

Guía de Práctica Clínica de Audiometría Tonal por Vía Aérea y Ósea con y sin Enmascaramiento

Guías de Práctica Clínica en Audiología
Asociación Española de Audiología



Guía de Práctica Clínica de Audiometría Tonal por Vía Aérea y Ósea con y sin Enmascaramiento

Guías de Práctica Clínica en Audiología
Asociación Española de Audiología



Publicado por la Asociación Española de Audiología.

Reservados todos los derechos.

No puede reproducirse, almacenarse en un sistema de recuperación o transmitirse en forma alguna por medio de cualquier procedimiento, sea éste mecánico, electrónico, de fotocopia, grabación o cualquier otro, sin el previo permiso escrito de los editores.

© de los textos: Los autores

© de esta edición: AEDA Asociación Española de Audiología
C/Pérez de Rozas 8, 38004 Santa Cruz de Tenerife, España
Tel.: 910 911 931· E-mail: info@aedaweb.com

ISSN: 1577-3108

Depósito Legal: TF-288/2013

Diseño y maquetación: SOFPRINT

C/ Álvarez de Lugo, 49 – Local izqda.

38004 Santa Cruz de Tenerife

www.sofprint.com

Impreso en España, CEE. Printed in Spain.

Esta guía debe citarse:

Asociación Española de Audiología. Guía de Práctica Clínica. Audiometría Tonal por vía aérea y ósea con y sin enmascaramiento. *Auditio: Revista electrónica de audiología*. 1 Abril 2017, vol. 4(3), pp. 74-87.



Guía de Práctica Clínica de Audiometría Tonal por Vía Aérea y Ósea con y sin Enmascaramiento

Índice

1. INTRODUCCIÓN	43
2. EQUIPO Y LUGAR DE TRABAJO	43
2.1. Equipo audiométrico.....	43
2.2. Entorno para la prueba audiométrica.....	43
3. PREPARACIÓN PARA LA PRUEBA.....	44
3.1. Preparación de los sujetos de examen	44
3.2. Tiempo de prueba	44
4. AUDIOMETRÍA POR VÍA AÉREA SIN ENMASCARAMIENTO	44
4.1. Principios básicos	44
4.2. Orden de la prueba.....	44
4.3. Método para encontrar el umbral.....	45
4.4. Variaciones en el método	45
5. AUDIOMETRÍA POR VÍA ÓSEA SIN ENMASCARAMIENTO	45
5.1. Principios básicos	45
5.2. Orden de la prueba.....	46
5.3. Método para encontrar el umbral.....	46
5.4. Umbrales vibrotáctiles	46
5.5. Limitaciones de los vibradores óseos	46
6. AUDICIÓN CRUZADA Y ENMASCARAMIENTO.....	46
6.1. La audición cruzada y su prevención mediante enmascaramiento	46
6.2. Ruido de enmascaramiento.....	47
6.3. Indicadores de audición cruzada y las reglas para enmascarar.....	47
6.4. Procedimiento para enmascarar	47
6.5. Interpretación de la gráfica de enmascaramiento.....	48
6.5.1. Enmascaramiento central.....	49
6.5.2. Enmascaramiento cruzado o sobreenmascaramiento	50
7. RESULTADOS	50
7.1. Categorías audiométricas.....	50
7.2. Fuentes de error	50
7.3. Formato recomendado para el audiograma.....	51
7.4. Símbolos	51
8. CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	51
8.1. Revisiones subjetivas.....	51
8.2. Revisiones objetivas	52
8.3. Test de calibración básica (esencial o primitiva).....	52
9. ANEXO 1. ESTÁNDARES RELEVANTES PARA LA AUDIOMETRÍA TONAL	53
Bibliografía.....	54

Autores

Juan García-Valdecasas Bernal
*Otorrinolaringólogo. Hospital Universitario S. Cecilio.
Granada. España.*

Gabriel Cardenete Muñoz
*Otorrinolaringólogo. Hospital Universitario S. Cecilio.
Granada. España.*

Franz Zenker Castro
*Psicólogo Especialista en Audición y Lenguaje. Director
Unidad de Audiología Clínica Barajas. Santa Cruz de
Tenerife. España.*

1. INTRODUCCIÓN

El propósito de este documento es definir un método estandarizado, aportando recomendaciones útiles y necesarias, para realizar de manera efectiva y correcta la Audiometría Tonal Liminar (ATL) manual. Se refleja en esta guía el procedimiento recomendado para la audiometría por vía aérea y por vía ósea, con y sin enmascaramiento y en la mayoría de contextos audiológicos, tanto para adultos como niños mayores.

El método propuesto no es apropiado para niños pequeños, personas con problemas de aprendizaje y otras situaciones especiales que requieren de algunas modificaciones para obtener resultados fiables. Tales situaciones no son objeto de este documento. Tampoco abarca otros procedimientos como son la audiometría de alta frecuencia (por encima de los 8000 Hz), el screening audiométrico, la audiometría en campo libre o la logaudiometría. Así mismo, esta guía no pretende instruir sobre la interpretación de los resultados de la prueba, acto que deberá ser llevado a cabo por un profesional cualificado.

2. EQUIPO Y LUGAR DE TRABAJO

2.1. Equipo audiométrico

2.1.1 El audiómetro

El audiómetro es un equipo eléctrico que sirve para medir y evaluar la audición de un individuo, tanto a nivel umbral como supraumbral, emitiendo sonidos a distintas frecuencias e intensidades. Para ello dispone de un potenciómetro graduado que permite ajustar tales valores.

El audiómetro utilizado debe cumplir con las normas de construcción establecidas por consenso por la Comisión Electrotécnica Internacional y deberá cumplir con los requisitos de rendimiento y calibración de las Normas ISO (International Standard Organization) o ANSI (American National Standards Institute) pertinentes (ver Anexo 1).

La cabina ha de ubicarse en suelo estable, sin contacto con una pared sonora (hueco de escalera, ascensor, calle...), considerando que los ruidos más difíciles de eliminar son los de baja frecuencia transmitidos por medio sólido.

2.1.2 Los transductores

- **Auriculares:** hay tres tipos principales de auriculares que pueden ser usados en una audiometría: supraaurales, circumaurales e intraurales (intracanales):

1. Los auriculares supraaurales se apoyan sobre el pabellón auricular. Son los auriculares de refe-

rencia pues son y han sido los más usados, y sus estándares están bien definidos (ISO 389-1). Un ejemplo de estos auriculares son los Telephonics TDH 39 y TDH 49 o los Sennheiser HDA 280.

2. Los auriculares circumaurales rodean y cubren el pabellón auricular entero. Sin embargo, tanto los auriculares supraaurales como los circumaurales, pueden causar el colapso del conducto auditivo y la consiguiente atenuación del sonido. Pueden ser incómodos, especialmente cuando son usados para enmascaramiento de la vía ósea por dificultar la ubicación del vibrador óseo. Sus estándares aparecen en la norma ISO 389-8. Un ejemplo son los Sennheiser HDA 200.
3. Los auriculares intraurales usan un terminal de espuma desechable (que se traduce en una mayor higiene) para dirigir el sonido directamente al canal auditivo. Además de la higiene, poseen otras ventajas que los hacen preferibles para la realización de audiometrías. Estas ventajas son: 1) evitar el colapso del conducto auditivo externo; 2) presentar una menor transmisión transcranial del sonido, reduciendo la necesidad de enmascaramiento; y 3) proporcionar cierto aislamiento del ruido ambiente, siempre que usemos el terminal del tamaño adecuado para el canal auditivo del sujeto. No obstante, no son apropiados en oídos con infección, obstrucción, tapones de cera o anomalías anatómicas. Estándares en ISO 389-2. Un ejemplo son los EtymoticResearch ER-3A y ER-5A.

Sea cual sea el auricular, el examinador ajustará los auriculares y comunicará al sujeto que no debe moverlos, y confirmar con él que no resultan incómodos. La colocación incorrecta de los auriculares puede falsear los resultados de la prueba.

- **Transductores de vía ósea:** se trata de transductores electromecánicos destinados a producir sensación auditiva mediante la vibración de los huesos craneales. Deben tener una superficie plana de 150-200 mm, bordes redondeados y una fuerza de aplicación de 4.9 a 5.9 Newtons sobre mastoides o frente (ISO 389-3). El vibrador Radioear B71 es el más utilizado. Las limitaciones de estos vibradores serán tratadas en el *Apartado 5.5*.

2.2. Entorno para la prueba audiométrica

El sujeto debe ser incapaz de ver las manos del examinador y de ver u oír los ajustes que éste realiza sobre los controles del audiómetro. El examinador, a su vez, necesitará ver con claridad la cara del sujeto explorado. Si el examen se realiza desde fuera de la cabina audiométrica, el sujeto puede ser monitorizado a través de una ventana o bien por un circuito cerrado de televisión. Es deseable la comunicación entre examinador y examinado durante la prueba y para ello los audiómetros disponen de un micrófono que permite hablar con el interior de la cabina.

El ruido ambiente excesivo afectará a los resultados del examen por lo que no debe exceder unos niveles determinados. En general, el ruido ambiente no ha de exceder los 30 dB SPL (Sound Pressure Level) en ninguna de las frecuencias estudiadas. Si es más elevado, sería recomendable no realizar la audiometría. Los problemas causados por el ruido de fondo son más acusados cuando evaluamos la conducción ósea, ya que no hay auriculares que reduzcan los sonidos que llegan a los oídos. El examinador estará atento a fuentes de sonido transitorio o intermitente que puedan artefactuar la prueba.

3. PREPARACIÓN PARA LA PRUEBA

3.1. Preparación de los sujetos de examen

El examinador debe adoptar una estrategia de comunicación efectiva, considerando factores tales como la edad del sujeto, su nivel de audición, habilidades comunicacionales y cualquier otro impedimento comunicativo con el sujeto. Estos eventuales problemas de comunicación se anotarán porque pueden afectar al resultado de la prueba.

La audiometría se precederá de una exploración otoscópica y los hallazgos serán registrados, incluida la presencia de tapones de cera. En caso de tapones oclusivos estos deberán ser retirados por personal legalmente cualificado.

Si se produjese un colapso, parcial o total, del canal auditivo con auriculares supraaurales correctamente posicionados, deberá ser anotado porque podría producirse un “falso gap” entre la vía aérea y ósea. El uso de auriculares intraurales (intracanales, como los ER3 o ER5) evitará este problema.

Hemos de preguntar al sujeto sobre la exposición a ruido elevado durante las 24 horas previas, pues puede ocasionar una disminución temporal de la audición. En este caso sería necesario reevaluar pasado un tiempo. Del mismo modo, averiguaremos si los sujetos padecen un acúfeno que pudiera dificultar el reconocimiento de ciertos tonos.

Preguntaremos si oye mejor con uno oído que otro y empezaremos la prueba por el oído mejor. Si no es el caso, podemos empezar por cualquier oído.

Después de dar las instrucciones al sujeto se retirarán las prótesis auditivas, gafas, diademas o pendientes que puedan interferir con el posicionamiento correcto de los transductores o bien que causen incomodidad. Debemos evitar que el pelo, pañuelos, bufandas, etc., queden entre el oído y los transductores.

3.2. Tiempo de prueba

La fatiga puede afectar a la fiabilidad de los resultados, especialmente en pacientes de edad avanzada. Si el examen excede los 20 minutos, es recomendable realizar un descanso de unos minutos antes de proseguir con la prueba.

4. AUDIOMETRÍA POR VÍA AÉREA SIN ENMASCARAMIENTO

4.1. Principios básicos

El objetivo de esta prueba es localizar el umbral auditivo de un oído para cada una de las frecuencias estudiadas, es decir, la intensidad más baja a la que el oído percibe el sonido en dichas frecuencias.

Las instrucciones se proporcionaran claramente al sujeto. Un ejemplo sería el siguiente: “Voy a comprobar su audición midiendo los sonidos más bajos que puede oír. En cuanto oiga el sonido presione el botón o levante la mano. No importa lo débil que sea o el oído por donde lo oiga. Manténgalo presionado durante todo el tiempo que lo escuche. Suelte el botón (o baje la mano) en cuanto deje de oírlo.” Una vez explicado el procedimiento al sujeto, confirmaremos si ha entendido las indicaciones y si es necesario repetírselas.

Levantar o bajar la mano puede ser una alternativa eficaz al botón de respuesta para aquellos individuos que no entiendan bien su manejo. Esta situación es recomendable en personas mayores.

A los sujetos con acúfeno se les instará a que lo ignoren en la medida de lo posible y que se centren en responder a los tonos. Deberán comunicar al examinador si experimentan dificultades para discriminar entre el acúfeno y las señales del examen y esto será registrado, anotando las frecuencias afectadas.

Es preciso que la respuesta del sujeto a los tonos indique claramente cuando lo oye y cuando deja de oírlo. El sistema de respuesta tiene que ser inaudible, con el botón de respuesta conectado a una señal luminosa como método ideal.

El estímulo utilizado para esta prueba son tonos puros, pues son más fáciles de identificar y causan una menor fatiga auditiva. Aplicaremos una variación en la duración de los tonos proporcionados de entre 1 y 3 segundos, al igual que en el intervalo entre tonos, evitando que este sea predecible. Incluir variaciones intencionales en la duración y la cadencia del estímulo sirve de prueba contra falsos positivos. Es importante que el examinador no interrumpa la señal en cuanto el sujeto responda.

Cabe destacar que para otro tipo de pruebas pueden proporcionarse estímulos diferentes, como en el caso de la audiometría en campo libre en la que suelen utilizarse tonos *warble* (o “trinos” en su traducción literal). Este tipo de sonido se centra en una frecuencia e incluye leves variaciones en torno a ella, evitando de esta manera el efecto de las “ondas estacionarias” que se originan por la reverberación de la cabina. Los tonos *warble* también son útiles en sujetos cuyo acúfeno les dificulte realizar la audiometría, como desarrollaremos más adelante.

4.2. Orden de la prueba

Para asegurarnos de que el sujeto se ha familiarizado con la prueba, presentaremos un tono a 1000 Hz que sea claramente audible. En general 40 dBHL para indi-

viduos con audición normal, o 30 dBHL por encima del umbral estimado en sujetos con hipoacusia, evitando en esta primera aproximación intensidades superiores a los 80 dBHL.

En caso de no encontrar respuesta, incrementaremos la intensidad del tono en intervalos de 10 dB hasta que la haya, lo que denominamos aproximación ascendente. Si el estímulo sigue siendo inaudible a 80 dBHL, aumentaremos la intensidad de 5 en 5 dB hasta encontrar respuesta.

El orden de la prueba es el siguiente: se empezará por el oído con mejor audición (según la percepción del propio sujeto o el lado que lateralice según la prueba de Weber) a la frecuencia de 1000 Hz. Luego se evaluarán los 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz, 500 Hz y 250 Hz, en ese orden preciso. Sólo en el primer oído, y una vez terminada esta primera evaluación, reevaluaremos la frecuencia de 1000 Hz. Si en esta nueva medición el valor no difiere más de 5 dB del obtenido inicialmente, consideraremos el umbral más sensible como el valor definitivo, pero si hay más de 5 dB de diferencia, debemos investigar la razón. Para ello será necesario volver a instruir al sujeto y repetir el examen para ese oído. A continuación se examinará el otro oído en el mismo orden. En este oído la reevaluación no suele ser necesaria a menos que el primer oído revelase una variación significativa.

4.3. Método para encontrar el umbral

Se usará el método que se describe a continuación, independientemente de la frecuencia, tipo de transductor u oído explorado:

1. Proporcionamos un tono claramente audible, como se menciona en el apartado anterior, a 1000 Hz, bien estimando el umbral o bien realizando una aproximación ascendente en aumentos de 10 dB hasta que el sujeto responda.
2. Tras una respuesta positiva satisfactoria, reducimos la intensidad del tono en etapas de 10 dB hasta que no se obtenga respuesta y a partir de ahora comenzaremos a buscar el umbral de manera precisa, como se detalla a continuación.
3. Llevaremos a cabo una aproximación ascendente aumentando la intensidad de 5 en 5 dB hasta que aparezca respuesta nuevamente, indicándonos el umbral de manera provisional.
4. Tras hallar este “umbral provisional”, lo constataremos disminuyendo la intensidad nuevamente en 10 dB y comenzando otra serie ascendente en pasos de 5 dB hasta que el sujeto responda. Repetiremos este paso hasta que obtengamos respuesta a la misma intensidad en al menos dos ocasiones de hasta 4 intentos, y consideraremos esta intensidad el umbral de audición para la frecuencia empleada.
5. Posteriormente procedemos con la siguiente frecuencia, empezando a una intensidad claramente audible, por ejemplo 30 dB por encima del umbral hallado anteriormente, y usaremos el descenso de

10 dB y posterior ascenso de 5 dB desarrollados en el paso 4 hasta que encontremos el umbral según la mecánica descrita.

A modo de resumen: hallar el umbral aproximado, bajadas de 10 dB hasta que no haya respuesta, subidas de 5 dB hasta encontrar respuesta y repetir este paso (bajadas de 10 dB y subidas de 5 dB) hasta localizar una intensidad a la que el sujeto conteste 2 veces de 4 intentos.

4.4. Variaciones en el método

Hay casos en los que las frecuencias evaluadas varían de las expuestas en el *Apartado 4.2*. Por ejemplo la audiometría laboral requiere valorar los 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz y 8000 Hz, para definir el grado de discapacidad.

Los sujetos con capacidad de atención disminuida o personas ancianas, pueden encontrar cansado realizar el examen entero. Si es el caso, puede ser conveniente evaluar menos frecuencias pero de manera precisa, que completar la prueba con un sujeto que no coopera, situación en que la fiabilidad de los resultados puede ser dudosa. Si se omiten algunas frecuencias por este u otro motivo, debe quedar registrado. Con dichos sujetos, pueden ser necesarias algunas otras modificaciones en la técnica, tales como prolongar el tiempo de los tonos o métodos alternativos de respuesta. De nuevo, estas variaciones deben quedar recogidas.

Hay sujetos con acúfeno que son incapaces, o les resulta muy difícil, realizar un examen preciso a determinadas frecuencias debido a la incapacidad de distinguir entre su acúfeno y el tono de la prueba. En estos casos es conveniente usar un tono de frecuencia modulada o tono *warble* (ver *Apartado 4.1.*), ya que estas personas suelen reconocerlos con más facilidad que los tonos puros. Sin embargo, existen problemas de calibración y percepción con los tonos *warble* respecto al estímulo convencional, y los umbrales medidos pueden ser erróneos. Es indispensable registrar a qué frecuencias y en qué oído se han usado estos estímulos.

5. AUDIOMETRÍA POR VÍA ÓSEA SIN ENMASCARAMIENTO

5.1. Principios básicos

El vibrador óseo se coloca normalmente sobre la apófisis mastoides en contacto directo con la piel y en el oído con peor audición (detectado en la audiometría por vía aérea, considerando la media de umbrales entre los 500 y 4000 Hz). Puede que el vibrador resbale por el efecto del sudor; el problema se soluciona efectuando una limpieza previa de la superficie retroauricular con alcohol. El vibrador debe ser ubicado tan cerca como sea posible del pabellón auditivo sin tocarlo y sin descansar sobre el pelo. Se mantendrá firmemente en su lugar por medio de una diadema que lo sostiene apretado contra la cabeza con la fuerza precisa. Anotaremos

el lado en el que se colocó el vibrador. Una ubicación alternativa para el mismo es la frente, pero este emplazamiento requiere una serie de valores de corrección que están disponibles en la Norma ISO 389-3.

Proporcionaremos las mismas instrucciones que para la audiometría por vía aérea, descritas en el *Apartado 4.1.*, haciendo especial énfasis en que el sujeto responda independientemente del lado en que perciba el sonido.

Respecto al estímulo utilizado, se aplican las mismas premisas comentadas para la vía aérea en el *Apartado 4.1.*

5.2. Orden de la prueba

El orden ideal de la prueba es el mismo que para la audiometría de vía aérea, empezando a 1000 Hz. La vía ósea debería ser evaluada sólo en el rango de frecuencias entre 500 Hz y 4000 Hz debido a las limitaciones intrínsecas de los vibradores óseos, que posteriormente se describirán en el *Apartado 5.5.* En este caso no se requiere la reevaluación a 1000 Hz.

5.3. Método para encontrar el umbral

La audiometría por conducción ósea específica para cada oído precisa enmascaramiento en el oído contralateral al de prueba. Cuando no se requiere una medida específica de cada oído, la vía ósea puede medirse sin enmascaramiento. El oído que está siendo examinado no debe ocluirse, salvo excepciones descritas en el *Apartado 5.5.*, y de ser así, debe anotarse en el audiograma. Se determinarán los umbrales audiométricos usando el método que se expone en el *Apartado 4.3.*

5.4. Umbrales vibrotáctiles

A bajas frecuencias y altas intensidades de sonido, se pueden producir sensaciones vibrotáctiles que en ocasiones son malinterpretadas como sensaciones auditivas. Este efecto es mucho más acusado cuando evaluamos la vía ósea, por el propio carácter vibratorio del dispositivo que utilizamos. Para la ubicación en mastoides del vibrador óseo, el umbral vibrotáctil (intensidad a la que notamos la vibración) puede ser del orden de 25 dB a 250 Hz, 55 dB a 500 Hz y 70 dB a 1000 Hz. Por tanto, cuanto más grave la frecuencia, más fácil detectar la vibración. Sin embargo, hay una gran variación inter-sujetos en estos umbrales vibrotáctiles.

5.5. Limitaciones de los vibradores óseos

Los vibradores óseos tienden a emitir ciertos niveles de sonidos transmitidos por vía aérea, suficientes para influir en los resultados de la vía ósea a frecuencias superiores a 2000 Hz. Cuando evaluamos los umbrales audiométricos a 3000 Hz y 4000 Hz, es conveniente prevenir la percepción de los sonidos por vía aérea insertando un tapón en el canal auditivo externo del oído

que se esté examinando (por ejemplo los tapones de espuma usados como protección auditiva) o cubriendo el pabellón auditivo de dicho oído con auriculares supraaurales o circumaurales (esto puede ser difícil debido a la ubicación cercana del vibrador mastoideo). Esto atenúa de manera satisfactoria la “radiación” sonora emitida por el vibrador. No es necesario ocluir el oído contralateral. No ocluir el canal auditivo en las frecuencias más altas, puede conducir a umbrales óseos más sensibles que los reales, dando lugar a una reducción de la diferencia entre vía aérea y vía ósea. No obstante, el canal auditivo no debe taparse a frecuencias inferiores a 3000 Hz porque puede mejorar de manera artificial el umbral óseo debido al “efecto de oclusión” al formarse una caja de resonancia en el conducto auditivo externo que se ha taponado. Estos problemas de sonido provocados por los vibradores pueden mitigarse utilizando el emplazamiento en la frente, siempre que se tenga en cuenta la calibración mencionada en el *Apartado 5.1.*

El vibrador óseo estándar que se usa para las audiometrías (Radioear B71) tiene un rendimiento muy pobre a frecuencias bajas, por lo que no se recomienda evaluar frecuencias por debajo de los 500 Hz. De igual manera, el examen de la frecuencia 6000 Hz y superiores es problemático debido a las propias limitaciones del vibrador, con el posible falseo de resultados que puede acarrear. Por tanto estas frecuencias deberían ser evitadas, aunque desde un punto de vista técnico sea posible evaluarlas. A pesar de ello, puede haber circunstancias excepcionales en que sea preciso evaluar frecuencias inferiores o superiores a las mencionadas como ideales. Si es así, debemos comprobar que tales frecuencias están incluidas en la calibración periódica del audiómetro y se debe ser cauto al interpretar los resultados.

Por otra parte, la tensión de la diadema tiene influencia en la intensidad de los sonidos emitidos por el transductor. Aunque es difícil medir la tensión de la diadema “in situ”, que debería garantizar una fuerza de aplicación del vibrador óseo de 4.9 N a 5.9 N (ISO 389-3), el examinador debe ser consciente de esta posible fuente de fallos (por ejemplo en cabezas pequeñas) y registrar cualquier sospecha de error provocada por este motivo.

6. AUDICIÓN CRUZADA Y ENMASCARAMIENTO

6.1. La audición cruzada y su prevención mediante enmascaramiento

La audición cruzada es el fenómeno por el que al aplicar un estímulo auditivo en un oído, podemos percibirlo en el oído contralateral debido a que el sonido se transmite hacia el otro lado a través de la vibración de los huesos del cráneo, lo que se conoce como transmisión transcraneal. Esta transmisión se ve mitigada por la atenuación interaural, que es la pérdida de intensidad que sufre el sonido en el proceso de transmisión hacia el oído contrario. Cuando la intensidad del sonido sobrepasa esta atenuación, parte del sonido alcanzará

el lado contralateral y se producirá la audición cruzada. Este fenómeno ocurre con más facilidad cuando la audición es muy diferente entre ambos oídos, mayor cuanto más diferencia haya entre sus umbrales. De esta manera, al estimular el peor oído con intensidades que superen la atenuación interaural, el oído mejor tendrá más facilidad para detectar el sonido. El paciente referirá que escucha el sonido por el oído “malo” a un umbral mucho más sensible que el real, pues en realidad lo estará escuchando por el oído bueno gracias a la transmisión transcraneal. Esto da lugar a una curva audiométrica falsa o “curva fantasma” que no es reflejo de la audición del oído estudiado, sino del contralateral.

La atenuación interaural varía considerablemente entre personas y es también dependiente del tipo de transductores utilizados. En la vía aérea, cuando usamos auriculares supraaurales o circumaurales, varía entre 40 y 80 dB según la frecuencia, mientras que los intraurales provocan una atenuación interaural mayor, siendo como mínimo de 55 dB. Para la vía ósea la atenuación interaural es nula o muy poca y se transmite una cantidad importante de sonido al oído contralateral, por lo que existe un mayor riesgo de audición cruzada al explorar esta vía.

Los problemas de la audición cruzada pueden salvarse aumentando temporalmente en una cantidad conocida el umbral del oído que no se está examinando. Esta técnica es lo que se conoce como enmascaramiento y se consigue presentando un ruido a la intensidad adecuada en el oído en que queremos aumentar el umbral, para prevenir la detección de los tonos de examen y que no interfiera en la exploración del otro oído. Normalmente hay una relación 1:1 entre el incremento del ruido de enmascaramiento y el aumento del umbral auditivo, es decir, por cada decibelio que aumenta el ruido, el umbral de audición tonal aumenta también en un decibelio para ese oído.

Se debe ser cauto cuando se utilizan intensidades elevadas de enmascaramiento, sobre todo cuando se aplica a varias frecuencias, ya que puede constituir un riesgo para el sujeto. En individuos con acúfeno, se debe tener un cuidado adicional cuando se usa un enmascaramiento a intensidad elevada porque puede exacerbar el acúfeno. Por ello en algunos casos podría ser conveniente no enmascarar.

6.2. Ruido de enmascaramiento

Se usará un ruido de enmascaramiento de banda estrecha (Narrow Band Noise o NBN) centrado en la frecuencia a explorar, calibrado tal y como se especifica en la norma ISO 389-4. En los audiómetros en que no esté disponible el ruido de banda estrecha, se usará ruido de banda ancha (Wide Band Noise o WBN). En el ruido de banda estrecha la frecuencia del centro geométrico de la banda coincide con la del tono de examen, y el ancho de banda del ruido es de entre un tercio y la mitad de una octava. Este ruido tiene mayor poder enmascarante y permite enmascarar con menor intensidad que lo haría un WBN. Éste, por el contrario, abarca

una amplia gama de frecuencias y es menos eficiente enmascarando. El WBN por excelencia es el ruido blanco, cuyo ancho de banda está compuesto por todas las frecuencias del espectro audible.

6.3. Indicadores de audición cruzada y las reglas para enmascarar

El oído examinado es siempre aquel en el que estamos buscando el umbral auditivo tonal mientras que el oído no examinado será aquel que debe ser enmascarado para prevenir que detecte el tono. Cabe destacar que es preferible enmascarar dos o tres frecuencias adecuadamente que realizar un enmascaramiento apresurado o incorrecto de un mayor número de frecuencias y que proporcione unos resultados poco fiables o confusos. La señal de enmascaramiento siempre se presenta por vía aérea.

Consideramos las siguientes situaciones o “reglas” que indican la necesidad de enmascaramiento y que deben ser valoradas para cada frecuencia de forma independiente. Será preciso enmascarar:

1. Cuando existen 40 dB o más de diferencia entre las vías aérea de un oído respecto al contralateral enmascaramos para encontrar la vía aérea real.
2. Cuando el umbral auditivo por vía ósea del oído mejor sea más sensible en 40 dB o más (55 dB o más con auriculares intraurales) respecto a la vía aérea del oído peor, enmascaramos para encontrar la vía aérea real.
3. Cuando la vía ósea de un oído difiera en 10 dB o más de la vía aérea del mismo oído enmascaramos para encontrar la vía ósea real.

6.4. Procedimiento para enmascarar

Antes de iniciar el proceso proporcionaremos unas indicaciones adecuadas al sujeto, por ejemplo, de la siguiente manera: “En la próxima prueba oírás de nuevo los tonos y debes presionar el botón en cuanto oigas el sonido, no importa lo débil que sea. Manténgalo presionado durante todo el tiempo que lo oigas, independientemente con que oído sea. Suelta el botón en cuanto dejes de oírlo. Parte del tiempo escucharás también un ruido constante, pero quiero que lo ignores y presiones el botón sólo cuando oigas los tonos. Este ruido constante será más intenso en algunas ocasiones.” Es importante no comunicar al sujeto que el oído examinado será el que reciba los tonos, pues el propio enmascaramiento tiene como fin no saber por qué oído perciben los estímulos.

Existen varios métodos para realizar el enmascaramiento. Se puede realizar enmascaramiento contralateral o ipsilateral, aunque lo más común en audiología sea la necesidad de enmascarar el oído contralateral, y por tanto nos centraremos en dicha situación. Para el enmascaramiento ipsilateral se utiliza el método de Rainville y para el contralateral pueden usarse los métodos como el de Portman o el de Hood (en mese-

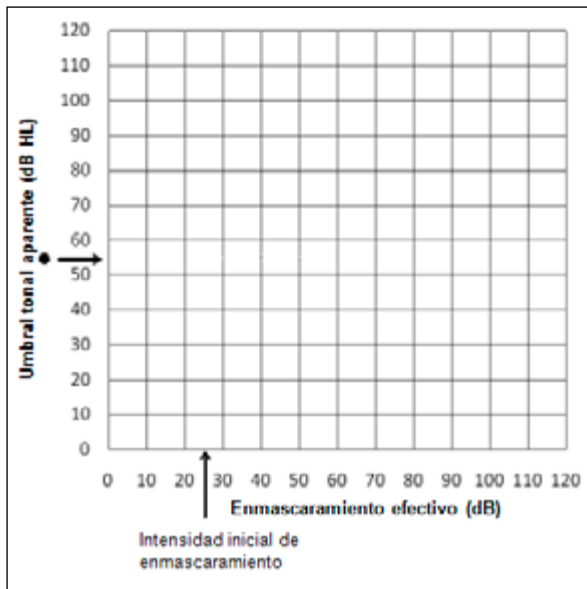


Figura 1. Gráfico de enmascaramiento en el que se ha marcado el umbral tonal aparente (flecha horizontal) en 55 dB, y el umbral del ruido de enmascaramiento intensidad inicial de enmascaramiento (flecha vertical) en 25 dB.

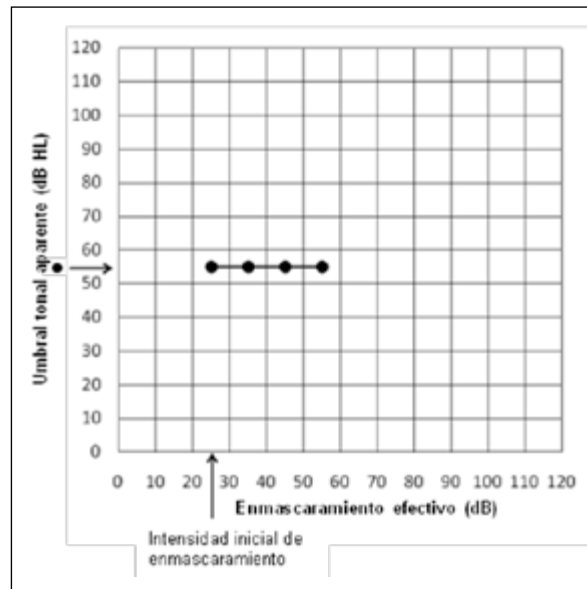


Figura 2. Ejemplo de gráfica de enmascaramiento en un caso sin audición cruzada, donde la meseta está presente desde el inicio y el umbral no cambia respecto al medido inicialmente, en este caso, 55 dB.

ta). Proponemos éste último, por ser el más extendido y asegurar un enmascaramiento efectivo sin correr el riesgo de sobreenmascaramiento (del que se hablará más tarde). El enmascaramiento en meseta es apropiado tanto para la vía aérea como para la ósea. Es rápido y sencillo, y una vez lo dominemos, no será necesario hacer en cada ocasión la gráfica de enmascaramiento. Estos son los pasos que se han de llevar a cabo para enmascarar:

1. Establecemos el umbral no enmascarado en el oído examinado, o realizamos un recordatorio del mismo si ya lo habíamos medido. Lo anotamos en ordenadas (umbral tonal aparente).
2. Se introduce el ruido de enmascaramiento en el oído no examinado y buscamos su umbral utilizando el mismo método que se usó para determinar el umbral para tonos puros. Una vez obtenido, anotamos su valor en la gráfica (en ordenadas) y ésta será la intensidad inicial de enmascaramiento.
3. Volvemos a medir el umbral tonal del oído examinado con el enmascaramiento presente usando la técnica de búsqueda del umbral ya mencionada en el *Apartado 4.3.* y lo anotamos en la gráfica. Es preferible usar el tono puro de manera discontinua.
4. Incrementaremos la intensidad del enmascaramiento en 10 dBHL y buscamos de nuevo el umbral en el oído examinado.
5. Continuamos repitiendo el paso 4, usando incrementos de 10 dB en el ruido de enmascaramiento y buscando el umbral hasta que umbral tonal no se modifique a pesar de aumentar la intensidad de enmascaramiento. Esta situación ocurre cuando, de al menos cuatro mediciones, obtenemos el mismo umbral en tres mediciones sucesivas. Si sobrepasamos la intensidad máxima del audiómetro o el sujeto en-

cuentra el ruido incómodo, la prueba habrá terminado sin encontrar el umbral auditivo tonal del oído explorado.

Por tanto, cuando tres intensidades sucesivas de enmascaramiento obtienen el mismo umbral tonal, o uno de los umbrales no difiere más de 5 dB de los otros dos, se alcanza la “meseta” (ver figuras más abajo). Este umbral obtenido en tres ocasiones consecutivas se considera el umbral correcto de audición para el oído explorado y no es necesario más enmascaramiento para esa frecuencia. Ver ejemplos en el apartado siguiente.

En algunas ocasiones puede ser apropiado usar intervalos de 5 dB en vez de 10 dB a la hora de aumentar el ruido de enmascaramiento, especialmente cuando la meseta no está bien definida. El enmascaramiento por encima de 80 dB o los tonos superiores a 100 dB deberían ser usados con precaución.

Para el enmascaramiento de la vía ósea es conveniente usar un auricular intraural para proporcionar el ruido de enmascaramiento al oído no examinado, por la comodidad del sujeto y por las ventajas de la baja transmisión transcraneal, aunque se pueden usar auriculares supraaurales y circumaurales si no hay alternativa. Para ello colocamos el vibrador sobre la mastoides del oído a examinar y el auricular de vía aérea en el oído contrario, cuidando que el auricular correspondiente al oído en el que hemos aplicado el vibrador quede sobre la mejilla del paciente sin que colapse el canal auditivo.

6.5. Interpretación de la gráfica de enmascaramiento

El uso de un gráfico de enmascaramiento para expresar la relación entre el ruido de enmascaramiento y los umbrales para los tonos puros, puede ser útil a la

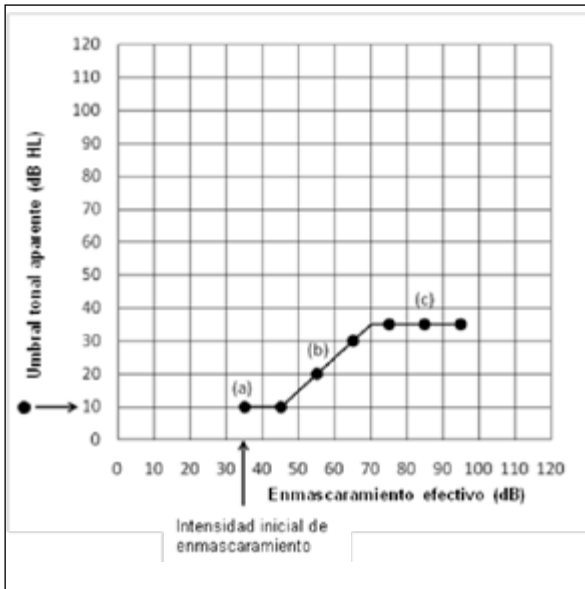


Figura 3. Ejemplo de gráfica de enmascaramiento mostrando la meseta y por tanto el umbral real, en este caso, 35 dB.

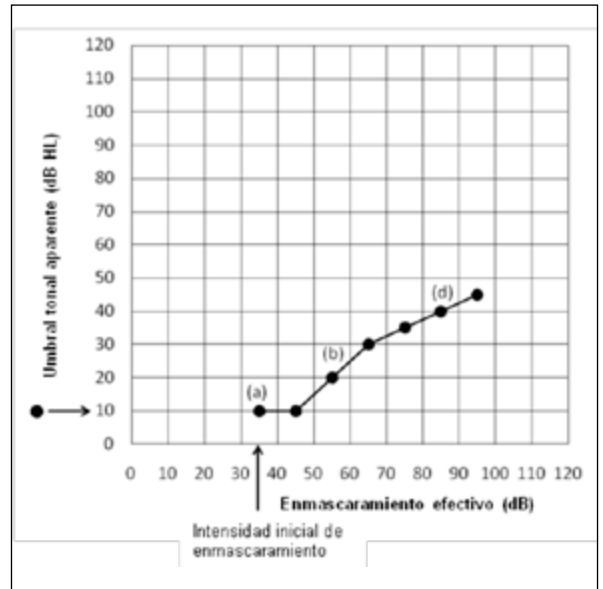


Figura 4. Ejemplo de enmascaramiento central en el que no se logra alcanzar la meseta.

hora de interpretar casos complicados. Los dos ejes del gráfico están expresados en dB.

Cuando tres intensidades sucesivas de enmascaramiento obtienen el mismo umbral, o uno de los umbrales no difiere más de 5 dB de los otros dos, se alcanza la “meseta”. Este umbral obtenido en tres ocasiones consecutivas se considera el umbral correcto de audición para el oído explorado y no es necesario más enmascaramiento para esa frecuencia.

Cuando el umbral tonal obtenido tras el enmascaramiento es igual al umbral tonal obtenido sin él, podemos considerar que no existe audición cruzada, incluso cuando se pensaba que existía el riesgo de ésta (Figura 1).

(Las imágenes empleadas en los sucesivos ejemplos han sido extraídas del documento *Recommended Procedure. Pure-tone air-conduction and bone-conduction threshold audiometry with and without masking*, publicado por la British Society of Audiology en 2011).

En la Figura 3:

- Segmento (a): condición en la que el ruido de enmascaramiento, aunque audible, no tiene un efecto enmascarante como tal. Ocurre típicamente a bajas intensidades de enmascaramiento (hasta 10 dB por encima del enmascaramiento inicial). Tanto el tono como el ruido son escuchados en el oído no examinado. Hemos partido de un umbral tonal aparente de 10 dB y un umbral de enmascaramiento de 35 dB.
- Segmento (b): condición en que el umbral del oído no examinado está aumentando por el ruido de enmascaramiento pero no lo suficiente para que el oído de examen detecte los tonos más fácilmente que el contralateral. La pendiente de este segmento aumenta siempre de manera aproximada 1 dB por cada dB, es decir, unos 45°, manteniendo el ratio 1:1. Si esta pendiente continúa hasta alcanzar el máximo volumen de salida

del audiómetro, no habremos encontrado el verdadero umbral del oído examinado. Esto debe señalarse con una flecha apuntando hacia abajo dibujada en la última frecuencia e intensidad empleadas (Figuras 6 y 7). En este caso aumentamos la intensidad de enmascaramiento a 45 dB y el umbral tonal lo seguimos encontrando a 10 dB, aumentamos el enmascaramiento 10 dB más, hasta 55 dB, y el umbral tonal aumenta a 20 dB. El enmascaramiento comienza a ser efectivo. Aumentamos la intensidad del ruido a 65 dB y el umbral tonal alcanza los 30 dB.

- Segmento (c) representa el verdadero umbral del oído examinado. En este punto el ruido de enmascaramiento ha alcanzado el umbral del oído no examinado de manera que el tono sólo es audible en el oído examinado. El gráfico es horizontal en este punto: la meseta. Al principio de la meseta el sujeto puede escuchar el tono centralizado, sin lateralizar a ningún oído, pero a mayores intensidades de enmascaramiento debería escuchar los tonos y el ruido de enmascaramiento en el oído en que son presentados. En el caso que nos ocupa, al aumentar el umbral de enmascaramiento hasta 75 dB, localizamos el umbral tonal a 35 dB. Volvemos a aumentar el ruido otros 10 dB y el sujeto sigue percibiendo el tono a 35 dB. Alcanzamos los 95 dB de enmascaramiento y el umbral permanece en 35 dB, por lo que hemos completado la tercera medición sin que el umbral se modifique y por lo tanto, hemos localizado el umbral tonal real para el oído y la frecuencia estudiados.

6.5.1. Enmascaramiento central

Se refiere a la incapacidad del cerebro para identificar un tono en presencia de enmascaramiento, incluso cuando son escuchados en oídos opuestos. En este caso

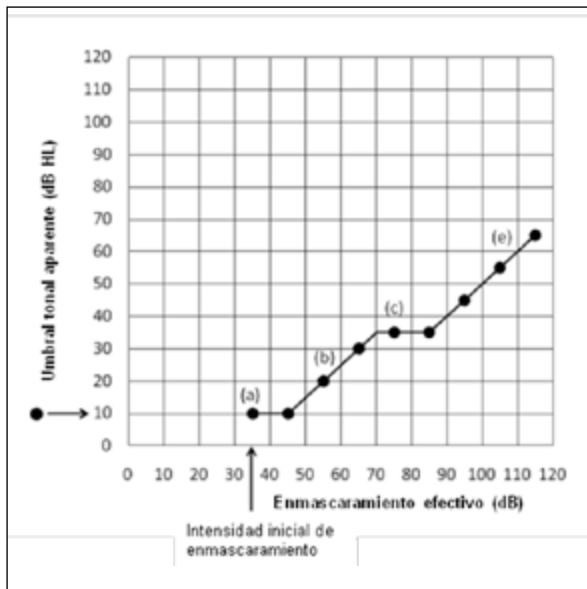


Figura 5. Ejemplo de enmascaramiento cruzado o sobreenmascaramiento, representado por el segmento (e).

el enmascaramiento estará ocurriendo a nivel central y no periférico (en la cóclea). Este efecto es más común a mayores intensidades de enmascaramiento y puede hacerse evidente cuando el gráfico de enmascaramiento tiene más pendiente y pierde la relación de 1 dB por cada dB, lo que puede conducir a la imposibilidad de determinar la meseta.

El segmento (d) en el gráfico de la *Figura 4* es un ejemplo de enmascaramiento central. Si en el tercer punto del gráfico observamos un incremento de 5 dB en el umbral como indicio de meseta, es conveniente enmascarar a mayores intensidades de cara a evaluar la pendiente y facilitar la interpretación de la gráfica de enmascaramiento.

6.5.2. Enmascaramiento cruzado o sobreenmascaramiento

Una vez alcanzadas las intensidades de enmascaramiento correspondientes al inicio de la meseta, aumentos adicionales de la intensidad del enmascaramiento elevarán aún más el umbral del oído enmascarado. Si la intensidad de enmascaramiento llega a ser suficientemente elevada, podría ocasionar un efecto de enmascaramiento en el oído examinado por medio de la transmisión transcraneal del ruido. Es lo que se conoce como enmascaramiento cruzado o sobreenmascaramiento.

Si el enmascaramiento cruzado es de origen periférico, se hará evidente como una segunda pendiente que aumentará también a razón de 1 dB por dB (unos 45 °) como se puede ver en el segmento (e) de la *Figura 5*. En este punto, a pesar de que el ruido de enmascaramiento esté alcanzando el oído de examen, el sujeto seguirá escuchando los tonos solamente por dicho oído, ya que el ruido seguirá siendo más alto en el oído enmascarado.

El sobreenmascaramiento, o enmascaramiento cruzado, ocurre principalmente por conducción ósea, y el grado en que el ruido de enmascaramiento es detectado por el oído examinado depende de la sensibilidad auditiva de la vía ósea de ese oído.

El enmascaramiento cruzado será un problema particular en los casos en que el oído examinado padezca una hipoacusia de transmisión, con una vía ósea conservada, y el oído no examinado padezca una hipoacusia moderada o más severa. En esta situación se precisarán intensidades de enmascaramiento efectivo elevadas que pueden estimular fácilmente la cóclea del oído contralateral, produciendo sobreenmascaramiento. Por el contrario, existe menos riesgo de enmascaramiento cruzado cuando se usan auriculares intraurales pues se asocian a una menor transmisión transcraneal del sonido.

En los casos en los que haya un riesgo de sobreenmascaramiento evidente, es recomendable aumentar el enmascaramiento en pasos de 5 dB en vez de en 10 dB, lo que podría ayudar a identificar una meseta acortada. Puede ser imposible enmascarar adecuadamente una hipoacusia de transmisión si la meseta no está bien definida. Cuando el enmascaramiento no se ha podido realizar de manera correcta o los resultados son dudosos, debe ser reflejado en la audiometría.

7. RESULTADOS

7.1. Categorías audiométricas

Los umbrales auditivos de un oído individual suelen describirse en términos generales, por medio de intervalos de audición que conforman las categorías audiométricas, más que en los números pormenorizados de intensidad y frecuencia. Para cuantificar la pérdida se usa la media aritmética, aunque podemos usar también una media ponderada si otorgamos más relevancia a ciertas frecuencias.

Existen cuatro categorías basadas en la media de los umbrales auditivos a 250, 500, 1000, 2000 y 4000 Hz.












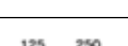
Grados de hipoacusia según umbral medio

Hipoacusia leve -----	20-40 dBHL
Hipoacusia moderada -----	41-70 dBHL
Hipoacusia severa -----	71-95 dBHL
Hipoacusia profunda -----	> 95 dBHL

Si en alguna frecuencia no se obtuviese respuesta debido a la severidad de la hipoacusia, a esta medición se le asignará un valor de 130 dB. A cualquier medición que obtenga un valor menor de 0 dB, se le asignará el valor de 0 dB.

7.2. Fuentes de error

Hay que destacar que la audiometría es una prueba subjetiva, que depende de la percepción del sujeto, y por tanto no existe la fiabilidad absoluta. Entre las principales fuentes de error encontramos:

	Umbral aéreo oído derecho
	Umbral aéreo oído izquierdo
	Umbral aéreo oído derecho enmascarado
	Umbral aéreo oído izquierdo enmascarado
	Vía ósea oído derecho sin enmascarar
	Vía ósea oído izquierdo sin enmascarar
	Vía ósea oído derecho enmascarada
	Vía ósea oído izquierdo enmascarada
	Umbral de molestia de oído derecho
	Umbral de molestia del oído izquierdo
	No existe el umbral en oído derecho
	No existe el umbral en oído izquierdo

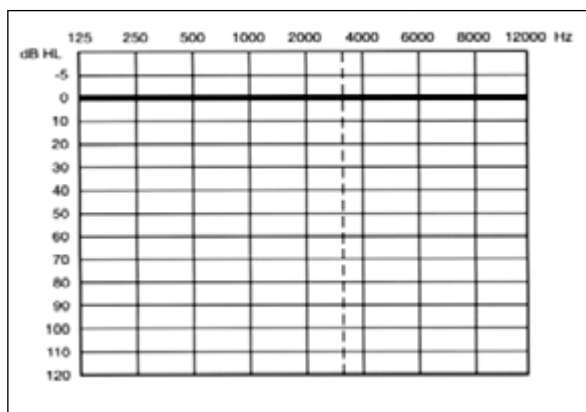


Figura 6. Simbología estandarizada que ha de emplearse en la gráfica audiométrica y ejemplo de un cuadro o gráfico audiométrico.

- Duración de la prueba mayor de 20 minutos (el cansancio falsea las respuestas). Es mejor interrumpirla, descansar, y retomarla posteriormente.
- Problemas técnicos, como mala conexión o calibrado incorrecto.
- Participación insuficiente por parte del paciente o mala comprensión de las instrucciones.
- Enmascaramiento excesivo o insuficiente.
- Simulación de sordera. Debemos sospechar que se trata de una simulación si observamos alguna discordancia entre los resultados de la prueba y la clínica, más aún en el contexto de un reconocimiento de incapacidad. En este caso se harían necesarias pruebas objetivas.

7.3. Formato recomendado para el audiograma

Los umbrales audiométricos pueden ser expresados gráficamente en un audiograma. Tal representación gráfica expresa la pérdida auditiva en dBHL en el eje de ordenadas y las frecuencias evaluadas en el eje de abscisas. La relación de la gráfica debería ser de 20 dB por cada octava, de manera estandarizada, para facilitar la interpretación (Figura 6).

En la hoja audiométrica debería aparecer el nombre del examinador, su firma y la fecha en que se realizó la prueba. Se debería añadir una nota sobre el audiómetro usado y el tipo de auriculares, así como la fecha de la última calibración objetiva.

7.4. Símbolos

Existe un consenso sobre los símbolos usados en el audiograma. Se muestran en la Figura 5. Los símbolos que hacen referencia a la vía aérea deberían estar conectados por una línea recta continua, mientras que los de la vía ósea deberían conectarse con línea discontinua. Si se utilizan colores, todas las anotaciones correspondientes al oído derecho irán en rojo y las del oído izquierdo en azul.

Cuando a una frecuencia determinada no existe respuesta por parte del sujeto cuando estimulamos al máximo volumen de salida del audiómetro, se indica en el gráfico con una flecha hacia abajo, junto al símbolo correspondiente y en esa frecuencia concreta (Figura 7). Este símbolo no debería unirse con una línea al resto de símbolos que representan los umbrales medidos.

8. CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO

8.1. Revisiones subjetivas

Estas comprobaciones rutinarias han de ser muy frecuentes (la norma dicta “todos los días”). La comprobación del funcionamiento del audiómetro debe realizarla alguien con relativamente buena audición, para comprobar que funciona en todo su rango de sonidos. Se llevará a cabo en la habitación de examen habitual, con

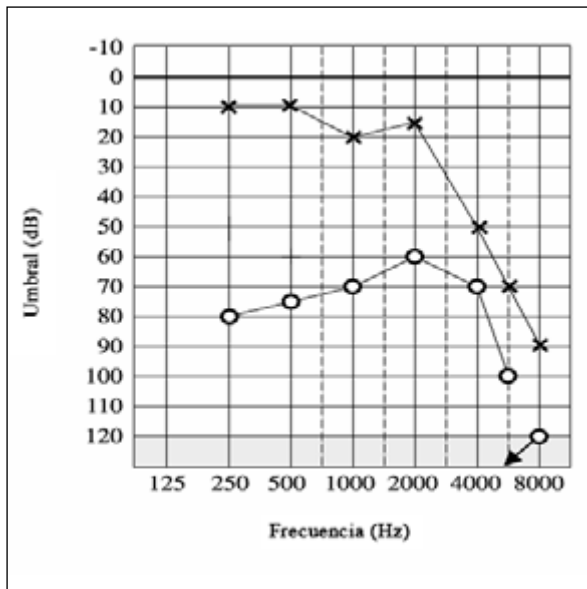


Figura 7. Ejemplo de audiometría en la que no se ha obtenido respuesta a la frecuencia de 8000 Hz para la vía aérea del oído derecho.

el equipo instalado y configurado. Cuando se detecte algún fallo, no debe usarse el aparato hasta obtener de nuevo un buen rendimiento.

- Deben realizarse las siguientes comprobaciones diariamente:
 1. Limpiar y examinar el audiómetro y sus accesorios. Comprobar los auriculares y sus almohadillas, taponetes, cables y accesorios principales, buscando signos de desgaste o de avería. Cualquier parte muy usada o dañada se debe sustituir. Si algún transductor se reemplaza se debe hacer una comprobación como la descrita en el *Aparato 8.2*.
 2. Encender el equipo y dejar un tiempo para que se caliente y se estabilicen los circuitos. Se harán los ajustes de configuración que indique el fabricante. En aparatos con batería se deberá comprobar el estado de la misma y cambiarla si fuese necesario. Confirmar que el número de serie de los auriculares y del vibrador óseo concuerdan con el número de serie del aparato.
 3. Comprobar que el volumen del audiómetro es correcto de manera aproximada, tanto para la vía aérea como para la ósea, pasando por todas las frecuencias a un nivel audible pero discreto (por ejemplo 15 dB).
 4. Constatar que el ruido de enmascaramiento es aparentemente correcto a todas las frecuencias y a través de los dos auriculares, a una intensidad de 60 dB.
 5. Realizar una prueba de sonido a alta intensidad en todas las frecuencias y en ambos auriculares (por ejemplo 60 dB vía aérea y 40 dB vía ósea). Confirmar funcionamiento correcto, ausencia de distorsión...

6. Comprobar que todos los interruptores y botones son seguros y que las luces e indicadores funcionan adecuadamente, así como el botón de respuesta del sujeto.

- Las siguientes comprobaciones deberán hacerse semanalmente:
 1. Escuchar a bajas intensidades intentando detectar cualquier signo de ruido, zumbido o sonidos no deseados (ruido parásito) y que no aparece ningún cambio en la calidad del tono cuando se introduce el enmascaramiento. Los interruptores deben funcionar en silencio sin provocar ningún chasquido o click que pueda ser percibido por el sujeto.
 2. Comprobar el circuito de comunicación con el sujeto.
 3. Revisar la tensión de la diadema de los auriculares y del vibrador óseo y asegurar que las articulaciones giratorias que poseen se mueven libremente sin estar demasiado flojas.
 4. Realizar una audiometría en un sujeto conocido y comprobar que no haya una diferencia significativa con audiometrías previas (10 dB o más).

8.2. Revisiones objetivas

En este apartado se engloban revisiones objetivas que de manera ideal deberían realizarse cada 3 meses, periodo que podemos demorar hasta el año si se realizan correctamente las comprobaciones del apartado anterior. Es preferible realizar estas pruebas en la habitación donde se hagan habitualmente las audiometrías, con el equipo instalado y configurado de manera normal. Los términos de estos controles periódicos se describen en la Norma ISO 8253-1.

Medir y comparar con los estándares adecuados o “ceros audiométricos”, según acopladores estandarizados (oído y CAE artificial, mastoides mecánica...):

- Frecuencias de la señal de examen.
- Niveles de presión sonora de los auriculares.
- Niveles de fuerza vibratoria.
- Intensidades del ruido de enmascaramiento.
- Distorsión armónica.

8.3. Test de calibración básica (esencial o primitiva)

Este tipo de calibración no es preciso realizarla de forma rutinaria si las revisiones subjetivas y objetivas son llevadas a cabo regularmente. Sólo se requerirá cuando ocurra un fallo grave o, cuando después de un periodo de tiempo prolongado, sospechemos que el equipo no está cumpliendo con las especificaciones. Este examen podría realizarse cada 5 años aproximadamente.

9. ANEXO 1. ESTÁNDARES RELEVANTES PARA LA AUDIOMETRÍA TONAL

IEC 60645-1:2001. Electroacoustics. Audiological Equipment. Part 1: puretone audiometers.

IEC 60645-3 (2007). Electroacoustics - Audiological equipment. Part 3 - Electroacoustics - Audiometric equipment - Part 3: Test signals of short duration

IEC 60645-5 (2005). Electroacoustics - Audiological equipment. Part 5 - Instruments for the measurement of aural acoustic impedance/admittance.

ISO 389-1:1998. Acoustics. Reference Zero for the Calibration of Audiometric Equipment. Part 1: Reference Equivalent Threshold Sound Pressure Levels for Pure Tones and Supra-aural Earphones.

ISO 389-2:1994. Acoustics. Reference Zero for the Calibration of Audiometric Equipment. Part 2: Reference Equivalent Threshold Sound Pressure Levels for Pure Tones and Insert Earphones.

ISO 389-3:2016. Acoustics -- Reference zero for the calibration of audiometric equipment -- Part 3: Reference equivalent threshold vibratory force levels for pure tones and bone vibrators

ISO 389-4:1994. Acoustics. Reference Zero for the Calibration of Audiometric Equipment. Part 4: Reference Levels for Narrow-band Masking Noise.

ISO 389-5 (2006). Acoustics - Reference zero for the calibration of audiometric equipment. Part 5 - Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones in the frequency range 8 kHz to 16 kHz.

ISO 389-6 (2007). Acoustics - Reference zero for the calibration of audiometric equipment. Part 6 - Reference hearing threshold levels for test signals of short duration.

ISO 389-7 (2005). Acoustics - Reference zero for the calibration of audiometric equipment. Part 7 - Reference threshold of hearing under free-field and diffuse-field listening conditions.

ISO 389-8:2004. Acoustics. Reference Zero for the Calibration of Audiometric Equipment. Part 8: Reference Equivalent Threshold Sound Pressure Levels for Pure Tones and Circumaural Earphones.

ISO 389-9 (2009). Acoustics "Reference zero for the calibration of audiometric equipment" Part 9: Preferred test conditions for the determination of reference hearing threshold levels.

ISO 7029:2000. Acoustics. Statistical Distribution of Hearing Thresholds as a Function of Age.

ISO 8253-1: 2010. Acoustics. Audiometric Test Methods. Part 1: Basic Pure Tone Air and Bone Conduction Threshold Audiometry.

ISO 8253-2 (2009). Acoustics - Audiometric test methods. Part 2 - Sound field audiometry with pure tone and narrow band signals .

ISO 7029 (2000). Acoustics – Statistical distribution of hearing thresholds as a function of age.

ANSI S1.4-1983 (Rev 2001), "American National Standard Specification for Sound Level Meters"

ANSI S1.15-1997/Part 1 (Rev 2001), "American National Standard Measurement Microphones, Part 1: Specification for Laboratory Standard Microphones"

ANSI S1.40-1984 (Rev 2001), "American National Standard Specification for Acoustical Calibrators"

ANSI S3.1-1999 (Rev 2003), "American National Standard Maximum Permissible Ambient Noise Levels for Audiometric Test Rooms"

ANSI S3.4-1980 (Rev 2003). American National Standard Procedure for the Computation of Loudness of Noise.

ANSI S3.6-2010 Specification for Audiometers

ANSI S3.7-1995 (Rev 2003), "American National Standard Method for Coupler Calibration of Earphones"

ANSI S3.13-1987 (Rev 2002), "American National Standard Mechanical Coupler for Measurement of Bone Vibrators"

ANSI S3.20-1995 (Rev 2003), "American National Standard Bioacoustical Terminology"

ANSI S3.21-1978 (Rev 1997), "American National Standard Method for Manual Pure-Tone Threshold Audiometry"

ANSI S3.39-1987 (Rev 2002), "American National Standard Specifications for Instruments to Measure Aural Acoustic Impedance and Admittance (Aural Acoustic Immittance)"

ANSI/ASA S3.55/Part 1 - 2014. American National Standard Electroacoustics – Simulators of Human Head and Ear – Part 1: Ear Simulator for the Measurement of Supra-aural and Circumaural Earphones (a nationally adopted international standard)

ANSI/ASA S3.55/Part 3 - 2015. American National Standard. Electroacoustics – Simulators of Human Head and Ear – Part 3: Acoustic Coupler for the Cali-

bration of Supra-aural Earphones Used in Audiometry (a nationally adopted international standard)

ANSI/ASA S3.55/Part 5 - 2014. American National Standard. Electroacoustics – Simulators of Human Head and Ear – Part 5: 2 cm³ Coupler for the Measurement of Hearing Aids and Earphones Coupled to the Ear by Means of Ear Inserts (a modified nationally adopted international standard)

ANSI S12.42-1995. Microphone in-real-ear and acoustic test fixture methods for the measurement of insertion loss of circumaural hearing protection devices.

Bibliografía

1. **British Society of Audiology** (2011). Pure-tone air-conduction and bone-conduction threshold audiometry with and without masking. British Society of Audiology.
2. **AEDA. Normalización de las pruebas Audiológicas (I):** La audiometría tonal liminar [online]. *Auditio: Revista electrónica de audiología*. 15 Febrero 2002, vol. 1(2), pp. 16-19. Recuperado de <<http://www.auditio.com/revista/pdf/vol1/2/010201.pdf>>.
3. **New Zealand Audiological Society** (2007). Best Practice Guideline. Adult pure-tone audiometry.
4. **American Speech-Language-Hearing Association**. (2005). Guidelines for manual pure-tone threshold audiometry. Rockville, MD: Author. Recuperado de <http://www.asha.org/members/deskref-journal/deskref/default>.
5. **American Speech-Language-Hearing Association** (1990). Guidelines for audiometric symbols. *Asha*, 32 (Suppl. 2) 25-30.
6. **Société Française d'Audiologie** (2006). Guide de Bonnes Pratiques en Audiométrie de l'Adulte. Recuperado de <http://sfaudiologie.fr/Drupal/node/47>.
7. **International Standard Organization**. Acoustics standards. Recuperado de <http://www.iso.org/iso/home/search.htm?qt=acoustics&sort=rel&type=simple&published=on>.

Publicado (on-line) 8 de Mayo de 2017.
<http://www.auditio.com>

Contacto con los autores:

Juan García Valdecasas Bernal
Email: orlvaldecasas@gmail.com

Para citar este artículo:

Asociación Española de Audiología. Guía de Práctica Clínica. Audiometría Tonal por vía aérea y ósea con y sin enmascaramiento. *Auditio: Revista electrónica de audiología*. 1 Abril 2017, vol. 4(3), pp. 74-87.

