

TRABAJO ORIGINAL

EL ENMASCARAMIENTO EN LA LOGOAUDIOMETRÍA

MASKING IN SPEECH AUDIOMETRY



Autores: Lic. Sabrina Alonso (1), Ing. Horacio Cristiani (2), Dra. Karina Cittadino (3), Lic. Carla Minniti (4), Dra. Nora Neustadt (5), Lic. Ornella Virgallito (6), Lic. Gabriela Militano (7).

(1)(4)(6) Mutualidad Argentina de Hipoacúsicos.

(2) Director General Mutualidad Argentina de Hipoacúsicos.

(3) Docente Titular Universidad del Museo Social Argentino.

(5) Docente Titular Universidad del Museo Social Argentino.

(7) Docente Titular Universidad del Museo Social Argentino.



Contacto de correspondencia: sabrinaalonso@hotmail.com



RECIBIDO: FEBRERO 2024
ACEPTADO: JUNIO 2024

RESUMEN

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

a) Se realizó una revisión y análisis de las técnicas de enmascaramiento para la logoaudiometría, publicadas por diversos autores. b) Se midieron los valores de atenuación interaural para auriculares supraurales y de inserción, con material de habla en español rioplatense.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó como base la técnica de mid-plateau, que busca ubicar el nivel de enmascaramiento en el medio de la meseta, entre los valores mínimo y máximo para minimizar los riesgos de sub y sobre-enmascaramiento y se evaluaron las diferencias con otros métodos presentes en la bibliografía. En la medición de atenuación

interaural participaron 12 sujetos con pérdidas neurosensoriales profundas unilaterales. La atenuación interaural se obtuvo como diferencia de los umbrales sin enmascaramiento para la presentación de estímulos del habla en ambos oídos.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

a) De los métodos estudiados, el método *mid-plateau* ubica el nivel de enmascaramiento en la parte media de la meseta, minimizando la

probabilidad de sub y sobre-enmascaramiento. b) Los valores medios de atenuación interaural fueron, para auriculares supraurales y de inserción de 58,4 dB y 66,8 dB respectivamente. Los valores mínimos registrados fueron: 53 dB para los supraurales y 60 dB para los de inserción, similares a los reportados con material en otras lenguas.

PALABRAS CLAVE: *Enmascaramiento - Mid-Plateau - Logoaudiometría - Atenuación Interaural*

MASKING IN SPEECH AUDIOMETRY

ABSTRACT

INTRODUCTION AND OBJECTIVES

In this paper we reviewed and analyzed masking techniques for speech audiometry as published by various authors. Additionally, we measured Interaural attenuation values for supra-aural headphones and insert earphones by using speech material in Rioplatense Spanish (Argentina and Uruguay dialect).

MATERIALS AND METHODS

Based on the mid-plateau technique, masking levels were positioned in the middle of the plateau, between the minimum and maximum values, to minimize the risks of undermasking and overmasking. Differences with other methods present in the literature were evaluated. Twelve subjects with profound unilateral sensorineural losses participated in the interaural attenuation measurements. Interaural attenuation was calculated as the

difference in threshold levels without masking for speech stimuli presented to both ears.

RESULTS AND CONCLUSIONS

a) The mid-plateau method was found to be the most effective among the studied methods, as it positions the masking level in the middle of the plateau, minimizing the probability of under or overmasking. b) The mean values of interaural attenuation were 58.4 dB and 66.8 dB for supra-aural and insert earphones, respectively. The minimum recorded values were 53 dB for supra-aural headphones and 60 dB for insert earphones, which is consistent with the values reported with other languages material.

KEYWORDS: *Masking - Speech Audiometry - Mid-Plateau - Interaural Attenuation*

INTRODUCCIÓN

En un trabajo anterior Alonso y cols. [1] analizaron distintas técnicas para aplicar enmascaramiento en el oído contralateral al testado, en pruebas de audiometría tonal. El presente trabajo busca revisar los métodos indicados en la bibliografía para decidir la necesidad de enmascaramiento durante los estudios de audiometría de habla, el tipo y nivel de ruido enmascarador a aplicar. También se estudia si la aplicación directa de criterios utilizados internacionalmente en lengua inglesa es válida para el material de habla en idioma español rioplatense. Se han encontrado escasas referencias bibliográficas sobre el enmascaramiento en logoaudiometría en nuestro medio y tampoco son abundantes en la literatura internacional. Algunos audiólogos refieren a un conjunto de reglas informales transmitidas oralmente a lo largo de las generaciones, acerca de los niveles de enmascaramiento apropiados para la logoaudiometría. En este trabajo se busca profundizar en los fundamentos de las metodologías.

LOGOaudiometría DE UMBRALES Y SUPRAUMBRAL

McArdle y Hnath-Chisolm [2] distinguen entre la logoaudiometría de umbrales y la logoaudiometría supraumbral. La primera de ellas está basada en la obtención del umbral de voz (SDT, *Speech Detection Threshold*) y el umbral de reconocimiento del habla (SRT, *Speech Recognition Threshold*) ambos en dBHL, mientras que la segunda consiste en la obtención del porcentaje de reconocimiento del habla (SRS, *Speech Recognition Score*, o WRS *Words Recognition Score*) para uno o varios niveles por encima del SRT. Los materiales utilizados en lengua inglesa son diferentes para ambas clases de logoaudiometría: bisílabas espondeicas (de fácil y uniforme reconocimiento) para la

obtención de umbrales y monosílabas fonéticamente balanceadas para WRS. En otras lenguas también se distinguen dos tipos de materiales según la prueba a realizar [3]. En nuestro país ha predominado una forma de trabajo diferente: a partir de un único material, las listas de palabras bisilábicas graves de Tato et al de 1948 [4] se obtiene una curva de WRS sobre la cual se marcan también el umbral de voz (UV, equivalente al SDT), y el llamado “umbral de palabra” (UP), inexistente en la literatura internacional, de escasa confiabilidad y utilidad [5, 6]. Un tercer umbral, poco utilizado en nuestro medio, es el Umbral de Captación (UC) definido en forma análoga al SRT, es decir el nivel en dB HL para obtener el 50% de reconocimiento de palabras. Hay una tendencia a trabajar más acorde a la forma predominante en el resto del mundo, sin embargo, muchos profesionales desean continuar con las metodologías difundidas hasta ahora. Para ambos casos se expondrán los lineamientos generales sobre las técnicas de enmascaramiento que se pueden utilizar, teniendo en cuenta que, si se opta por mantener la forma de trabajo imperante hasta el presente, se deberá prestar atención a la técnica de enmascaramiento para WRS, mientras que, si el objetivo es trabajar con la logoaudiometría de umbrales y por separado con la supraumbral, se deberá prestar atención a ambas técnicas.

LA NECESIDAD DE ENMASCARAMIENTO EN LA LOGOaudiometría

Los mismos principios que justifican la necesidad de enmascaramiento en la audiometría tonal son válidos para comprender la necesidad de enmascarar cuando se realiza un estudio de logoaudiometría. El objetivo es procurar que el material de habla presentado en el oído testado (OT) no sea recibido y reconocido a

través del oído no testeado (ONT). La aplicación de ruido enmascarador en el ONT evitará que este responda al material presentado en el OT. Aquí también es de gran importancia el concepto de Atenuación Interaural (AI) como la diferencia expresada en dB entre el nivel presentado en el OT y el que llega a la cóclea del ONT por transmisión transcraneana. Al aplicar un estímulo de habla en el OT este cruzará hacia el ONT y su nivel se reducirá por efecto de la AI. Pero si este nivel resultante supera el umbral por vía ósea del ONT, podrá ser captado por éste e incluso reconocido.

A diferencia del tono puro, el habla es un estímulo de banda ancha, y en principio cualquier componente de frecuencia puede ayudar en el reconocimiento. Recordando que la transmisión transcraneana es un mecanismo fundamentalmente de vía ósea cualquier umbral de vía ósea podría ser responsable de dicho reconocimiento, entonces para decidir la necesidad de enmascaramiento se debe tener en cuenta el mejor umbral por vía ósea.

LA ATENUACIÓN INTERAURAL PARA LA LOGOaudiometría

La atenuación interaural para un estímulo tonal depende de su frecuencia. Para simplificar los criterios se utiliza el menor valor (un criterio conservador) para evaluar la necesidad de enmascaramiento (por ejemplo, 40 dB para auriculares supraurales). Nada nos garantiza que el valor adoptado para tonos puros sea adecuado para los estímulos de habla. Para material en idioma inglés se han realizado distintas mediciones de atenuación interaural tomando muestras de sujetos con pérdidas neurosensoriales profundas unilaterales, y calculando la atenuación interaural como:

$$AI = SRT_{NOMASK_OIDO_PEOR} - SRT_{NORMAL} \quad (1)$$

Donde el SRT es el umbral de reconocimiento del habla para palabras espondáicas.

Los valores encontrados dependen del material utilizado y de la prueba involucrada para obtenerlos. Es distinto evaluar la AI en una tarea de detección de habla, como la obtención del SDT, que realizarlo en una tarea de reconocimiento, como son el SRT o el WRS. Yacullo [7] encontró que la AI para el SDT puede tener valores tan bajos como 35 dB, mientras que para palabras espondáicas y mediante la fórmula (1) se obtienen valores en un rango entre 48 y 76 dB, para auriculares supraurales. Snyder [8] obtuvo un valor medio de AI para el habla de 58,5 dB, con un rango entre 48 y 76 dB en mediciones de SRT. Smith y Markides [9] encontraron valores de AI de 56,4 dB medidas como diferencia de SDT y de 59,7 dB como diferencias de SRT. Para auriculares de inserción se reportaron valores de 68 a 84 dB de atenuación interaural [10]. Los valores de AI obtenidos superan a los que se utilizan en la audiometría tonal, es decir, son más favorables, porque el riesgo de reconocimiento de palabras por audición cruzada es menor a una mera detección, pero con el objetivo de facilitar la memorización y la aplicación, se toma como valor de AI los mismos valores adoptados para tonos puros, es decir, 40 dB para supraurales y 60 dB para auriculares de inserción.

VERIFICACIÓN DE LA ATENUACIÓN INTERAURAL PARA MATERIAL DE HABLA EN ESPAÑOL

A priori, no se puede afirmar que los valores de atenuación interaural para el material de habla en castellano sean similares a los encontrados para el habla en inglés u otras lenguas. Resulta necesario verificar los valores de atenuación interaural que pueden esperarse para el material en español rioplatense. Con este objetivo se obtuvo el valor de la atenuación interaural para un conjunto de palabras

psicométricamente equivalentes destinado a la obtención del SRT [11]. Los lineamientos para la obtención son idénticos a los utilizados por otros autores [7,8,9]

MATERIAL Y MÉTODO

La medición de la AI se realizó en 12 participantes (4 femeninos) con edades comprendidas entre los 15 y 78 años (media 44,8 años), todos ellos con pérdidas neurosensoriales unilaterales profundas. El procedimiento consistió en la obtención del SRT en el oído peor mediante la técnica de Tillman y Olsen en dos condiciones: presentando el material en el oído testado (oído peor) sin aplicar enmascaramiento y posteriormente presentándolo en el oído mejor. En ambos casos, el oído mejor es el que responderá. La diferencia entre los SRT obtenidos en ambas condiciones es el valor de la AI buscada [10]. El procedimiento se llevó a cabo para auriculares supraurales (TDH 39) y auriculares de inserción (Radio Ear IP30). En todos los casos el material grabado para las pruebas de reconocimiento se presentó a través de un audiómetro clínico Otometrics, modelo Astera, en cabina audiométrica que cumple las normas IRAM 4026-1986.

RESULTADOS

La Fig. 1 muestra los resultados obtenidos para ambos tipos de auricular. El valor medio de la AI para auriculares supraurales es de 58,4 dB (SD=3,8) y para auriculares de inserción 66,8 dB (SD=5,8). De mayor importancia son los valores mínimos obtenidos en la muestra para ambos tipos de transductor: 53 dB para los supraurales y 60 dB para los de inserción.

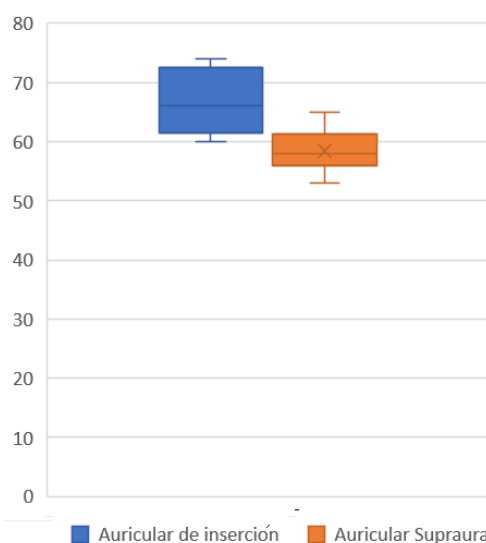


Fig. 1 Atenuación interaural para material de habla en español rioplatense con auriculares supraurales y de inserción (N=12 sujetos)

Los valores de AI obtenidos para el material en español son similares a los reportados por diversos autores en idioma inglés. Estos mismos autores prefieren, adoptando un criterio conservador considerar como “peor caso”, un valor mínimo de la AI para la audiometría del habla, el mismo utilizado para audiometría tonal, es decir, 40 dB para supraural y 60 dB para auricular de inserción. En este trabajo, y de acuerdo con los resultados obtenidos experimentalmente, se consideran los mismos valores

CUANDO ENMASCARAR EN LA LOGOAUDIOMETRÍA

Cuando se estimula con material de habla en el OT a un determinado nivel, (Nivel de presentación en el oído testado, NP_OT), una parte de la energía del habla cruzará hacia el lado opuesto, viéndose reducido su nivel por efecto de la AI. Si el nivel resultante supera el mejor umbral por VO en el ONT, es factible que el material de habla sea percibido por el ONT. Entonces, el criterio básico para decidir la necesidad de enmascaramiento para la logoaudiometría es:

$$NP_{OT} - AI \geq MEJOR_{VO_{ONT}}$$

Donde $MEJOR_{VO_{ONT}}$ representa el mejor umbral por vía ósea en el oído no testeado. Aquí es conveniente una breve discusión: Es claro que la audición cruzada depende del nivel de presentación en el oído testeado y la atenuación interaural. El estímulo que cruza será o no percibido por el ONT dependiendo de los umbrales por vía ósea del mismo. Resulta importante definir qué frecuencias deben ser consideradas en esta comparación. Lidén consideraba el promedio entre los umbrales por vía ósea para las frecuencias comprendidas en el rango entre 500 y 2000 Hz. Coles & Pride siguen un criterio más conservador y utilizan el mejor umbral en el rango entre 250 y 4000 Hz [7]. Este es el criterio indicado por Yacullo. En el caso de la búsqueda de umbrales o porcentajes de reconocimiento cabe preguntarse si es necesaria la consideración de umbrales en 250 Hz y además tomar el valor mínimo en una frecuencia cualquiera en el rango entre 250 y 4000 Hz como único potencial responsable de reconocimiento debido a audición cruzada. Como es sabido, la banda de frecuencias de 250 Hz aporta muy poco en términos de reconocimiento. Por otra parte, en la práctica clínica resulta incómodo detener la prueba para realizar cálculos matemáticos que, aunque son sencillos promedios, demoran el estudio. En este trabajo adoptamos el criterio aconsejado por la ASHA [12], considerando el mejor umbral en el oído no testeado, en el rango entre 500 y 4000 Hz. Similares consideraciones son importantes cuando se calculen más adelante los niveles mínimos y máximos de enmascaramiento aplicables y se necesite considerar, además, los gaps ósteo - aéreos.

EL RUIDO ENMASCARADOR PARA LOGOAUDIOMETRÍA

Como el habla es un estímulo complejo y de banda ancha resulta evidente que el

enmascarador no puede ser un ruido de banda estrecha, como el aplicado para tonos puros [1]. El ruido enmascarador debe ser en este caso de banda ancha, siendo el más utilizado el Ruido de Espectro del Habla (*Speech Spectrum Noise* - SSN), definido en la norma ANSI S3.16-1996 [12], calibrado en dB de enmascaramiento efectivo.

ENMASCARAMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DEL SDT

El método más difundido para el enmascaramiento de tonos puros es el Plateau [9], que es considerado un método psicoacústico, ya que se basa en la evaluación del efecto que las variaciones del enmascaramiento aplicado en el ONT tienen en el umbral medido en el OT. **Cuando el aumento del enmascaramiento efectivo aplicado en el ONT no implica un incremento en el umbral de tono en el OT, significa que la percepción del tono tiene lugar en el OT** [1]. Esta técnica resulta adecuada para la medición del umbral de voz (SDT) porque la misma se basa en una tarea de detección (no de reconocimiento). Recordemos que el umbral de voz es el nivel de estímulo donde el sujeto detecta la existencia del estímulo de habla, aunque no pueda reconocer la palabra. Por este motivo la ASHA [13] recomienda el uso del método Plateau para el enmascaramiento durante la búsqueda del SDT. Yacullo [12] recomienda fijar el nivel inicial de enmascaramiento usando la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Nivel de Enmascaramiento Inicial} \\ = SRT_{ONT} + 10 \text{ dB} \end{aligned}$$

A partir de este nivel inicial y siguiendo la técnica del método Plateau se obtiene el umbral real cuando incrementos del enmascaramiento en el ONT no traigan aparejados incrementos en el umbral medido en el OT.

ENMASCARAMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DEL SRT Y EL WRS

En teoría, el método Plateau es válido también para la obtención del SRT, pero su aplicación resulta imposible en la práctica debido al excesivo consumo de tiempo. Resulta más práctica para estos fines la aplicación de un método acústico, basado en el cálculo de los niveles de estímulo y enmascaramiento necesarios en cada etapa de la medición [5]. Se busca obtener directamente un valor de enmascaramiento que se sitúe en la parte media del *plateau*, es decir, entre las regiones de sub y sobre-enmascaramiento. El razonamiento es similar al tenido en cuenta para tonos puros: el nivel mínimo de enmascaramiento necesario se obtiene pensando que, si al nivel de estímulo presentado en el OT se le resta la atenuación interaural se obtiene el nivel del estímulo presente en la cóclea del ONT. Para poder enmascararlo efectivamente el enmascarador presentado al ONT deberá además compensar el gap óseo- aéreo en el ONT, por lo tanto:

$$MIN_MASK = NP_OT - AI + MAX_GAP_ONT \quad (2)$$

En esta fórmula *MIN_MASK* es el nivel mínimo de enmascaramiento a aplicar, *NP_OT* es el nivel de presentación en el oído testeado, expresado en dB HL, *AI* es la atenuación interaural para el habla y *MAX_GAP_ONT* es el máximo valor del gap óseo - aéreo para tonos puros en el oído no testeado, entre 500 y 4000 Hz.

También se puede definir el nivel máximo de enmascaramiento, teniendo en cuenta el riesgo de sobre-enmascaramiento. Como es sabido, el sobre-enmascaramiento tiene lugar cuando el enmascarador “cruza” desde el ONT hacia el OT, por lo tanto, se debe considerar el mejor umbral por vía ósea del OT y la AI, de

forma similar a como se calculaba para tonos [1]. El valor máximo de enmascaramiento es entonces:

$$MAX_MASK = MEJOR_VO_OT + AI - 5dB \quad (3)$$

En esta fórmula el valor *MEJOR_VO_OT* es el menor umbral por vía ósea en el oído testeado en el rango entre 500 y 4000 Hz. Las fórmulas (2) y (3) son análogas a las fórmulas de Lidén vistas para tonos puros [1], solo que aquí se toman los umbrales más desfavorables (criterio conservador). Se observa el agregado de una corrección de 5 dB para asegurar la no entrada en sobre-enmascaramiento. Definidos los niveles mínimo y máximo de enmascaramiento, que delimitan el *plateau*, el nivel adecuado de enmascaramiento podría situarse en cualquier valor dentro de este, pero por seguridad se propone que sea equidistante entre máximo y mínimo. Este punto medio, *MED_MASK*, corresponde al promedio entre los valores mínimo y máximo obtenidos:

$$MED_MASK = \frac{MIN_MASK + MAX_MASK}{2}$$

Yacullo [13] señala dos importantes ventajas de ubicar el nivel de enmascaramiento en la parte media del *plateau*:

1. Como puede verse en las fórmulas (2) y (3) la atenuación interaural presenta efectos opuestos en las determinaciones de *MIN_MASK* y *MAX_MASK*. Un aumento en *AI* hace que *MIN_MASK* disminuya y *MAX_MASK* aumente, esto hace que al utilizar el promedio de ambas para calcular el *MED-MASK* este valor elimine la influencia de los posibles errores en la estimación de *AI*.
2. El nivel *MED_MASK* puede calcularse para mediciones de umbral o supraumbral a

través de la misma fórmula. En otras palabras, se puede utilizar este método para cálculos de SRT y WRS. Incluso para la forma de trabajo que es común en nuestro medio, donde no se busca el SRT y se releva la curva de la logoaudiometría obteniendo el WRS a distintos niveles de estímulo, este método es adecuado. Sólo es necesario evaluar la necesidad de enmascaramiento y calcular el nivel necesario para cada nivel de presentación elegido.

La decisión respecto a la necesidad de enmascaramiento cuando se busca el SRT o WRS se basa en los mismos principios que se aplican en la audiometría tonal: se busca un nivel de enmascaramiento efectivo en el ONT que logre el objetivo de que, aunque el estímulo cruce desde el OT (disminuido por la atenuación interaural) no supere en nivel al mejor umbral de vía ósea del ONT. La aplicación de las fórmulas vistas ayuda a ubicar al enmascaramiento en la zona media de la meseta (*mid-plateau*), pudiendo de esta forma asegurarse estar lo más lejos posible tanto de la zona de sub como de sobre-enmascaramiento.

El siguiente ejemplo, tomado de Kramer, Steven y Brown [15] sirve para mostrar ejemplos de aplicación del método sugerido.

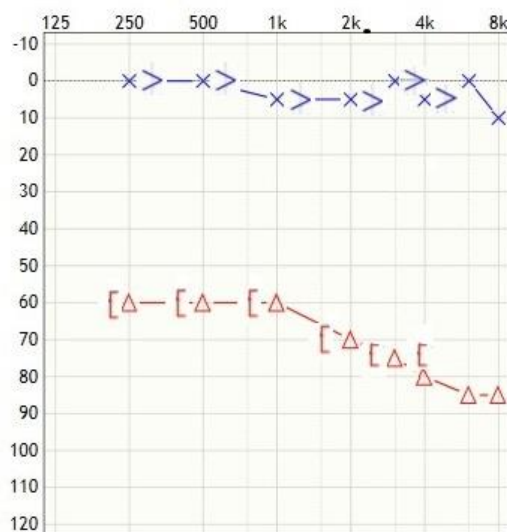


Fig. 2

Fig. 2 Ejemplo sobre la decisión acerca de la necesidad de enmascaramiento y el cálculo de los niveles necesarios para la logoaudiometría. La mejor vía ósea en el oído izquierdo (ONT) es de 0 dB. Estando ubicado el PTA del OD en 63,3 dB HL, es razonable comenzar a buscar el SRT con un NP= 75 dB HL aproximadamente. La diferencia entre NP y la AI supera al mejor umbral de vía ósea para auriculares supraurales, por lo tanto, se debe enmascarar el OI para hallar el SRT del OD.

Como puede verse en la Fig. 2, partiendo de la audiometría tonal enmascarada se puede calcular el valor de los promedios tonales en ambos oídos (PTA). En este caso se obtiene 3,3 dB para el OI y 63,3 dB para el derecho. Basados en la concordancia aproximada entre PTA y SRT, si pensamos que para obtener el SRT deberíamos aplicar el estímulo de habla a un nivel de 75 dBHL, evaluaremos si es necesario enmascarar el OI. Aplicando la fórmula:

$$NP_{OT} - AI \geq MEJOR_{VO_{ONT}}$$

$$75 - 40 \geq 0$$

Por lo tanto, resulta necesario enmascarar el OI. Para determinar el nivel de enmascaramiento efectivo que debemos aplicar utilizaremos el método Mid-Plateau, obteniendo los niveles mínimo y máximo y calculando el promedio entre ambos:

$$MIN_MASK = NP_{OT} - AI + MAX_GAP_{ONT}$$

$$= 75 - 40 + 0 = 35 \text{ dB}$$

$$MAX_MASK = MEJOR_{VO_{OT}} + AI - 5 \text{ dB}$$

$$= 60 + 40 - 5 = 95 \text{ dB}$$

$$MED_MASK = \frac{MIN_MASK + MAX_MASK}{2}$$

$$= \frac{35 + 95}{2} = 65 \text{ dB}$$

$$MED_MASK = 65 \text{ dB}$$

Para comenzar la búsqueda del SRT en el OD se puede enmascarar el OI con ruido con un nivel de ruido enmascarador de 65 dB EM. De esta forma estaremos en la mitad del *plateau*.

ENFOQUE SIMPLIFICADO

Distintos autores (Studebaker, 1979, Jerger, 1966, Yacullo 1999) proponen una simplificación importante para obtener un valor adecuado de enmascaramiento para pruebas de logoaudiometría, aplicable tanto para el SRT como para el WRS. El razonamiento parte de indicar como nivel apropiado de enmascaramiento efectivo el nivel de presentación en el OT ajustado, teniendo en cuenta los gaps ósteo-aéreos de ambos oídos. El enmascaramiento efectivo es igual al nivel de la señal de habla en los casos donde no hay gap ósteo-aéreo en ninguno de los oídos. Por supuesto que esto puede dar niveles muy altos, sobre todo en pruebas supraumbral.

Yacullo indica un procedimiento simplificado basado en la sencilla fórmula:

$$dB\ EM = NP_{OT} - 20\ dB$$

Esta fórmula es aplicable si se cumplen dos condiciones:

1. Los gaps ósteo-aéreos en ambos oídos son inferiores a 15 dB
2. El habla es presentada a un nivel de sensación moderado (para la obtención del WRS a un nivel 30 a 40 dB sobre el SRT).

Si estas condiciones se cumplen, el nivel se ubicará en las cercanías de la mitad del *plateau*.

En el caso de la Fig. 2, la aplicación del enfoque simplificado indicaría un nivel de enmascaramiento efectivo: $dB\ EM = NP_{OT} - 20\ dB = 75 - 20 = 55\ dB$. Como puede verse, este es un nivel adecuado, ya que es superior al MIN_MASK obtenido anteriormente e inferior al MAX_MASK , por lo tanto, se encuentra en la

meseta. Esto sucede porque se cumplen ambas condiciones señaladas en el párrafo anterior.

Para el enmascaramiento correspondiente a la búsqueda del WRS se debe calcular el enmascaramiento efectivo para cada nivel de presentación. En EE. UU. y otros países no se acostumbra a graficar la logoaudiometría y se consigna uno o dos valores de porcentaje de reconocimiento para niveles superiores al SRT en 30 o 40 dB. El nivel de enmascaramiento necesario debería calcularse para cada valor de estímulo que se aplicará al OT.

Si en el mismo ejemplo de la Fig. 2 se busca el WRS correspondiente a 95 dB (valor del SRT + 30 dB), el valor a utilizar de enmascaramiento sería:

$$\begin{aligned} MIN_MASK &= NP_{OT} - AI + MAX_GAP_{ONT} \\ &= 95 - 40 + 0 = 55\ dB \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MAX_MASK &= MEJOR_VO_{OT} + AI - 5\ dB \\ &= 60 + 40 - 5 = 95\ dB \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MED_MASK &= \frac{MIN_MASK + MAX_MASK}{2} \\ &= \frac{55 + 95}{2} = 75\ dB \end{aligned}$$

$$MED_MASK = 75\ dB$$

Valor que coincide si aplicamos el enfoque simplificado:

$$dBEM = NP_{OT} - 20\ dB = 95 - 20 = 75\ dB\ EM$$

En el caso de la Fig. 3, por el contrario, el enfoque simplificado no resulta adecuado, debido a la existencia de GAP ósteo- aéreo en el OT.



Fig.3 Ejemplo sobre la decisión acerca de la necesidad de enmascaramiento y el cálculo de los niveles necesarios para la logoaudiometría. La mejor vía ósea en el oído izquierdo (ONT) es de 0 dB. El PTA de OD es de 25 dB HL. Es razonable buscar el SRT partiendo de NP= 35 dB HL aproximadamente. La diferencia entre NP y AI no iguala ni excede al mejor umbral de vía ósea del ONT, por lo que no hay que aplicar enmascaramiento en el OI para hallar el SRT del OD.

En primer lugar, veremos si es necesario enmascarar para obtener el SRT del OD. Considerando el PTA en ese oído, deberíamos comenzar a buscar el SRT en la región de los 35 dB HL. Verificamos si se cumple la condición:

$$NP_{OT} - AI \geq MEJOR_VO_ONT$$

$$35 - 40 = -5 < 0$$

Se observa que no se cumple el criterio. No es necesario enmascarar para obtener el SRT. Para buscar el WRS, en cualquier NP superior a 40 dB se requiere enmascaramiento. Buscaremos la zona del *mid-plateau* para NP=65 dB.

$$MIN_MASK = NP_{OT} - AI + MAX_GAP_ONT$$

$$= 65 - 40 + 5 = 30 \text{ dB}$$

$$MAX_MASK = MEJOR_VO_OT + AI - 5 \text{ dB}$$

$$= 5 + 40 - 5 = 40 \text{ dB}$$

$$MED_MASK = \frac{MIN_MASK + MAX_MASK}{2}$$

$$= \frac{30 + 40}{2} = 35 \text{ dB}$$

$$MED_MASK = 35 \text{ dB}$$

Si aplicáramos en enfoque simplificado obtendríamos:

$$dBEM = NP_{OT} - 20 \text{ dB} = 65 - 20 = 45 \text{ dB EM}$$

Este valor excede el valor máximo admisible MAX_MASK, provocando sobre-enmascaramiento: el estímulo aplicado en el OT será enmascarado por el ruido aplicado en el ONT. Teniendo en cuenta el gap ósteo-aéreo del OT, no es correcto aplicar el enfoque abreviado.

DILEMA DE ENMASCARAMIENTO EN LOGOAUDIOMETRÍA

Como en el caso de la audiometría tonal, es posible que se encuentren situaciones donde el valor MIN_MASK supere al MAX_MASK. Esto puede suceder para distintas combinaciones de niveles de presentación de alta intensidad, valores elevados del GAP en el ONT, y bajos umbrales óseos en el OT. En estos casos no se puede obtener una meseta, ya que el enmascaramiento necesario para evitar la audición cruzada provoca sobre-enmascaramiento. Estamos entonces ante un posible dilema, que puede ser evitado mediante el uso de auriculares de inserción. Analizando las fórmulas (2) y (3) puede verse como un mayor valor de AI disminuye el mínimo y aumenta el máximo, tendiendo a ampliar la meseta. En la búsqueda de WRS a valores de estímulo de alta intensidad, es muy frecuente esta situación. Si se desea obtener el WRS para el caso de la figura 3 con un nivel de presentación de 80 dB HL calculamos:

$$\begin{aligned} MIN_MASK &= NP_OT - AI + MAX_GAP_ONT \\ &= 80 - 40 + 5 = 45 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MAX_MASK &= MEJOR_VO_OT + AI - 5 \text{ dB} \\ &= 5 + 40 - 5 = 40 \text{ dB} \end{aligned}$$

Se ve que el MIN_MASK supera al MAX_MASK, por lo tanto, estamos ante un posible dilema de enmascaramiento. Una forma de evitarlo es presentando el estímulo y el enmascaramiento a través de auriculares de inserción. En este caso, cambiando en las fórmulas anteriores el valor de AI se obtiene:

$$\begin{aligned} MIN_MASK &= NP_OT - AI + MAX_GAP_ONT \\ &= 80 - 60 + 5 = 25 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MAX_MASK &= MEJOR_VO_OT + AI - 5 \text{ dB} \\ &= 5 + 60 - 5 = 60 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MED_MASK &= \frac{MIN_MASK + MAX_MASK}{2} \\ &= \frac{25 + 60}{2} = 42,5 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$MED_MASK = 40 \text{ dB}$$

En este caso puede salvarse el dilema sin problemas. Yacullo [7] señala que la AI utilizada para estos cálculos es una estimación del menor valor posible, por lo tanto, está basada en un caso muy desfavorable. Puede ser que la AI real sea mayor al valor asumido de 40 dB. Por este motivo, se propone intentar realizar la prueba con un enmascaramiento igual a MIN_MASK + 5 dB. Si la estimación de AI es por debajo del valor real, es esperable que el valor aplicado quede dentro del *plateau*, porque tanto MIN_MASK como MAX_MASK se encontrarían desplazados respecto a los valores previstos hacia valores inferiores y superiores, respectivamente. La situación del dilema se reconocería a través de un descenso muy significativo de los porcentajes de reconocimiento. Una tercera opción sería simplemente evitar esos niveles de

presentación altos y reportar los resultados hasta el máximo nivel que no presenta dilema.

DISCUSIÓN

Las referencias halladas en idioma español son escasas. Diamante [16] indica: que la mínima intensidad de enmascaramiento a utilizar debe ser de 50 dB para audición normal y que, en los demás casos se enmascara con ruido blanco en el oído contralateral a la máxima intensidad utilizada con el ruido de banda estrecha para obtener umbrales reales. De esto se desprende la utilización de un único nivel de enmascaramiento independiente del nivel de presentación y de los umbrales óseos. Por su parte, Manrique [17] propone la utilización de un nivel de enmascaramiento que coincide con el nivel mínimo del método *mid-plateau*, proveniente de una fórmula propuesta por Martin [18]. La aplicación de este nivel de enmascaramiento implica no subenmascarar, pero no se propone una verificación respecto a un posible sobre- enmascaramiento (como es el caso de un dilema de enmascaramiento, donde el MIN_MASK supera al MAX_MASK).

CALCULADORA DE ENMASCARAMIENTO

Aunque las operaciones matemáticas involucradas son simples sumas y restas, puede ser engorroso en la clínica realizar los cálculos necesarios, teniendo en cuenta la cantidad de variables de ambos oídos que intervienen. Para simplificar estos cálculos se desarrolló una herramienta, llamada *Calculadora de Enmascaramiento- Logoaudiometría* que a través de los datos ingresados informa sobre la necesidad de enmascaramiento y los valores necesarios, alertando también sobre la posibilidad de que se produzca dilema. También se encuentra disponible una planilla de Excel interactiva para los mismos fines. Ambas pueden encontrarse en:

<https://mah.org.ar/material-para-pruebas-audiologicas/>

CONCLUSIONES

1. Las fórmulas de Lidén son válidas para el análisis del enmascaramiento en logoaudiometría, considerando cada nivel de presentación y las características de banda ancha del estímulo del habla.
 2. Los valores de Atenuación Interaural medidos para el habla en español son similares a los reportados en idioma inglés para auriculares supraurales y de inserción.
 3. Se debe tener en consideración que puede haber casos donde debemos utilizar enmascaramiento en la logoaudiometría aunque no haya sido necesario enmascarar en la audiometría tonal. También puede suceder que sea necesario enmascarar para obtener WRS, aunque no haya sido requerido para hallar el SRT.
 4. Solo en la determinación del Umbral de Voz (SDT) sería admisible el uso del método Plateau.
 5. Para la determinación del SRT o el WRS la necesidad de enmascaramiento queda determinada cuando el nivel de presentación aplicado en el OT menos la atenuación interaural superan el mejor umbral de vía ósea del ONT.
 6. Para cada nivel de presentación a utilizar, se debe tratar de ubicar el nivel de enmascaramiento en la parte media de la meseta, promediando los valores mínimo y máximo de acuerdo con las fórmulas vistas.
 7. Para casos donde el *plateau* es suficientemente ancho, es decir cuando los gaps son pequeños y el nivel de presentación es moderado, puede usarse el enfoque abreviado, que consiste en usar un valor de enmascaramiento efectivo en el ONT, 20 dB por debajo del valor del estímulo aplicado en el OT.
 8. Ante un posible Dilema de Enmascaramiento, sobre todo para altos NP, se sugiere la utilización de auriculares de inserción.
- En la Fig. 4 se muestra un cuadro resumen de la técnica.

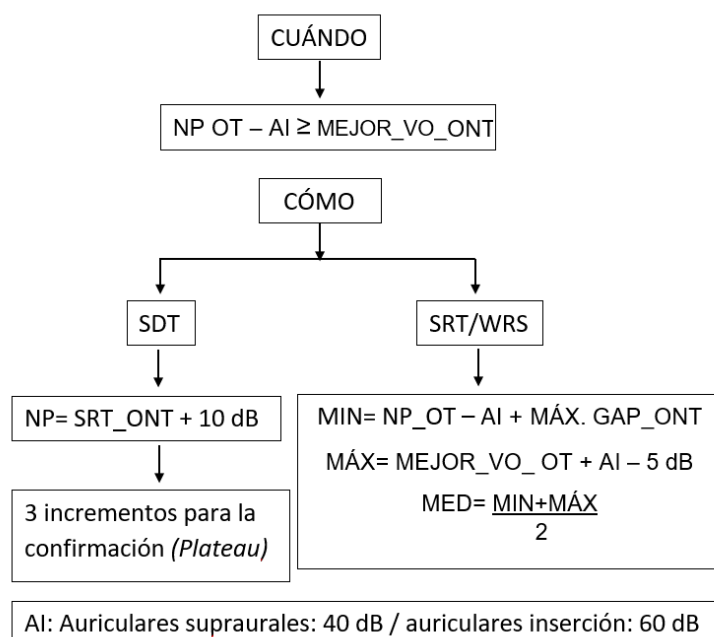


Fig. 4 Cuadro resumen de la técnica de enmascaramiento para logoaudiometría

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Alonso S, Cristiani H, Cittadino K, Minniti C, Neustadt N, Virgallito O, Militano G, “Análisis comparativo de diferentes técnicas de enmascaramiento para tonos puros por vías aérea y ósea” Revista ASALFA (2023)
- [2] McArdle R., Hnath-Chisolm T. (2010). Speech audiometry In Katz J., Burkard R. F., Medwetsky L., Hood L. (Eds.), *Handbook of clinical audiology* (7th ed., pp. 61–76). Lippincott Williams & Wilkins.
- [3] Harris, R. W., Nissen, S. L., Pola, M. G., McPherson, D. L., Tavartkiladze, G. A., & Eggett, D. L. (2007). Psychometrically equivalent Russian speech audiometry materials by male and female talkers. *International Journal of Audiology*, 46(1), 47–66.
- [4] Tato JM, Lorente Sanjurjo F, Bello J, Tato JM. Características acústicas de nuestro idioma Revista de la Federación Argentina de Sociedades de Otorrinolaringología, 2004; 1948–67
- [5] Kuchman M., Cristiani H. E. (2020), Revisión de los Métodos para la Obtención de la Logoaudiometría. Revista FASO. Año 27 Nro 3.
- [6] Cristiani H.E. Kuchman M (2021), Relación entre el promedio de umbrales tonales y el umbral de captación obtenido mediante la técnica de Tillman y Olsen. Revista FASO. Año 28 Nro 1.
- [7] YACULLO 1999 Clinical Masking in Speech Audiometry: A Simplified Approach. *American Journal of Audiology* • Vol. 8 • 1059-0889 © American Speech-Language-Hearing Association
- [8] Snyder J M, Interaural attenuation characteristics in audiometry. *Laryngoscope*, 83, 1847-1855. (1973)
- [9] Smith B L, Markides A, Interaural attenuation for pure tones and speech, *British Journal of Audiology*, 15:1, 49-54
- [10] Skale DA, Denenberg LJ, Interaural attenuation for Tubephone® insert earphones, *Ear Hear.* 1987 Oct;8(5):298-300. doi: 10.1097/00003446-198710000-00008. PMID: 3678645.
- [11] Cristiani HE, Piegari A, Alonso S, Virgallito O, Ausili S, Desarrollo de un conjunto de palabras psicométricamente equivalentes para obtener el umbral de reconocimiento del habla en Español Rioplatense. Revista FASO AÑO 31 - N° 1 – 2024.
- [12] ANSI S3.16-1996
- [13] ASHA, American Speech- Lagueage Hearing Association. *Determining Threshold level for speech*, 1988.
- [14] Yacullo WS *Clinical masking in Speech Audiometry: A simplified approach. American Journal of Audiology Vol 8 1059-0889*
- [15] Kamer, Steve, Brown DK *Audiology: Science to practice 3rd edition*, Plural Publishing, 2018
- [16] Diamante V. *Otorrinolaringología y afecciones conexas*. Editorial Edimed. 2016

[17] Huarte Irujo A, Girón L. Audiometría verbal, en Manrique Rodríguez, M, Algarra JM, Audiología, Ponencia Oficial de la Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial 2014

[18] Martin M., *Speech Audiometry*, Martin, Taylor and Francis, 1987

Como citar

Alonso S, Cristiani H, Cittadino K, Minniti C, Neustadt N, Virgallito O, Militano G. EL ENMASCARAMIENTO EN LA LOGOAUDIOMETRÍA. Fonoaudiológica. 2024; 71(2):5-18. Disponible en:

<https://fonoaudiologica.asalfa.org.ar/index.php/revista/article/view/156>