura	Función	Células y estructuras especializadas
Laberinto anterior, que comprende la cóclea o caracol (estructura enrollada en espiral).	Audición	Células ciliadas sensibles a la presión del órgano de Corti, que responden a VIBRACIONES.
Laberinto posterior, que comprende conductos semicirculares, y vestíbulo.	Equilibrio	Células ciliadas en las regiones dilatadas de las ampollas forman estructuras especializadas llamadas CRESTAS, responden a MOVIMIENTO DE ENDOLINFA.
Vestíbulo, que comprende utrículo y sáculo.	Equilibrio e información sobre la posición de la cabeza	Las células ciliadas se disponen en estructuras especializadas llamadas MACULAS, responden a ATRACCION DE LA GRAVEDAD.

Función auditiva

En el proceso de la audición, **los impulsos sonoros** son conducidos a través del aire y llegan hasta el cerebro por medio del nervio auditivo.

Anatomía fisiológica de la audición.

Miremos un poco más en detalle el proceso de la audición:

Una vez las ondas sonoras llegan al oído externo, hacen vibrar el tímpano: para que haya una buena función timpánica se requiere que las presiones sean iguales a ambos lados de la membrana, lo cual es posible por la **función ventilatoria** de la **trompa de Eustaquio**.

Con estas condiciones, las ondas sonoras se transforman en **vibraciones mecánicas** que son **transmitidas por la cadena de huesecillos** del oído medio, hasta el oído interno.

El **estribo** desemboca como un **émbolo** en la pared lateral del caracol o cóclea en una estructura especializada llamada **ventana oval**, formando una articulación que se sostiene mediante el **ligamento anular**.

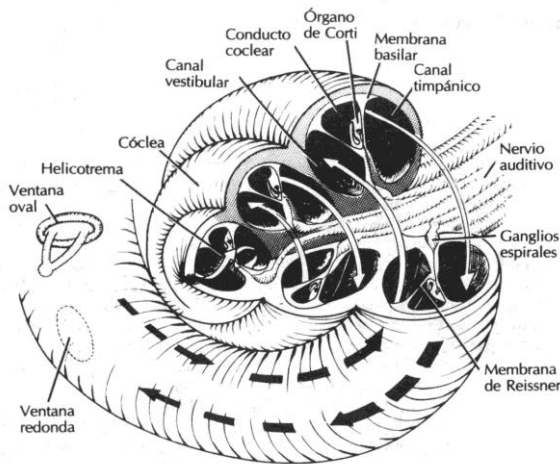
Entonces cuando hay sonido, la cadena transmite finalmente las vibraciones mecánicas por medio de oscilaciones que hacen que el líquido contenido dentro del **conducto coclear** (conocido como **endolinfa**) forme **flujos** o corrientes que son proporcionales a la intensidad del sonido. Esto significa que **a mayor intensidad de un sonido**, mayor intensidad final en el **flujo de endolinfa** en el **conducto coclear**.

La **amplitud** y la **frecuencia** del sonido se reflejan en las características de los impulsos nerviosos enviados desde el órgano de Corti

El proceso de conversión de energía sonora en mecánica se logra gracias a que la proporción de **área del tímpano** frente a la de la **ventana oval** es de **18:1**, lo que se podría semejar de alguna manera a una punta de la lanza, en donde mucha energía se concentra finalmente en un área mínima, lo que significa **amplificación mecánica**.

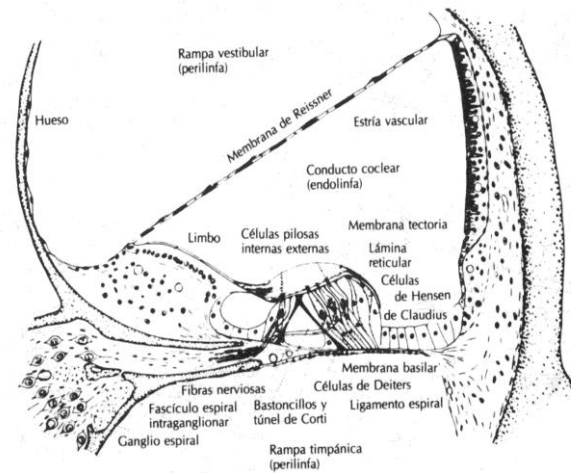
Conducto coclear y detalle del órgano de Corti.

A. Conducto coclear



Las flechas indican la vía de transmisión de las ondas de presión que se originan en la ventana oval con la vibración del estribo.

B. Detalle del órgano de Corti en el conducto coclear



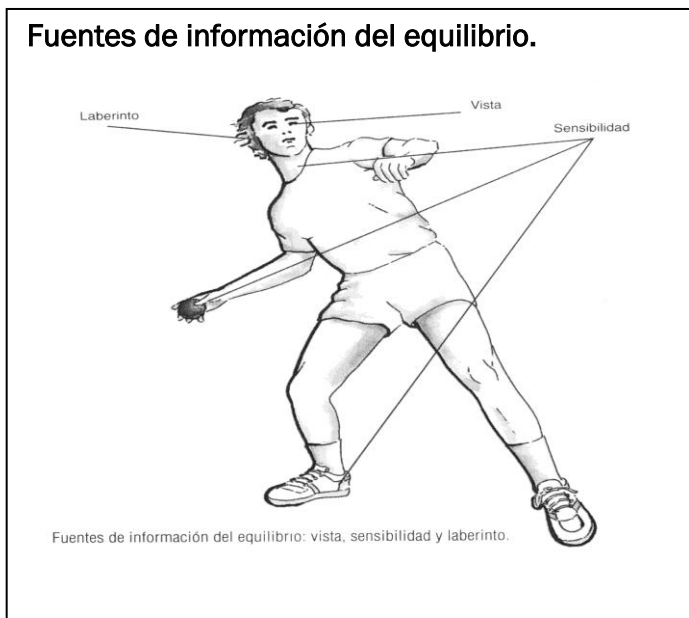
Esta **amplificación mecánica** es necesaria para que las vibraciones mecánicas se transformen finalmente en flujos de endolinfa, que muevan los penachos de las células ciliadas del órgano de Corti dispuesto sobre el **conducto coclear** (figuras A1 2.25A y 2.25B). Dichas células ciliadas al moverse **transforman la energía mecánica en impulsos nerviosos** y hacen finalmente que la energía sonora sea conducida por el nervio auditivo hasta la corteza auditiva en el cerebro.

Función vestibular

El mantenimiento del equilibrio es particularmente importante para la postura en bipedestación, lo cual evolutivamente hizo necesarios muchos ajustes en el sistema nervioso de los antropoides.

Conciencia espacial

Gracias al sentido del **equilibrio** mantenemos una **conciencia espacial** que nos permite una adecuada relación entre nuestro cuerpo y lo que nos rodea. Las fuentes de información que nos transmiten los eventuales cambios de estas relaciones son la **vista**, la **sensibilidad propioceptiva** y el **laberinto posterior**.



La vista nos informa de los movimientos de los objetos y su posición relativa, mientras que la **sensibilidad propioceptiva** de los músculos y articulaciones y la **exteroceptiva** de tacto superficial permite conocer los cambios de posición de las articulaciones, la posición

de la planta de los pies y especialmente la situación de la cabeza con respecto al cuerpo.

Cuando una de estas **vías de información** de conciencia espacial falla, las otras deben compensarla. **Si fallan dos** es prácticamente imposible mantener el equilibrio. De modo que si existe alteración vestibular en un paciente, al cerrar los ojos se desequilibra y se inclina o cae hacia el lado afectado.

El término **vértigo** denota **una alteración en el sentido del equilibrio**.

A pesar de la importancia de su papel, la vista y la sensibilidad no tienen la misma especificidad de la tercera fuente de información, que maneja el **sistema vestibular**, compuesto por el **laberinto** y sus **conexiones en el sistema nervioso**.

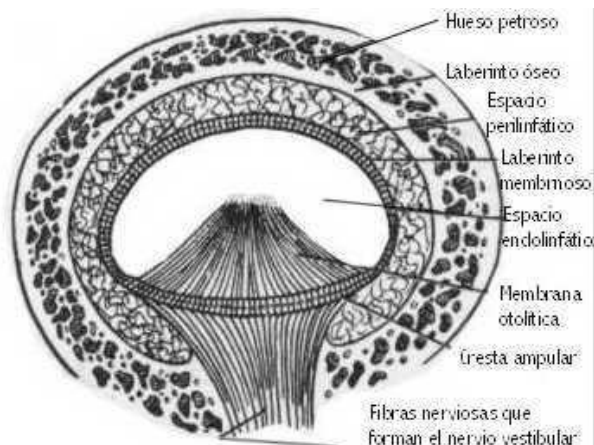
Anatomía fisiológica del equilibrio.

El **laberinto posterior** comprende como se mencionó los **conductos semicirculares**, el **utrículo** y el **sáculo**. Los canales semicirculares se denominan el horizontal, el superior y el posterior (ver figura 2.22 en página 2-29).

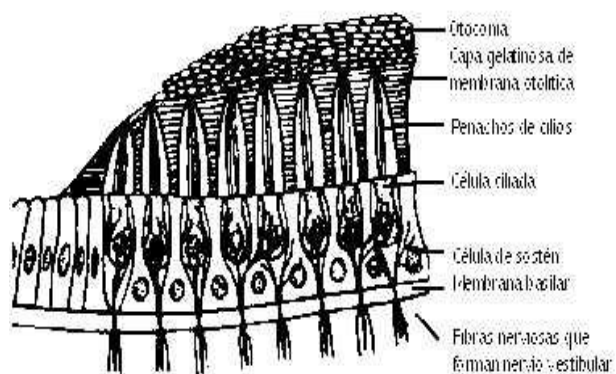
Al igual que en la cóclea, los conductos semicirculares y el vestíbulo contienen epitelio con **células ciliadas**, como se ilustra en la figura. **Sobre** los cilios reposa una membrana llamada **membrana otolítica**, así llamada porque está llena de pequeños **crisales de carbonato de calcio**, llamados **otolitos u otoconias**

Epitelio ciliado en conductos semicirculares

A. Corte transverso de conducto semicircular



B. Detalle de las crestas con otolitos



En el utrículo y el sáculo existen estructuras especializadas conocidas como **máculas**, mientras que en los conductos semicirculares dichas estructuras especializadas son las **crestas**, presentes en la llamada **zona de dilatación ampular**. Las **máculas** y las **crestas** son estructuras formadas por **células ciliadas** y **células de sostén**.

El **movimiento de la endolinfa** dentro del aparato vestibular en respuesta a **movimientos de tipo angular** (movimientos rotacionales, dada la forma circular de estos conductos) se transmite al **epitelio ciliado** en las **ampollas** de los conductos semicirculares, estimulándolos; mientras tanto, el efecto

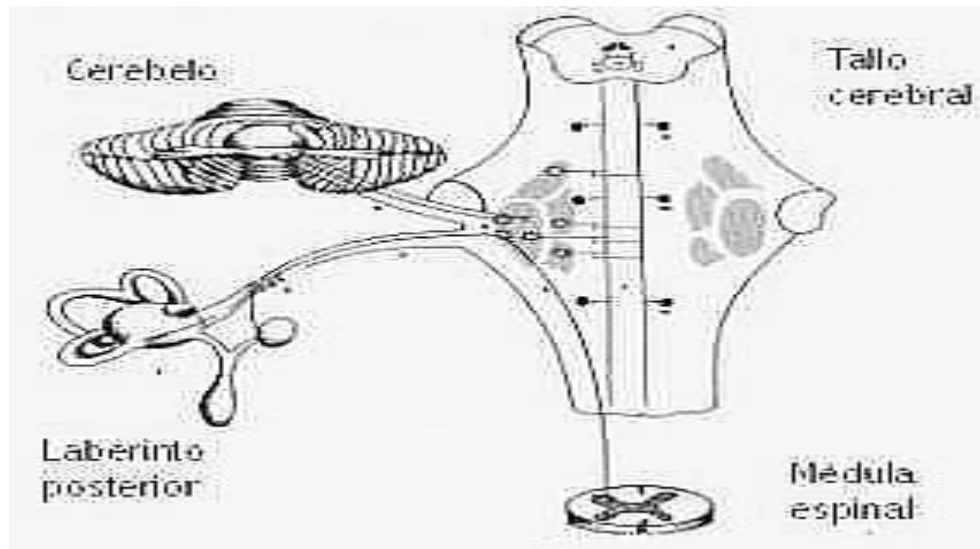
gravitacional y los movimientos lineales horizontales o verticales actúan sobre los **otolitos en las máculas** del utrículo y el sáculo, haciendo doblar las células ciliadas subyacentes.

Los tejidos ciliados sensoriales requieren para su normal funcionamiento que la **endolinfa** y la **perilinf**a permanezcan **separadas**.

Es así como se transforma la energía cinética en impulsos nerviosos que son transmitidos mediante el nervio vestibular hasta el tallo cerebral y de aquí al cerebelo, núcleos oculomotores, médula espinal, entre otros.

Nótese que a diferencia de las vías auditivas que desembocan en la corteza, **las vías vestibulares llegan a estructuras subcorticales**, lo que significa que **el equilibrio**.

Figura Conexiones del aparato vestibular en el sistema nervioso central.



- | | |
|-------------------------------|--|
| Sistema vestibular | 6. Fascículo vestibulocerebeloso |
| 1. Organo vestibular | 7. Fascículo longitudinal medio ascendente |
| 2. Ganglio vestibular | 8. Núcleo del III par craneal |
| 3. Nervio vestibular | 9. Núcleo del IV par craneal |
| 4. Núcleos vestibulares | 10. Núcleo del VI par craneal |
| 5. Fascículo vestibulomedular | 11. Núcleo del XI par craneal |

Actualización sobre alteraciones cócleo-vestibulares.

Se producen por patologías al nivel del oído interno o **laberinto** (donde está **la cóclea** o **caracol**, responsable de la audición, y el vestíbulo y los conductos semicirculares, responsables del equilibrio, esquematizados arriba). Las **alteraciones cócleovestibulares** también se conocen como **laberintopatías**, prefiriéndose más el primer término.

Bajo este término están incluidos el **vértigo**, **tinnitus**, **sordera**, que se explican a continuación.

Vértigo

El vértigo es la **sensación subjetiva e ilusoria** de que el **propio cuerpo gira** alrededor de los objetos, o de que **los objetos giran a su alrededor**, sensación que va unida a

pérdida del equilibrio y a manifestaciones de **hiperactividad autonómica** como náuseas, sudoración fría, taquicardia, vómito.

El vértigo no es infrecuente, ya que se presenta en el **5%** de los pacientes atendidos por **medicina general**, y en el **10%** de los pacientes atendidos por **ORL**.

El vértigo es **siempre un síntoma y nunca una enfermedad**. Existen por lo menos unas ochenta causas de vértigo, de modo que no resulta sorprendente que un 40% de los casos aproximadamente no se realice un diagnóstico claro y definido.

Tipos de vértigo

Hay tres cuadros vertiginosos: a) **vértigo agudo recurrente**, como el que ocurre en la enfermedad de Meniere; b) **vértigo de aparición súbita que disminuye gradualmente**, como el que ocurre en la laberintitis de origen viral, donde el vértigo está presente durante varios días a semanas, mejorándose a medida que el organismo controla la infección viral; c) **vértigo persistente**, que es el debido a enfermedades progresivas, como tumores craneales que compriman el VIII par, o diabetes, hipertensión, arterioesclerosis generalizada, entre otras.

Existe otra clasificación de acuerdo a lesiones causantes, que clasifican el vértigo como **periférico** o vestibular, **intermedio** y **central**.

Diferencias entre vértigo periférico, vértigo intermedio, vértigo central y vértigo vascular

Los **vértigos periféricos** o vestibulares son aquellos causados **por alteración del laberinto**. El vértigo de la **enfermedad de Meniere** es un vértigo de tipo periférico.

Los **vértigos intermedios** son ocasionados por una transmisión deficiente a través del VIII par craneal (nervio estatoacústico).

Los **vértigos centrales** son causados por alteración en los mecanismos neurológicos del sistema vestibular, lo que significa que pueden ser ocasionados por daños en los **núcleos vestibulares del tallo cerebral**, así como por daños en cerebelo, sustancia reticular (ver figura A1 2.28).

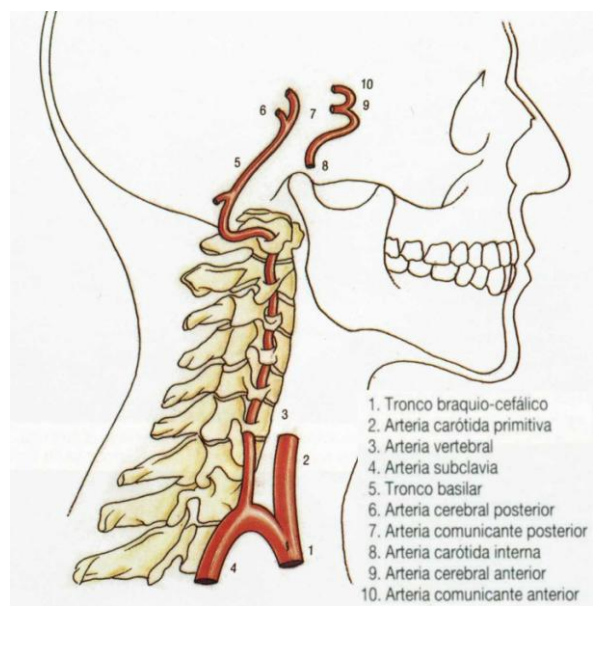
Los **vértigos vasculares** consisten en aquellos **trastornos del equilibrio** que aparecen en personas **con artrosis cervical** y que pueden encajar tanto en vértigo central como periférico: central porque pueden causar disfunción de los núcleos vestibulares en el tallo cerebral, y periférico porque los déficits circulatorios pueden

llegar a comprometer la irrigación vestibular, causando disfunción del órgano del equilibrio.

Vértigo vascular

El **vértigo de origen vascular** está relacionado con trastornos vasculares. Para entenderlos mejor, es importante conocer que a través de las vértebras cervicales circulan las arterias vertebrales, que luego se reúnen formando la arteria basilar. A partir de esta **sistema vertebrobasilar** (ver figura A1 2.29) proviene la irrigación del laberinto, del cerebelo y del tallo cerebral, por lo que al producirse alteraciones de la permeabilidad vascular en el sistema vertebrobasilar por arterioesclerosis o por cambios artrósicos de columna cervical se derivarán **alteraciones isquémicas en los**

Sistema circulatorio vertebrobasilar.



lechos vinculados conocidos como **insuficiencia vertebrobasilar**.

Es de importancia mencionar que las tres regiones del oído interno **comparten el mismo suministro circulatorio** (por cuanto la arteria coclear y la vestibular son ramas de la auditiva interna, que nace de la cerebelosa inferior, que a su vez es rama de la arteria basilar) de modo que cuando se **reduce la circulación**, se altera el funcionamiento de todos los órganos del oído interno.

De tal manera, los vasorreguladores como ginkgo biloba mejoran las alteraciones cócleovestibulares al mejorar la microcirculación capilar

¿En qué consiste el nistagmo?

En algunos vértigos puede ocurrir el llamado **nistagmo**, que consiste en **oscilaciones** o **sacudidas** rítmicas e involuntarias de los globos oculares. Las pruebas del nistagmo son una importante herramienta para el diagnóstico en los

pacientes con problemas de equilibrio, porque el paciente no puede influir en el nistagmo ni tratar de compensarlo.

En algunas ocasiones se emplean las llamadas **pruebas calóricas** para la evaluación del vértigo, porque producen nistagmo y una sensación de movimiento giratorio. El uso de agua más fría o caliente que la temperatura corporal **induce corrientes** en los **fluidos del oído interno**, que cuando circulan por los canales semicirculares, generan la sensación de giro.

Algunas patologías que causan vértigo

- **Cinetosis:** malestar digestivo con náuseas desencadenado durante la movilización en barco o en vehículos.
- **Laberintitis:** Es la lesión inflamatoria del laberinto que ocurre posteriormente a una otitis media. Es necesario demostrar siempre la presencia de un proceso inflamatorio dentro de la cavidad timpánica. En la laberintitis viral el vértigo esta presente de forma más o menos constante durante varios días a semanas, remitiendo a medida que cede la virosis. La **laberintitis bacteriana** es poco común en el mundo occidental, a menudo se origina por el tratamiento inadecuado de un episodio de otitis media.
- **Neuritis vestibular:** consiste en la lesión inflamatoria de la rama vestibular del **VIII par craneano** o **estatoacústico**. Se manifiesta por crisis vertiginosas sin hipoacusia. La neuritis vestibular se caracteriza por una pérdida aguda de la función vestibular, con un vértigo rotatorio repentino e intenso.
- **Vértigo posicional paroxístico benigno:** es el vértigo desencadenado por una determinada posición de la cabeza del paciente, generalmente cuando se encuentra acostado con la cabeza hacia un lado, y el vértigo es inducido por un cambio posicional rápido. Se atribuye a desplazamiento de otolitos del utrículo, por trauma craneano o cirugías otológicas. Se resuelve espontáneamente.
- **Vértigo de Menière o enfermedad de Menière:** es el más conocido de los cuadros vertiginosos periféricos que ocurre por aumento de la presión y del volumen de la endolinfa dentro del laberinto membranoso, que ocasiona distensión del sistema endolinfático, conocido como **Hidrops laberíntico** o endolinfático. En etapas iniciales el sáculo aumenta de tamaño, lo que provoca vértigo. A medida que la enfermedad evoluciona, el conducto coclear se expande y la distensión de las paredes membranosas hace que se rompan, con

lo cual se mezclan la endolinfa y la perilinfa, lo cual inutiliza los órganos de la audición y el equilibrio, que se **recuperan** cuando el **laberinto membranoso se cicatriza** y se normaliza la endolinfa.

Los vasorreguladores como ginkgo biloba parecen ejercer efectos benéficos al **mejorar la microcirculación y la absorción de endolinfa**, por la hipótesis que ocurre **absorción incompleta de la endolinfa** cuando hay **descenso en la presión sanguínea de los capilares del oído interno** debido a espasmo vascular u obstrucción transitoria de la arteria auditiva interna.

La enfermedad de Meniere se manifiesta por la triada de **crisis vertiginosas, tinnitus e hipoacusia**. El vértigo puede ser tan violento que el paciente tiene que acostarse de inmediato. En las fases iniciales de la enfermedad el vértigo puede ser el único síntoma, y a medida que progresa la enfermedad puede presentarse sordera progresiva.

Sin embargo, no en todos los casos de vértigo recurrente agudo sin sordera hay evolución a enfermedad de Meniere, por cuanto existen otras patologías que pueden iniciar de forma similar, como migraña, hipoglicemia, entre otras.

Tinnitus

El tinnitus es la **percepción de ruidos anormales** en la cabeza o en los oídos, **en ausencia de estímulo acústico**. Puede presentarse en personas normales como episodios de ruido de alta intensidad con duración que puede llegar a minutos, sin que implique ninguna enfermedad.

Sin embargo, en otras ocasiones el tinnitus puede ser severo y persistente, interfiriendo con el sueño y con la capacidad de concentración.

El tinnitus puede manifestarse como un **zumbido**, un **silbido**, un **siseo** (“sssssss”), a veces sonidos de naturaleza más compleja que varían con el tiempo.

Hipoacusia

Consiste en la pérdida de la sensibilidad auditiva del oído. Algunas veces los enfermos de hipoacusia se quejan de tinnitus.

Sordera

Se entiende como sordera la disminución de la capacidad auditiva. Puede ser causada por:

- Obstrucción al sonido desde el conducto auditivo externo, hasta la desembocadura del estribo en la ventana oval. Este tipo de afectación se conoce como **sordera de conducción o de transmisión**.
- Daño neurosensorial ya sea al epitelio en el laberinto, en las vías nerviosas o las conexiones centrales en el cerebro. Este tipo de afectación se conoce como **sordera neurosensorial**.

Los siguientes términos, están relacionados con sordera.

- **Otoesclerosis:** Es una enfermedad de causa no precisada, en la cual se produce fibrosis de la articulación del estribo con la ventana oval, causando sordera de transmisión.
- **Presbiacusia:** es una sordera de tipo neurosensorial que se produce como parte del envejecimiento normal. Se manifiesta hacia los 55-60 años.
- **Ototoxicidad:** lesión de la zona coclear (y en ocasiones de la vestibular) ocasionadas por medicamentos, de los cuales los más conocidos son los aminoglucósidos como la gentamicina, tobramicina, kanamicina, neomicina, estreptomycin. El compromiso vestibular significa que algunas veces la ototoxicidad cursará con vértigo.

Conclusiones

Hay una gran complejidad neural en las diferentes estructuras del sistema afrente somático especial, para poder regular la gran complejidad en el mantenimiento de la posición en el espacio. Dicho sistema es uno de los hitos evolutivos que se hace necesario cuando los seres vivos pasaron de medio acuático a medio terrestre. Las alteraciones cócleovestibulares, antes llamadas laberintopatías son de gran morbilidad en la práctica cotidiana, dentro de las cuales las alteraciones vasculares son un importante segmento de la patología. El vértigo es un conjunto sindromático que amerita un enfoque especial en la consulta y en el cual el examen neurológico ayuda a aclarar el diagnóstico.

Referencias

1. House A, Pansky B, Siegel A, Eds.: **Neurociencias. Enfoque sistemático**. 1ª Edición en Español. McGraw-Hill, México D.F. 1982.

2. **El Cerebro Monografía de Libros de Investigación y Ciencia 3a Edición..**
Editorial Labor, Barcelona. 1983.
3. **Smith-Thier Fisiopatología. Bases biológicas de la enfermedad.** Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, Argentina.