



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

VALORACIÓN MÉDICO LEGAL DE LA HIPOACUSIA

Maikel Vargas Sanabria *

RESUMEN:

En la presente revisión se repasan los aspectos más básicos del sonido y el proceso de audición, en primer lugar los aspectos físicos del primero y luego los aspectos anatómicos y fisiológicos de dicho proceso, para que el perito tenga a mano los elementos necesarios para efectuar las pruebas clínicas y enviar los exámenes complementarios que considere pertinentes de acuerdo a su criterio para una adecuada valoración de la hipoacusia de origen laboral o secundaria a una trama.

PALABRAS CLAVE:

Hipoacusia, enfermedades laborales, audición, sonido, anatomía, fisiología, audiometría, valoración médico legal, capacidad laboral, valoración del daño corporal

ABSTRACT:

The present article reviews basic aspects of the sound and the hearing process. It begins with the physical aspects of sound, and then the anatomical and physiological aspects of this process. The expert has to hand the elements necessary to carry out the clinical trials and send the supplementary examinations as it deems appropriate according to your criteria for an adequate assessment of the hearing loss of occupational origin or secondary to a frame.

KEY WORDS:

Hearing Loss, occupational diseases, hearing, sound, anatomy, physiology, audiometry, medico-legal assessment, working capacity, evaluation of body harm

* Médico Forense Departamento de Medicina Legal, Poder Judicial, Costa Rica. Profesor Adjunto de la Universidad de Costa Rica. mvalgassa@gmail.com

Recibido para publicación: 15 de agosto de 2011 Aceptado: 21 de setiembre de 2011

INTRODUCCIÓN

La hipoacusia laboral es una enfermedad del trabajo que causa anualmente un porcentaje significativo de discapacidad en diversos trabajos alrededor del mundo. Dependiendo de la legislación que exista en cada país es posible reparar al menos económicamente ese daño por medio de seguros de riesgos laborales. Desde el punto de vista pericial los cálculos para efectuarla son complejos y quien practique este tipo de valoraciones debe conocer diferentes métodos.

EL PROCESO DE AUDICIÓN

ASPECTOS FÍSICOS

El sonido está compuesto por ondas longitudinales que se propagan en medios sólidos, líquidos y gaseosos. Para que existan es necesario que haya perturbación o vibración en estos medios, de modo que en el vacío no se puede propagar el sonido. En el aire, que es el medio que más interesa desde el punto de vista médico, ocurren condensaciones y rarefacciones que coinciden con las crestas y vales de las ondas, que son las que hacen vibrar la membrana timpánica (ver más adelante).

El sonido tiene algunas características que físicamente son objetivables, como la intensidad, la frecuencia y la forma de la onda (también llamada armónica); en el oído humano estas propiedades se correlacionan con la apreciación subjetiva del volumen, tono y calidad (timbre) de determinado sonido, respectivamente.

La frecuencia de la onda es el número de oscilaciones por unidad de tiempo y el oído humano es capaz de percibir frecuencias entre 20 a 20 mil hertz (ciclos por unidad de tiempo). Por debajo de este rango se encuentran los infrasonidos y por encima los ultrasonidos

Por ejemplo, la voz de un varón es aproximadamente de 120 hertz y la de una mujer 250 hertz.

La rapidez con que se transmite una vibración en un medio depende de su elasticidad y densidad, de

modo que el sonido se transmite más rápidamente en sólidos y líquidos que en medios gaseosos. También el factor temperatura contribuye a que se propague más rápido.

La intensidad del sonido en el oído es percibida como el volumen y es proporcional a la cantidad de energía por unidad de tiempo (es decir, la potencia) e inversamente proporcional a la distancia de la fuente. Sus unidades son watts por metro cuadrado (W/m²). El oído humano es capaz de percibir entre 10-12 W/m² y 1,0 W/m² que corresponden con el umbral de percepción y el umbral del dolor, respectivamente. Es decir hay una diferencia de 1000000000000 (un billón) de unidades entre la menor y la mayor percepción de intensidad tolerable. Por esta razón convino más diseñar una escala logarítmica en base 10, para reducir este intervalo a únicamente entre 0 y 12 bels (β), que son las unidades comparativas correspondientes.

$$\beta = \frac{I \text{ (W/m}^2\text{)}}{10^{-12} \text{ (W/m}^2\text{)}}$$

Un decibel (dB) es la décima parte de un bel, de modo que el intervalo de intensidades tolerables queda entre 0 y 120 dB. De acuerdo a esta fórmula es importante notar que una intensidad de cero decibeles no significa que no hay sonido, sino que su intensidad es de únicamente 10-12 W/m².

Se dice que el sonido de una ballena alcanza una intensidad de 188 decibeles y resulta audible a distancia hasta 850 km.

ASPECTOS ANATÓMICOS Y FISIOLÓGICOS

El oído se encarga de la audición y contribuye con el equilibrio en el ser humano. Para la primera función convierte las ondas sonoras del ambiente externo en potenciales de acción en los nervios auditivos.

El oído se divide en tres porciones: externa, media e interna. Las dos primeras se encargan de la conducción y transferencia de las ondas sonoras, y la tercera es donde se encuentran los



órganos sensoriales encargados del equilibrio y la audición.

OÍDO EXTERNO

Está constituido por el pabellón auricular y por el conducto auditivo externo. El primero se encarga de dirigir las ondas sonoras a dicho conducto; este está constituido en su tercio lateral por cartílago y en sus dos tercios mediales por hueso. En su interior tiene glándulas ceruminosas y sebáceas que producen el cerumen. Este conducto finaliza en la membrana timpánica, que sirve de límite entre las porciones externa y media del oído.

OÍDO MEDIO

Al igual que el oído interno, el medio se encuentra en la porción petrosa del hueso temporal. Para fines didácticos se puede afirmar que esta porción media tiene forma de cubo, cuyo interior es llamado cavidad timpánica y cuya cara superior o techo está formado por una lámina delgada de hueso llamada precisamente techo del tímpano, que separa esta cavidad de la duramadre adosada a la fosa media del cráneo. El piso es otra capa delgada de hueso que lo separa del bulbo yugular superior, acodadura de la vena yugular interna. La pared lateral está constituida fundamentalmente por la membrana timpánica, que tiene una porción flácida y otra tensa, además del ombligo, donde se inserta el manubrio del martillo, uno de los huesecillos del oído (ver más adelante). Esta membrana funciona como un resonador que reproduce las vibraciones de la fuente de los sonidos. Deja de vibrar de manera casi inmediata cuando se detecta la onda sonora. Sus movimientos se transmiten al manubrio del martillo y este gira de manera que transmite las vibraciones del manubrio al yunque y éste al estribo (ver más adelante).

La pared medial de este cubo está formada por el promontorio de la porción inicial de la cóclea, parte del oído interno. La pared anterior es otra delgada lámina ósea que separa la cavidad timpánica del conducto carotídeo, por donde pasa la arteria carótida interna; en esta pared, en su porción superior es donde se encuentra el orificio de la trompa auditiva, que conecta el

oído medio con la nasofaringe, cerca también de donde se origina el tendón del músculo tensor del tímpano. Esta trompa tiene la función de igualar la presión en el oído medio con la presión atmosférica, posibilitando así el libre movimiento de la membrana timpánica. Usualmente sus paredes se mantienen adosadas, pero fenómenos como el bostezo y la deglución las abren. Por último, la pared posterior es más bien un boquete que conduce hacia las celdillas de la apófisis mastoides del hueso temporal, llamado antro mastoideo.

El contenido de esta cavidad, que está recubierta en su totalidad por una membrana mucosa, son los huesecillos del oído: martillo, yunque y estribo; los tendones de los músculos tensor del tímpano y del estribo, el nervio llamado cuerda del tímpano -rama del facial- y el plexo nervioso timpánico. Los huesecillos del oído medio forman una cadena que inicia en la membrana timpánica, donde se inserta el manubrio del martillo, luego este hueso se articula con el yunque, el cual está conectado a la pared de la cavidad timpánica por un ligamento con el fin de sostener esta cadena osicular. Por último el yunque se articula con el estribo, que se inserta en la ventana oval. Otras conexiones que mantiene la cadena de huesecillos en su lugar son el músculo tensor del tímpano, que se inserta en el manubrio del martillo y el músculo del estribo que hace lo propio en el cuello de este hueso, evitando las oscilaciones amplias de la membrana timpánica y de la base del estribo, para proteger las estructuras de un daño mecánico ante los sonidos muy intensos. Esto es llamado el reflejo timpánico, su función es protectora y evita que las ondas sonoras fuertes causen una estimulación excesiva de los receptores auditivos. El tiempo de reacción varía entre 40 y 160 milisegundos de modo que no protege contra estímulos intensos y súbitos. La función de esta cadena osicular es aumentar la fuerza del sonido y disminuir su amplitud y esto lo logra con la diferencia de áreas entre la membrana timpánica y la base del estribo, que es aproximadamente diez veces más pequeña. Cuando hay parálisis del músculo del estribo, por una afección del nervio facial, se produce hiperacusia (audición excesivamente aguda) por movimientos desinhibidos de este hueso.



OÍDO INTERNO

Dentro de la porción petrosa del hueso temporal se encuentra la llamada cápsula ótica, una porción de hueso más densa que tiene la forma de las estructuras del oído interno y las recubre.

Estas estructuras son principalmente el vestíbulo, los conductos semicirculares y la cóclea, de modo que la capa más externa de las mismas está constituida por la cápsula ótica. Dentro de esta cápsula se encuentra el laberinto óseo, que es una cavidad con la misma forma de las estructuras mencionadas pero llena de perilinfa, líquido similar en composición al cefalorraquídeo, que rodea al laberinto membranoso, que está suspendido dentro del laberinto óseo y reproduce su forma. En su interior circula la endolinfa, y se encuentran los órganos encargados de la audición y el equilibrio. El vestíbulo del laberinto óseo es una dilatación que parte de la membrana oval y donde se encuentran suspendidas las estructuras de la porción vestibular del laberinto membranoso, a saber el sáculo, el utrículo y los conductos semicirculares. De la porción anterior del vestíbulo parte la cóclea, excavación en forma de espiral en el hueso temporal, que contiene -evidentemente- la porción coclear, del laberinto membranoso.

Existen seis grupos de células ciliadas responsables de transformar las ondas de presión en señales eléctricas en cada oído, uno en el sáculo, otro en el utrículo, otro en cada canal semicircular y otro en la cóclea.

El utrículo, el sáculo y los conductos semicirculares se encargan del equilibrio. El primero tiene una mácula de epitelio sensitivo en el piso en posición horizontal, el segundo la tiene en su pared, en posición vertical y sirven para detectar la aceleración lineal con ayuda de los otolitos, o "polvo del oído", que son cristales de carbonato de calcio que por su diferente densidad con la endolinfa permiten detectar las aceleraciones; y cada conducto semicircular tiene una dilatación o ampolla, donde se encuentra su respectiva área sensitiva, que le permite detectar la aceleración rotacional en los tres planos del espacio gracias a la orientación perpendicular entre sí de cada

conducto. La aceleración angular en el plano de un determinado conducto semicircular estimula a su cresta. La endolinfa debido a su inercia, se desplaza en dirección opuesta a la de la rotación. El líquido empuja la cúpula y la deforma. Esto dobla las prolongaciones de las células ciliadas. Cuando se detiene la rotación, la desaceleración produce un desplazamiento de la endolinfa en la dirección de la rotación y la cúpula se deforma en dirección opuesta a la que se produjo durante la aceleración. Retorna a su posición intermedia en 25 a 30 segundos. La rotación produce una estimulación máxima del conducto semicircular más cercano al plano de rotación. El plano de estimulación que llega al cerebro varía entonces con la dirección, además de hacerlo con el plano de la rotación. Las vías que descienden desde los núcleos vestibulares hacia la medula espinal se ocupan, de manera primaria, de los ajustes posturales; y las conexiones ascendentes hacia los núcleos de los nervios craneanos participan, en buena medida, en los movimientos oculares.

La cóclea es una espiral de 2,5 giros, constituida, si se observa en un corte transversal, por la rampa vestibular, porción del laberinto óseo llena de perilinfa, por donde viaja el sonido que ingresa por la ventana oval, en forma de ondas de presión; la rampa timpánica, porción homóloga del laberinto óseo por donde salen los sonidos hacia la ventana redonda, donde se disipan en el aire de la cavidad timpánica; y por la porción coclear del laberinto membranoso, llena de endolinfa, donde se ubica el órgano espiral (antes llamado de Corti), responsable de la audición.

Allí los cambios de presión de la perilinfa provenientes de la ventana oval, son sentidos por las proyecciones de las células ciliadas de este órgano, que se ubican en la membrana basilar y que están embebidas en una sustancia gelatinosa: la membrana tectoria. Dichas deformaciones de los cilios son convertidas en señales nerviosas que viajan por el nervio vestibulococlear al área 41 de Brodman, ubicada en la circunvolución temporal superior, pasando a través del ganglio espiral, los colículos inferiores del mesencéfalo y del cuerpo geniculado medial del tálamo. El fenómeno de percepción sonora sucede porque precisamente la endolinfa, que se forma en la estría vascular,



tiene una elevada concentración de potasio y una baja concentración de sodio. El potasio entra en la célula pilosa cuando se abren los conductos como respuesta a las ondas de presión, dando lugar a la despolarización. El potencial de membrana de estas células es de aproximadamente 60 milivoltios. También entra calcio y se libera un neurotransmisor que despolariza las neuronas aferentes, cuyos cuerpos se encuentran en el ganglio espiral. La frecuencia de los potenciales de acción en una fibra nerviosa auditiva dada determina sobretodo la intensidad de un sonido más que una frecuencia. El tono de un sonido depende principalmente de la frecuencia de la onda sonora. Los tonos bajos están por debajo de 500 Hertz y los tonos altos por encima de 4000 Hertz. Las neuronas individuales de la corteza auditiva responden a parámetros como el inicio, duración y frecuencia de repetición de un estímulo y en particular a la dirección desde la cual viene. La destrucción de la corteza auditiva no solo no produce sordera sino que tampoco impide las respuestas condicionadas. Por esto y por la redundancia en las conexiones de las vías auditivas la sordera central (ver más adelante) es extremadamente rara.

ASPECTOS FISIOPATOLÓGICOS

La hipoacusia clínica puede deberse a limitación en la transmisión del sonido en el oído externo o en el medio (sorderas de conducción) o a una lesión en las células ciliadas o en las vías nerviosas (sordera nerviosa). Entre las causas de las sorderas de conducción está la obstrucción de conductos auditivos externos con cerumen o con cuerpos extraños, la destrucción de los huesecillos auditivos, el espesamiento del tímpano debido a infecciones repetidas del oído medio y una rigidez anormal en la fijación del estribo a la ventana oval. Los antibióticos aminoglucósidos, como estreptomina y gentamicina, obstruyen los canales mecanosensibles en los estereocilios de las células ciliadas y pueden hacer que estas últimas degeneren, lo cual produce sordera nerviosa así como función vestibular anormal. Entre las causas de la sordera neurosensorial están: lesión de las células ciliadas externas expuestas por una exposición prolongada al ruido se acompaña de pérdida de la audición (ver más

adelante), tumores del nervio vestíbulo coclear o el ángulo ponto cerebeloso, así como las lesiones vasculares en el tallo. La presbiacusia, pérdida gradual de la audición que acompaña al envejecimiento, afecta a más de un tercio de los sujetos de más de 75 años, probablemente se debe a la pérdida acumulativa gradual de las células ciliadas y de las neuronas.

ASPECTOS CLÍNICOS

Exploración de la audición en mayores de 5 años.

La exploración funcional del oído debe ser precedida por una correcta y completa historia clínica, seguida de la inspección y la palpación sistemáticas del oído externo y región periótica y si fuese preciso de la auscultación cervical y temporoparietal así como de una exploración general que muestre alteraciones asociadas a determinadas malformaciones del oído externo, medio e interno.

ACUMETRÍA

Se denomina acumetría al empleo de un conjunto de medios de exploración de la audición que no utilizan aparataje electrónico para su ejecución, sirviéndose para cumplir su objetivo de los diapasones, la palabra hablada y los ruidos.

ACUMETRÍA VERBAL

Se trata de una prueba que utiliza la palabra hablada para obtener una primera impresión de la capacidad auditiva del paciente. Por ser una prueba subjetiva es poco exacta, pues de una a otra ocasión varían tanto la intensidad en la fonación como las condiciones acústicas del medio en el que se realiza, pero a pesar de ser poco precisa resulta útil. Una primera aproximación a la audición del paciente se realiza mientras se efectúa la entrevista o en el intercambio inicial de palabras con el enfermo, pudiendo percatarnos ya en ese momento de cómo oye nuestra voz emitida, a propósito, a distintas intensidades. La acumetría verbal propiamente dicha se realiza sirviéndonos de varias pruebas:



- Utilizando un cuestionario para conocer la capacidad auditiva en: conversación de persona a persona en el silencio, conversación de persona a persona en ambiente ruidoso, conversación en grupo en el silencio, conversación en grupo en ambiente ruidoso, captación de la palabra en auditorios, audición de la palabra por teléfono.
- También pueden utilizarse distintas palabras (números por lo general) colocándose a un metro del paciente y ocluyendo de forma alternativa uno de los dos oídos. A esta distancia se emiten las palabras con distintas intensidades (de mayor a menor): voz fuerte, voz hablada, voz baja y voz cuchicheada. Si el paciente no oye la voz fuerte a esta distancia, su pérdida auditiva rondará los 60 dB; si oye la voz fuerte pero no la voz normalmente hablada, la pérdida se situará entre 40 y 60 dB; si oye hasta la voz baja la hipoacusia del paciente no superará los 20-40 dB. Y si oye también la voz cuchicheada, la pérdida no superará los 20dB.

Es útil conocer que las palabras que se construyen con las vocales “u”, “o”, son acústicamente graves (125-500 Hz): uno, dos, ocho, buho, mono, mulo. Las que llevan las vocales “i”, “e”, “a” son agudas (500-3.000 Hz): seis, siete, diez, sisa, café.

Puede emplearse asimismo la acimetría con ruidos. En ocasiones, el paciente “la trae hecha” cuando refiere que no oye el timbre de la puerta, el ruido del ascensor, el motor del carro o el tic-tac del reloj; o indica que su hijo no oye el ruido de un juguete o no se sobresalta cuando cae al suelo un utensilio de cocina.

ACUMETRÍA INSTRUMENTAL CON DIAPASONES

Se utilizan fundamentalmente los diapasones de 256, 512, 1.024 y 2.048 Hertz. Los de frecuencias más bajas producen mayor sensibilidad vibratoria táctil, pudiendo por ello adulterar el resultado de las pruebas. Sin embargo, como las hipoacusias de transmisión afectan de forma fundamental a estas frecuencias, el rendimiento diagnós-tico de

estos dos diapasones es mayor en este tipo de hipoacusias.

El diapasón consta de un tallo o vástago central del que parten dos ramas paralelas. No se debe golpear el diapasón con demasiada energía o contra una superficie rígida, ya que se producen vibraciones excesivas.

Las pruebas de Weber y Rinne son básicas e imprescindibles, a continuación se describirán con detalle.

Prueba de Rinne: Con ella se pretende comparar la audición por vía aérea y ósea del paciente. Una vez que al golpear se provoca la vibración del diapasón éste se coloca próximo al pabellón auricular del explorador para comprobar que se ha generado una vibración de intensidad suficiente y así comenzar la acimetría instrumental propiamente dicha. Tras hacer vibrar las ramas del diapasón y comprobar que es de calidad adecuada su vástago se sitúa en la mastoides del oído funcionalmente mejor ejerciendo una presión firme, pero no excesiva, solicitando del paciente que nos diga si oye o no el ruido. A continuación el diapasón se sitúa sujetado por el vástago con las ramas vibrantes al lado del meato auditivo (a unos 2 cm) y perpendiculares a él. De nuevo se solicita al paciente que nos indique si oye o no el ruido y, si lo oye, debe decirnos si su intensidad es mayor o menor que la que percibía retro auricularmente. Una variante de la prueba se realiza apoyando el vástago del diapasón en la apófisis mastoides, con lo que el explorado oye su sonido por vía ósea (el sonido llega a la cóclea a través de la “vibración” ósea). Cuando, por perder energía el diapasón, deja de oír por esa vía el paciente avisa levantando la mano; entonces se presentan las ramas de al lado del conducto auditivo externo con lo que el paciente lo oye por vía aérea (transmitido por la membrana timpánica y la cadena de huesecillos). Cuando también deja de oír por vía aérea vuelve a comunicarlo levantando la mano. El sujeto normal oye el diapasón aproximadamente cuatro veces más tiempo por vía aérea que por vía ósea o, en cualquier caso, la audición por vía aérea es siempre mejor. Los resultados de la prueba de Rinne, de manera esquemática, se interpretan así:



1. Positivo. Es aquella situación en la que el paciente oye más por vía aérea que por vía ósea, tratándose en este caso de sujetos normales o con hipoacusia neurosensorial.
2. Positivo absoluto. Oye exclusiva o casi exclusivamente por vía aérea e implica una hipoacusia neurosensorial.
3. Negativo. Oye más por vía ósea que por vía aérea, lo cual informa del padecimiento de una hipoacusia de conducción, al menos de 20 dB HL en el paciente explorado.
4. Negativo absoluto. Con este término queremos señalar que el paciente sólo oye por vía ósea, lo que significa que padece una gran hipoacusia de conducción.

Prueba de Weber: Se lleva a cabo tras la de Rinne acústica. Para su realización se vuelve a hacer vibrar el diapasón y se coloca su vástago en la línea media de la cabeza: vértex, glabella, dorso nasal o incisivos. El vértex es la localización ideal para realizar esta prueba, pero siempre que se realice en pacientes sin pelo, ya que éste amortigua la vibración del diapasón. En caso de pacientes con pelo, la posición óptima para situar el vástago es la línea de inserción del pelo en la frente en la línea media. La frente no es un buen sitio, ya que la diferente neumatización de los senos frontales puede actuar como cavidad resonante diferente en cada lado distorsionando la prueba. Si el paciente no lo oye en las posiciones antes señaladas, el diapasón se coloca entre los dientes, solici-tándole que nos diga en qué oído se percibe más la intensidad del sonido o bien que indique en cuál de los dos oídos oye el sonido del diapasón en último lugar. El sujeto normooyente percibe el sonido del diapasón con igual intensidad en ambos oídos (prueba de Weber indiferente). Los pacientes con hipoacusia neurosensorial grave o profunda no oyen, por lo general, el diapasón al realizar esta prueba al estar su vía ósea muy deteriorada. Un paciente con una hipoacusia unilateral (o bilateral asimétrica) percibe el sonido en un solo oído al realizar esta prueba (Weber lateralizada, a la derecha o a la izquierda). Si la hipoacusia es neurosensorial, el sonido se lateraliza hacia el

lado en el que el paciente oye mejor. Como es lógico, el diapasón, que se había situado en un punto de la línea media, se oye mejor por el oído sano o por el oído enfermo menos afectado. En la hipoacusia de conducción el sonido se lateraliza hacia el oído más sordo. No se sabe bien por qué ocurre esto. Se piensa que el oído afectado por una hipoacusia de transmisión está menos ensordecido por los ruidos del ambiente exterior y por eso oye mejor el sonido que le llega por vía ósea. En resumen, esta prueba es útil en la hipoacusia unilateral (o si es bilateral, cuando un oído es más sordo que el otro), se pregunta al paciente por qué oído oye peor. Si la prueba de Weber se lateraliza al lado mejor, la hipoacusia es neurosensorial; si se lateraliza al lado más lesionado, la hipoacusia es de conducción.

Desde el punto de vista médico legal son importantes también las pruebas de Schwabach y Stenger, que también se realizan con diapasones.

Prueba de Schwabach: Mediante esta prueba se compara la audición, por vía ósea (diapasón sobre mastoides), del paciente y del explorador, utilizando el diapasón activado aproximadamente con la misma energía para uno y otro. Para la realización de esta prueba se presupone que el explorador es normooyente. Las conclusiones se obtienen al comparar el tiempo que ha durado la percepción del sonido en el paciente y en el explorador. Así, si el tiempo de percepción del sonido es inferior en el paciente que en el médico se dice que la prueba de Schwabach está acortada o, por el contrario, que es normal o alargada cuando el paciente percibe el sonido durante más tiempo que el explorador. Un indicador de que el paciente tiene acortada su percepción por vía ósea es la ausencia de percepción del sonido al realizar la prueba de Weber.

Prueba de Stenger: Mediante el diapasón también se descarta la presencia de una simulación de hipoacusia unilateral. Para ello, se emplea la llamada prueba de Stenger y su realización requiere dos diapasones que vibren en la misma frecuencia (por lo general 256 o 512 Hz). Esta prueba se basa en el hecho conocido desde antiguo de que al presentar sendos diapasones



vibrando sincrónicamente en cada uno de los oídos, se oye sólo aquel que vibra con más intensidad.

Para la realización de esta prueba se procede como sigue: se coloca al paciente cómodamente sentado y se le aplica un diapasón vibrando por vía aérea en el oído supuestamente sano. En esta situación se solicita al paciente que señale si oye o no el sonido a lo que él responderá de forma afirmativa. Inmediatamente después se coloca el otro diapasón vibrando frente al supuesto oído patológico, sin retirar de la entrada del conducto auditivo externo el primer diapasón. En este momento pueden presentarse dos posibilidades principalmente:

1. Que el paciente siga oyendo por el primero de los oídos estimulados. En este caso se trata de una auténtica hipoacusia del lado que en principio se suponía simulada.
2. Pero si en el segundo oído estimulado la enfermedad es realmente simulada, ocurre que al colocar el diapasón vibrando el paciente oye el sonido en este lado, anulando la audición en el otro. El paciente, ante esta situación de oír por el oído en el que simula una hipoacusia, reacciona siempre de la misma forma, diciendo que no oye por ninguno de los dos oídos para no admitir que en realidad oye por el que simula la enfermedad.

AUDIOMETRÍA

Este término acoge ciertos métodos de medición y estudio de la audición que emplean para la ejecución de las pruebas medios electrónicos. El instrumento utilizado es el audiómetro, aparato generador de sonidos capaz de emitir tonos puros a frecuencias determinadas, desde muy graves a muy agudas (125, 250, 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 y 8.000 Hz) y a la intensidad deseada, desde sonidos muy débiles a muy intensos (desde -10 dB hasta 120 dB, pudiendo aumentarse o disminuirse la intensidad del sonido en saltos de 1 dB o superior).

El tono producido por el audiómetro puede llegar al oído explorado bien a través de un casco de

auriculares o por medio de unos altavoces en campo libre (explorando de este modo la vía aérea) o bien a través de un vibrador que se coloca en contacto con la mastoides (con lo que se obtiene información de la vía ósea). Se distinguen dos grandes tipos de pruebas al medir la audición: por un lado, aquellas que buscan determinar el umbral de audición y que se denominan por ello liminares y, por otro lado, aquellas que no buscan ese umbral sino poner de manifiesto determinadas peculiaridades de la fisiología auditiva con el fin de determinar si el origen de una hipoacusia es coclear o retrococlear.

AUDIOMETRÍA TONAL LIMINAR

Existen muchos métodos descritos para la realización de la prueba. A continuación se comenta el propuesto por la Sociedad Británica de Audiología. El paciente debe situarse sentado dentro de una cabina insonorizada, indicándosele que va a escuchar unos sonidos de intensidad progresivamente menor sin especificar el oído por el que se va a empezar (y que por lo general es el funcionalmente mejor). Se indica al paciente que cada vez que oiga un sonido por leve que sea levante su mano (derecha si lo oye por el oído derecho o izquierda si lo percibe por el izquierdo) y la mantenga levantada mientras oiga el sonido. Una variante consiste en pulsar un interruptor que activa una luz cada vez que el paciente oye. Sin embargo, esta alternativa sólo indica que el paciente oye, pero no por qué lado, por lo que no es la recomendable. Pueden utilizarse dos tipos de ruido: continuo o interrumpido. Este último proporciona audiometrías de mayor precisión pues se detecta con más facilidad que el ruido continuo. El explorador se sitúa fuera de la cabina insonorizada (o dentro del espacio insonorizado si es una audiometría en campo libre) y no debe mostrar ningún gesto que pueda indicar al paciente que se están emitiendo sonidos o que se está variando su intensidad, ni por qué lado se envía el sonido. Siempre se comienza realizando la prueba por vía aérea y luego por vía ósea. En ambos casos se empieza enviando sonidos en la frecuencia 1.000 Hz, y luego 2.000, 4.000, 6.000, 8.000 (sólo en vía aérea), 500 y 250 Hz. En esas frecuencias y por ese orden se envía un sonido que el paciente percibirá con holgura para que



sea consciente de que la prueba ha comenzado y qué tipo de sonido va a recibir. A continuación, la intensidad se reduce de 10 en 10 dB HL hasta que el paciente deje de oírlo. En ese momento, se aumenta de nuevo la intensidad de 5 en 5 dB HL hasta que el paciente vuelve a percibir el sonido en, al menos, el 50 % de las veces en que se presenta. Ése será el umbral de audición para esa frecuencia. Este mismo procedimiento se repite para el resto de frecuencias. Con ello se conoce el umbral de audición por vía aérea de un oído, y a continuación se obtiene el del otro oído. Para completar la prueba se efectúa un procedimiento similar en todas las frecuencias, colocando el vibrador en la mastoides, primero en un lado y después en el opuesto, obteniendo así el umbral por vía ósea, con lo que queda concluida la prueba.

En determinadas circunstancias, el estímulo sonoro que se envía al oído explorado puede ser percibido por el oído contrario (audición cruzada, contralateralidad o curva audiométrica fantasma), alterándose los resultados de la audiometría. Para evitar este efecto no deseado se utiliza el enmascaramiento, maniobra que trata de ensordecer el oído no explorado para que no lleguen a él los sonidos destinados al oído protagonista; por lo habitual se realiza enviando un ruido enmascarante a través del auricular del oído no explorado a suficiente intensidad como para enmascararlo, pero no como para entorpecer la realización de la prueba en el oído testado. El enmascaramiento es necesario cuando las vías aéreas en ambos lados se diferencian en 40 dB o más o bien si existen más de 15 dB HL de diferencia entre ambas vías óseas.

AUDIOGRAMA.

Es el gráfico resultante tras la anotación de los datos obtenidos por audiometría tonal liminar. Se representa en un sistema cartesiano de coordenadas en el que aparecen las frecuencias (Hz) en las abscisas y las intensidades (dB) en las ordenadas. Se anota con un símbolo el umbral de audición en cada frecuencia mediante unos símbolos internacionalmente admitidos: la vía ósea sin enmascarar con el símbolo <

en el oído derecho y con > en el izquierdo; si los umbrales de las vías óseas se han hallado utilizando enmascaramiento se usa el símbolo [para representarlo en el oído derecho y] en el izquierdo, la vía aérea izquierda se señala con el símbolo X y la aérea derecha con el símbolo O. Estos símbolos se unen entre sí mediante líneas, con lo que se obtiene un trazado más o menos quebrado. La vía aérea en ambos oídos se anota con trazo continuo, la vía ósea se apunta con una línea de trazos discontinuos. El oído derecho (tanto la vía aérea como la ósea) se representa en color rojo y el izquierdo de color azul o negro. Todos estos símbolos se han adoptado por convenio internacional.

AUDIOMETRÍA TONAL SUPRALIMINAR

Comprende un conjunto de pruebas que se realizan con estímulos sonoros de intensidad superior al umbral. Tratan principalmente de denotar la existencia de reclutamiento y de estudiar la fatiga auditiva y la adaptación. Se entiende por adaptación auditiva el fenómeno fisiológico por el que un individuo percibe un aumento en su umbral auditivo tras permanecer expuesto durante cierto tiempo a un ruido intenso. Se debe a la acción de las vías auditivas descendentes (corticotalámicas, talamoolivares y olivococleares) sobre las células ciliadas externas (CCE), lo cual dificulta la generación de potenciales de acción en las células ciliadas internas. Cuando el paciente abandona el ambiente ruidoso sus umbrales auditivos vuelven a su situación normal. La fatiga auditiva (postestimuladora), por el contrario, no es un fenómeno fisiológico sino patológico, ya que persiste cuando el paciente ya abandonó el entorno ruidoso. Consiste en la elevación del umbral auditivo más allá del tiempo que dura la sobreestimulación sonora (minutos u horas) volviendo con posterioridad a los umbrales auditivos previos. Esta elevación transitoria del umbral es la traducción clínica de alteraciones funcionales (reversibles) ocurridas en las CCE. Si la sobreexposición al ruido persiste, la elevación de los umbrales deja de ser un fenómeno transitorio para ser definitivo al presentar estas células lesiones orgánicas (irreversibles).

LOGOAUDIOMETRÍA (AUDIOMETRÍA VERBAL)

Puesto que en condiciones fisiológicas habitualmente no se escuchan tonos puros, sino sonidos complejos, y de estos los más importantes socialmente hablando son las palabras, la logoaudiometría aporta una importantísima información. Con esta prueba no puede saberse qué audición tiene el paciente frecuencia a frecuencia, pero aporta una idea más global de la audición del paciente y de la integración de esa información sonora verbal.

En estas pruebas, esenciales en la práctica diaria, en vez de utilizar tonos puros como estímulo se emplean determinadas palabras, por lo general bisilábicas elegidas por sus características fonéticas. Existen listas confeccionadas de palabras preestablecidas y frases típicas, que se ofrecen como estímulo a intensidades crecientes sobre el umbral de audición. Estas listas deben contener palabras familiares bien conocidas por el explorado y que posean una buena diferenciación fonética para que no puedan confundirse fácilmente. Por lo general, se utilizan conjuntos de 10 palabras, como las siguientes: casa, perro, silla, vaso, dedo, perro, vino, libro, coche, toro.

Los parámetros que es necesario valorar en una logoaudiometría son cuatro:

1. Umbral de detectabilidad de la voz: en el individuo normooyente aparece alrededor de los 5 dB captando sólo mínimos murmullos sin entender ninguna palabra.
2. Umbral de inteligibilidad: aquel nivel sonoro en el que el individuo es capaz de distinguir el 50 % de las palabras y que en un individuo normal se sitúa en los 15 dB.
3. Umbral de discriminación máxima: aquella intensidad sonora en la que el paciente diferencia el máximo porcentaje de las palabras emitidas.
4. Porcentaje de discriminación máxima: es el porcentaje de palabras correctamente detectadas a 35 dB por encima del umbral de inteligibilidad.

El audiograma obtenido al representar las logoaudiometrías verbales de individuos normooyentes muestra una forma de "S" muy estilizada e inclinada hacia la derecha. En las hipoacusias de conducción se establece una curva de las mismas características, pero desplazada hacia la derecha según el umbral de audición que presente el paciente. Así, si el umbral de audición es de 20 dB, a los 25 dB capta sólo murmullos sin entender ninguna palabra (umbral de detectabilidad de la voz), a los 35 dB distingue un 50 % de las palabras (umbral de inteligibilidad) y a los 45 dB HL oye el 100% de las palabras (umbral de máxima discriminación).

En las hipoacusias neurosensoriales con reclutamiento, debido a este fenómeno, la curva es completamente diferente. Así, si el umbral de audición es de 40 dB el de detectabilidad está en 45 dB y el de inteligibilidad en 55 dB, es decir, hasta aquí igual que en los casos anteriores; sin embargo, si se sigue incrementando la intensidad puede comprobarse que a 70 dB oye un 70 % de las palabras, a 85 sólo un 60 % y a 95 únicamente un 40 %. Es decir, el reclutamiento hace que a partir de cierta intensidad el paciente vaya oyendo menos cantidad de palabras cuanto mayor sea la intensidad con que se emiten.

ACUFENOMETRÍA

Se denomina acúfeno o tinnitus a un ruido patológico autogenerado que percibe el paciente y no está ocasionado por un estímulo sonoro externo. Es una sensación subjetiva de sonido originada en algún lugar del aparato auditivo, por lo habitual en la cóclea y la vía auditiva. La medición del acúfeno permite saber en qué frecuencia se sitúa el sonido que refiere oír el paciente y con qué intensidad lo percibe. En un ambiente acústicamente aislado (situación de silencio absoluto) el individuo normooyente aprecia un ruido propio, generado principalmente por el movimiento browniano de los cilios de las células ciliadas y en los vasos sanguíneos del oído, fundamentalmente en los de la cóclea; esta percepción es fisiológica y aumenta con el ejercicio físico intenso. En condiciones ambientales habituales este ruido no llega a ser consciente, pues el nivel sonoro externo



lo enmascara. En situaciones de ansiedad o coincidiendo con otras disfunciones orgánicas o funcionales, una autoobservación exagerada puede hacer que se note el ruido propio normal en exceso (acúfeno psicógeno). Una primera aproximación a la intensidad del acúfeno se realiza durante la entrevista: si el paciente oye el acúfeno sólo en situaciones de silencio (durante la noche fundamentalmente) se denomina de grado I. Si además aparece en condiciones de silencio a lo largo del día, aunque desaparece o disminuye claramente al realizar algún tipo de actividad mental (leer, calcular, etc.), se considera de grado II. Por último, si éste persiste a lo largo de todo el día y no se modifica con la actividad mental es de grado III. Con un audiómetro se realizan una serie de maniobras orientadas a caracterizar el acúfeno, puede efectuarse una acufenometría. De este modo, cuando éste es unilateral se pide al paciente que intente precisar si es de frecuencia grave o por el contrario agudo. Una vez realizado este paso previo se le colocan al paciente los auriculares de exploración de la vía ósea de una audiometría tonal y se le van enviando impulsos apareados (por ejemplo, si ha dicho que el acúfeno es agudo se le envía un sonido de 1 kHz y a continuación otro de 4 kHz) de frecuencia diferente solicitando del paciente que señale a cuál de ambos sonidos se parece, en tono, su acúfeno. A partir de ese momento se va delimitando la frecuencia del acúfeno enviando nuevas parejas de impulsos cada vez menos distanciados en octavas. Así, si en el ejemplo anterior el paciente indicó que su acúfeno se parecía más al de frecuencia 1 kHz se le envía un sonido de 1.000 Hz seguido de otro de 2.000 Hz y de nuevo se le pregunta a cuál de esos dos se parece más y así sucesivamente hasta acotar e identificar la frecuencia del acúfeno. Una vez determinada ésta se hace lo mismo con la intensidad, enviando dos impulsos sonoros de intensidad diferente para que el paciente vaya señalando a cuál se asemeja más. Cuanto más periférica es la lesión que origina el acúfeno, más fácil le resulta al paciente reconocer por comparación su intensidad y frecuencia; así, en hipoacusias de conducción y en lesiones cocleares, el reconocimiento del tono y la intensidad del acúfeno es sencillo, más difícil en las lesiones del VIII par y muy difícil en lesiones centrales.

En algunas ocasiones, los acúfenos son objetivos: los oye el paciente y pueden ser percibidos también por el explorador si acerca su oído al del enfermo o utiliza un tubo de otoauscultación o un simple fonendoscopio. Tienen su origen en distintos cuadros patológicos que producen un ruido peculiar, sobre todo trastornos vasculares y contracciones de la musculatura peritubárica o del músculo del estribo.

IMPEDANCIOMETRÍA (OTOADMITANCIOMETRÍA)

Cualquier medio elástico opone una dificultad a perder su estado de reposo o equilibrio, es decir, se “resiste” a ser deformado. También el oído (medio elástico) opone una dificultad a ser deformado al pasar a través de él el sonido. Se denomina impedancia acústica a esa dificultad o resistencia que encuentran las ondas sonoras para su propagación por el oído y se representa con la letra Z. La admitancia acústica es la inversa de la impedancia, es decir, la facilidad que un medio muestra para ser deformado. En el caso del oído es la facilidad que éste muestra para dejarse atravesar por las ondas sonoras. Se representa por la letra Y. En otología, impedancia es la resistencia que oponen la membrana timpánica y la cadena de huesecillos al paso de la energía sonora. Esta impedancia se debe a la masa de los huesecillos y la membrana timpánica, a su rigidez y al rozamiento de estos elementos. Se entiende por impedanciometría el conjunto de pruebas funcionales auditivas que miden la resistencia que oponen la membrana timpánica y la cadena cuando sobre ellos incide un sonido. En realidad, lo que suele medirse no es la impedancia, sino la admitancia, ya que el aparato universalmente utilizado para realizar esta exploración es un admitanciómetro, no un impedanciómetro, pero como se conocen las equivalencias entre ambas, la conversión de una en otra es fácil.

El otoadmitanciómetro utiliza una sonda que se introduce en el conducto auditivo externo (CAE), en donde encaja herméticamente gracias a una oliva de plástico o de caucho. Esta sonda tiene tres orificios; uno para un altavoz que emite un sonido (en una o más frecuencias graves); otro para un micrófono receptor que capta el sonido



reflejado por la resistencia (impedancia) opuesta por membrana timpánica y huesecillos (que crea un nivel de presión sonora en el CAE), y un tercero para una bomba capaz de suministrar presiones desde + 200 decapascuales (daPa) hasta -400 daPa.

El impedanciómetro lleva, además, un generador de sonidos que emite estímulos sonoros intensos que permiten desencadenar el reflejo del estribo, contracción involuntaria y bilateral del músculo del estribo ante sonidos de suficiente intensidad.

Las pruebas fundamentales que se realizan por impedanciometría son la timpanometría, la detección del umbral del reflejo estapedial (que equivale, con gran precisión, con el umbral de discomfortabilidad en la adaptación audioprotésica), así como la detección de fatiga o decaimiento en el reflejo estapedial (reflex decay test).

TIMPANOMETRÍA

Mide la compliancia o movilidad del sistema tímpano-oscicular. En condiciones normales esta compliancia es máxima cuando existe la misma presión a ambos lados de la membrana timpánica (en condiciones normales 0 daPa, aunque se admiten dentro del rango de normalidad valores comprendidos entre + 50 y -100 daPa para los adultos y entre +50 y -150 daPa en niños). Si la movilidad o compliancia máxima del tímpano se obtiene cuando la presión ejercida por la bomba del otoadmitanciómetro en el CAE es otro valor diferente de 0 daPa indica que la presión endotimpánica es también de ese valor. En realidad, el otoadmitanciómetro realiza un barrido de la movilidad timpánica con diferentes presiones originando lo que se conoce como curva de timpanometría. Existen tres patrones básicos de curvas timpanométricas descritos por Jerger cada uno de los cuales traduce patología específica.

POTENCIALES EVOCADOS AUDITIVOS

Son el registro gráfico de la actividad eléctrica neural desencadenada por un sonido de suficiente intensidad. Constituyen, por consiguiente, una exploración audiométrica objetiva y dependiendo

de si registran la actividad eléctrica ocurrida en los 10 mseg primeros tras el estímulo, entre los 10 y 30 mseg o entre 30 y 300 mseg se conocen como precoces (ocurren en el tronco del encéfalo), de latencia media o de latencia tardía o corticales.

POTENCIALES EVOCADOS AUDITIVOS DEL TRONCO CEREBRAL

Como ya se ha mencionado, los potenciales evocados auditivos del tronco cerebral (PEATC) son el registro de la respuesta eléctrica que ocurre en los 10 mseg siguientes a un estímulo sonoro. Esta actividad eléctrica se registra como una línea quebrada con picos (los cinco primeros son los más importantes) y valles. En 1970, Jewet observó la constancia y estabilidad de estas ondas, estableciendo que este componente precoz de los potenciales evocados auditivos discurre en siete ondas, que denominó con la letra J seguida del correspondiente número romano.

La onda V, con latencia de 4,5-5,1 mseg postestimulación, es la mayor y más estable de las registradas en el tronco del encéfalo. El nivel de sonido mínimo capaz de hacer aparecer un registro con una onda V evidente (umbral de la onda V) no puede superponerse exactamente con el umbral auditivo ya que éste es mejor que el de la onda V en aproximadamente 20 a 30 dB. Los potenciales evocados auditivos precoces del tronco del encéfalo han supuesto una ayuda muy importante para la determinación de la funcionalidad auditiva, sobre todo en pacientes no colaboradores (lactantes y niños, simuladores, oligofrenias, pruebas de cribado o detección de psicosis)

OTOEMISIONES ACÚSTICAS

Desde hace relativamente poco tiempo se conoce que las CCE poseen capacidad contráctil. Esta actividad contráctil de las células puede aparecer espontáneamente o como respuesta a un estímulo. Cualquier lesión de la vía auditiva que suponga una pérdida de más de 25-30 dB hace que las otoemisiones desaparezcan, por lo que se utilizan como método de cribado de hipoacusia infantil junto con los PEATC. Fue Kemp en 1978 el primero en darse cuenta de las aplicaciones



clínicas de esta observación. Colocando en el CAE de individuos normales una sonda que dispone de un emisor que envía estímulos sonoros y de un receptor microfónico de alta sensibilidad que capta ruidos. El trabajo mecánico de las CCE es el que produce la energía que origina el ruido. Éste se amplifica en el oído medio y puede ser registrado desde el exterior como una energía sonora. Estas emisiones acústicas, cuando están provocadas por un estímulo, se constatan en prácticamente todos los individuos normooyentes. Se ha señalado que un tipo de otoemisiones son las que aparecen de manera espontánea y otras como respuesta a un estímulo sonoro.

ASPECTOS LABORALES

La pérdida auditiva secundaria a actividades laborales puede ser parcial o total, unilateral o bilateral, y conductiva, neurosensorial o mixta. En el lugar de trabajo, la pérdida de la audición es causada por golpes o lesiones penetrantes en la cabeza, explosiones y lesiones térmicas, como las quemaduras por soldadura cuando un trozo de esta penetra en el tímpano. La pérdida auditiva sensorial se debe a deterioro de la cóclea, por lo general por pérdida de las células ciliadas del órgano espiral. Entre las causas laborales más comunes de este tipo de hipoacusia están la exposición continua al ruido por encima de 85 decibeles, lesiones traumáticas de la cabeza o exposición a sustancias ototóxicas.

DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE LA PÉRDIDA AUDITIVA NEUROSENSORIAL

Para determinar si una hipoacusia tiene origen laboral es necesario realizar un diagnóstico diferencial

PÉRDIDA AUDITIVA NO LABORAL

Deben de descartarse trastornos de la audición. Presbiacusia: es el deterioro lento y progresivo de la audición que se ve con el envejecimiento y no se atribuye a ninguna a otra causa. Se acompaña de una serie de patologías del oído interno, como atrofia de las células ciliadas internas y externas, y del ganglio espiral en el giro basal de la cóclea, atrofia o degeneración de las vías auditivas

centrales. La pérdida auditiva es gradual, simétrica progresiva y de frecuencias altas.

Alteraciones hereditarias de la audición: se distinguen por los antecedentes familiares y por la edad temprana de inicio; sin embargo, hay formas de inicio tardío. Estas pueden ser del tipo conductivo, mixto o neurosensorial. Algunas se detectan en la infancia temprana, por ejemplo síndrome autosómico recesivo de Usher o síndrome de Alport. La otosclerosis es un ejemplo de pérdida auditiva progresiva, autosómica dominante de penetrancia parcial, que puede ser conductiva, mixta o neurosensorial. El sitio de mayor afectación es la región de la porción anterior de la ventana oval.

Trastornos metabólicos: la hipoacusia en estos casos puede relacionarse con la diabetes mellitus, disfunción tiroidea, insuficiencia renal, padecimientos autoinmunes e hipercolesterolemia; estos trastornos originan pérdida auditiva neurosensorial bilateral, progresiva y de altas frecuencias. En la diabetes mellitus la causa puede ser una neuropatía primaria o vasculopatías de vasos pequeños.

Pérdida auditiva neurosensorial repentina: el inicio es repentino en cuestión de una a dos horas, sin que haya factores desencadenantes. Casi siempre es unilateral, la pérdida se muestra con frecuencias bajas y mejora con las frecuencias altas y planas. No se conoce la causa de esta pérdida.

Origen infeccioso: estas incluyen infecciones por virus o bacterias, como meningitis o encefalitis, que pueden causar pérdida de la audición. Las infecciones por espiroquetas, como la sífilis congénita o adquirida y la enfermedad de Lyme, pueden producir pérdida auditiva y disfunción vestibular. La parotiditis origina una pérdida auditiva neurosensorial unilateral, rara. La pérdida congénita de la audición también se atribuye al virus de la rubéola y al citomegalovirus.

Enfermedades del sistema nervioso central: los tumores del ángulo pontocerebeloso como el neurinoma del acústico, presentan pérdida auditiva neurosensorial progresiva y unilateral.

Enfermedad de Ménière: (hidropesía endolinfática): en general se presentan como pérdida neurosensorial para frecuencias bajas y fluctuante o unilateral aplanada, congestión o presión en el oído afectado, acúfenos y vértigo episódico incapacitante.

Pérdida auditiva no orgánica: se trata de aquellos pacientes con audición normal o que ya tiene una hipoacusia orgánica, pero que tratan de exagerar su condición para obtener una ganancia secundaria. Las pruebas anteriormente descritas como la de Stenger y los potenciales evocados auditivos ayudan a desenmascararlos.

PÉRDIDA AUDITIVA POR RUIDO

Etiopatogenia: La pérdida por ruido se debe a traumatismo del epitelio sensorial de la cóclea. Este queda comprimido entre la hilera interna de las células estereociliadas y las tres hileras externas de las mismas células que se apoyan en células de sostén (células de Hansen y Deiter). La lesión mas evidente es en los estereocilios de las células ciliadas internas y la en las externas (que son los transductores electromecánicos de la energía del sonido) que se distorsionan o incluso se alteran con fuerzas acústicas que desgarran la membrana tectoria. Se afectan todas las estructuras del órgano espiral.

Al principio los cambios vasculares, químicos y metabólicos son potencialmente reversibles y con el tiempo se recupera la audición. A esto se le conoce como cambio temporal en el umbral; este cambio puede durar varias horas. Sin embargo, si persiste la exposición continuada al ruido, se produce pérdida permanente de los estereocilios con fractura evidente de las estructuras de la raíz y destrucción de las células sensitivas, que son reemplazadas por tejido cicatrizal no funcional, situación a la que se le conoce como cambio permanente del umbral, el cual ya no tiene recuperación.

El ruido puede afectar otras estructuras de la cóclea en el oído interno y, se observan cambios vasculares en la zona de la actividad metabólica de las estrías vasculares. A los individuos se les debe hacer pruebas audiométricas luego de un

periodo de recuperación de 12 a 24 horas de haberse expuesto a niveles peligrosos de ruido. La susceptibilidad a la pérdida de la audición por ruido es muy variable. Algunos toleran niveles muy altos de ruido por periodos prolongados, otros, sometidos al mismo grado ambiental, pierden la audición con mayor rapidez. (Cuadro 1)

Ruido	Intensidad (en decibeles)
Conversación normal	50-60
Podadora de césped	100
Motocicleta	110
Vehículo de nieve	110
Juegos pirotécnicos	150
Armas de cacería	160
Ruidos industriales (promedio)	
Prensa y editoriales	90
Transporte de camión	90
Productos alimenticios enlatados	100
Equipo de agricultura	100
Fábrica de textiles	100
Aserradero y productos de madera	100
Refinamiento de petróleo	110
Productos metálicos	100
Minería bajo tierra	110
Equipo pesado	110
Operaciones con herramientas de metal	110

Cuadro 1: Intensidad relativa de ruidos comunes

En general la exposición prolongada a sonidos por arriba de 85 dB en la escala A es potencialmente dañina. La exposición continua tiende a tener su efecto máximo en las regiones de frecuencia altas de la cóclea. La pérdida auditiva por ruido suele ser mas grave alrededor de los 4000 Hz, y se extiende hacia abajo a las frecuencias del lenguaje (500 a 3000 Hz) solo después de exposición prolongada o intensa.



El efecto biológico del ruido por impulso es algo diferente al efecto del ruido continuo. El oído interno posee una protección parcial para los efectos del ruido continuo que le brinda el reflejo timpánico.

PÉRDIDA AUDITIVA POR RUIDO AGUDO

La pérdida por ruido agudo se debe a la exposición breve a un ruido en extremo intenso. Las lesiones de estallido por explosiones originan presiones que lesionan estructuras del oído medio, como la membrana timpánica. Estas lesionan a partir de la generación de sobrepresión e incluso por productos calientes de la combustión que alteran el tímpano.

El decremento agudo en la audición también se presenta luego de periodos únicos de exposición a ruido continuo. Por ejemplo varias horas de exposición no protegida a la turbina de un jet que produce sonidos entre 120 y 140 dB originan daño permanente de la cóclea.

DATOS CLÍNICOS

Los pacientes con pérdida auditiva por ruido se quejan de deterioro gradual de la audición. La molestia mas común es la dificultad para entender el habla. En vista de que estos sujetos tienen un sesgo por las frecuencias altas para su pérdida auditiva, escuchan mejor los sonidos de las vocales que los de las consonantes.

La pérdida de la audición por ruido, con frecuencia se acompaña de acúfenos; los pacientes lo describen como un ruido tonal de alta frecuencia (timbre), aunque a veces el sonido del tono es mas bajo (zumbido, soplo o silbido) o incluso no tiene tono (chasquido). En vista que el acúfeno es bastante molesto para los pacientes cuando hay poco ruido ambiental, algunos se quejan de imposibilidad para dormir o concentrarse.

En el examen con el diapason, el paciente escucha mejor la conducción aérea que la ósea, lo que habla de pérdida auditiva neurosensorial. Con diapasones seriados de 512 a 4096 Hz, a menudo hay una reducción marcada en la audición con las frecuencias mas altas.

En el examen audiométrico se suele encontrar pérdida auditiva neurosensorial bilateral, con predominio por las frecuencias altas, con caída máxima de los umbrales para los tonos puros alrededor de los 4000 Hz. El nudo de 4000Hz con frecuencia es de aparición temprana en los trabajadores expuestos a ruido peligroso. En vista de que los umbrales mas importantes para la comprensión del habla humana están entre 500 y 3000 Hz, no se presenta disminución significativa en el umbral de discriminación del lenguaje, si no hasta que se afectan las frecuencias de 3000 Hz.

Lo mas frecuente es que la pérdida auditiva por ruido sea bilateral, aunque puede ser asimétrica, sobre todo cuando la fuente del ruido está lateralizada (ejemplo disparos de rifle o pistolas).

Puede haber o no acúfenos (de timbre o zumbido). Es una molestia subjetiva y su medición se basa en la capacidad del sujeto para describir la intensidad y frecuencia del timbre. A menudo la frecuencia del acúfenos se empata con la frecuencia de la pérdida auditiva en el audiograma, y es de unos 5 dB.

PÉRDIDA AUDITIVA POR TRAUMATISMOS FÍSICOS

ETIOPATOGENIA

Son muchas las lesiones que pueden producir traumatismos en los oídos. Los golpes son la causa mas común de pérdida auditiva traumática. Un golpe en la cabeza origina una onda de presión en el cráneo que se transmite por el hueso de una forma parecida a como se transmite una onda de presión en el aire por el mecanismo de conducción del oído.

Los accidentes automovilísticos son la principal causa de traumas cráneo encefálicos y explican el 50% de las lesiones en el hueso temporal. Las heridas penetrantes de este hueso son relativamente raras y explican menos del 10% de los casos. Otras causas de lesión ótica son las caídas, las explosiones y las quemaduras por sustancias químicas cáusticas, flamas abierta o soldadura, que penetran al conducto auditivo.



LESIONES CAUSANTES DE HIPOACUSIA CONDUCTIVA

1. Los traumatismos contusos de la cabeza, con o sin fractura del hueso temporal, producen hemotimpano (colección de sangre en el oído medio), si es la única lesión, la audición suele recuperarse en unas cuantas semanas.
2. Las quemaduras por soldadura que penetran hasta el tímpano a menudo sanan mal, con lo que originan una infección crónica.
3. El barotrauma ocasiona pérdida auditiva conductora por líquido o sangre detrás del tímpano. Es transitoria y se resuelve en un periodo que va de días a unas cuantas semanas.
4. La perforación traumática del tímpano suele sanar en forma espontánea siempre y cuando no ocurra infección secundaria (a los pacientes se les indica no mojarse el oído durante el periodo de curación).

La pérdida auditiva conductora que persiste por más de tres meses después de la lesión suele deberse a perforación persistente del tímpano o alteración de la cadena osicular. Estas lesiones se corrigen con cirugía.

LESIONES CAUSANTES DE HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL

La principal causa del traumatismo del oído interno es la contusión craneana. La concusión del laberinto con frecuencia origina vértigo transitorio, posibilidad de pérdida auditiva permanente y acúfenos. El traumatismo también puede ocasionar rotura de las membranas de las ventanas redonda u oval que origine fuga del oído interno al medio (fístula perilinfática). La mayoría de los pacientes sufre episodios recurrentes de vértigo y pérdida auditiva, a menudo en relación temporal con ejercicio vigoroso intenso.

Lesiones causantes de hipoacusia mixta (conductiva y neurosensorial)

A veces, las lesiones del hueso temporal afectan al oído medio y al oído interno, con lo que producen pérdida auditiva mixta, conductiva y neurosensorial. Las fracturas del hueso temporal clínicamente se dividen en dos patrones:

longitudinales y transversales. Las longitudinales son mucho más comunes (80% de los casos) y se deben a alguna contusión en la cara lateral de la cabeza. Afectan a las estructuras del oído medio, pero lo característico es que respeten al oído interno y, por ello, dan lugar a una pérdida auditiva mixta o conductiva. Las transversales son menos comunes (20%), por lo general se deben a una contusión occipital grave. A menudo, las fracturas que atraviesan el oído interno, se acompañan de vértigo intenso que dura semanas y hasta meses. Las fracturas del hueso temporal se identifican por sangre, líquido cefalorraquídeo, o ambos, en el conducto auditivo, o por sangre en el oído medio detrás de una membrana timpánica intacta. En ocasiones se presenta el signo de Battle (equimosis sobre la región mastoidea).

PÉRDIDA AUDITIVA OTOTÓXICA

ETIOPATOGENIA

Con frecuencia la pérdida auditiva es resultado de la exposición a sustancias que lesionan la cóclea. Dañan las células ciliadas en forma directa. En la mayoría de los casos la pérdida auditiva ototóxica se debe a medicamentos, como antibióticos, aminoglucósidos (gentamicina), diuréticos de asa (furosemida) o agentes antineoplásicos (cisplatino).

Los empleados que están expuestos a ambientes laborales ruidosos y que están en tratamiento con medicamentos ototóxicos están en mayor riesgo de sufrir pérdida de la audición por la combinación de estos medicamentos con la lesión acústica que origine una mayor pérdida auditiva de la que produciría cualquiera de estos casos por separado.

Los pacientes con cualquier tipo de hipoacusia preexistente, tienen mayor susceptibilidad a los efectos ototóxicos de los medicamentos.

Otras sustancias químicas que pueden ser ototóxicas son cianuro, benceno, tinturas de anilina, yodo, clorfenotano, dimetil sulfóxido, dinitrofenol, propilenglicol, metilmercurio, bromato



de potasio, disulfuro de carbono, monóxido de carbono, tetracloruro de carbono y solventes como estireno y tolueno.

ASPECTOS MÉDICO LEGALES

CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE PÉRDIDA AUDITIVA EN OTRAS LATITUDES

Son varios los métodos para calcular el porcentaje de pérdida auditiva. El que recomienda en la actualidad la American Academy of Otolaryngology and Head and Neck Surgery (AAO) es el siguiente: (1) primero se calcula el nivel promedio del umbral de audición a 500, 1.000, 2.000 y 3.000 Hz. de frecuencia (2) Se calcula el porcentaje de alteración en cada oído (pérdida monoaural) multiplicando la cantidad por arriba de la cual el promedio exceda de 25 dB (límite bajo) en 1.5, hasta un máximo de 100%, que se logra a 92 dB (límite superior). (3) Luego se calcula la discapacidad auditiva (evaluación binaural) multiplicando el menor porcentaje (mejor oído) por 5, sumándole a esta cifra el porcentaje mayor (peor oído), y dividiendo el total entre 6.

Para que estos cálculos sean válidos, el audiómetro utilizado deberá ser verificado periódicamente por una agencia independiente. La caseta para hacer las pruebas debe cumplir con los estándares de niveles de ruido de fondo establecidos por el American National Standards Institute (ANSI).

EVALUACIÓN DE LA ALTERACIÓN

Como se mencionó antes, la variación normal del umbral de recepción del lenguaje queda entre 0 y 20 dB, y la pérdida entre 20 y 40 dB se denomina leve, entre 40 y 60 dB, moderada, entre 60 y 80 dB, grave, y mayor de 80 dB, profunda. Desde luego que la extensión de la discapacidad que sufra el paciente dependerá de muchos factores psicológicos, sociales y laborales. Discapacidad es un término relativo. La evaluación de la capacidad de un individuo para llevar a cabo su trabajo requiere el conocimiento de las diversas

obligaciones que realiza ese sujeto. Algunos de los aspectos típicos relacionados con el trabajo que deben ser tomados en cuenta son: la cantidad de comunicación que amerita el trabajo con colegas y otras personas, el tipo de comunicación (por ejemplo, personal o telefónica) y la necesidad de escuchar señales de alerta o alarmas de urgencia.

Para cumplir con los lineamientos de la Social Security Administration para discapacidad total como resultado de una alteración auditiva, un individuo debe tener: (1) un umbral promedio de audición de 90 dB o mayor en el mejor oído, basado en conducción aérea y ósea a 500, 1 000 y 2 000 Hz; o (2) una calificación de discriminación del lenguaje de 40% o menos en el mejor oído. En ambos casos, la audición no debe poder restitirse con ningún equipo de amplificación.

LEGISLACIÓN EN COSTA RICA

El Título IV del Código de Trabajo costarricense, en su artículo 224 (tabla de impedimentos físicos) se refiere a alteraciones del oído en sus incisos 297 a 302:

OÍDOS

- | | |
|---|---------|
| 297) Mutilación completa o amputación de una oreja..... | 15 % |
| 298) Deformación excesiva del pabellón auricular unilateral | 5-10 % |
| 299) Bilateral | 10-15 % |
| 300) Vértigo laberíntico traumático debidamente comprobado..... | 10-50 % |
| 301) Cofosis o sordera absoluta bilateral | 50 % |
| 302) Sorderas o hipoacusia | 0-100 % |

PÉRDIDAS (%)

Se valorarán siguiendo las normas de la tabla siguiente:

% de hipoacusia bilateral combinada	% de impedimento permanente
10	4,50
15	8,00
20	11,50
25	15,00
30	18,50
35	22,00
40	25,50
45	29,00
50	32,50
55	36,00
60	39,50
65	43,00
70	46,50
75-100	50,00

CONCLUSIÓN

El perito médico legal debe conocer desde los aspectos físicos más básicos del sonido y el proceso de audición, pasando por aspectos de la estructura y función normal del oído (anatomía y fisiología), para utilizar con propiedad las pruebas

clínicas y los exámenes complementarios que le permitan diagnosticar una disminución de la audición y establecer su nexo causal con la actividad laboral desempeñada por el evaluado para poder establecer la disminución de la capacidad para desempeñar sus labores habituales que esto le genera.

BIBLIOGRAFÍA

1. Código de Trabajo de la República de Costa Rica. Título IV. Capítulo quinto. Artículo 224. Incisos 297 a 302. San José, C. R.:
2. Ganong, W. F. (2002). Fisiología Médica. (18° ed). México: Manual Moderno.
3. Gil, C. y L. M. García. (2000). Exploración general en ORL. Barcelona, España: Masson.
4. LaDou, J. (2005). Diagnóstico y tratamiento en medicina laboral y ambiental. (3° ed). México: El Manual Moderno.
5. McPhee, S. J., Lingappa, V. R. y W. F. Ganong. (2003). Fisiopatología médica: una introducción a la medicina clínica. (4° ed). México: El Manual Moderno.
6. Moore, K. y A. Agur. (2003). Fundamentos de anatomía con orientación clínica. (2° ed). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
7. Wilson, J. (1996). Física. (2° ed). México: Prentice Hall.