

SAERA

Evolución del Métodos de Enmascaramiento Auditivo en Audiometría tonal

Revisión bibliográfica

María Pilar Sandoval L.

Trabajo Final de Magister

Tutor: Joaquín Vidal

Índice:

<i>Resumen:</i>	3
<i>Abstract:</i>	3
<i>Pregunta de investigación:</i>	4
<i>Objetivos:</i>	4
<i>Metodología:</i>	4
<i>Introducción:</i>	5
<i>Método de Enmascaramiento en la audiometría clínica de Paso a Paso:</i>	6
<i>Método Meseta:</i>	13
<i>Método optimizado</i>	14
<i>Método de Enmascaramiento Audiométrico de Máximos y Mínimos</i>	50
<i>Conclusión</i>	68
<i>Discusión</i>	69
<i>Anexo I Abreviaturas:</i>	70
<i>Bibliografía</i>	71

Resumen

La evolución en el tiempo de los métodos de enmascaramiento clínico en la audiometría tonal para la obtención de umbrales de vía aérea y vía ósea es un tema de gran relevancia dado que en la actualidad existen aún controversias en relación a qué método se debe utilizar. Se revisaron cuatro métodos: Paso a Paso, Lidén et al. (1959); Método de la Meseta (Hood, 1960); Método Optimizado (Turner, 2004) y Método de Máximos y Mínimos (Katz et al., 2002, 2015). Excepto el Método Paso a Paso, el resto mantienen en común los fundamentos del método de la Meseta, adecuados a sus propias investigaciones y todos, aún con incógnitas por responder.

PALABRAS CLAVES: METHOD AUDIOMETRÍA TONAL; UMBRAL AÉREO; UMBRAL ÓSEO; ENMASCARAMIENTO; SOBRENEMASCARAMIENTO; ATENUACIÓN INTERAURAL

Abstract

The temporal evolution of Masking Methods in testing air and bone conduction by clinical audiometry is deeply relevant nowadays because of the controvertion it produces among the audiologists about which of the method is more adecuated to use. Four of the most used method were revised: Step by Step (Lidén et al. (1959); Plateau Method (Hood, 1960); Optimized Method (Turner, 2004); Maximus and Minimus Method (Katz et al., 2002, 2015).

KEY WORDS: METHOD; PURE TONE AUDIOMETRY; AIR and BONE THRESHOLD; MASKING; OVERMASKING; INTERAURAL ATENUATION.

Pregunta de investigación

¿Cuál es la evolución en el tiempo de los métodos de enmascaramiento clínico en la audiometría tonal para la obtención de umbrales de vía aérea y vía ósea?

Objetivos

1. Resumir información acerca del enmascaramiento clínico en la audiometría tonal en fuentes especializadas de revistas y libros disponible en inglés y español.
2. Identificar los aspectos relevantes conocidos, desconocidos y controvertidos de las técnicas de enmascaramiento en la audiometría tonal vía aérea y vía ósea.
3. Identificar las aproximaciones teóricas y metodológicas elaboradas sobre el tema entre los diferentes autores.
4. Discutir críticamente la información procedente de la literatura revisada.

Metodología

La búsqueda de la literatura se realizó en fuentes primarias, secundarias y terciarias. Se seleccionó las palabras claves para introducirlos en las bases de datos SCIELO, MEDLINE y GOOGLE SCHOLAR. Cuando se identificaron los estudios relevantes, se revisó para encontrar otros términos alternativos y hacer más exhaustiva la búsqueda. Las palabras claves fueron CLINICAL MASKING; METHODS; PURE TONE AUDIOMETRY; MESETA. Luego se organizó la información en un orden cronológico y se revisaron los estudios primarios y los libros para generar una discusión donde se

explicó las diferencias de los estudios. Por último, se concluyó con carácter práctico para la clínica audiológica y se sugirió lineamientos para nuevas investigaciones.

Introducción

Actualmente es consenso generalizado que la Audiología Clínica presenta ciertas incógnitas en la evaluación auditiva: una de ellas y más importante tópico, es el Enmascaramiento Auditivo en Audiometría Tonal.

Investigadores en audiolología concluyen que existe disparidad en la aplicación de los mismos. Uno de ellos, como representante de esta búsqueda, fue Robert Turner quien en su publicación del Redux I en 2004, inicia la investigación para dar una alternativa al uso del método más enseñado hasta ese momento, el Método de Meseta de Hood (1969). Turner, basado en observaciones propias y en estudios de otros investigadores como Martin, F., Armstrong, T., Champlin, C. (1994) muestra que este método era abandonado por los mismos estudiantes, ahora profesionales, en sus prácticas clínicas por dos razones: la primera por el gran tiempo que demandaba y la segunda por la propensión a la fatiga auditiva debido a los excesivos incrementos en los niveles del ruido enmascarante.

A su vez, y para contextualizar en este país, la actual norma chilena sobre exámenes audiométricos (NCh 2573/1-2001)⁷ está basada en la norma ISO 8253-1 de 1989, la cual fue revisada y confirmada por última vez en el año 2010.

Para obtener la mayor comprensión posible de las contribuciones al Enmascaramiento Auditivo que han aportado los métodos: Paso a Paso, Meseta Optimizados, y Método de Máximos y Mínimos se desarrollarán cada uno de ellos.

Método de Enmascaramiento en la audiometría clínica de Paso a Paso

En esta publicación ex Lidén G, Nilsson G & Anderson H, (1959) ponen las primeras fórmulas basándose en un punto de vista acústico del enmascaramiento y no psicoacústico.

Expresa la complejidad del enmascaramiento en la audiometría clínica y explica su propuesta basándose en los niveles de enmascaramiento mínimo efectivo y nivel de enmascaramiento máximo utilizable. También entrega instrucciones para el procedimiento de enmascaramiento, las cuales se dan Paso a Paso en conjunto con los factores capaces de influir los resultados. Una de sus premisas es que la decisión de enmascarar debe ser cuando exista una diferencia entre los umbrales auditivos aéreos exceda los 50 dB, ya que en la conducción aérea el cráneo actúa como una barrera para el paso del sonido. En cambio en la conducción ósea, el cráneo actúa como conductor de la señal auditiva. Para lo cual, por fines prácticos, se deberá considerar como ambas cócleas están igualmente excitadas.

Liden et al., (1955) en un artículo anterior fue señalada la preferencia de utilizar ruido de banda estrecha en lugar de ruido de banda ancha, lo que se conoce como enmascaramiento selectivo.

Principios para determinar el nivel de enmascaramiento óptimo

1. Conducción Ósea

Nivel mínimo de enmascaramiento efectivo

Cuando se evalúa la vía ósea, de un oído la opuesta es también excitada por el tono de prueba tanto como la cóclea en estudio, independientemente de en qué lugar del cráneo

se coloca el receptor de la conducción ósea. Por lo que si el oído no testado ONT, tiene un umbral de conducción ósea menor (mejor) que el del oído testado OT se debe usar enmascaramiento para elevarlo por encima del último. Si el oído enmascarado en tales casos tiene una audición completamente normal, el mínimo nivel de enmascaramiento efectivo NEE, será producido simplemente estableciendo el nivel del ruido enmascarante en la misma cantidad de decibeles que el tono puro emitido por el audiómetro. Si la audición del oído enmascarado sufre una alteración conductiva, el sonido enmascarante de los auriculares alcanzará, por supuesto, su cóclea a la intensidad reducida proporcionalmente al grado de impedimento conductivo. Por ejemplo, hay una pérdida auditiva conductiva de 60 dB; el paciente no escuchará ningún sonido de enmascaramiento hasta que el atenuador de enmascaramiento haya avanzado unos 40 dB. Por lo tanto, los requisitos para el enmascaramiento óptimo en casos de pérdida de audición conductiva no se cumplen al establecer los atenuadores de enmascaramiento y de la pérdida auditiva en el mismo número de dB. El atenuador de enmascaramiento debe ajustarse en cambio, a ese número de dB, que es la suma de la configuración del atenuador del audiómetro y la pérdida conductiva del oído enmascarado en dB.

En el caso de pérdida auditiva totalmente perceptiva, el tono de prueba y el sonido de enmascaramiento evocarán sensaciones auditivas de intensidad reducida. En consecuencia, el nivel de enmascaramiento óptimo puede estimarse como para un oído normal “(dB de enmascaramiento " es igual a "dB de pérdida de audición)”.

Es necesario considerar el factor de corrección del EO, ante una pérdida perceptiva o audición normal. En tales casos, la oclusión del meato por los auriculares que suministran el sonido de enmascaramiento aumenta la agudeza auditiva del oído enmascarado para el sonido por vía ósea en el rango de frecuencia de hasta 1000 cps. De

acuerdo con esto, los niveles de intensidad del enmascaramiento para los tonos de prueba desde 125 a 1000 cps deberían incrementarse apropiadamente en 10 dB por encima del valor calculado del nivel de enmascaramiento mínimo efectivo.

En vista de lo anterior, el ajuste del atenuador que proporciona el nivel mínimo de enmascaramiento efectivo MiEE para un tono de prueba especificado se puede calcular de la siguiente manera: El nivel mínimo de enmascaramiento efectivo para el sonido por vía ósea es igual al umbral de vía ósea VO del oído evaluado (el peor) más la diferencia entre el umbral de conducción aérea del oído enmascarado o no testeado VA NT y su umbral por vía ósea, es decir VO NT, todos los valores se expresan en dB. Por lo tanto, el mínimo nivel de enmascaramiento efectivo en la evaluación de la conducción ósea se puede calcular a partir de la expresión:

$$\text{MiEE} = \text{VO T} + (\text{VA NT} - \text{VO NT}) \dots \text{MIN} = \text{B} + (\text{A} - \text{B}) \text{ (nomenclatura en inglés)}$$

Nivel máximo de enmascaramiento

El nivel máximo de enmascaramiento utilizable en mediciones de conducción ósea está conformado por tres factores:

- a) La atenuación del sonido de enmascaramiento conducido por vía aérea al atravesar el cráneo hacia la cóclea del oído evaluado (factor de atenuación) (AI)
- b) El umbral de conducción ósea del oído evaluado (VO OT)
- c) El umbral de incomodidad del paciente para el nivel de ruido propuesto. Los experimentos han demostrado que el factor de atenuación excede 40 dB para todas las bandas de ruido (UI). En consecuencia, expresado en términos de dB, el nivel de enmascaramiento máximo utilizable (EMU) es igual al umbral de conducción ósea del

oído evaluado (peor) (VO T) más el factor de atenuación (40 dB), siempre que el total no supere el umbral de incomodidad del paciente de (UI). Por lo tanto, el máximo nivel de enmascaramiento utilizable en mediciones de conducción ósea se puede evaluar a partir de la expresión: $MAX = B + 40 < D...$ (Nomenclatura en inglés) EMU: $VO T + 40 \text{ dB} < UI$

2. Conducción por Vía Aérea

Nivel mínimo de enmascaramiento efectivo (MEE)

En las mediciones de conducción por VA influyen cuatro factores para establecer el mínimo nivel de enmascaramiento efectivo:

- a) El umbral de conducción aérea del oído evaluado o testeado (AT).
- b) El factor de atenuación para el tono de prueba.(AI)
- c) El umbral de conducción aérea del oído enmascarado (ANT)
- d) El umbral enmascarado de la vía ósea del oído no testeado (VO T). El factor de atenuación varía un poco con la frecuencia pero excede 40 dB para todos los tonos, excepto 125 cps, donde es 40 dB o más. Por tanto, 40 dB para todas las frecuencias es un buen número redondo para usar, por conveniencia práctica.

Para cualquier frecuencia dada, entonces, con todos los valores expresados en dB, el nivel mínimo de enmascaramiento efectivo (MIN) será igual al umbral de conducción aérea del oído testeado menos el factor de atenuación más la diferencia entre los umbrales del oído enmascarado o no testeado para conducción aérea y conducción ósea.

Por lo tanto, el nivel mínimo de enmascaramiento efectivo en las mediciones de la conducción aérea puede calcularse a partir de la expresión:

$$M_{\min VA} = VA_{OT} - 40 + (VA_{ONT} - VO_{ONT})$$

Nivel máximo de enmascaramiento utilizable

El nivel máximo de enmascaramiento utilizable (MxEU) en las mediciones de conducción aérea está determinado por el factor de atenuación para el enmascarante (40 db) y el umbral de conducción ósea del oído testeado (VO OT), o “peor” oído. La suma de estos factores proporciona el nivel de enmascaramiento más alto que se puede aplicar sin pasar al oído testeado y elevar su umbral para el tono de prueba. Está de más, decir que no se debe exceder el umbral de incomodidad del paciente.

Por lo tanto, el nivel máximo de enmascaramiento utilizable en las mediciones de conducción aérea se puede deducir de la expresión:

$$MAX VA = VO_{OT} + 40 \text{ dB} < UI$$

Pruebas de lateralización

Se propone realizar una prueba de lateralización para una primera aproximación a los niveles de enmascaramiento adecuados. Para ello el examinador debe confiar en la estimación subjetiva del examinado de qué oído él escucha el tono. Por lo tanto, el examinador debe informar siempre al examinado qué oído está siendo probado y hacerle comprender la necesidad de declarar inmediatamente si el sonido debería parecer “saltar” a la al oído equivocado o hacia un punto dentro de la cabeza. De esta manera, “el transductor óseo se aplica a la frente del paciente y sus lateralizaciones de los diversos tonos de prueba se registran en el audiograma. Debe tenerse en cuenta que la intensidad de

cada tono de prueba que se va a lateralizar debe estar apenas por encima de umbral de audibilidad. De lo contrario, los resultados podrían invalidarse si la capacidad auditiva del paciente debería estar asociada con el reclutamiento de diverso grado” (Lidén, 1959).

Procedimiento recomendado para la audiometría de tonos puros

Las siguientes instrucciones paso a paso se aplican a un procedimiento para audiometría de tonos puros que ha demostrado su eficacia en la práctica para dar resultados confiables con un mínimo de tiempo.

Paso 1.-Determinar el umbral de conducción de aire del oído "bueno", sin enmascarar

Paso 2.-Determina el umbral de conducción de aire del oído "malo". Existe la posibilidad que requiera el enmascaramiento de las frecuencias a las que, según lo revelado en las partes posteriores del examen, hay una diferencia de 40 dB o más entre ambos los umbrales de conducción aérea de ambos oídos. Aquí, el cálculo del mínimo nivel de enmascaramiento efectivo es posible solo si es conocida la diferencia entre los umbrales del ONT para el umbral aéreo menos el umbral óseo ($VA_{ONT} - VO_{ONT}$).

A. Si el oído enmascarado tiene una audición completamente normal o presenta un déficit auditivo perceptivo será fácilmente reconocible: $VA - VO = 0$ y la expresión 2 A puede ser aplicada.

B. En aquellos casos en los que, mediante la prueba de Weber, se descubra que el oído "enmascarado" con buena conducción de aire también tiene la mejor conducción ósea, el Paso 2 debería llevarse a cabo después del Paso 3. Esto simplificará el resto del examen porque permite que el nivel de enmascaramiento se deduzca de la expresión 2 A y su conocimiento es útil para llevar a cabo los Pasos 2 y 4.

C. En otros casos, es decir, cuando la conducción ósea del oído enmascarado es inferior a la del oído evaluado, el nivel de enmascaramiento efectivo de mínimo debe evaluarse

mediante determinación subjetiva del nivel de enmascaramiento y / o pruebas de control. En caso de duda, uno debe completar los Pasos 3 y 4 y, por lo tanto, encontrar el valor de la desigualdad $A - B$ y luego se debe usar el nivel de enmascaramiento efectivo mínimo calculado para verificar el Paso 2.

Paso 3.-Determinar el umbral de conducción ósea del mejor oído. No será necesario enmascarar más que en aquellos casos dudosos donde la impresión del paciente es que el tono se origina dentro de su cabeza. Cuando sea necesario, el nivel mínimo de enmascaramiento efectivo se estima a partir de la expresión 1^a (si la pérdida auditiva del oído testeado es totalmente perceptiva, o a partir de determinaciones subjetivas del nivel de enmascaramiento y / o pruebas de control en otros casos).

Paso 4.-Determinar el umbral de conducción ósea del peor oído. Esto invariablemente requiere enmascaramiento, cuyo mínimo nivel efectivo se encuentra en la expresión 1A.

El nivel máximo de la salida de sonido enmascarante descrito en este documento es de 55 dB para la banda centrada en 125 cps, 75 dB para la banda centrada en 250 cps, y hasta 90 dB para las bandas centradas en las frecuencias de prueba de 500 a 4000 cps. En este último rango de frecuencia, por lo tanto, teóricamente es posible enmascarar por completo un oído normal incluso si la pérdida auditiva del oído opuesto pueda ser tan alta como 130 dB para el sonido conducido por aire (expresión 2 A) o 90 dB para el sonido por vía ósea (expresión 1A). Como regla general, dentro del rango de frecuencia recién mencionado se puede lograr un nivel de enmascaramiento apropiado en las pruebas de conducción aérea hasta el punto donde la suma de ese umbral evaluado y la pérdida auditiva conductiva del oído enmascarado para la prueba especificada el tono no excede 130 dB; y, por analogía, lo mismo es cierto para las pruebas de conducción ósea cuando la suma del umbral de conducción ósea del oído evaluado y la pérdida conductiva del oído enmascarado para el tono de prueba especificado no supera los 90 dB.

El autor aconseja respecto al uso de estímulos auditivos muy altos, para evitar la irritabilidad o agotamiento del paciente, se debe interrumpir el sonido enmascarante siempre que sea posible. Otra sugerencia es no confundir el enmascaramiento realizado por la evaluación audiométrica con el enmascaramiento central. “Ha sido mostrado (Zwislocki, 1953; Palva, 1954) que un ruido escuchado monauralmente de un nivel inferior a la audición cruzada puede afectar el umbral de audición del otro oído”. Tal enmascaramiento central, en contraposición al enmascaramiento cruzado, puede demostrarse fácilmente tanto en audiología de tonos puros. Mientras que este último se limita a un oído y es un fenómeno periférico, el enmascaramiento central probablemente esté mediado por vías eferentes. Porque, como lo muestran Rasmussen (1946) y otros, las fibras eferentes interconectan el núcleo olivar superior en cada lado y la cóclea contralateral; y, como lo demostró Galambos (1956), la estimulación del área olivar superior debilita los impulsos aferentes de la cóclea opuesta.

El efecto del enmascaramiento central varía de una persona a otra, pero en la mayoría de las personas, el umbral del oído evaluado se eleva entre 5 y 15 dB. Liischer y Konig, (1955) señalan que “El enmascaramiento central es menos perceptible cuando el sonido de enmascaramiento es continuo y el tono de prueba intermitente. Lidén et al., 1959, (p. 134). Tal elevación central del umbral del oído generalmente es de importancia más importante en la audiometría clínica.

Método de Meseta (Hood, 1957)

Principios básicos p el enmascaramiento: Hood recomendaba que se enmascare cuando existiera una diferencia entre los umbrales de las vías aéreas que excediera los 50 dB.

1. Medir umbrales por vía aérea y vía ósea sin enmascaramiento.

2. Determinar por cada frecuencia si es requerido el enmascaramiento utilizando el criterio convencional.
3. “Establecer el nivel de enmascaramiento inicial (EI) 10 dB sobre el umbral de vía aérea del ONT y restablecer el umbral.
4. El nivel de enmascaramiento se incrementa 10 dB y se restablece el umbral.
5. Cuando el nivel del enmascaramiento es aumentado dos veces (rango de 20 dB) con ningún cambio (o muy escaso) en el umbral del OT, el tono enmascarante está en la meseta y el umbral medido es el real. (R.Turner, Redux I, pg. 30).

Hood no consideró el efecto de oclusión ni delimitó la cantidad de incrementos en la confirmación de la meseta.

Método Optimizado

El método Optimizado, fue desarrollado y aplicado por Robert G. Turner. Lo presentó por primera vez en la Revista de la Academia Americana de Audiología/Volumen 15, Número 1, (2004).

Definiciones y principios en los que Turner desarrollo este método:

Turner primeramente señaló que este estudio daba por sobreentendido los conceptos básicos del enmascaramiento auditivo por lo que no explica el fenómeno de enmascaramiento a nivel fisiológico.

Comienza por tanto, describiendo someramente el método sobre el cual basó sus propios estudios, el conocido Método de meseta, el cual, explica que fue originalmente creado para la evaluación de la vía ósea y fue sólo con el tiempo que se expandió con otros

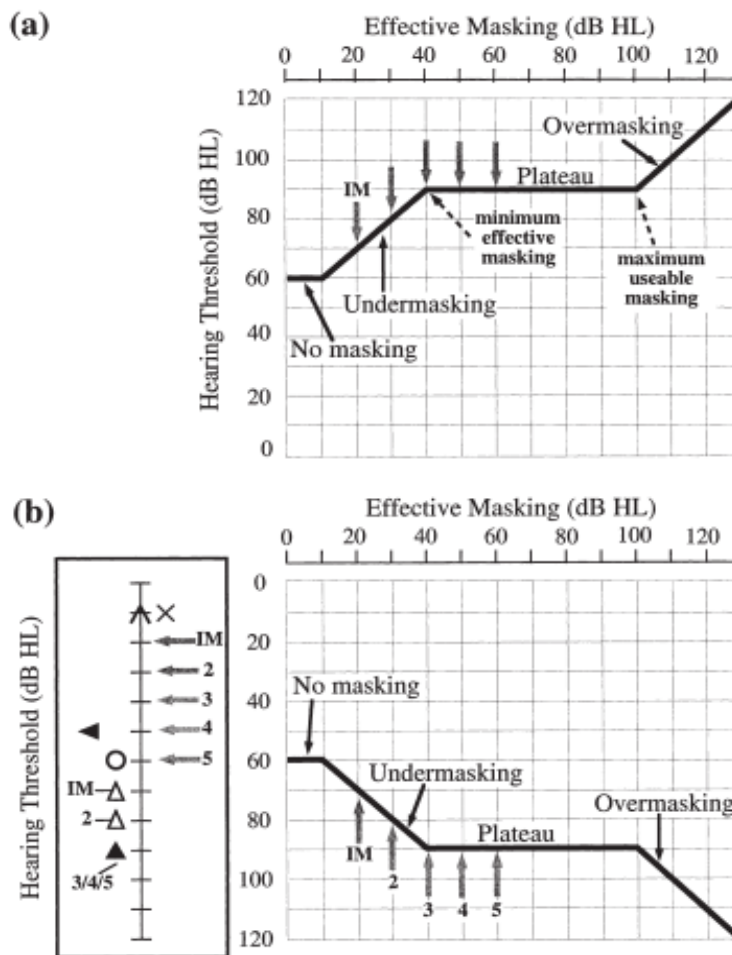
estudios a la vía aérea y se habló de “meseta”. Este método consiste en presentar un tono al oído evaluado u oído testado OT por vía aérea VA, o vía ósea VO. Un ruido enmascarante es presentado en el oído no testado (NTE), por conducción aérea. El ruido enmascarante utilizado inicialmente era calibrado en términos de enmascaramiento efectivo (no habla de ruido banda estrecha), en consistencia con la norma ANSI S3.6, 1998. Así, por ejemplo, un tono de 60 dB HL, sería sólo audible con enmascarador efectivo de 60 dB HL, presentado al mismo oído Turner, (2004). Obviamente se está hablando del enmascaramiento para vía ósea VO, por tanto es ipsilateral. Sintetiza los pasos del procedimiento del enmascaramiento según Método de Meseta

1. Medir umbrales por vía aérea y vía ósea sin enmascaramiento.
2. Determinar por cada frecuencia si es requerido el enmascaramiento utilizando el criterio convencional.
3. “Establecer el nivel de enmascaramiento inicial (EI) 10 dB **sobre el umbral de vía aérea del ONT** y restablecer el umbral.
4. El nivel de enmascaramiento se incrementa 10 dB y se restablece el umbral.
5. Cuando el nivel del enmascaramiento es aumentado dos veces (rango de 20 dB) con ningún cambio (o muy escaso) en el umbral del OT, el tono enmascarante está en la meseta y el umbral medido es el real. (R.Turner, Redux I, pg. 30).

Una vez definido sintéticamente como se emplea el método de meseta, Turner desarrolla su Método Optimizado en base a la ilustración con diagramas de frecuencias. En dichos diagramas representa comparativamente ambas estrategias de enmascaramiento para una misma configuración de umbral. Informa además, que para tal fin, el oído derecho siempre será el evaluado o testado.

Ilustración con Diagrama de frecuencia

Fig.1 a) Diagrama tradicional de enmascaramiento. b) Diagrama modificado de enmascaramiento y diagrama de frecuencia. El diagrama modificado invierte la ordenada (umbrales auditivos) de tal manera que sea consistente con el audiograma. Ambos diagramas muestran los umbrales como una función del enmascaramiento efectivo. Las líneas engrosadas representan los niveles de enmascaramiento del método de meseta. El diagrama de frecuencia representa una frecuencia en el audiograma. *R. Turner en Redux*



1. Revista de la Academia Americana de Audiología/ Volumen 15, Numero 1, 2004.

Turner explica el diagrama de la siguiente forma:

Como se ve en el diagrama, el umbral aéreo real del oído testado (OT) es de 90 dB HL, y el umbral óseo es de 50 dB HL. La respuesta de 60 dB HL en el OT ocurre

debido al cruzamiento del sonido al oído no testado (ONT).

Los umbrales aéreos y óseos del ONT son de 10 dB HL. La curva de enmascaramiento presenta varias distintas áreas definidas por puntos de inflexión. El primer punto de inflexión ocurre cuando el nivel de enmascaramiento iguala el umbral aéreo en el ONT. Si el ruido enmascarante es presentado por debajo de los 10 dB HL, no enmascarará al ONT. Por tanto esa será la zona de “no enmascaramiento”. Si por el contrario el nivel de enmascaramiento excede el umbral aéreo del ONT, se producirá el sobrenmascaramiento. Si el umbral sin enmascaramiento existía debido al cruzamiento al ONT entonces el umbral incrementará cuando el oído no testeado sea enmascarado. Ésta sería la región de “subenmascaramiento”. En esta región el umbral del ONT es elevada por el enmascarante pero el tono no ha alcanzado el umbral del OT. Entonces el tono aún será oído en el ONT pero no en el OT.

A partir de este punto, Turner explica la región de la meseta, introduciendo conceptos que fueron originalmente utilizados por Lidén et al,(1959), mostrando de esta forma sus bases para su propia propuesta: El Método Optimizado.

Como se puede observar en la Figura 1 b, la región de la “meseta” está claramente definida por los puntos que Hood llama de “inflexión”. Dichos puntos Turner los asocia, tal como lo hizo Lidén, al mínimo enmascaramiento efectivo (MEE) y al máximo enmascaramiento utilizable (MXU).

EL MEE es el mínimo nivel de enmascaramiento que hace imperceptible al tono de test del OT, inaudible al ONT, lo cual ocurre en el primer punto de inflexión. EL MXU es el máximo nivel del enmascarante para evitar el cruzamiento al OT, y eleve el umbral del mismo, produciendo el sobrenmascaramiento. “En la meseta, el tono es audible al OT. El tono no es audible en el ONT, debido al enmascarante y el mismo no es lo suficientemente intenso como para cruzarse y elevar el umbral del OT. El umbral medido

en la meseta, es el real umbral del OT”⁹. Los mencionados niveles de mínimo y máximo pueden ser calculados usando la ecuación provista primeramente por Lidén et al. (1959) Con ciertas modificaciones por parte de Turner.

Para evaluar la conducción aérea.

$$a.MEE (VA)= UAT + GOAN - AI$$

$$b.MXU(VA) = UOT + AI.$$

a. UAT, es el umbral aéreo actual o tomado con enmascaramiento del OT. GOAN es el actual gap osteo-aéreo del ONT y AI: atenuación interaural. MXU: es el máximo nivel enmascarante utilizable.

b.UOT es el umbral real de conducción ósea en el OT, y AI, igual a la atenuación interaural actual para conducción aérea.

Para evaluar la conducción ósea.

$$MEE (VO) = UOT + GOAN.$$

$$MXE (VO) = UOT + AI$$

Estas ecuaciones las expone a modo de demostrar su lógica respecto a la asociación que él realiza del método de meseta con sus propias postulaciones. En la práctica no pueden ser utilizadas ya que se debe contar con la cantidad del umbral con enmascaramiento en el caso del umbral aéreo del oído testeado (UAT).

Por otra parte Turner considera que es necesario profundizar en su propuesta ya que hay configuraciones de umbrales que requieren otras consideraciones como por ejemplo, la presencia del fenómeno del efecto de oclusión en la evaluación de la vía ósea,

el cual según Turner, ni Hood ni Lidén lo habían considerado (Redux. De esta manera Turner, la consideró en su segundo artículo, el Redux II. Seguidamente en su artículo del Redux 1, Turner manifiesta que han existido variaciones al método de Hood a las que consideraría como bases para desarrollar su Método Optimizado. Cabe aclarar que las mismas también sufrieron modificaciones posteriormente. Esas variaciones dicen relación con:

- a. Oportunidad o necesidad de establecer enmascaramiento (Cuándo), lo cual, en caso de conducción aérea Hood había recomendado que se enmascare cuando existiera una diferencia que entre los umbrales exceda los 50 dB (Redux I,pg.20). Mientras que lo aceptado en forma más generalizada era enmascarar cuando el umbral aéreo en el OT excediera al umbral óseo del ONT en una cantidad específica: la mínima atenuación interaural (MAI). Dicha cantidad dice relación con el tipo de auriculares que se utilicen.
- b. Robert Turner recuerda un principio menos conocido en relación al gap osteo-aéreo (es decir a la brecha que existe entre los umbrales de vía ósea y los de vía aérea en un mismo oído). Ese principio es que el valor de gap no puede ser más grande que el de la atenuación interaural (AI), la cual es determinada por el tipo de auriculares que se utilizan, afirma Turner. Entonces los auriculares determinan el máximo gap en una pérdida conductiva, que se puede registrar en un audiograma. Históricamente, la máxima pérdida conductiva se pensaba alrededor de los 60 dB, porque los auriculares más comúnmente utilizados eran los supraurales, que proveían 60 dB de AI. Con el uso de los fonos de inserción, los que pueden producir mayor AI, es posible ver gaps en un rango de 70 a 80 dB Turner, (2004).
- c. Valor de la mínima atenuación interaural dada por los auriculares supraurales: 40 dB, independiente de la frecuencia a evaluar. A diferencia de los fonos de inserción, cuyo valor asciende según Yacullo (1996). Turner no considerará la atenuación por frecuencia.

Todo su trabajo, tanto en Redux I como Redux II lo realizó asumiendo el uso de los fonos supraurales con ese tipo de mínima atenuación interaural, MAI =40 dB. Diferenciándola de la Atenuación Interaural dada por las medidas individuales del grosor del cráneo de cada persona. Él se apegó a un valor de 60 dB

- d. En caso de la evaluación de la conducción ósea o de la vía ósea (VO), también consideró la atenuación interaural “tan pequeña como 0 dB.” Por lo que él recomienda, así como varios, incluido Hood, siempre enmascarar para evaluar umbrales de vía ósea. Otra recomendación, en relación a la vía ósea y que se utiliza en este artículo, es enmascarar cuando los umbrales de vía aérea, en el OT excedan los umbrales de VO del ONT, por más de 10 dB (dando como referencia el estudio de Yacullo,1996,26). Ejemplo: Umbral de VA OT a 25 db HL y VO del ONT a 10 dB. Especifica que si está disponible el umbral de VO enmascarado del ONT, ese será utilizado, de lo contrario será el umbral óseo no enmascarado.
- e. Nivel Inicial de Enmascaramiento (EI), en inglés (Initial Masking, IM): Turner afirma que si bien Hood no lo especifica, él toma la recomendación de Martin (1974) y la emplea en la ecuación que sigue:
- EI: UAN + 10 dB.....donde UAN: umbral aéreo del oído no testeado y 10 dB es un factor seguro ante la variabilidad tanto del test como del sujeto y así asegurar que realmente se está enmascarando al oído no testeado.
- f. En relación a la cantidad de incrementos requeridos en caso de que el umbral no enmascarado no se desplace con el enmascaramiento inicial, Turner afirma que Hood no lo especifica por lo que él considerará lo recomendado por Yacullo (1996), esto es que el

nivel de enmascaramiento sea aumentado en al menos 15 o 20 dB y de realizar al menos un incremento sobre el nivel inicial.

- g.** Efecto de Oclusión: si bien este factor no fue considerado por Hood, Turner sólo comenzó a incluirlo a partir de su segundo artículo, el Redux II. Este factor es importante porque representa la energía auditiva adicional que es transmitida hacia la cóclea durante el enmascaramiento de V.O, cuando se ubica al auricular sobre el oído no testeado. Su repercusión sobre el cráneo, se transmite al vibrador óseo en las frecuencias graves, directamente a la cóclea. Vento y Durrant, (2009).

APLICACIÓN DEL MÉTODO OPTIMIZADO REPRESENTADO EN DIAGRAMAS QUE ILUSTRAN DISTINTOS TIPOS DE PÉRDIDAS AUDITIVAS.

Procedimiento:

1. Medir un umbral por vía aérea sin enmascaramiento para cada oído y un umbral por vía ósea sin enmascaramiento.
2. En cada frecuencia, determina si el enmascaramiento es requerido en base al criterio convencional. Turner recuerda que el umbral sin enmascaramiento por VO podría corresponder al umbral óseo real del OT, o al del ONT, o a ambos. Para determinar la necesidad de enmascarar el umbral de la vía aérea o vía ósea, se compara el umbral de VA sin enmascaramiento con el de vía ósea sin enmascarar. Cuando esta diferencia iguala o excede la MAI, es requerido el enmascaramiento para el umbral de vía aérea. En caso de VO, se enmascara cuando esta diferencia excede los 10 db.

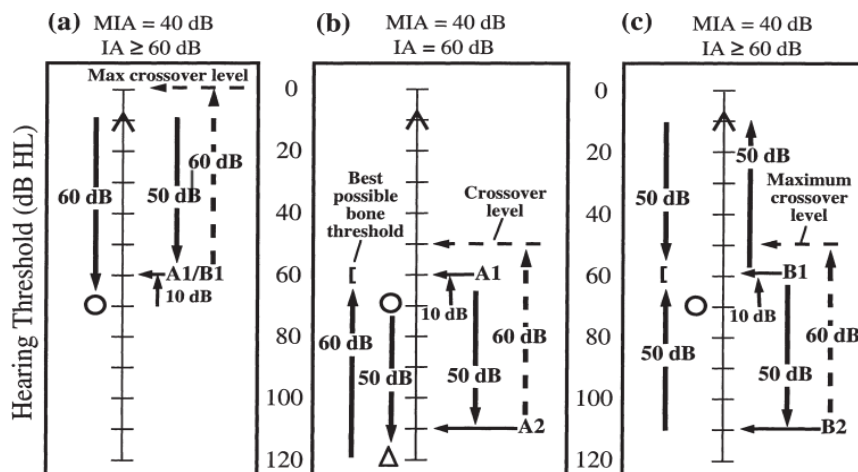


Figura 3. Justificación de estrategias utilizadas en el protocolo del método de enmascaramiento optimizado...”A1: enmascaramiento inicial para evaluar la vía aérea con el método optimizado. ; A2: enmascaramiento adicional para evaluar la vía aérea con el método optimizado. B1 enmascaramiento inicial para evaluar la vía ósea (en M.O); B2: enmascaramiento adicional para vía ósea en MO.” *Revista de la Academia Americana de Audiología/Volumen 15, Número 1, 2004, (p. 23).*

3. Establecer el nivel inicial de enmascaramiento (EI) (A1 o B1) igual al umbral de la VA del OT menos 10 dB y restablecer umbral.

A1 es el nivel de enmascaramiento inicial para umbral aéreo. B1 es el inicial para umbral de vía ósea. Estos dos niveles siempre serán iguales para este método.

En el caso del nivel de B1 es suficiente para compensar el efecto de oclusión cuando se está evaluando frecuencias graves, y según Turner, no se necesita una corrección adicional (se profundizará más abajo).

Como se puede ver con esta estrategia, el nivel enmascarante inicial es establecido en relación al oído evaluado o testeado (OT). Esta es una gran diferencia con el método de meseta (nivel de enmascaramiento inicial iguala al umbral de VA del ONT

más 10 db). De esta manera el método optimizado inicia con el máximo posible de enmascaramiento (10 dB por debajo del umbral de VA del OT, para evaluar ambas vías de conducción). Con ello se asegura que no se llegará a sobrenmascarar. Para ello es que el nivel de enmascaramiento debe ser referido del umbral del OT, no del ONT.

Esta premisa queda ilustrada en la figura 3a (ver arriba). Se procede a explicar el ejemplo. En el mismo Turner ha usado un MAI igual a 40 db (MIA en la ilustración, por sus sigla en inglés). El umbral aéreo sin enmascaramiento del oído evaluado (derecho) está a 70 dB HL, 60 dB sobre el umbral de vía ósea. Siguiendo con el análisis, se comparan esos 60 dB con la VO y se concluye que ese nivel de 60 db está a 50 db sobre la VO (sin especificar de qué oído) lo cual excede la MAI. Para ello Turner introduce el concepto de Atenuación Interaural, AI (diferente a la MAI), a la cual le asigna un valor de 60 dB fundamentándolo con el ejemplo de la Figura 3ª. En el mismo se observa un aparente gap osteo-aéreo (GOA) de 60 dB.

Primeramente se considera el caso en que se confirma el umbral óseo del ONT. Ese hecho indica que la AI es al menos de 60 dB, intentando demostrarlo a través de considerar los dos umbrales óseos, los cuales son confirmados como reales umbrales tanto el de vía ósea del oído testado como del No testado. Por ende la AI era al menos 60 db ya que si la AI fuera menos de 60 dB, el umbral sin enmascarar de vía aérea del OT, debería haber ocurrido a un mejor umbral, por ejemplo a 50 db HL.

La segunda posibilidad para fundamentar el valor de la atenuación interaural Turner la plantea desde otro supuesto:” considerar que el umbral óseo del OT se confirma luego del enmascaramiento, indicando un verdadero gap osteoaéreo de 60 dB y el umbral óseo del ONT fuera mayor, o peor umbral, por ejemplo fuera de 30 dB. Se pregunta entonces si ese umbral aéreo sin enmascaramiento del OT, de 70 dB HL, pudiera haber

sido causado por el cruzamiento al umbral de vía ósea del ONT (30 dB HL), asumiendo una AI de 40 dB. Si así fuera, entonces una señal de 70 dB HL por vía aérea al OT habría estimulado la cóclea del ONT por medio de la vía ósea a un nivel de 30 dB HL. Esta es en el umbral óseo del ONT y sería audible. Lo que no es frecuentemente reconocido es que esta señal también alcanzaría la cóclea del OT alrededor de los 30 dB HL, (AI en conducción ósea es 0 y el ONT está siendo estimulado por vía ósea. Explicándolo de otra manera, una señal que puede hacer vibrar lo suficiente el cráneo como `para estimular la cóclea del oído ONT a 30 dB HL también estimulará la cóclea del OT a alrededor de 30 dB HL. Y ya que el umbral de VO del OT es de 10 dB HL, la señal estará 20 dB por encima de aquel umbral. Obviamente, una señal más baja sería audible al OT. Si la AI fuera 40 dB entonces una señal por vía aérea de 50 dB HL en el OT, estimularía la cóclea del OT por medio de la vía ósea a un nivel de 10 dB HL y sería audible. Luego el umbral aéreo sin enmascarar del OT ocurriría a los 50 dB HL, no a los 70 dB HL, y el gap OA sería de 40 dB. Como el umbral aéreo sin enmascarar del OT es de 70 dB HL con un gap OA de 60 db, la AI debe estar al menos a 60 dB. Esto ilustra un principio fundamental sobre el que se basa esta estrategia de enmascaramiento: *un gap osteoaéreo no puede ser más grande que la AI, si puede ser menor*. El umbral sin enmascarar por vía aérea en el OT (70 dB) no puede deberse al cruzamiento al umbral óseo del ONT (30 dB), porque eso significaría un gap OA en el OT significativamente más grande que la AI, lo cual no es posible” (Turner, 2004, 23, 24)

Turner acepta la variabilidad en la medición del umbral de test y de la efectividad del enmascaramiento. Para ello, para compensarlo establece el nivel de enmascaramiento en 10 db debajo del umbral aéreo del OT. Esto provee un margen de seguridad. Teóricamente el nivel de enmascaramiento puede establecerse al mismo nivel del umbral aéreo del OT y no resultar en sobrenmascaramiento.

Refiriéndonos al nivel de enmascaramiento del umbral del ONT, puede resultar en utilizar menos que el máximo permitido como se muestra en figura 4. También al establecer el nivel de enmascaramiento alguna cantidad fija como de 30 dB sobre el umbral sin enmascaramiento del ONT podría resultar en sobrenmascaramiento como en el caso del la pérdida conductiva bilateral.

6. Determinar el cambio de dB en el umbral debido al enmascarante.

Esta es la diferencia entre el umbral con y sin enmascaramiento debido al nivel de enmascaramiento inicial, A1 o B1 (umbral óseo 1).

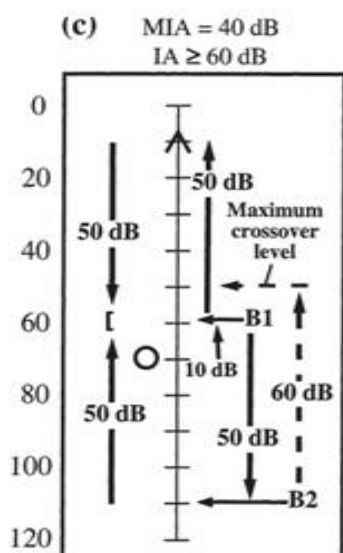
1. Aumentar el nivel de enmascaramiento a una cantidad igual al cambio del umbral y restablecer el mismo (umbral)

En esta etapa del procedimiento se muestra el segundo aspecto del por qué este nuevo método de enmascaramiento es optimizado: Para establecer el segundo incremento del nivel de enmascaramiento, sin sobrenmascarar, se debe aumentar el nivel del enmascarante en la misma cantidad en que se desplazó el umbral. Así como se muestra en figura 3b, el umbral se desplazó de 50 dB HL a 120 dB HL en respuesta al enmascarante, entonces el nivel de enmascaramiento es incrementado de 50 a 110 dB HL. Note que el enmascarante es todavía 10 dB menor que el umbral aéreo enmascarado. Esa disminución de 10 dB se debe a que este método mantiene el nivel de enmascaramiento 10 dB por debajo del umbral aéreo enmascarado en el OT, porque ya que el umbral en el OT se desplazó, se considera ese umbral sin enmascaramiento era debido al cruzamiento al ONT. Sin embargo, basándose en que la AI iguala a 60 dB y que el GOA no puede ser mayor que la AI, el mayor gap que puede existir es de 60 dB. Entonces, el mejor umbral óseo del OT posible es de 60 dB HL. El enmascarante que está a 110 dB HL, alcanzaría al OT a un

nivel de 50 dB HL, 10 dB por debajo del umbral aéreo. Por tanto no habrá sobrenmascaramiento.

De forma similar, Turner argumenta el enmascaramiento para evaluar la conducción ósea (Figura 3c). El enmascaramiento inicial B1 es 10 dB bajo el umbral de VA del OT y así, 50 dB por encima del umbral de conducción ósea. En este ejemplo, el umbral de vía ósea en el OT se eleva 50 dB en respuesta al enmascarante. El nivel de enmascaramiento es aumentado de 50 dB a 110 dB HL. Para evaluar la vía ósea el nivel de enmascaramiento siempre es mantenido en los mismos dB por encima del umbral de vía ósea, 50 dB en este ejemplo. La AI es al menos al 60 dB; entonces el máximo nivel de cruzamiento del enmascarante al OT sería de 50 dB HL, por debajo del nivel del umbral óseo enmascarado. No habría sobreenmascaramiento.

En cuanto a la variabilidad del test/o enmascaramiento central, si el umbral no enmascarado fuera el real y el desplazamiento es debido a estas variables, Turner afirma que incrementar el nivel de enmascaramiento en una cantidad igual continúa siendo apropiado. Si el umbral se desplaza 5 dB debido a la variabilidad del test, incrementando el enmascaramiento 5 dB no debería sobrenmascarar. El umbral obtenido debería mantenerse confirmado así que es el umbral real. Si el umbral se desplazara 5 dB debido al enmascaramiento central, no hay forma de determinarlo. Incrementando 5 dB no sobrenmascarara. Y resultara un umbral apropiado.

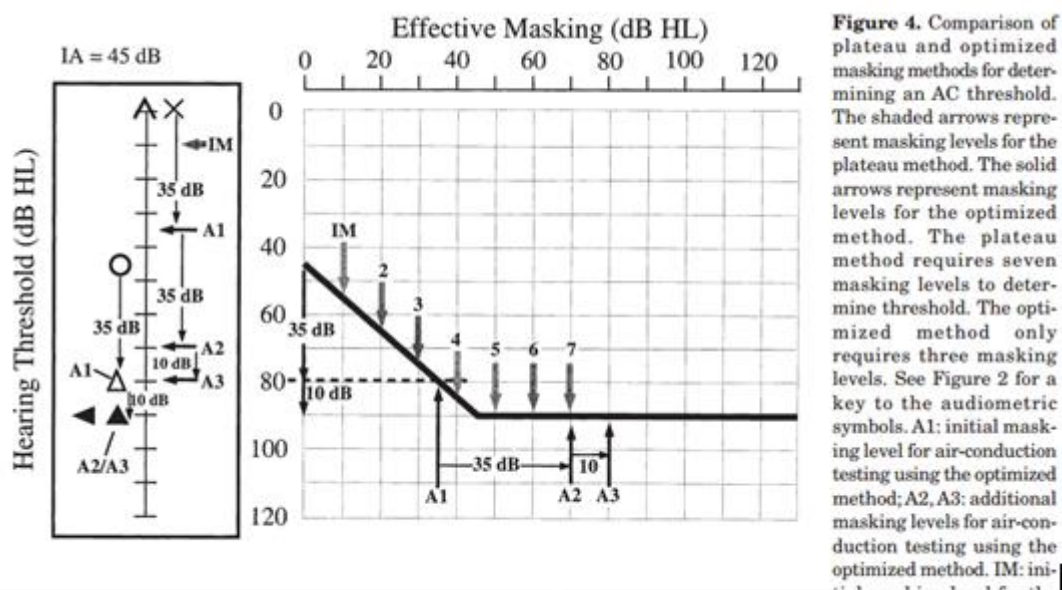


Turner aclara que existen desacuerdos en si debiera haber corrección para el enmascaramiento central pero no es un tema tratado en esta instancia.

7. Si el umbral se comprueba o no se desplaza, el

enmascarante está en la meseta y se está frente al umbral verdadero. Si el umbral se desplaza, se repiten pasos 5 y 6.

Comparación de ambos métodos en base a un diagrama



Revista de la Academia Americana de Audiología/Volumen 15, Numero 1, 2004, pg. 24

En este diagrama se muestra una hipoacusia sensorineural severa unilateral en el oído derecho.

Turner aplica ambos métodos para la medición de la conducción aérea y los ilustra en el diagrama. El umbral de VA sin enmascaramiento es 45 dB más alto que el umbral óseo sin enmascaramiento. Usa un MIA de 40 dB. Entonces, necesitamos enmascarar para evaluar el umbral de vía aérea derecha.

Con el método de Meseta, el enmascaramiento Inicial (EI) sería 10 dB HL. El nivel de enmascaramiento sería incrementado en pasos de 10 dB hasta que sea definida la

meseta. Para ello se requerirían siete niveles de enmascaramiento como se muestra en Figura 4, (flechas sombreadas). Con el método optimizado, el enmascaramiento inicial (A1) es establecido a 35 dB HL, 10 menos que el umbral de VA del OT. Este nivel es 35 dB sobre el umbral de VA del ONT. Entonces, esperaríamos un desplazamiento en el umbral enmascarado hasta los 35 dB. En este caso, el umbral de la vía aérea derecha se desplazó de 45 dB HL a 80 dB HL. Porque el umbral ha sido elevado 35 dB, se incrementa el nivel de enmascaramiento en 35 dB. Este nivel (A2) produce un desplazamiento de 10 dB en el umbral. Porque el umbral se desplazó 10 dB fue mucho menos que el incremento en el nivel de enmascaramiento (35 dB), este último pequeño desplazamiento para Turner es “evidencia firme” que A2 está en la meseta.

La otra posibilidad es que el enmascarante hubiese traspasado por un poco la meseta y estuviera sobreenmascarando. Aquello, de todas maneras, ocurriría sólo con una significativa pérdida conductiva bilateral.

Podríamos tomar el umbral obtenido con A2 como el umbral real. En consistencia con el método, de todas maneras, el nivel de enmascaramiento está aumentado en 10 dB (A3). El umbral permanece igual confirmando que los enmascarantes A2 y A3 están en la región de meseta. Aún cuando el umbral se desplazara (escasamente), 5 dB debido a la variabilidad del test, aún así se confía en que se está en la región de meseta porque el nivel de enmascaramiento ha incrementado en 45 dB (A1 a A3), y el umbral sólo se ha desplazado 15 dB. Para mayor seguridad, se puede aumentar el nivel de enmascaramiento 5 dB más para confirmar la meseta. Así, una vez más este ejemplo demuestra la ventaja del método optimizado en relación al de meseta.

El MO también puede ser utilizado para evaluar la vía ósea (figura 5). Esta es la misma configuración que en la fig. 4. El umbral sin enmascaramiento indica la posibilidad

de un GOA en el oído derecho más grande que 10 dB. Entonces se requiere enmascarar para medir ese umbral. Así como fue para la vía aérea, el enmascaramiento inicial (B1) es establecido a 35 dB HL. Esto produce un desplazamiento del umbral sin enmascaramiento de 35 dB, por lo que el nivel de enmascaramiento es aumentado de 35 a 70 dB HL. Este nivel de enmascarante B2 desplazó el umbral óseo por debajo del límite del audiómetro, (el cual se asume que es de 60 dB HL, por ejemplo. Nuevamente el método optimizado requiere dos incrementos del nivel de enmascaramiento mientras el de meseta requería siete.

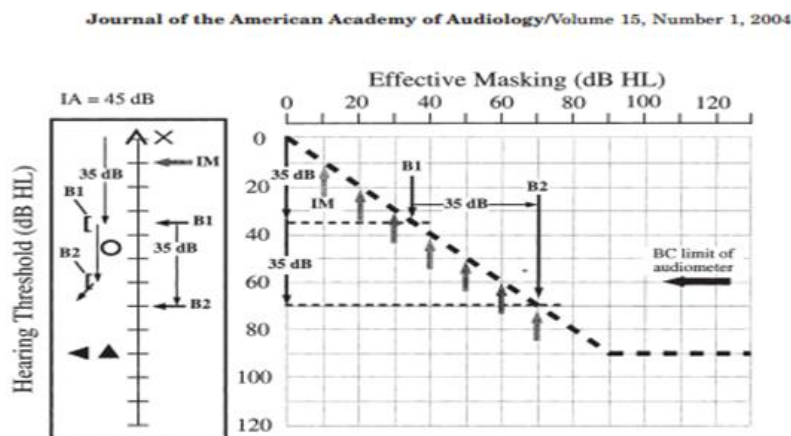


Figura 5. Comparación entre los métodos de meseta y optimizado para determinar umbrales por vía ósea (VO). Las flechas sombreadas representan los niveles de enmascaramiento para el método de meseta. Las flechas sólidas representan al método optimizado. El de meseta requiere siete niveles de enmascaramiento mientras que el optimizado sólo 3 niveles de enmascaramiento para determinar umbral. Ver figura 2 para ver las claves de los símbolos audiométricos.

Redux I, Revista de la Academia Americana de Audiología / Volumen 1, Numero 1, 2004, pg.26.4

Como fue mencionado, existen situaciones de configuraciones audiométricas a las que no se puede aplicar el Método Optimizado tal cual ha sido descrito hasta ahora. Una de esas situaciones por ejemplo es la pérdida auditiva conductiva severa bilateral. Sin

embargo antes de expresarse en la forma de abordar dicha configuración, además de otras, Turner explica algunas variables y conceptos que debió considerar de otros estudios para poder adaptar su método a las situaciones de “configuraciones de umbrales especiales”, como él las denominó. De esta manera Robert Turner redacta su segundo artículo, con el fin de mostrar cómo, al combinar su método optimizado con el de meseta, se logra un protocolo recomendado de enmascaramiento para *todas* las situaciones de evaluación audiométrica que demandan enmascaramiento.

Primeramente Turner aborda el tema del “ancho de meseta”. Dado que es determinante que el enmascarante este en la región de la meseta es importante lograr ubicar ese nivel dentro del ancho de meseta. Este ancho cambia significativamente dependiendo de diferentes factores. Los cuales serán explicados a través de ecuaciones que Turner tomó de estudios de Lidén et al (1959). Dichas ecuaciones le permitieron asociar el mínimo enmascaramiento efectivo y el máximo utilizable con el ancho de meseta. Cabe aclarar que las siglas en el diagrama están escritas en inglés y son modificadas en este escrito con el fin de representar siglas en castellano. Así cada una de ellas significa:

PWA: Plateau Width for Air Conduction: Ancho de Meseta para la conducción aérea o vía aérea (AMA)

ABGT: (actual airborne gap of Tested Ear): Gap osteo-aéreo del Oído testeado (GOAT).

ABGN: actual airborne gap of non testeted ear: Gap osteo-aéreo del oído no testeado. Por tanto:

Para evaluar Vía Aérea la ecuación es:

$$\mathbf{PWA = 2 AI - ABGT - ABGN (NTE)}$$

Para evaluar Vía Ósea, la ecuación es:

$$\text{PWB} = \text{AI} - \text{ABGN}$$

Podemos ilustrar estas ecuaciones con la figura 3. En este diagrama es evidente que

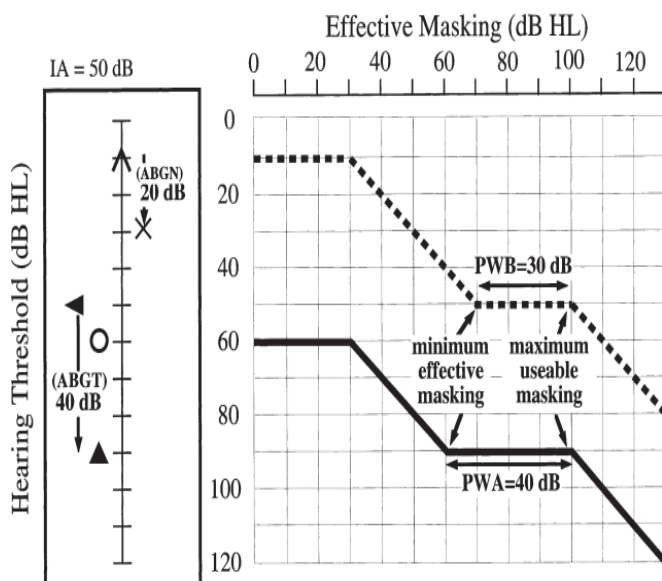


Figure 3. Masking and frequency diagrams illustrating plateau width for air-conduction testing (PWA) and bone-conduction testing (PWB). See Figure 2 for an explanation of the audiometric symbols. ABGN: actual air-bone gap in the non-test ear. ABGT: actual air-bone gap in the test ear. IA: actual interaural attenuation.

Redux II: Revista Americana de Audiología. Volumen 15: 33 (2004).

En el diagrama de frecuencia es evidente que el umbral aéreo sin enmascaramiento en el oído derecho, de 60 dB HL es 50 dB más grande que el umbral óseo sin enmascaramiento (10 dB HL). Ese umbral aéreo no es el real y por lo tanto es causado por el cruzamiento al oído NT. La AI debe ser de 50 dB. Según Turner, si esa AI fuera menor, el umbral aéreo sin enmascaramiento habría ocurrido a un nivel menor (mejor umbral).

Los umbrales reales también indican un GOA en el oído derecho (90 dB HL menos 50 dB HL) y un GOA de 20 dB en el oído izquierdo (30 dB HL menos 10 dB HL).

Utilizando la ecuación 1, tenemos que:

$$\text{AMA (PWA en inglés)} = \text{AI} - \text{GOAT} - \text{GOAN} =$$

$$100 - 40 - 20 = 40 \text{ dB.}$$

Este valor, 40 dB, es concordante con el ancho de meseta en el diagrama de enmascaramiento.

Para umbral óseo, usamos ecuación 2.

$$\text{AMO (PWB en inglés)} = \text{AI} - \text{GOAN} = 50 - 20 = 30 \text{ dB.}$$

Comparando con el diagrama de figura 3, se observa que el valor resultante coincide con el ancho de meseta en el diagrama de enmascaramiento.

Turner aclara que estas ecuaciones no son útiles en la práctica clínica ya que para poder desarrollarlas es necesario contar con los valores de los umbrales reales, es decir los que justamente se están intentando encontrar. Por tanto, sólo las utiliza a modo de demostrar la utilidad de conocer el ancho de meseta.

En la evaluación del umbral aéreo el ancho de meseta puede ser hasta dos veces más grande que la AI y fácilmente exceder los 100 dB.

En cambio en pérdidas conductivas el ancho de meseta se puede reducir en cualquier oído. Por tanto, en general en el estudio de la vía ósea el ancho de meseta es menor que para conducción aérea con un máximo de ancho igual a la AI. Este ancho es reducido por pérdida conductiva en el ONT. Sin efecto en el OT.

Otra variable que se observará es que el ancho de meseta puede ser reducido a 0 tanto para evaluar VA como VO en ciertas condiciones, produciendo el clásico dilema de enmascaramiento.

Para la evaluación de la VO, en las bajas frecuencias es necesario considerar el efecto de oclusión. Este es un incremento del sonido por vía ósea en el ONT porque el oído es ocluido. Cuando es requerido el enmascaramiento inicial (EI) es incrementado en una cantidad que depende de la frecuencia a evaluar, del tipo de auriculares y del nivel de la pérdida conductiva en el ONT. También el EO (efecto de oclusión) aumentará el nivel Mínimo Eficiente de Enmascaramiento (MEE).

En relación al ancho de meseta, esto estaría indicando que el EO disminuiría su ancho. En realidad los datos sugieren que el nivel máximo utilizable (MXU) aumentaría en una igual cantidad, según lo que Turner rescató de estudios de Yacullo (1996,65) y que ese ancho prácticamente no cambiaría.

Otro concepto a considerar es el Rango Adecuado de Enmascaramiento

Se sabe que no siempre cuando existe un gap osteo-aéreo, necesariamente existe una curva fantasma. Y, considerando que sólo se puede definir la meseta cuando existe cruzamiento del tono test al ONT, cuando ese tono test sin enmascaramiento es el real, no habrá meseta, y por tanto no habrá región de subenmascaramiento que ayude a definirla. Pero sí se debe poder definir un rango de enmascaramiento, una cantidad de intensidad a utilizar en el tono enmascarante para que no sobrenmascare. Para ello Turner se dirigió a estudios que permitieran definir un adecuado rango de enmascaramiento (ARE) que es si bien es similar a la meseta, no es lo mismo. Este es el rango del mínimo enmascaramiento (ME), necesario para el ONT, al máximo utilizable (MU), antes de sobrenmascarar. Recordar que cuando el nivel de enmascaramiento está en el rango el ONT está enmascarado y no está respondiendo al tono. Para este artículo Turner considerará el Mínimo enmascaramiento como igual al EI (enmascaramiento Inicial) (Martin, 1974). Lo

cual es: el umbral aéreo del ONT más 10 dB. Así, el ARE para evaluar la vía aérea VA, es igual a aquel para VO y está dado por la siguiente ecuación.

$$\text{ARE} = \text{AI} + \text{VOT} - \text{VAN} - 10 \text{ dB} = \text{VOT (BTT en ingles)} = \text{umbral vía ósea real en el OT}.$$

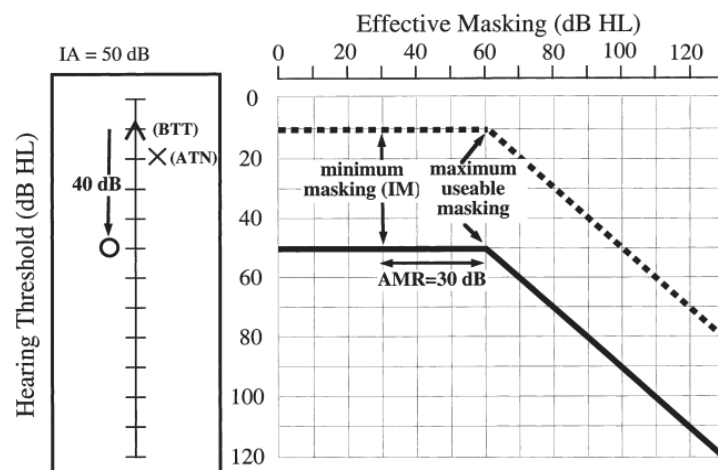
VAN (ATN en inglés) = es el umbral real de VA en el ONT.

La figura 4 muestra un diagrama para una situación donde el umbral VA sin enmascaramiento, en el oído derecho es el umbral real. En este ejemplo se asume que la AI = 50 dB (dado el gap). Aplicando la ecuación 3, tenemos:

$$\text{ARE} = \text{AI} + \text{VOT} - \text{VAN} - 10$$

$$50 + 10 - 20 - 10 = 30 \text{ db}$$

El valor de 30 dB concuerda con el ARE indicado en el diagrama de enmascaramiento.



Luego de considerar aspectos básicos en Redux II, Turner plantea situaciones de configuraciones audiométricas especiales de enmascaramiento, las cuales no se pueden evaluar con el enmascaramiento básico propuesto inicialmente. Para ello se describirán diferentes patrones de configuración de umbrales, cuatro tipologías en total y su forma de enmascararlas.

Patrones de umbrales sin enmascaramiento.

En los siguientes tipos de configuraciones o patrones audiométricos, el oído derecho será considerado el “peor oído”. A continuación se presentan las características de cada uno de los patrones que serán evaluados comparativamente por Método de Meseta y Método Optimizado.

Patrón 1: Pérdida unilateral,

En este caso el umbral sin enmascaramiento USE de la VA del OT es igual o menor que el USE de VA del ONT.

En la Figura 5a se muestra una pérdida conductiva unilateral. Es decir que hay un gap aparente en el OT. Dicha pérdida podría ser efectivamente (luego de enmascarar): Una pérdida conductiva con el real gap OA igual al gap aparente; podría ser una pérdida mixta con una real gap OA más pequeño que el gap aparente, o una pérdida sensorineural, sin ningún gap. Nótese que el umbral por VO podría estar verdaderamente en el rango normal.

Para evaluar la posibilidad de enmascaramiento, se considera la distancia entre ambos umbrales de VAs así como la VO inespecífica en relación a la VA del OT. Para

este tipo el aparente gap en el OT debe ser suficiente para requerir enmascaramiento. Vale decir, que el aparente gap del OT debe ser igual o exceder la mínima atenuación interaural (MAI). En el ONT, el aparente GOA debe ser 10 dB o menos.

Segundo patrón audiométrico: Bilateral

El segundo tipo (Figura 5b) es llamado “bilateral”, porque existe la posibilidad de pérdida conductiva bilateral. En el OT, el gap aparente debe ser suficiente para requerir enmascaramiento. En el ONT, el umbral aéreo debe ser por definición al menos 25 dB mejor que el umbral aéreo del OT.

El tercer tipo (Figura 5c): Conductiva Simétrica

Es llamado simétrico, por la posibilidad de que sea una pérdida conductiva simétrica. Sólo un oído debe tener la pérdida conductiva, el otro puede ser conductiva, sensorineural o mixta. En el OT se requiere enmascaramiento para el umbral aéreo por el aparente gap. Por definición, la diferencia en el umbral aéreo sin enmascaramiento debe ser 20 dB o menos. En este tipo existe una gran posibilidad de sobrenmascarar.

Patrón 4: Sólo de Vía Ósea (figura 5 d).

Es el llamado sólo de vía ósea, porque sólo los umbrales óseos de uno o ambos oídos requieren enmascaramiento. No se requiere enmascarar vía aérea porque el gap osteo- aéreo es menor que el MIA en ambos oídos. Si el gap OA aparente es mayor que 10 dB, se requiere enmascaramiento para evaluar vía ósea. Un gap aparente de 5 o 10 dB, no debería ser enmascarado porque el gap OA podría estar pegado con el enmascaramiento debido a la variabilidad del test y al enmascaramiento central

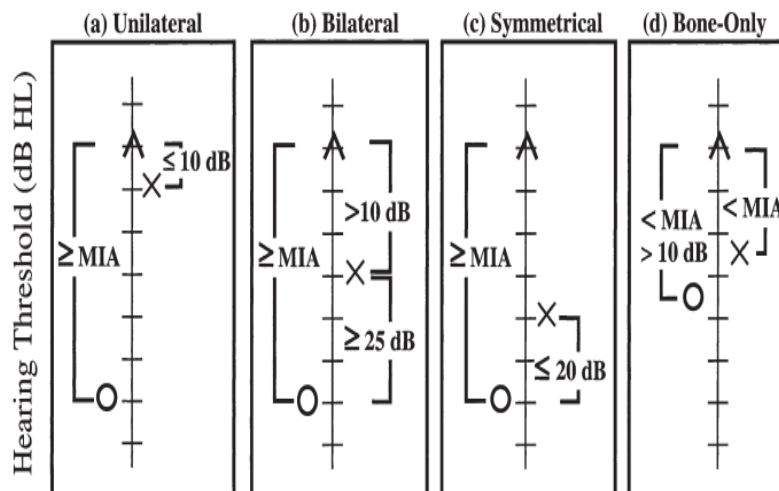


Figure 5. Four basic patterns for unmasked threshold configurations. See Figure 2 for an explanation of the audiometric symbols. MIA: assumed minimum interaural attenuation.

Evaluación de los Métodos de enmascaramiento.

En los siguientes diagramas se muestra un ejemplo de cada. La evaluación del procedimiento está basada en 2 preguntas:

1. Para una configuración de umbrales en particular, el procedimiento de enmascaramiento ubica el último nivel de enmascaramiento (flecha) dentro de la región de meseta y por ende desplaza el umbral válido.
2. Para esa configuración de umbral, cuál procedimiento requiere la menor cantidad de niveles de enmascaramiento (flechas) para identificar la región de meseta.

Los dos procedimientos serán evaluados por cada tipo de curva audiométrica mencionada.

Pérdida Unilateral

En la Figura 6 se representa “el mejor caso de enmascaramiento”. La pérdida en el OT es neurosensorial cuyos umbrales enmascarados se ubican en la meseta más grande o en el rango adecuado de enmascaramiento, RAE. Sólo la pérdida conductiva disminuye el ancho de meseta. En realidad el ancho es de 100 dB y 50 dB respectivamente. En este

tipo unilateral el EI (enmascaramiento inicial) (A1), para el método optimizado es significativamente más grande que para el método de meseta (IM, en el diagrama). A1 es 40 dB sobre el umbral aéreo sin enmascaramiento, del ONT. Entonces se esperaría un desplazamiento en el umbral enmascarado hasta 40 dB. En este caso, el umbral se desplaza 20 dB (de 50 a 70 dB HL). El umbral real (desplazamiento de 20 dB) es mucho menor que el máximo desplazamiento, lo cual implica una fuerte evidencia que el enmascaramiento inicial, EI (A1), también está en la meseta.

Con el método optimizado, el nivel de enmascaramiento aumenta 20 dB (la cantidad que el umbral se desplazó) a 60 dB (A2). El umbral permanece igual confirmando la meseta.

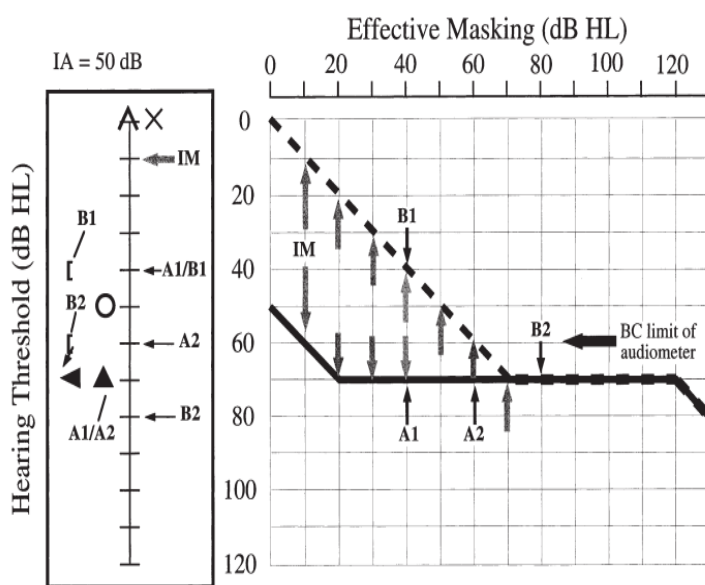


Figure 6. Masking and frequency diagrams for a best case unilateral pattern. Test ear has sensorineural loss. Note that the optimized method requires fewer masking levels than the plateau method. See Figure 2 for an explanation of the audiometric symbols. A1: initial masking level for air-conduction testing using the optimized method; A2, A3: additional masking levels for air-conduction testing using the optimized method. B1: initial masking level for bone-conduction testing using the optimized method; B2: additional masking level for bone-conduction testing using the optimized

Así el MO requiere 2 niveles de enmascaramiento para identificar la meseta y establecer el rendimiento del umbral real. Por el contrario el MM, requiere cuatro niveles de enmascaramiento.

La diferencia entre los protocolos es más marcada para el enmascaramiento de vía ósea.

Se considera el límite del audiómetro en medición de vía ósea a 60 dB HL. Como se muestra en figura 6, el MO, requiere 2 niveles de enmascaramiento para mover el umbral óseo en ese parámetro, mientras que el MM requiere ocho niveles.

También existe en este tipo de patrón unilateral, el “peor caso” que habría rendido el mínimo ancho de meseta o ARE. Para que esto ocurra la **AI debe ser igual** al nivel de **enmascaramiento inicial (EI)**, por ejemplo 40 dB para los auriculares supraurales. El gap OA aparente en el umbral sin enmascaramiento para el OT debe representar el real gap y a la vez debe ser el máximo conductivo. Se debe reconocer que un gap no puede sobrepasar la AI. Con este peor caso, cualquier gap aparente en el umbral sin enmascaramiento del ONT debe ser el real gap en ese oído. Si bien esta situación raramente ocurre, es la situación de enmascaramiento más difícil. Podemos usar las ecuaciones presentadas previamente para calcular este ancho de meseta y RAE. Para el tipo unilateral el mínimo ancho de meseta es 30 dB y el mínimo RAE es de 20 dB. Un ejemplo se observa en figura 7. Se asume que la AI iguala a 40 dB, el gap OA en el OT es máximo conductivo (40 dB) y hay un GOA de 10 dB en el ONT. En esta situación, no hay meseta pero si hay un RAE (que es de 20 dB).

Como se observa con MM se requieren 3 niveles de enmascaramiento y con el MO, solo 1, tanto para la conducción aérea como para la ósea (A1,B1). B1 es el nivel de enmascaramiento inicial para umbral SE de la vía ósea. Tanto A1 como B1 estarían 20 db sobre el umbral aéreo SE del ONT y debería ser suficiente para enmascarar cualquier sonido que se cruce al ONT. Si no hay cambios en el umbral e, entonces el umbral SE es el real. Si se quiere, esta generalmente aceptado que utilizar un enmascaramiento

adicional de 10 o 5 dB para confirmar la meseta. En nuestro ejemplo no debería haber cambios en A1 o B.

Oído Muerto, Figura 8

Otra configuración interesante de umbrales es el “oído Muerto” debido a que no se puede establecer meseta para ninguna de las vías. Los umbrales deben ser elevados hasta el límite del audiómetro. El MO muestra una ventaja significativa sobre el de meseta. Como se muestra en Figura 8, el MO requiere dos niveles de E para ambas vías, bajo el límite del audiómetro (60 dB para evaluar vía ósea y 120 dB para vía aérea). El MM requiere 7 niveles para evaluar VA y ocho para VO).

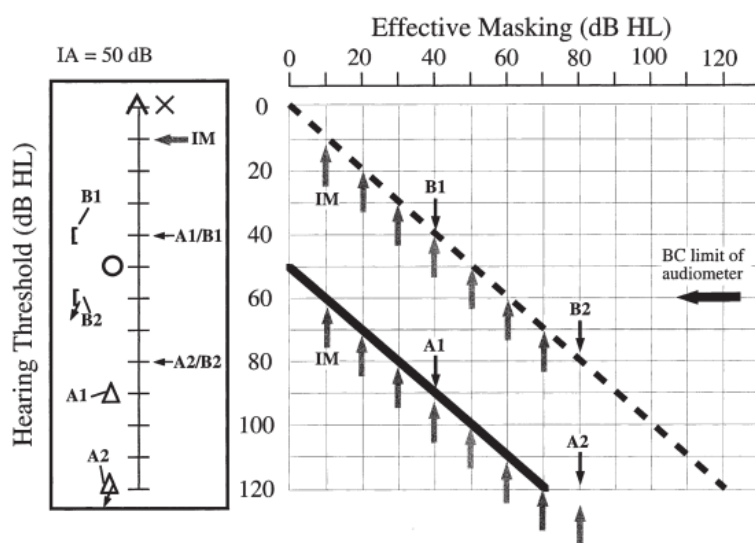


Figure 8. Masking and frequency diagrams for a unilateral pattern with a “Dead” test ear. Note that there is no plateau or adequate masking range. See Figure 2 for an explanation of the audiometric symbols. A1: initial masking level for air-conduction testing using the optimized method; A2: additional masking level for air-conduction testing using the optimized method. B1: initial masking level for bone-conduction testing using the optimized method; B2: additional masking level for bone-conduction testing using the optimized method. IA: actual interaural attenuation. IM: initial masking level for the plateau method, either air- or bone-conduction testing.

Pérdida unilateral mixta, Figura 9.

La última configuración para el tipo unilateral es una pérdida mixta. El GOA en el OT reduce el ancho de meseta en VA y VO (comparar con figura 6). El MO requiere 2 niveles para identificar mesetas en ambas vías. En cambio el MM requiere cuatro niveles para VA y 6 para VO.

Con este tipo unilateral el ancho de meseta y el RAE son relativamente grandes aun para el peor caso de configuración de umbrales. Ambos procedimientos ubican el último enmascarante dentro de la meseta o en el RAE e identifican el umbral correcto.

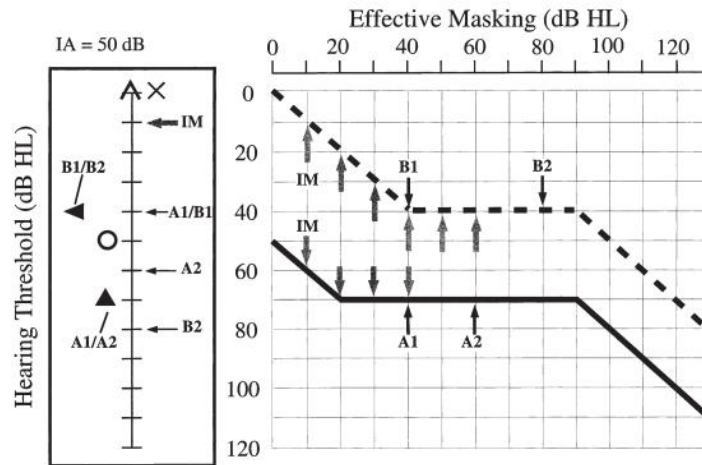


Figure 9. Masking and frequency diagrams for a unilateral pattern with a mixed hearing loss in the test ear. See Figure 2 for an explanation of the audiometric symbols. A1: initial masking level for air-conduction testing using the optimized method; A2: additional masking level for air-conduction testing using the optimized method. B1: initial masking level for bone-conduction testing using the optimized method; B2: additional masking level for bone-conduction testing using the optimized method. IA: actual interaural attenuation. IM: initial masking level for the plateau

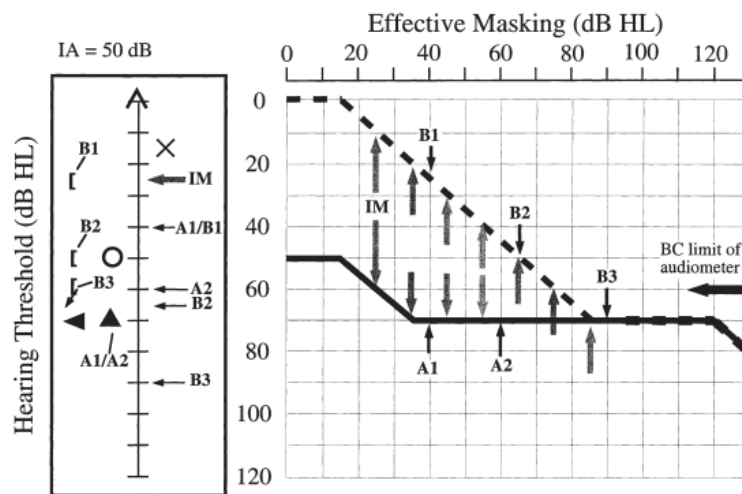


Figure 10. Masking and frequency diagrams for a "best case" bilateral pattern. Test ear has sensorineural loss; nontest ear has conductive loss. See Figure 2 for an explanation of the audiometric symbols. A1: initial masking level for air-conduction testing using the optimized method; A2: additional masking level for air-conduction testing using the optimized method. B1: initial masking level for bone-conduction testing using the optimized method; B2, B3: additional masking levels for bone-conduction testing using the optimized method. IA: actual interaural attenuation. IM: initial masking level for the plateau method, either air- or bone-conduction testing.

Pérdidas bilaterales

Se abordará sólo el considerado como peor caso de las pérdidas bilaterales, que es cuando se presentan hipoacusias conductivas en ambos oídos. Como se muestra en figura 11, el GOA del OT es el máximo conductivo por lo tanto es igual a la AI. La diferencia entre los umbrales aéreos es de 25 dB, el mínimo permitido para este tipo. Se calcula el ancho de meseta y fue de 25 dB y el RAE es de 15, siendo el EI del MO de 5 dB mayor que el del MM.

En teoría, con el MO sólo bastaría con un nivel de enmascaramiento, pero dado que en este ejemplo el EI, (A1, B1), se encuentran sólo 15 dB sobre el umbral aéreo sin enmascaramiento del ONT, y sería suficiente. Sin embargo se aconseja confirmar el umbral obtenido para lo cual en este caso debe ser con un incremento en el enmascarante de 5 dB. Puede ser necesario otro incremento por la variabilidad del test o por el enmascaramiento central, pero un tercer incremento podría resultar en sobrenmascaramiento (recordar que por definición la meseta debe conformarse con tres incrementos, 10 dB aparte para establecer el RAE o la meseta). Por tanto aquí el método de meseta no se puede aplicar.

Aquella situación de sobrenmascaramiento sucede debido a que en las pérdidas bilaterales la meseta y el RAE tienden a ser más pequeñas que en la pérdida unilaterales debido al componente conductivo. Por tanto la meseta sólo será suficiente si se requieren hasta dos incrementos de 10 dB cada uno, lo cual para algunas configuraciones resultará en sobrenmascaramiento.

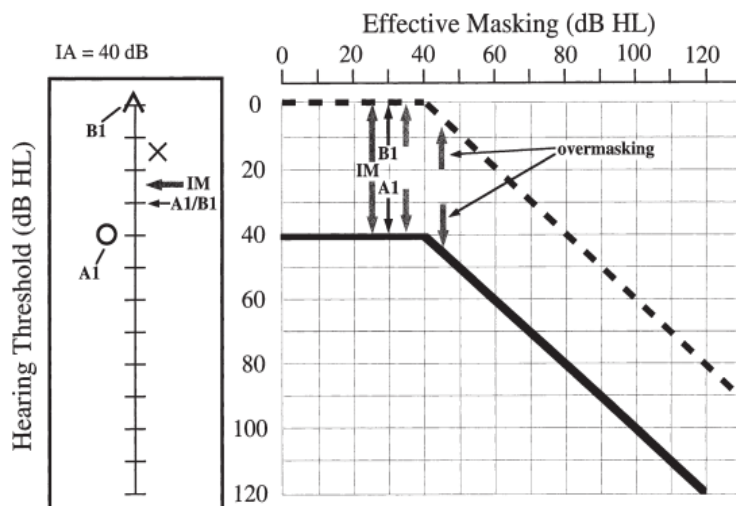


Figure 11. Masking and frequency diagrams for a "worst case" bilateral pattern. Both ears have conductive loss. Note that last masker for the plateau method, both air- and bone-conduction testing, is beyond the plateau and would result in overmasking. See Figure 2 for an explanation of the audiometric symbols. A1: initial masking level for air-conduction testing using the optimized method. B1: initial masking level for bone-conduction testing using the optimized method. IA: actual interaural attenuation. IM: initial masking level for the plateau method, either air- or bone-conduction testing.

38

Si bien Turner menciona y analiza las configuraciones audiométricas bilaterales simétricas (diferencia entre umbrales aéreos menor a 25 dB) y sus posibles formas de ser enmascaradas por ambos métodos, sólo será referida su conclusión. La cual afirma que el MO no es conveniente y que si se utiliza el MM, debe ser en pasos de 5 dB, de incremento para no pasar directamente al sobrenmascaramiento.

Pérdida bilateral de sólo vía ósea.

Las bases para este tipo de requerimiento de enmascaramiento es igual que para las configuraciones audiométricas simétricas. Sólo, si los umbrales aéreos difieren por más de 20 dB, puede ser utilizado el método optimizado, de lo contrario debe utilizarse el método de meseta, en pasos de 5 o 10 dB según sea necesario para definir la meseta o el RAE sin sobreenmascarar. En caso que sólo se requiere enmascara sólo la vía ósea es debido a que el gap OA aparente de ambos oídos es menor que la MAI (40 dB), lo cual implica que ambos gaps siempre serán menores a la AI. La meseta o el RAE para este tipo

de patrón tenderá a ser más grande que en el caso de los simétricos, por lo que se espera que el enmascaramiento sea más exitoso con pasos de 10 dB.

Restableciendo el umbral

Turner sugiere que si el umbral es restablecido con la estrategia del “tono singular”, con cualquiera de los métodos, es necesario que luego que este identificado el real umbral para un determinado tono, el mismo debiera ser medido utilizando la estrategia del procedimiento descendente.

Altos Niveles de enmascaramiento

Al utilizar el método optimizado se debe tener precaución con niveles de enmascaramiento extremadamente altos. Como se muestra en Figura 17, el oído izquierdo es normal y el derecho presenta una hipoacusia sensorineural profunda. Si bien, el segundo enmascarante (A2) está en la meseta, ya el tercero (A3), para confirmar la meseta se encuentra a 105 dB HL, lo cual molestaría extremadamente al paciente, en su oído normal. Por lo que se sugiere, que una vez alcanzado un nivel relativamente grande, por ejemplo más de 80 dB HL, sería mejor incrementar el enmascarante en pasos de 5 o 10 dB (A3') hasta identificar la meseta o el umbral enmascarado alcanza el límite del audiómetro.

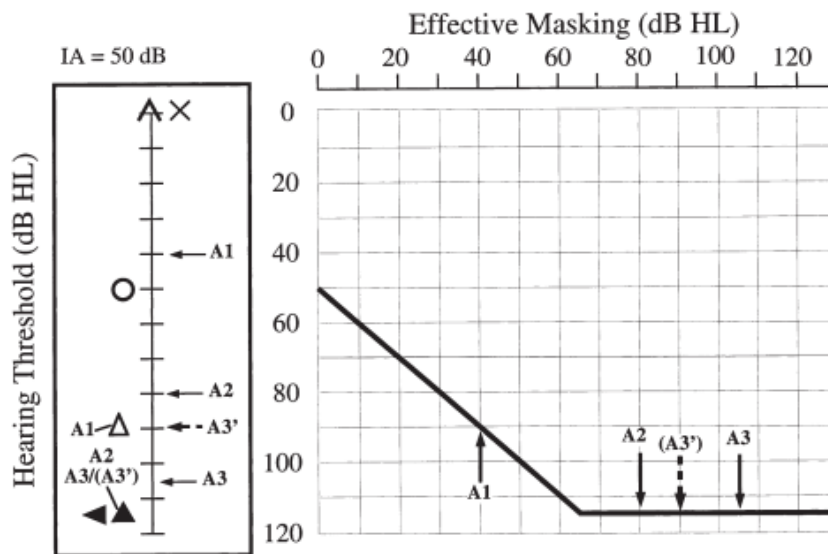


Figure 17. Masking and frequency diagrams for a situation where the optimized method specifies a high masking level (A3) in a normal ear. The plateau can be identified using smaller steps, for example, 5 dB to 10 dB, as illustrated by the dashed arrow (A3'). See Figure 2 for an explanation of the audiometric symbols. A1: initial masking level for air-conduction testing using the optimized method; A2, A3: additional masking levels for air-conduction testing using the optimized method. IA: actual interaural attenuation.

Una situación similar sucede al evaluar el umbral óseo. En Figura 18 se muestra que el oído izquierdo es normal y el derecho presenta una hipoacusia sensorineural moderada. El umbral aéreo sin enmascaramiento se considera el real. En caso del umbral óseo se requiere enmascaramiento porque el gap OA aparente es mayor que 10 dB. Como se observa, el EI eleva el umbral pero la meseta no ha sido identificada. El método especifica un segundo incremento, con el cual se aplicarían 90 dB HL, lo cual podría ser incomodo para el paciente y es innecesario. Se puede en tal caso realizar incrementos menores (de 20 dB, como en B2, el cual sería suficiente desde que el umbral óseo no puede ser “peor” que el umbral aéreo). De esta manera no es necesario llegar hasta el límite del audiómetro. Por lo que nuevamente puede ser utilizado un incremento menor de lo que en general especifica el MO.

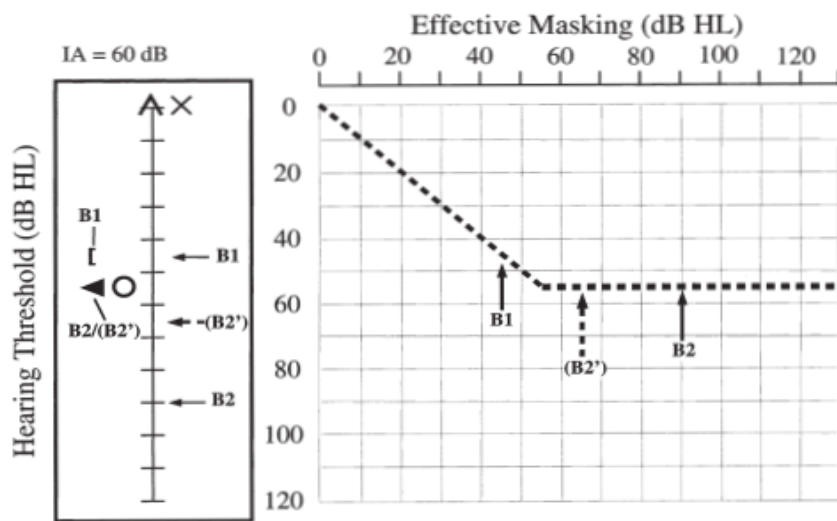


Figure 18. Masking and frequency diagrams for a situation where the optimized method specifies a high masking level (B2) in a normal ear. The bone-conduction threshold need only be raised to the air-conduction threshold. A smaller masking level can be used (B2'). See Figure 2 for an explanation of the audiometric symbols. B1: initial masking level for bone-conduction testing using the optimized method; B2: additional masking level for bone-conduction testing using the optimized method. IA: actual interaural attenuation.

Umbrales enmascarados en el mejor oído.

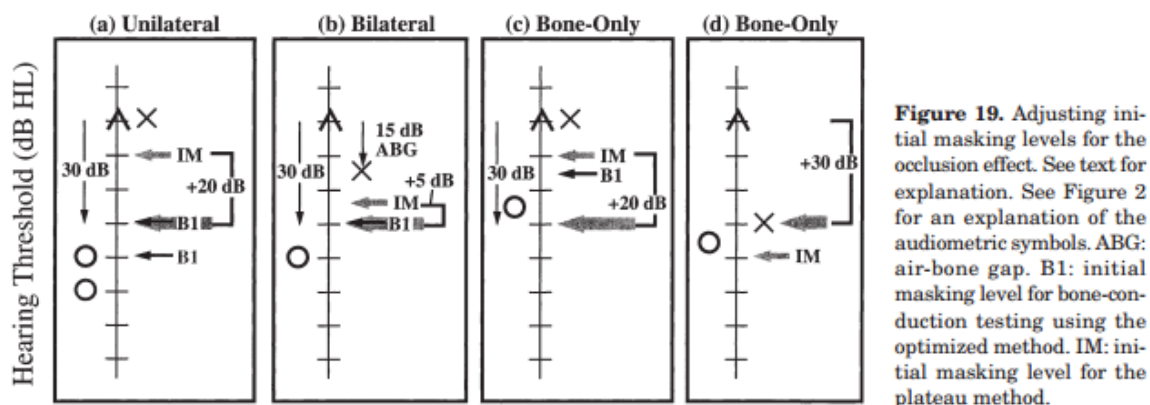
Como se observa en la Figura 19, existe la posibilidad que sea necesario evaluar con enmascaramiento al mejor umbral de vía aérea en el caso de una pérdida simétrica, cuando los umbrales de VA son similares y es difícil tener certeza de cual oído es el peor. Así, será necesario evaluar ambos oídos. En caso de de los umbrales óseo es más común pero no así con los umbrales aéreos, para lo cual no es recomendable utilizar el MO, aún cuando exista una diferencia de más de 20 dB entre los umbrales aéreos sin enmascaramiento. En esta situación los umbrales aéreos sin enmascaramiento del OT deberían ser mejores que los del ONT. El nivel de enmascaramiento que se establece 10 dB debajo del umbral aéreo del OT (el mejor) estaría debajo del umbral aéreo del ONT (pero oído) y no sería audible. Obviamente que el sobrenmascaramiento es un potencial problema en esta situación, por lo que la aproximación más segura es utilizar el MM con niveles de enmascaramiento en pasos de 5 dB.

Efecto de Oclusión

Ha sido recomendado incrementar el nivel de enmascaramiento cuando se utiliza el método de meseta en la evaluación de frecuencias bajas, para compensar el efecto de oclusión. Turner se refiere a diferentes valores que han sido propuestos tanto en relación al uso de supraurales como de los fonos de inserción. Así pues, se describen diferentes valores del factor de corrección según diferentes autores. Para fonos supraurales: Yacullo, propuso 30 dB para 250 Hz,; 20 para 500 Hz, 10 db para 1000 Hz (Yacullo, 1996, 63), independiente de los 10 dB sobre el umbral aéreo del ONT. En las frecuencias altas no se establecen correcciones. En caso de Roeser y Clark (2000), recomendaron para esas frecuencias respectivamente, 20 dB, 15 dB, y 5 dB. Y para Goldstein y Newman (1994), los factores fueron especificados en 15 dB, 15 dB y 10 dB.

Para los fonos de inserción, por ejemplo Yacullo propuso sólo corrección para la frecuencia 250 Hz, en 10 dB.

En caso del MO, dado el EI que utiliza, “ajusta automáticamente ese factor de corrección (como se puede observar en el ejemplo de la figura 19 a). En este caso si el GOA aparente es más grande que 40 dB, entonces el EI (B1 sombreada), compensaría aún un factor de corrección más grande.



En caso de una pérdida conductiva bilateral (Figura 19b), donde hay un GOA aparente de 15 dB en el ONT, el efecto de oclusión es eliminado por el componente conductivo cuando éste alcanza un GOA de 20 dB (Martin et al, 1974).. Al utilizar el MO, el EI (B1). Sería ubicado en el mismo nivel, compensando automáticamente el factor de corrección.

En caso de una pérdida sensorineural en el ONT, el umbral óseo del OT sin enmascaramiento realmente podría ser el correcto, y no debido al cruzamiento. Para ello el MO estableciendo su EI, sin importar que el GOA aparente realmente conductivo o sensorineural, porque el método compensaría el factor de corrección hasta los 20 dB.

En caso del patrón simétrico, que por definición requiere un GOA aparente de al menos 20 dB, se afirma que este mismo hecho elimina la necesidad de ajustar cualquier factor. Al utilizar el MM para enmascaramo es necesario ninguna modificación al EI.

En caso del patrón de sólo enmascaramiento de la vía ósea existe un problema potencial. Así como se muestra en la Figura 19c, el EI estaría muy por debajo del nivel requerido al utilizar un factor de corrección de 20 dB. Nótese que el EI requerido es 30 dB masa grande que el umbral de VO sin enmascaramiento (como fue en los otros dos casos

de la Figura 19). Una estrategia sería establecer siempre el enmascaramiento inicial 30 dB más grande que el umbral de vía ósea sin enmascaramiento. Este nivel no podría sobrenmascarar porque la MAI 40 dB para los fonos supraurales. A veces el EI puede ser mayor a 30 dB sobre el umbral óseo sin enmascaramiento. Esto podría suceder si los umbrales aéreos sin enmascaramiento están cercanos y se está utilizando el MM (Figura 19 d). En esta situación debiera utilizarse el nivel de enmascaramiento especificado por el MM.

Turner sintetiza que la decisión de utilizar un protocolo de enmascaramiento para todas las situaciones de enmascaramiento, Turner afirma que el MO debiera utilizarse cuando los umbrales sin enmascaramiento ya sean en patrones unilaterales o bilaterales con ciertos requerimientos. La clave en esos requerimientos es que los umbrales de VA SE difieran en al menos 25 dB. En estos casos el MO no requiere jamás mayor nivel de enmascaramiento que el MM, el cual tiende a sobrenmascarar. En cambio el MO no es recomendable para los patrones simétricos, debido justamente a su definición de simétrico (difieren en menos de 25 dB entre los umbrales aéreos). En este caso se debe utilizar el MM con incrementos de 5 dB en el enmascarante. También se podría usar el MM con pasos de 10 dB. Si no se logra definir ni la meseta ni el RAE se debe reevaluar con pasos de 5 dB.

En caso de evaluar umbrales de la vía ósea, siempre establecer el EI a 30 dB, sobre el umbral óseo sin enmascaramiento. Si se utiliza otro método que especifique un nivel mayor, se debe utilizar ese y se compensará automáticamente el efecto de oclusión hasta 20 dB.

En caso de evaluar el mejor oído (escasamente frecuente para los umbrales de VA), se debe utilizar el MM con pasos de 5 dB en incrementos del enmascarante.

Método de Enmascaramiento Audiométrico de Máximos y Mínimos.

Para Katz y sus colaboradores también fue importante revisar los protocolos de enmascaramiento debido a la percepción de confusión que reinaba, y en base a ellos establecieron sus propios criterios basados en las siguientes premisas:

El enmascaramiento no es gratuito: refiriéndose a todas las variables a considerar y sus consecuencias según las distintas situaciones, especialmente refiriéndose al mayor tiempo que demanda la aplicación de enmascaramiento como la fatiga auditiva que puede provocar en el ONT y su consecuente desplazamiento temporal del umbral.

La atenuación interaural y ONT: La AI es la variable por la que se determina la necesidad de aplicar enmascaramiento al ONT, ya que es su cóclea la que recibe las vibraciones del cráneo ante el sonido resultante de la AI.

En base a ello Katz y cols. Consideraron a la vía ósea del oído no testeado como el referente para iniciar el proceso de enmascaramiento. Por lo que se infiere que la AI estará dada por el umbral sin enmascaramiento del OT menos la VO del ONT y considerando los siguientes estudios de la AI a los que tuvo acceso.

Frecuencia (Hz)							
Estudios	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Coles y Priede (1968)		50- 80	45- 80	40- 80	45- 75	50- 85	
Liden et al. (1959b)	40- 75	45- 75	50- 70	45- 70	45- 75	45- 75	45- 80

Chaiklin (1967)	35-	44-	54-	57-	55-	61-	51-
	45	58	65	66	72	85	69

Considerando a la AI típica de unos 60 a 65 dB en relación al uso de fonos supraurales, Katz y dado lo difícil de establecer la real AI por cada persona, y por consiguiente la necesidad de enmascaramiento, es que también, como otros investigadores, establece la diferencia entre la AI promedio con la Mínima Atenuación Interaural (MAI). Así toma de Goldstein los valores recomendados para señales de conducción aérea.

Frecuencia (Hz)							
dB	125	250	500	1000	2000	4000	8000
diferencia entre oídos	35	40	40	40	45	50	50

“Mínima AI (Mín AI) es un valor importante para determinar cuándo es necesario el enmascaramiento, mientras que el promedio de AI ayuda a entender que en la mayoría de los casos no hay sobreaudición en Mín AI, porque sabemos que nuestros pacientes tienen Mín AI debemos tratarlos a todos como si tuvieran una AI pequeña”.

Las tablas anteriores muestran que la AI es levemente mayor en frecuencias altas. Un gran número de estudios audiológicos han demostrado que algunas personas tienen cráneos más gruesos y otras más delgados. Aunque sólo un pequeño número de personas tienen mín. AI, ocupamos este criterio para enmascarar porque no sabemos estimar la AI de cada persona sin evaluar.

Katz confirma en una primera instancia (5ta edición), que si bien se había aceptado y utilizado por muchos años una diferencia de 40 dB entre el nivel de la respuesta en el O.T y el umbral VO en el ONT como criterio de enmascaramiento, aceptaba que había sido ineficiente, ya que consideró que ello pudo haber causado algunos errores y aumentado el cansancio en los pacientes porque por ejemplo a 2000 Hz la MIA es 50 dBHL (y a 125Hz, 35 dBHL es Mín AI). Al parecer esta indicación vuelve a cambiar con los años como lo declara en su 7ma edición.

Otra premisa a considerar es el concepto de nivel de enmascaramiento efectivo (NEE). Es el valor que se usa para indicar la potencia del ruido enmascarante, o la intensidad del enmascarante suficiente para desplazar el umbral sin enmascaramiento, cuando éste no sea el correcto. Por ejemplo, un NEE de 50dB cambiará el umbral a 50 dB HL (Para individuos que tienen umbrales de 50dB o menos). El NEE se refiere al nivel al cual el umbral de la persona debe ser llevado al ser enmascarado.

El NEE es extremadamente importante en audiología, por si hay sobreaudición en el ONT, esto permite a los audiólogos aumentar el nivel de audición de la persona lo suficiente en el ONT para evitar la sobreaudición. Si enviamos el suficiente enmascaramiento para prevenir la sobreaudición y el paciente todavía responde a la misma intensidad en el OT, entonces, se está seguro que no había sobreaudición en el umbral anteriormente buscado. Por otro lado, si el sonido estaba siendo sobreescuchado, entonces, el enmascaramiento apropiado producirá un aumento en la respuesta de la persona al tono o la palabra que es presentada en el OE.

Entendiendo de ello que el NEE siempre que el umbral del OT sea inferior al real, lo llevará hacia su propio valor.

Enmascaramiento Mínimo

Otro concepto que se propone es el enmascaramiento mínimo: es el cambio de umbral más pequeño pero significativo (5dBHL) en el ONT, por el ruido enmascarante. Para realizar un efecto significativo en sobreaudición, necesitamos un cambio de umbral de mínimo 5 dB HL en el ONT. Por ejemplo el enmascaramiento mínimo para una persona con 10 dB HL de umbral en el ONT es 15 dB HL de NEE. Si la persona tiene 40 dB HL en el ONT, 45 dB HL NEE, o 5 dB HL más que el umbral que quieres cambiar.

El Estudio Del Enmascaramiento V/S El Actual Enmascaramiento Clínico.

El enmascaramiento clínico está dirigido al ONE. Aunque en los ejemplos sobre el nivel de enmascaramiento mínimo NEM, pueden ser interpretados como un tono y un ruido en el mismo oído, esto muestra simplemente cómo un sonido que estaba sobreescuchado en el ONT, puede ser enmascarado. Teóricamente, el tono estaba pasando por el cráneo desde el OT al ONT.

Si un tono al OT es sobreescuchado a umbral, con 10 dB HL en el ONT, ¿cuánto enmascaramiento (ONT) necesitaríamos para aumentar el umbral en 5 dBHL? Necesitaríamos 15 dB HL NEE para cambiar el umbral a 15 dBHL.

Por tanto se tratará el paradigma clínico del tono al OT y de enmascarar al ONT.

Tipos De Enmascaramiento

Respecto a las señales enmascarentes existen actualmente en los audiómetros básicamente tres: (a) *Blanco o Ruido Banda Ancha*, (b) *Ruido banda Estrecha* (RBE), y (c) *Ruido del Espectro del Habla*. Es importante entonces elegir el ruido enmascarante apropiado para la exactitud de la prueba.

Dados los estudios respecto a la banda crítica ha quedado demostrado Fletcher (1940) que el ruido más eficiente, para enmascarar a tonos puros, es el Ruido de Banda Estrecha (RBE). La ventaja del RBE, sobre el ruido de banda crítica, consiste en que este reduce la confusión del paciente, ya que como posee una señal más amplia de frecuencias es fácilmente distinguida en relación a la del tono puro.

Una vez que está determinado el tipo de ruido enmascarante, el autor plantea los criterios en que se basa para el proceso de enmascaramiento. Estos son:

1. Considera los pasos del método Paso a Paso (de Liden) para la mayoría de las situaciones que requieren enmascaramiento. Excepcionalmente utiliza el método de Meseta ya que este es un procedimiento lento, debido a que utiliza incrementos de 5 o 10 dB. En cambio el enmascaramiento por nivel o paso a paso, es más rápido, porque se aplica mayor cantidad de nivel de enmascaramiento con lo que disminuyen la cantidad de pasos.
2. La decisión de enmascarar se basa en la MAI por frecuencias propuesta por Goldstein. (ver cuadro arriba).
3. El Nivel Inicial de Enmascaramiento (NEI), que es la primera señal entregada para evaluar una frecuencia determinada en la que se está produciendo la sobreaudición. “El NEI es una cantidad de enmascaramiento que debe reunir ciertas condiciones: (a) a un

nivel lo suficientemente elevado para poder cambiar considerablemente el umbral, sin embargo (b) no tan alto como para interferir con el OT por sobreenmascaramiento. Esto debería (c) dar una indicación inmediata de si el tono está siendo sobreescuchado y (d) reducir al mínimo el número de pasos para enmascarar”. De esta manera el autor propone que en base a estos criterios el audiólogo con experiencia podría elegir la cantidad de la señal enmascarante. Sin embargo mientras se adquiere un claro conocimiento él propone que se utilicen como NEE 30 dB sobre el umbral aéreo del ONT, diciendo “se recomienda que este nivel sea usado, mientras tanto, hasta que usted tenga un claro conocimiento del enmascaramiento”. El NEI es la cantidad que se sumará al umbral en el ONT. UN ejemplo: Si el umbral estuviese a -5 dB HL en el ONE el NEE debería ser de 25 dB.

4. Luego se observa el umbral de la VOONE para determinar si el enmascaramiento es necesario.
5. Luego, el de la VA ONE para establecer la cantidad que se necesita.
6. En caso que el umbral de VA del OT, se desplace más de 10 dB, se establece la necesidad de enmascaramiento posterior para esa vía. Generalmente, usando 30 dB SL de NEI no va haber necesidad de un enmascaramiento posterior. Esto entrega evidencia, de que si había sobreaudición, esta era muy pequeña (5 o 10 dB) y que el nuevo nivel obtenido es el umbral correcto. Por lo tanto no sería necesario mayor enmascaramiento. Sin embargo, si el umbral del OT cambia de 25 a 30 dB, se necesitaría una mayor intensidad de enmascaramiento. Por tanto si hay un cambio de 20 dB o más en respuesta al enmascaramiento inicial, se recomienda el enmascaramiento posterior. La Tabla 9.5 A muestra cuándo debemos utilizar el EP después del enmascaramiento inicial.

En el caso del enmascaramiento inicial necesitamos observar un cambio en el umbral del ONT, pero no utilizando mucho enmascaramiento. La única diferencia es que hemos entregado un estímulo alrededor de 30 dB de NEE sobre el umbral de la VA en la frecuencia examinada. Esto aumenta la probabilidad de enmascaramiento central, sobre el enmascaramiento, y / o la incomodidad significativa al paciente. Por lo cual el EP es sólo a 20 dB SL con respecto al NEE en el ONE y no a 30 dB, como fue el NEI.

Entonces para decidir correctamente sobre cuánto es adecuado agregar de EP, Katz, recomienda un cuadro con valores como sigue:

A. Criterios para seguir el Enmascaramiento Inicial ^a	
<i>Cambio de decibels con 30dB N.E.E</i>	<i>Necesidad de Enmascaramiento Posterior</i>
0 a 10 dB	Altamente improbable
15 dB	Probablemente NO
20 dB	Probablemente SI
>25 dB	Altamente probable

B. Criterios para seguir con el Enmascaramiento Posterior^b	
<i>Cambio de decibeles con 20dB N.E.E</i>	<i>Necesidad de Enmascaramiento Posterior</i>
0 a 5 dB	Altamente improbable
10 dB	Probablemente NO
15 dB	Probablemente SI
>20 dB	Altamente probable

- El EP es 20 dB NEE sobre el nivel anterior de enmascaramiento. Luego, si no hay ningún cambio en el OE con este procedimiento (EP), entonces este es el umbral, y no es necesario más enmascaramiento.
- Sin embargo, si se encuentran cambios de umbral de 15 dB o más utilizamos otro paso más de EP, es decir, seguimos sumando 20 dB NEE.
- Cuando no hay aumento significativo del umbral con EP, o si no hay ninguna respuesta en el límite del audiómetro, entonces tenemos la información apropiada.

Sobreenmascaramiento

- El sobreenmascaramiento indica que el enmascaramiento es tan intenso que se cruza del ONT al OT interfiere con la medida del umbral (haciendo aparecer un falso umbral en el OT). La fórmula para enmascarar siempre es $[NEE_{ONE} \geq (AI + VO + 5)]$. Es decir el NEE en el ONE es igual o mayor que la AI más el umbral de la persona por VO_{OE} y lo eleva por lo menos a 5 dB.

Si la AI es de 50 dB en 2000 Hz como encontramos al principio para Bill ($OE_{VA} = 60$ dB HL - $ONE_{VO} = 10$ dB HL), podemos asumir que la AI es la misma yendo del ONE al OE como del OE al ONE. Si esto tomara 50 dB para 2000 Hz sería sobrescuchado en el OD, entonces esto tomaría 50 dB de RBE centrado en los 2000 Hz para llegar a la cóclea izquierda. Con 60 dB NEE al ONE ¿En qué nivel alcanzaría la vibración al OE? _____ dB.

En una pérdida conductiva, siguiendo con el ejemplo anterior, el ruido que se pasa a la cóclea del OT es aproximadamente de 10 dB NEE. Para mostrar el posible sobreenmascaramiento, imaginemos que el paciente tiene una pérdida conductiva en el OT. Si su umbral en el OT fuera mejor que 10 dB HL, esto significa que al atravesar este ruido, elevaría su respuesta. Por ejemplo, son presentados 60 dB de NEE al ONT, y 10 dB de estos han atravesado a la cóclea del OT. Si ese oído tuviera un umbral de vía ósea en - 5 dB, sería desplazado a 10 dB HL por sobreenmascaramiento. Así, si se produce sobreenmascaramiento por el enmascaramiento, esto mostrará que el umbral en el OT es más bajo de lo que realmente es. Esto es cierto, cuando medimos la VA y la VO. Una vez que hemos sobreenmascarado, el umbral en el OE seguirá siendo más bajo mientras sigamos añadiendo más enmascaramiento al ONT, por lo cual se debe ser muy precavidos.

En una pérdida sensorineural es casi imposible la sobreaudición. Como se muestra en el ejemplo planteado existe una pérdida sensorineural de 95 dB HL (por lo tanto la VA = 95 dB HL y la VO = 95 dB HL (si se pudiera probar que la VO se encuentra tan alta). Con la AI real de 50 dB, esto tomaría 95 + 50 para alcanzar su umbral coclear en el OE y 5 dB más de NEE para cambiarlo. Serían 150 dB de enmascaramiento, lo cual excede aun el máximo del audiómetro. Para evitar este tipo de situaciones se debe poder calcular el sobrenmascaramiento aún cuando esto sea improbable en los casos de una pérdida sensorineural. Para una evaluación rápida se propone usar $AI_{min} + VO_{OE} + 5 \text{ dB}$. Si este cálculo es significativo, se puede sustituir la AI real de la persona, por frecuencia y así conseguir una evaluación más fidedigna.

Máximo de Enmascaramiento (ME)

El Máximo de Enmascaramiento (ME), es el NEE más alto que podemos usar para evitar el sobreenmascaramiento en el OE (Studebaker, 1967). La fórmula para el ME es $AI + VO_{OT}$. El ME llevará el enmascaramiento a la cóclea, pero no elevará el umbral. Cualquier enmascaramiento adicional, más allá del ME probablemente provocaría un sobreenmascaramiento.

Tabla. Ejemplo: Las respuestas de la Sra. Hunt (eliminar tabla, dejar datos).

4000 Hz		
	<i>Derecho (O.E)</i>	<i>Izquierdo (O.N.E)</i>

V.A	60	20
V.O	-5	-5

Se muestra el umbral sin enmascarar. Hay que tomar en cuenta que la VO en el derecho aún no ha sido tomada. Además, existe evidencia de una pérdida conductiva en el ONE.

Un nivel adecuado de enmascaramiento se basa en dos criterios: (a) Tiene que haber un Mínimo de Enmascaramiento, para que el umbral sea al menos de 5 dB, y (b) No mayor que el ME.

Práctica de cálculo del ME: Hay que calcular a EM para ONT. En la Tabla 9.6 se muestran sus umbrales no enmascarados. Se aprecia en el OT una pérdida conductiva, aparente. Se necesita enmascaramiento para determinar el umbral de la VA en el OD. Cabe aclarar que si la decisión se hubiese basado sobre la VA_{ONT} en vez de la VO_{ONT} se habría incurrido en un error: que el enmascaramiento no era necesario. Por lo tanto, si la VO, después de terminar la VA, debería repasar el umbral para estar seguro que el enmascaramiento era realmente innecesario.

Se continúa por calcular el NEE para el oído izquierdo (ONT)

¿Qué NEE utilizaría en el oído izquierdo? ____ dB (NBN en 4000 Hz).

El NEI es generalmente 30 dB, el cual para que se convierta en NEE, debe ser calculado sobre la VA ONT (20 dB), lo que da 50 dB NEE. Con ese valor se tiene el enmascaramiento mínimo necesario para evitar la audición del ONT.

ENMASCARAMIENTO PARA UMBRALES POR VÍA OSEA (VO)

Tres factores que intervienen en la decisión de enmascarar VO:

1. La AI para las VO es mínima; por lo tanto se puede necesitar enmascaramiento hasta con la más pequeña diferencia (o ninguna diferencia) entre los oídos.
2. Puede haber un efecto de oclusión para los sonidos de baja frecuencia, cuando un auricular de enmascaramiento es puesto sobre el ONT del paciente.
3. Y finalmente, debido a estos dos factores, a veces tenemos que usar los niveles más altos de enmascaramiento para medir umbrales por VA. A causa de esto y a los buenos niveles de VO en los casos conductivos, hay mayor peligro de sobreenmascaramiento.

¿Cuándo se Enmascara para evaluar VO?

Primeramente se observa si hay un gap osteoaéreo significativo, el enmascaramiento es necesario para asegurar que una pérdida sensorineural no está siendo ocultada. Es decir si el umbral de la VA es considerablemente más pobre que la de VO en el mismo oído, esto es un GAP. Para Katz un GAP = 10 dB es considerado significativo para los objetivos de enmascaramiento.

El GAP puede ser resultado de: (a) la sobreaudición, (b) un error audiométrico, (c) una mala calibración o (d) debido a un verdadero problema conductivo. En la VO las normas de calibración fueron establecidas usando 30 dB NEE en el ONT. Por tanto, para

determinar si el aparente gap es producto de una verdadera pérdida conductiva, se debe enmascarar por lo general.

Generalmente, se inicia la evaluación de la VO sin enmascaramiento para determinar " la VO no ocluida". Sin embargo, cuando el enmascaramiento es necesario, se pueden utilizar tanto fonos supraurales como los de inserción. Acerca de éstos últimos existen estudios que avalan la no ocurrencia del EO cuando son utilizados, reduciendo así el procedimiento de enmascarar.

Se enmascara la VO cuando hay un GAP de 10 dB o más en el OT. Se da por finalizado el procedimiento de enmascarar cuando el GAP está disminuyó a 5 dB o cuando "quedan restos de GAP" a pesar de haber aplicado enmascaramiento suficiente. Según la séptima edición de Katz, el enmascaramiento inicial (EI) en la evaluación de la vía ósea es igual a la de vía aérea del ONT adicionando el efecto de oclusión (EO) para compensar la oclusión del ONT con el auricular. Martin, (1967, 1974); Studebaker, (1964). Por tanto la ecuación simplificada por Martin es:

$$\text{Nivel Inicial de enmascaramiento} = \text{VA NT} + \text{OE} + 10 \text{ dB}$$

Efecto de Oclusión (EO)

Es el fenómeno causado por un sonido extra que ingresa a la cóclea, de modo que la persona responde a niveles más bajos en la VO. Además de la vibración habitual de la VO, que activa los fluidos cocleares, las paredes de los canales en los oídos, también vibran, produciendo oscilaciones aerotransportadas en el canal del oído. Este sonido que rebota no puede salir del oído debido al auricular. El sonido golpea la membrana timpánica y es pasado a la cóclea (Tonndorf, 1996). Si hay un obstáculo

conductivo en el oído medio, la presión adicional no tiene acceso a la cóclea y por lo tanto no es un factor cuando hay un GAP significativo en el ONT. Cuando el ONT es normal o tiene una pérdida sensorineural, el EO es un factor a considerar. El enmascaramiento debe ser aumentado para compensar la presión adicional que es transmitida a la cóclea (Lijadoras, 1978). El EO afecta sólo a algunas frecuencias, desde la 250 a 1000 Hz. Sin embargo, el grado de este efecto varía a través de los individuos. Katz utiliza los factores de corrección propuestos por Goldstein y Newman (1994): 15 dB tanto en 250 como 500 Hz y 10 dB en 1000 Hz (adicionados al enmascaramiento el EO).

Cuando el ONT es normal o tiene una pérdida sensorineural, el EO es un factor a considerar. El enmascaramiento debe ser aumentado para compensar la presión adicional que es transmitida a la cóclea (Lijadoras, 1978). El EO afecta sólo a algunas frecuencias, desde la 250 a 1000 Hz. Sin embargo, el grado de este efecto varía a través de los individuos. Katz utiliza los factores de corrección propuestos por Goldstein y Newman (1994): 15 dB tanto en 250 como 500 Hz y 10 dB en 1000 Hz (adicionados al enmascaramiento el EO).

Nivel de Enmascaramiento Posterior (NEP) para VO

De acuerdo a lo recomendado por Katz en su publicación de la quinta edición, si el NEI (20 dB SL, con o sin enmascaramiento para EO) produce un cambio de 15 dB o más, se utiliza el EP. Se usa 20 dB NEE para EP. Si en 500 Hz el NEI fue de 35 dB SL NEE, entonces el NEP sería de 55 dB SL. Si el EP produce un cambio de 15 dB o más en la VO OT, entonces es necesario repetir el EP. Si la VO está bien en el OT (como en el casos de las conductivas), debemos ser cuidadosos para no sobrenmacarar. Como la

respuesta de la VO en el OT se hace más bajo con el enmascaramiento apropiado, el sobreemascaramiento debe ser calculado de nuevo.

En la séptima edición, Katz plantea la fórmula para Máximo Enmascaramiento:

Este máximo enmascaramiento depende de dos factores que ya habían sido propuestos por Lidén en la audiometría.

1) El umbral óseo del OT 2) La AI del estímulo enmascarante por vía aérea. (Lidén et al., 1959). Así el Max Nivel de Enmascaramiento puede ser resumida con la siguiente ecuación
$$MXEOT = VOOT + AI - 5 \text{ dB},$$
 Como la suma del umbral óseo del OT más la AI (40 dB) es suficiente para sobrenmascar, entonces se le restan 5 dB, como seguridad.

Resumen de Enmascaramiento por VO a Tonos Puros

En general se enmascara mucho más por VO que por VA, ya que este procedimiento puede necesitar un esfuerzo adicional.

- La AI mínima para VO, es considerada cero.
- El criterio para enmascarar por VO está basado en el GAP del OE y no en una diferencia de umbrales entre oídos. La importancia del enmascaramiento para VO es que se debe asegurar que la pérdida de audición es realmente conductiva y no sensorineural o mixta.
- Un $GAP \geq 10 \text{ dB}$ es considerado significativo. Entonces el NEI para la VO son especificados en 20 dB NEE sobre el umbral por VA_{ONE} de la persona. Sin embargo, el enmascaramiento adicional es a menudo necesario por el EO.
- El EO, es 15 dB en las frecuencias 250 y 500 Hz y 10 dB en la 1000Hz.

- Si hay una pérdida conductiva en el ONE, no tenemos la certeza de que exista el EO, pero si no hay GAP significativo, entonces 15 dB deberían ser añadidos en 250 y 500 Hz y 10 dB en 1000Hz.
- Si no hay ningún cambio en la respuesta del OT cuando el enmascaramiento es usado apropiadamente, entonces este es el umbral, y generalmente no es necesario más enmascaramiento.
- Sin embargo, si el umbral es cambiado a 15 dB o más como consecuencia del EI, esto necesita EP. En circunstancias normales, los cambios de 10 dB generalmente no requerirían el enmascaramiento; sin embargo, debido a la variable del EO, uno estaría más preocupado si este cambio se presentara por la VO en las frecuencias bajas.
- El EP es 20 dB NEE sobre el nivel anterior de enmascaramiento. Si no hay cambios en la respuesta del OE, entonces este es el umbral, y no se necesita más enmascaramiento.
- Sin embargo, si los umbrales cambian 15 dB o más, cuando se está utilizado el EP, es necesario otra ronda de EP (20 dB NEE).

En su última edición Katz recomienda que es útil recordar dos puntos muy importantes:

1. La ecuación propuesta para el máximo nivel de enmascaramiento se usa para evaluar ambas vías. Esto es porque el ruido enmascarante siempre será dispensado por un transductor de conducción aérea (sea éste supraaural o insertable), ignorando cuál sea el transductor del tono puro.
2. El máximo nivel de enmascaramiento es más grande generalmente al usar el fono de inserción (3A), especialmente en las frecuencias bajas.

$$MXEOT = VOOT + AI - 5 \text{ dB}$$

ENMASCARAMIENTO CENTRAL

Se considera el enmascaramiento central como un problema que se produce cuando el ruido entregado al ONE causa peor audición en el OE. A diferencia del uso entendido del enmascaramiento para evitar la sobreaudición, el aumento del umbral del enmascaramiento central es debido a la contaminación de algunos mecanismos desconocidos del sistema nervioso central (SNC). Se sugiere un aumento en el umbral del OT a causa de la interferencia del ruido presentado al ONT. No es porque el tono fue sobreescuchado o el ruido ha sobreenmascarado el OT. El efecto del enmascaramiento central es generalmente pequeño, acerca de 5 dB, y no debe exceder 15 dB en la práctica de audiométrica. El fenómeno puede ser asociado con inhibición auditiva tan bajo como el conjunto olivococlear. Martin et al. (1959). Generalmente, los audiólogos no corrigen esta desviación secundaria cuando es notada, ya que no altera los resultados de la prueba. Sin embargo, cantidades más grandes de enmascaramiento central son vistas a veces en individuos que pueden tener problemas en el SNC. Si las desviaciones sugeridas son significativas como resultado de enmascaramiento central, entonces esto debe ser explicado en el audiograma.

En Naunton (1950), señaló que en casos de pérdidas conductivas profundas en ambos oídos, se enfrentaría un dilema. En algunos casos, proveer enmascaramiento suficiente para eliminar la sobreaudición, va a ser tan intenso que se va a escuchar por el O.E. y por lo tanto elevará en nivel umbral real de la persona (sobreenmascarar).

Como Tratar Con Los Dilemas Del Enmascaramiento

Los audiólogos han probado una serie de procedimientos para contrarrestar el dilema del enmascaramiento. Por ejemplo, recientemente Pope (1998) recomendó el test

de FIT (Bergman, 1964) como un procedimiento muy útil. Sin embargo, los grandes avances han resuelto el dilema del enmascaramiento utilizando los fonos insertables en el CAE.

Enmascaramiento por fonos insertables

La elección de qué tipo de audífono usar en exámenes y/o enmascaramiento, va a influir en tus decisiones de enmascaramiento. Los dos estilos que se ocupan más comúnmente en el testeo audiológico hoy en día son supra-aural y fonos insertables.

De estos dos tipos de fonos, el sonido de los supra-aurales tiene más área de contacto con el oído, esto resulta en mayores presiones de sonido necesarios para llegar al umbral, lo cual reduce la AI para la señal. En 1953 Zwisloscki demostró que la desventaja en la AI con los fonos supra-aurales y recomendó el uso de fonos insertables para incrementar la AI. Hemos discutido los valores de la AI anteriormente. Estos valores se obtuvieron utilizando fonos supra-aurales y por lo tanto va a incrementar significativamente cuando utilizamos fonos insertables.

Una inserción superficial de los fonos es poco útil sobre los fonos supra-aurales, y una inserción un poco más “profunda” puede darnos beneficios considerables. Con Ethymotic Research ER-3A, una inserción “profunda” se obtiene cuando el borde de afuera del *probe* está a 2 a 3 mm dentro del canal de oído. Sin embargo, esto puede ser incómodo para el paciente. Una inserción “media”, cuando el borde externo del fono está a la par con la apertura del canal, va a incrementar la AI, aunque menos que con el profundo, pero con un mayor confort para el paciente. Yacullo (1996) sugiere que estimaciones conservadoras de la AI Min con este tipo de prueba (ER-3A) que es de 75 dB bajo los 1000 Hz y 50 dB sobre la frecuencia 1000 Hz.

Si se aplican estos valores de AI a los ejemplos señalados anteriormente, es fácil ver que la necesidad de enmascaramiento en muchos casos va a ser eliminada. Otro beneficio de los fonos insertables es el aumento del NME antes de sobreenmascarar. Ésto nos muestra que esto virtualmente elimina el dilema del enmascaramiento.

Conclusión

Considerando lo anteriormente expuesto respecto a la evolución de los métodos de enmascaramiento más utilizados en la actualidad, se observan algunos factores comunes como son: la aplicabilidad de cada uno en la mayoría de las situaciones de configuraciones de umbrales, y no en todas. Para ello han debido recurrir a la asociación de sus propias estrategias con las de otros métodos o agregando alguna variable, para ampliar su aplicabilidad. Otro factor en común es que la mayoría de los métodos fueron desarrollados en base al de Meseta. Este hecho ha permitido que se hayan producido cambios relevantes y a corto plazo como lo que sucedió con el Método de Máximos y Mínimos, que además de establecer un valor conservador de la atenuación interaural (40 dB) también plantea como más asertivo el método psicoacústico por sobre el acústico, al basarse en “obtener la meseta” para distinguir el verdadero umbral.

Discusión

Todos los métodos revisados aplicables a diferentes situaciones de enmascaramiento auditivo, han experimentado cambios en el tiempo que no llegan oportunamente al quehacer audiológico. Dichos cambios, que han posibilitado propuestas de estrategias de gran envergadura respecto al beneficio para la práctica clínica

audiométrica no logran rendir frutos en medio de la comunidad de audiólogos por la falta de experiencia de ellos con los métodos en forma oportuna y completa. Por ejemplo, la información de nuevos valores en la mínima atenuación interaural y del Nivel Mínimo de Enmascaramiento que propone el método de Máximos y Mínimos, no está al alcance de todos los audiólogos principalmente por la restricción en los medios para abordar ese conocimiento.

Las Asociaciones como ASHA y BSA, debieran ejercer un rol protagonista en la difusión de las nuevas investigaciones, principalmente en la accesibilidad (medio de publicación, idioma, etc). Dicha estrategia no sólo sería beneficiosa para que los audiólogos estén a la vanguardia en estrategias de enmascaramiento, sino, y principalmente, para que los potenciales pacientes no deban “sufrir” un examen o varios, que no sean fidedignos a su estado audiológico.

Anexo 1

Referencia de Abreviaturas

A1 = nivel de enmascaramiento inicial para vía aérea en Método Optimizado; GOA = gap osteoaéreo; GOAN= gap osteo-aéreo en oído no testeado. GOART 0 gap osteoaéreo real en oído testeado; VA = vía aérea; RAE = rango adecuado de enmascaramiento; UVAN = umbral de vía aérea del oído no testeado; O1 = nivel de enmascaramiento inicial de vía ósea para método optimizado; VO = vía ósea; UOT = umbral óseo del oído testeado; AI:atenuación interaural; EI = enmascaramiento inicial para el método de meseta, en ambas vías; MXU= máximo enmascaramiento utilizable. ONT: oído no testeado; AMVA = ancho de meseta para vía aérea y AMVO = ancho de meseta para vía ósea.; OT: oído testeado. MM = método de meseta; MO = Método Optimizado; B TT = umbral de conducción ósea en el oído testeado; AI = atenuación interaural real; MEM = enmascaramiento efectivo mínimo; MAI = supuesta mínima atenuación interaural

BIBLIOGRAFÍA

- Katz j, lezynski j. Clinical Masking. En: Katz J, editor. Handbook of Clinical Audiology. 5a ed. Estados Unidos: Lippincot Williams & Wilkins; 2002. p. 124-41.
- Lidén G, Nilsson G & Anderson H, (1959) Masking in Clinical Audiometry, Acta Oto-Laryngologica, 50:1-2, 125-136, DOI: 10.3109/00016485909129175.
- Martin, F., Armstrong, T., Champlin, C. (1994). A survey of audiological practices in the United States in 1992. American Journal of Audiology, 3:20–26
- Turner R. (2004), Masking Redux I. Journal Academy Audiology 15: 20.
- Yacullo W. Clinical Masking. En: Katz J, editor. Handbook of Clinical Audiology. 7a ed. Estados Unidos: Wolters Kluwer; 2015. p. 77-111
- Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello versión On-line ISSN 0718-4816.
- Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello vol.76 no.3 Santiago dic. 2016
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-48162016000300016>.