

Otorrinolaringología General

Ensordecidor efectivo adaptativo para la evaluación de resultados con equipamiento en hipoacusias asimétricas o unilaterales

Effective adaptive masking for outcome evaluation with hearing technology in asymmetric or unilateral hearing loss

Revendedor adaptável eficaz para avaliar os resultados do equipamento em perda auditiva assimétrica ou unilateral

Lic. Romina Chazarreta⁽¹⁾, Lic. Maria Giraudó⁽²⁾

Resumen

Introducción: Hasta el momento, no se ha descrito un método específico respecto al nivel de enmascaramiento recomendado en la evaluación de resultados con equipamiento en hipoacusias unilaterales o asimétricas. Es por esto que se propone establecer un valor adaptativo de enmascaramiento efectivo, confiable y de fácil aplicación.

Objetivo: Establecer la relación ensordecidor/habla efectiva adaptativa (REHe) necesaria para ensordecir el mejor oído en la evaluación de resultados con equipamiento en hipoacusias unilaterales o asimétricas evitando el cruce del habla amplificada y el sobreensordecimiento.

Material y Método: Se evaluó a 50 usuarios de audífonos con hipoacusia asimétrica o unilateral, utilizando ruido ensordecidor en el oído mejor. Se determinó la REHe suficiente para ensordecir al mejor oído mediante la evaluación del *speech recognition threshold* (SRT) del oído peor sin y con equipamiento.

Resultados: Los participantes presentaban hipoacusia unilateral, *single-sided deafness* o hipoacusia bilateral asimétrica. En el oído peor, el 68% presentó hipoacusia neurosensorial y el 32% mixta, con un grado de severidad variable. La mínima REHe necesaria para enmascarar el mejor oído se encontró entre 0 y -15 dB, es decir que una REHe de -15 dB fue suficiente en el total de la población. Los valo-

res de ensordecidor máximo fueron mayores en hipoacusias neurosensoriales en comparación con las mixtas.

Conclusión: El uso de una REHe de -15 dB sería suficiente para alterar el reconocimiento de palabras con el mejor oído de manera eficaz minimizando el riesgo de sobreensordecimiento. En hipoacusias mixtas, resulta fundamental el cálculo del ensordecidor máximo y la elección del transductor.

Palabras clave: hipoacusia unilateral o asimétrica, ensordecidor, evaluación de resultados con equipamiento, relación ensordecidor/habla efectiva adaptativa (REHe).

Abstract

Introduction: To date, no specific method has been described regarding the recommended masking level in the evaluation of outcomes with equipment in unilateral or asymmetric hearing losses. Therefore, we aimed to establish an adaptive, effective, reliable, and easy-to-apply masking value.

Objective: To establish the adaptive effective masking/speech ratio (eMSR) necessary to mask the better ear in the evaluation of outcomes with equipment in unilateral or asymmetric hearing losses, avoiding cross-hearing and overmasking.

Material and Method: The outcomes with equipment of 50 hearing aid users with asymmetric or unilateral hearing loss were evaluated using

^(1,2)Subsección Audiología del Servicio de Otorrinolaringología. Hospital Italiano de Buenos Aires, CABA, Argentina.

Mail de contacto: romina.chazarreta@hospitalitaliano.org.ar

Fecha de envío: 10 de diciembre de 2024 - Fecha de aceptación: 6 de julio de 2025.

speech noise in the better ear. The eMSR sufficient to mask the better ear was determined by evaluating the speech recognition threshold (SRT) of the worse ear with and without equipment.

Results: Participants presented with unilateral hearing loss, single-sided deafness, or asymmetric bilateral hearing loss. In the worse ear, 68% had sensorineural hearing loss and 32% had mixed hearing loss, with varying degrees of severity. The minimum eMSR necessary to mask the better ear ranged from 0 to -15 dB, meaning an eMSR of -15 dB was sufficient for the entire population. Maximum masking values were higher in sensorineural hearing losses compared to mixed hearing losses.

Conclusion: Using an eMSR of -15 dB would be sufficient to effectively alter word recognition in the better ear while minimizing the risk of overmasking. Calculating the maximum masking and choosing the appropriate transducer is crucial, especially in mixed hearing losses.

Keywords: unilateral or asymmetric hearing loss, masking noise, outcome evaluation with equipment, adaptive effective masking/speech ratio (eMSR).

Resumo

Introdução: Até o momento, nenhum método específico foi descrito em relação ao nível de mascaramento recomendado na avaliação dos resultados com equipamentos em perdas auditivas unilaterais ou assimétricas. Portanto, nosso objetivo foi estabelecer um valor de mascaramento adaptativo, eficaz, confiável e fácil de aplicar.

Objetivo: Estabelecer a relação de mascaramento efetivo/discurso (eMDR) adaptativa necessária para mascarar o melhor ouvido na avaliação dos resultados com equipamentos em perdas auditivas unilaterais ou assimétricas, evitando a audição cruzada e o mascaramento excessivo.

Material e Método: Os resultados com equipamentos de 50 usuários de aparelhos auditivos com perda auditiva assimétrica ou unilateral foram avaliados usando um gerador de ruído no melhor ouvido. A eMDR suficiente para mascarar o melhor ouvido foi determinada avaliando o limiar de reconhecimento de fala (SRT) do pior ouvido com e sem equipamento.

Resultados: Os participantes apresentaram perda auditiva unilateral, surdez unilateral ou perda auditiva bilateral assimétrica. No pior ouvido, 68% tinham perda auditiva neurossensorial e 32% tinham perda auditiva mista, com diferentes graus de severidade. A eMSR mínima necessária para mascarar

o melhor ouvido variou de 0 a -15 dB, significando que uma eMDR de -15 dB foi suficiente para toda a população. Os valores máximos de mascaramento foram maiores em perdas auditivas neurossensoriais em comparação com perdas auditivas mistas.

Conclusão: Usar uma eMDR de -15 dB seria suficiente para alterar efetivamente o reconhecimento de palavras no melhor ouvido, minimizando o risco de mascaramento excessivo. Calcular o mascaramento máximo e escolher o transdutor apropriado é crucial, especialmente em perdas auditivas mistas.

Palavras-chave: perda auditiva unilateral ou assimétrica, gerador de ruído, avaliação de resultados com equipamentos, relação de mascaramento efetivo/discurso (eMDR) adaptativa.

Introducción

Las pruebas de percepción del habla son una parte relevante de la evaluación auditiva en la práctica clínica. También son de gran importancia al momento de evaluar el rendimiento con audífonos e implantes cocleares⁽¹⁾.

Sin embargo, la evaluación de resultados con equipamiento en hipoacusias unilaterales o asimétricas es un desafío, ya que el oído que no está siendo evaluado puede contribuir al resultado. El habla generada por el parlante puede llegar al oído no testeado de tres formas: 1) El habla del parlante llega al oído no testeado directamente por el aire. 2) El audífono en el oído testeado amplifica el habla del parlante y se transmite transcranealmente a la cóclea del oído no testeado (audición cruzada del habla amplificada). 3) El habla del parlante es conducida por vía ósea al oído no testeado⁽²⁾.

Varios autores sostienen la necesidad de enmascarar el mejor oído siempre que el nivel de presentación del habla exceda el umbral de conducción ósea del oído no testeado. En hipoacusias asimétricas o unilaterales, esto ocurre en la mayoría de los casos, por lo que el enmascaramiento en muchas oportunidades sería necesario^(3,4).

En la bibliografía se proponen dos métodos para lograr este objetivo: el método *plug-and-muff* y el uso de ruido blanco o ruido del espectro del habla (*white noise/speech noise*). El primero aporta una atenuación de 10 dB en frecuencias graves o de 25-30 dB cuando se coloca de manera adicional un auricular de copa (Berger, 1984), por lo que no suele proporcionar una atenuación completa del oído mejor. Asimismo, este método no evitaría la conducción del habla por vía ósea y no consideraría la posibilidad de audición cruzada del habla amplificada. El

uso de ruido blanco o ruido del espectro del habla a través de auriculares de inserción en el mejor oído sería la única forma disponible actualmente capaz de aislar un oído amplificado acústicamente y evitar la audición cruzada^(2, 5-7).

La intensidad del ruido enmascarador es un factor importante al momento de evaluar el desempeño de percepción del habla en el oído testeado. Para que el ensordecedor sea eficaz, debe proporcionar un buen efecto enmascarador capaz de eliminar la recepción del oído que no está en evaluación pero con la menor intensidad posible, ya que el ruido podría afectar no sólo al mejor oído, sino también, aunque en menor medida, al oído testeado alterando su rendimiento. Este fenómeno se denomina sobreenmascaramiento (*overmasking*).

Siempre que se estimula con ruido al mejor oído, este pasa a través del hueso a la cóclea contralateral y sufre una reducción de su intensidad física; este fenómeno se conoce como «atenuación interaural» (AI). Cuando el transductor utilizado es un auricular de copa TDH, la AI es de 40 dB y, cuando se utilizan auriculares de inserción, esta asciende a 55 dB⁽⁸⁾.

Por otro lado, se debe considerar que, en una prueba de percepción del habla, el uso de ruido ensordecedor aumenta la complejidad de la prueba, ya que actúa como un distractor que podría crear efectos de enmascaramiento central, efecto significativo especialmente en la población pediátrica y en adultos mayores. Es por esto que no sólo es importante conocer cuál es el nivel mínimo de ensordecedor que se requiere para evitar que el estímulo enviado a un oído sea percibido en el oído no testeado (eficacia), sino también conocer cuál es el nivel máximo de ruido enmascarador que puede presentarse al oído sin generar un exceso de enmascaramiento^(3, 5-7, 9-11).

Sería importante poder identificar si hay una respuesta auditiva contralateral al oído testeado cuando se envía el estímulo de habla a través de parlantes. En el año 1957, Hood presenta un método de enmascaramiento para la audiometría tonal con auriculares basado en la observación del cambio de umbral tonal. Este consiste en: 1) determinar el umbral sin ensordecer y 2) aplicar ruido ensordecedor al oído no testeado hasta que se produzca un cambio en el umbral del oído a evaluar. Si existe un cambio de umbral, es necesario realizar incrementos del ensordecedor de a pasos de 10 dB hasta que no se produzcan más desplazamientos de umbral luego de dos incrementos consecutivos. Sin em-

bargo, este método no contempla la posibilidad de sobreenmascaramiento⁽¹⁰⁾, dado que no considera un límite máximo de intensidad.

Años más tarde, Liden et al. (1959) describen los conceptos de nivel mínimo de enmascaramiento y nivel máximo de enmascaramiento para la logaudiometría. Proponen determinarlos mediante el uso de fórmulas:

$$\text{NIVEL MÍNIMO DE ENMASCARAMIENTO:} \\ \text{Masking}_{\text{MIN}} = \text{PL}_T - \text{IA} + \text{Max AB GapNT}$$

PLT representa el nivel de habla en dB HL en el oído de prueba, IA es el valor de atenuación interaural y Max AB GapNT es la diferencia ósteo-aérea máxima en el oído no evaluado en el rango de frecuencias de 0.25 a 4 kHz.

$$\text{NIVEL MÁXIMO DE ENMASCARAMIENTO:} \\ \text{Masking}_{\text{MAX}} = \text{Best BC}_T + \text{IA} - 5$$

Best BCT representa el mejor umbral de vía ósea (VO) en el oído de prueba en el rango de frecuencias de 0.25 a 4 kHz e IA es igual al valor de atenuación interaural. En un principio, el nivel de enmascaramiento óptimo, según estos autores, era aquel que se encontraba por encima del nivel mínimo y por debajo del máximo. Luego estas fórmulas propuestas fueron modificadas y la recomendación final fue que la diferencia ósteo-aérea se calcule teniendo en cuenta el promedio de las frecuencias de 0.5, 1 y 2 kHz, ya que el habla es una señal de banda ancha y no sería adecuado considerar una única frecuencia de VO. Cabe destacar que las fórmulas descritas corresponden a la evaluación logaudiométrica mediante el uso de auriculares y no a la evaluación por medio de parlantes a campo libre, que es la condición de evaluación en una prueba de rendimiento con equipamiento⁽¹⁰⁾.

Por otro lado, Dingemanse et al. (2015) mencionan que, cuando existe una diferencia entre el habla y el ensordecedor de 0 en el dial de un audiómetro calibrado según normas establecidas, el ruido ensordecedor sería efectivo^(2, 10).

El protocolo de evaluación de resultados con equipamiento propuesto por el consenso audiológico argentino⁽¹¹⁾ sugiere la utilización de un ruido enmascarador fijo a 80 dB HL en el mejor oído a través de un auricular de inserción en hipoacusias asimétricas o unilaterales. Sin embargo, en la práctica clínica diaria se suele observar que, si bien este nivel es eficaz en la mayoría de los casos, en muchos otros resultaría excesivo, lo que podría entorpecer los resultados (sobreenmascaramiento/ensordecimiento central).

Para evaluar de manera sensible los beneficios obtenidos con equipamiento, se recomienda utilizar diferentes niveles de intensidad dependiendo del grado de severidad de la hipoacusia. Es por esto que el uso de valores adaptativos de ruido enmascarador en vez de valores fijos absolutos permitiría evitar el riesgo de que este resulte excesivo, especialmente en hipoacusias leves y moderadas donde el nivel de habla utilizado es suave.

Studebaker en 1967 introduce la idea de utilizar la medida del *speech recognition threshold* (SRT) para determinar la atenuación interaural (AI) al utilizar estímulos de habla⁽⁷⁾. Se denomina SRT a la mínima intensidad en la que un individuo logra reconocer el 50% del material presentado (palabras u oraciones)^(3, 11-15).

En la actualidad, aún no se ha descrito un método específico respecto al nivel de enmascaramiento recomendado que pueda ser generalizado en la evaluación con equipamiento, lo que genera gran variabilidad en los resultados y podría impactar de manera significativa en las decisiones terapéuticas. En este sentido, la implementación de un método generalizable contribuiría de manera significativa a la estandarización de la práctica audiológica. Con base en esta necesidad, se propone, a partir del presente estudio, establecer un valor adaptativo de enmascaramiento que sea confiable y de fácil aplicación con el fin de garantizar que la evaluación sea precisa, mejorando así la eficacia y la consistencia en la práctica audiológica.

El objetivo general de este trabajo es establecer la relación ensordecedor/habla efectiva adaptativa (REHe) necesaria para ensordecer el mejor oído en la evaluación de resultados con equipamiento en pacientes con hipoacusias unilaterales o asimétricas evitando que responda el oído no testeado, ya sea por vía aérea o por vía ósea, y los fenómenos de audición cruzada del habla amplificada y el sobreensordecimiento. Además, este estudio describe la relación ensordecedor/habla efectiva adaptativa según subgrupos de edad, tipo de hipoacusia y grado de asimetría y establece el ensordecedor máximo necesario según el tipo de hipoacusia.

Material y Método

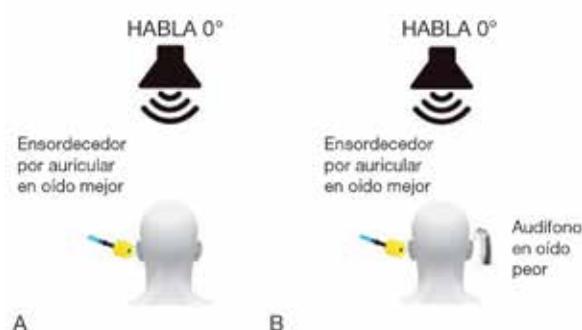
El estudio se realizó durante el periodo comprendido entre abril y octubre del año 2023. El diseño fue de corte transversal descriptivo. Los participantes debían ser personas mayores de 12 años con diagnóstico de hipoacusia asimétrica o unilateral, usuarios de audífonos o posibles candidatos a beneficiarse con estos que concurrieron a la Subsec-

ción Audiología, Servicio de Otorrinolaringología, del Hospital Italiano de Buenos Aires. Se excluyeron aquellas personas con hipoacusias simétricas y usuarios de implante coclear.

Todas las pruebas se realizaron en una cabina sonoamortiguada. A cada participante se le realizó una evaluación audiológica que incluyó audiometría tonal, logaudiometría, timpanometría y reflejos estapediales a fin de determinar el tipo y grado de hipoacusia de cada paciente. Los umbrales auditivos fueron evaluados utilizando un audiómetro Interacoustics AC 40 con auriculares TDH-39 o auriculares de inserción para la vía aérea (VA) y pastilla ósea para la vía ósea (VO).

La evaluación de resultados con equipamiento se realizó por medio de parlantes calibrados según normas establecidas, ubicados a un metro de distancia de frente (0°) al sujeto. Esta evaluación, al igual que la logaudiometría, se realizó por medio del uso de palabras bisilábicas grabadas (lista de bisílabos del Dr. Tato-batería MEPHAG). Debido a que los participantes presentaban hipoacusias asimétricas o unilaterales, se utilizó un ensordecedor en el oído mejor para poder evaluar el desempeño en materia de percepción del habla a campo libre con el peor oído (ver Figura 1). El ruido utilizado para esta prueba fue el ruido del espectro del habla por medio de auriculares de inserción y de copa.

Figura 1. Configuración de la fuente de habla sin equipamiento (A) y con equipamiento (B)



A continuación, se detallan los pasos utilizados para la evaluación de resultados con equipamiento:

- 1) Determinación de SRT a campo libre sin enmascaramiento: en primer lugar, se evaluó el SRT con intervalos de 5 dB (ver anexo)⁽³⁾ a campo libre sin audífono y sin ensordecedor en oído contralateral.
- 2) Determinación de la relación ensordecedor/habla inicial adaptativa (REHi) (relación ensordecedor/habla mínima que modifica SRT-campo libre sin

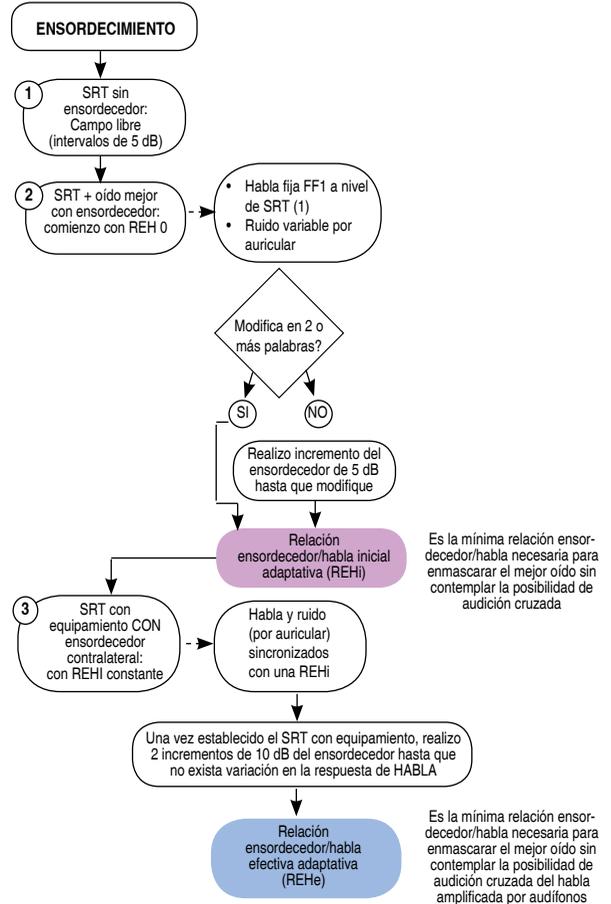
equipamiento): se administraron cinco palabras a campo libre a nivel de SRT, pero con ensordecedor (ruido del espectro del habla/*speech noise*) en el mejor oído a través de un auricular al mismo nivel de intensidad (relación ensordecedor/habla de 0 dB). Se comenzó con una relación de 0 dB considerando que, para una relación señal ruido de 0 dB en los diales del audiómetro, el ensordecedor podría ser efectivo⁽²⁾.

Si con ese nivel de ensordecedor no se producía un cambio significativo en la respuesta, se realizaban incrementos del ensordecedor de 5 a 5 dB⁽¹⁰⁾ hasta que se produjera una variación significativa del nivel de SRT (dos palabras o más). Teniendo en cuenta que la prueba estaba conformada por cinco estímulos diferentes, cuando había modificación de una sola palabra, existía una probabilidad de 0.2% de posibilidad de respuesta por azar (20 en 100), lo cual reflejaba un bajo nivel de certeza en la respuesta. Para disminuir la probabilidad de azar, con obtener una diferencia de dos palabras, ésta descendía a un valor de 0.04% (4 en 100), lo que era estadísticamente significativo para ser considerado como un cambio positivo.

Cuando a nivel de SRT sin ensordecedor no se habían obtenido al menos dos de cinco respuestas correctas, se iniciaba la prueba en el último nivel de intensidad en el que se habían obtenido, al menos, dos respuestas correctas. De esta manera, se pudieron registrar variaciones significativas una vez colocado el ensordecedor. En caso de que el valor de SRT no hubiera sido un múltiplo de 5, se utilizó el valor más cercano a este (ejemplo: SRT= 31; último nivel de intensidad con 2 o más respuestas = 30). La mínima diferencia entre ensordecedor/habla con la cual se produjo un cambio significativo del SRT se denominó «relación ensordecedor/habla inicial adaptativa-REHi».

3) Determinación de la relación ensordecedor/habla efectiva adaptativa (REHe): Se determinó el SRT con audífono con una REHi en el oído contralateral por medio de auriculares (ruido y habla sincronizados). Para descartar el efecto de audición cruzada del habla amplificada con el audífono, una vez obtenido el SRT se realizaron dos incrementos adicionales de 10 dB del ensordecedor⁽¹⁰⁾ (ensordecedor 10/20 dB por encima del habla) hasta corroborar que no había desplazamientos del SRT, considerando nuevamente como cambio significativo en la respuesta dos palabras o más. La mínima diferencia entre ensordecedor/habla (REH) en la cual no se produjeron desplazamientos de SRT se denominó «relación ensordecedor/habla efectiva adaptativa (REHe)» (ver Figura 2).

Figura 2
SRT: *speech recognition threshold*
REH: relación ensordecedor/habla



Además, se determinó el ensordecedor máximo por medio de la fórmula propuesta por Yacullo et al. (1999)⁽¹⁰⁾ para evitar generar sobreensordecimiento en el oído a evaluar (oído peor). A continuación, se detalla la fórmula mencionada:

$$\text{Promedio de VO (500 a 2000 Hz) del oído peor} + \text{AI} - 5 \text{ (factor de corrección)} = \text{ENSORDECEDOR MÁXIMO}$$

La elección del tipo de transductor se basó en la disponibilidad del momento (auricular de copa o auricular de inserción). Una vez finalizada la evaluación, los resultados se trasladaron a una base de datos de Excel para su posterior análisis. Las variables a analizar fueron: edad, género, tipo y grado de hipoacusia de ambos oídos, grado de asimetría, relación ensordecedor/habla efectiva adaptativa y ensordecedor máximo.

Resultados

Se incluyeron 50 participantes de edades comprendidas entre 12 a 92 años con una edad media de 69.28 años (mediana de 73 años). El 66% (n=33) fue de género femenino, mientras que el 34% (n=17) restante fue masculino.

Todos los sujetos presentaban hipoacusia unilateral, *single-sided deafness* (SSD) o hipoacusia bilateral asimétrica diagnosticada a partir de una evaluación audiológica. Se definió la hipoacusia unilateral como la presencia de un oído dentro de los parámetros normales y el oído contralateral con un promedio de umbral tonal (PTA) de frecuencia 0.5 a 4 kHz >20 dB HL. Se describió al SSD como la presencia de una hipoacusia severa a profunda en el peor oído y un promedio de umbral tonal (PTA) de frecuencia 0.5 a 4 kHz ≤30 dB HL en el mejor oído. Por último, se explicó a la hipoacusia asimétrica como la presencia en el peor oído de una hipoacusia severa a profunda y en el mejor oído un promedio de umbral tonal (PTA) de frecuencia 0.5 a 4 kHz >30 dB HL y ≤60 dB HL con diferencia interaural >30 dB HL.

En relación con el tipo de hipoacusia del oído peor, el 68% de los casos (n=34) presentaba hipoacusia neurosensorial (HNS) y el 32% (n=16) restante poseía hipoacusia mixta (HM), con un grado de severidad variable, desde moderada hasta total (ver Tabla 1). Con respecto al oído mejor, el 20% (n=10) eran normoacusias y, dentro del 80% restante (n=40), 4 eran mixtas y 36 neurosensoriales con un grado de severidad de leve hasta severo.

Tabla 1 Grado de severidad

Tipo de hipoacusia (oído testeado)	Grado de severidad				Total	Total
	Moderada	Moderadamente severa	Severa	Profunda		
Mixta	0 0.0%	6 35.3%	6 27.3%	4 57.1%	0 0.0%	16 32.0%
HNS	3 100.0%	11 64.7%	16 72.7%	3 42.9%	1 100.0%	34 68.0%
Total	3 100.0%	17 100.0%	22 100.0%	7 100.0%	1 100.0%	50 100.0%

HNS: hipoacusia neurosensorial.

Al analizar el tipo de hipoacusia en relación con la edad, se observó un predominio de HM en los sujetos menores a 64 años (66.7%). Mientras que, en los adultos mayores, existió una mayor proporción de HNS (77.4% entre 65-79 años y 70% en >80 años) (ver Tabla 2).

Tabla 2 Edad

Tipo de hipoacusia	Edad			Total
	>80	65-79	<64	
Mixta	3 30.0%	7 22.6%	6 66.7%	16 32.0%
HNS	7 70.0%	24 77.4%	3 33.3%	34 68.0%
Total	10 100.0%	31 100.0%	9 100.0%	50 100.0%

HNS: hipoacusia neurosensorial.

En cuanto al análisis de la relación ensordecedor/habla efectiva, se encontró que en el 64% de la población (n=32) fue suficiente una relación ensorde-

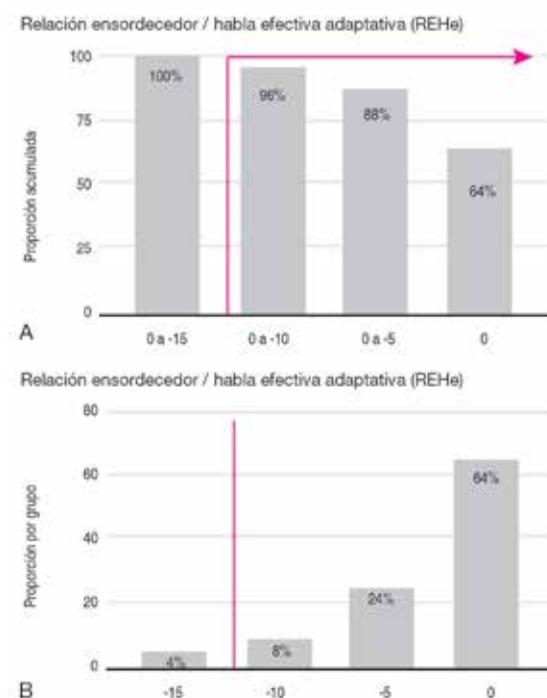
Tabla 3

REHe	n	% del total	% acumulado
0	32	64.0%	64.0%
-5	12	24.0%	88.0%
-10	4	8.0%	96.0%
-15	2	4.0%	100.0%

REHe: relación ensordecedor/habla efectiva adaptativa.

decedor/habla efectiva adaptativa (REHe) de 0 dB (habla = ensordecedor); en el 24% (n=12) de -5 dB (ensordecedor 5 dB por encima del habla); en el 8% (n=4) de -10 dB (ensordecedor 10 dB por encima del habla) y en el 4% (n=2) de -15 dB (ensordecedor 15 dB por encima del habla) (ver Tabla 3, Figura 3 B). La mínima REHe que fue suficiente para enmascarar el oído mejor contemplando la posibilidad de audición cruzada del habla amplificada fue entre 0 y -10 dB en el 96% de los casos (ver Figura 3 A). El percentil 99 de la relación ensordecedor/habla efectiva adaptativa fue de -15 dB (IC 95% -10 a -15). Es decir que una REHe de -15 dB fue suficiente para la totalidad de la población.

Figura 3. A: gráfico de barras de la proporción acumulada de sujetos que requirieron una relación ensordecedor/habla efectiva adaptativa (REHe) dentro del rango especificado (en dB HL) que se muestra a lo largo del eje x. Por ejemplo, el 100% de los pacientes requirieron una REHe entre 0 y -15 dB, mientras que sólo el 64% de los pacientes necesitó una REH de 0 dB. Las líneas rojas y la flecha resaltan el porcentaje de pacientes (96%) que necesitaron REHe entre 0 y -10 dB. B: muestra la proporción de sujetos según el valor de REHe que requirieron en cada uno de los niveles, dividido en rangos de 5 dB



Respecto a la asociación entre la relación ensordecedor/habla efectiva adaptativa y el tipo de hipoacusia, encontramos que, en la mayoría de las hipoacusias mixtas (81.3%), se requirió una REHe de 0 dB (ensordecedor = habla). Sin embargo, en las HNS, la mitad necesitó REHe de 0 dB y el porcentaje restante tuvo relaciones negativas que iban desde -5 a -15 dB, esto es, mayor cantidad de ensordecedor (ensordecedor 5 dB o más por encima del habla) (ver Tabla 4, Figura 4). Cuanto mayor era la asimetría entre ambos oídos, mayor cantidad de ensordecedor fue necesario. Cuando la asimetría entre ambos oídos era mayor a 45 dB, más del 50% de las HNS requirieron una REHe de -5 dB, mientras que las mixtas, de 0 dB (ver Tabla 5 A y B, Figura 5 A y B).

Tabla 4

REHe	Tipo de hipoacusia			Total
	Mixta	HNS		
Tablas de contingencia				
0	n 13	19	32	
	% 81.3%	55.9%	64.0%	
-5	n 2	10	12	
	% 12.5%	29.4%	24.0%	
-10	n 1	3	4	
	% 6.3%	8.8%	8.0%	
-15	n 0	2	2	
	% 0.0%	5.9%	4.0%	
Total	n 16	34	50	
	% 100.0%	100.0%	100.0%	

REHe: relación ensordecedor/habla efectiva adaptativa.
HNS: hipoacusia neurosensorial.

Figura 4. Gráfico de barras que muestra la proporción de sujetos por tipo de hipoacusia según la relación ensordecedor/habla efectiva adaptativa (REHe) que presentaron en cada uno de los niveles, dividido en rangos de 5 dB

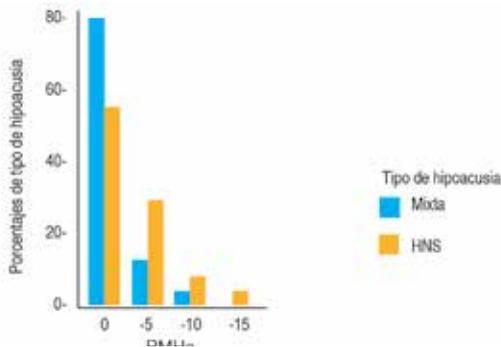


Tabla 5. A

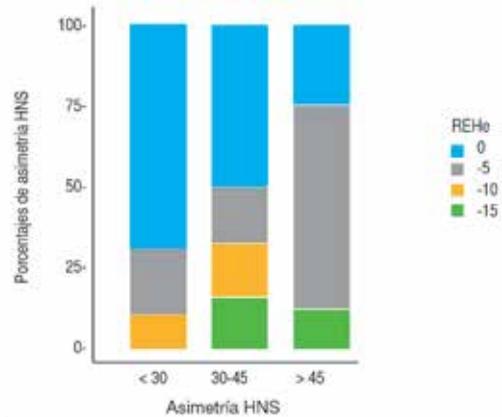
REHe	Asimetría HNS			Total
	<30	30-45	>45	
Tablas de contingencia				
0	n 14	3	2	19
	% 70.0%	50.0%	25.0%	55.9%
-5	n 4	1	5	10
	% 20.0%	16.7%	62.5%	29.4%
-10	n 2	1	0	3
	% 10.0%	16.7%	0.0%	8.8%
-15	n 0	1	1	2
	% 0.0%	16.7%	12.5%	5.9%
Total	n 20	6	8	34
	% 100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Tabla 5. B

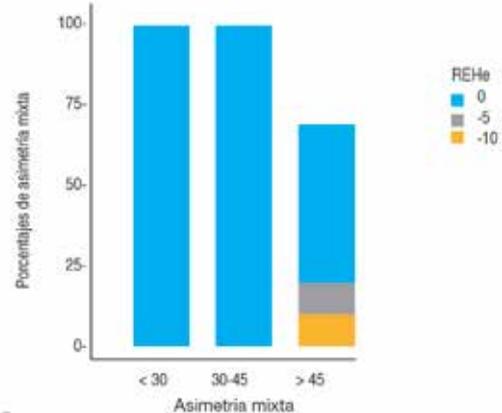
REHe	Asimetría mixta			Total
	<30	30-45	>45	
Tablas de contingencia				
0	n 3	3	7	13
	% 100.0%	100.0%	70.0%	81.3%
-5	n 0	0	2	2
	% 0.0%	0.0%	20.0%	12.5%
-10	n 0	0	1	1
	% 0.0%	0.0%	10.0%	6.3%
		3	3	10
			10	16
Total	% 100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

REHe: relación ensordecedor/habla efectiva adaptativa.
HNS: hipoacusia neurosensorial.

Figura 5. A: gráfico de barras de la relación ensordecedor/habla efectiva adaptativa (REHe) que necesitaron los pacientes con HNS según el grado de asimetría de la pérdida auditiva dentro del rango especificado (en dB HL) que se muestra en el eje x. B: gráfico de barras de la REHe que necesitaron los individuos con HM según el grado de asimetría de la pérdida auditiva dentro del rango especificado (en dB HL) que se muestra en el eje x.



A



B

REHe: relación ensordecedor/habla efectiva adaptativa.
HNS: hipoacusia neurosensorial.

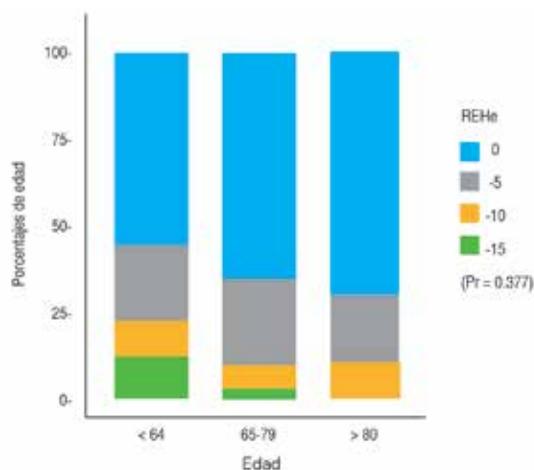
Por otro lado, al comparar la relación ensordecedor/habla efectiva adaptativa (REHe) según los grupos de edad, no se observaron diferencias significativas entre los grupos (ver Tabla 6, Figura 6).

Tabla 6

REHe		Edad			Total
		<64	65-79	>80	
0	n	5	20	7	32
	%	55.6%	64.5%	70.0%	64.0%
-5	n	2	8	2	12
	%	22.2%	25.8%	20.0%	24.0%
-10	n	1	2	1	4
	%	11.1%	6.5%	10.0%	8.0%
-15	n	1	1	0	2
	%	11.1%	3.2%	0.0%	4.0%
Total	n	9	31	10	50
	%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

REHe: relación ensordecedor/habla efectiva adaptativa.

Figura 6. Gráfico de barras de la relación ensordecedor/habla efectiva adaptativa (REHe) según edad, dentro del rango especificado (en años) que se muestra en el eje x. *P valor > 0.05



En cuanto al ensordecedor máximo, los valores obtenidos fueron variables, entre 55 y 110 dB, con una media de 87.7 dB. Al diferenciar los valores según los diferentes tipos de hipoacusias, se observó que las hipoacusias mixtas presentaron valores máximos significativamente menores que las HNS. La media del ensordecedor máximo para HM fue 81.3 dB (+/- 15.4) mientras que en las HNS fue de 90.7 dB (+/- 12.7) (ver Tabla 7, Figura 7).

Cuando relacionamos los valores de nivel máximo y el tipo de transductor utilizado en hipoacusias mixtas, encontramos que los valores obtenidos al utilizar auriculares de inserción fueron significativamente más altos que los obtenidos con auriculares de copa como consecuencia de la AI otorgada por cada uno de ellos, lo cual impacta en la fórmula utilizada. Los primeros arrojaron un valor máximo medio de 95 dB (+/- 14.7) y los segundos de 76.7 dB (+/- 13.2) (ver Tabla 8, Figura 8). Por una cuestión de disponibilidad, se utilizaron auriculares TDH en el 75% de los casos.

Tabla 7

	Grupo	N	Media	Mediana	DE	EE
Ensordecedor máximo	Mixta	16	81.3	82.5	15.4	3.86
	HNS	34	90.7	90.0	12.7	2.18
		Estadístico	gl	P		
Ensordecedor máximo	T de Student	-2.29	48.0	0.026		

Nota. Hz $\mu_{\text{Mixta}} \neq \mu_{\text{HNS}}$

DE: desvío estándar.
HNS: hipoacusia neurosensorial.
P: valor.

Figura 7. Gráfico del ensordecedor máximo según tipo de hipoacusia. *P valor < 0.05

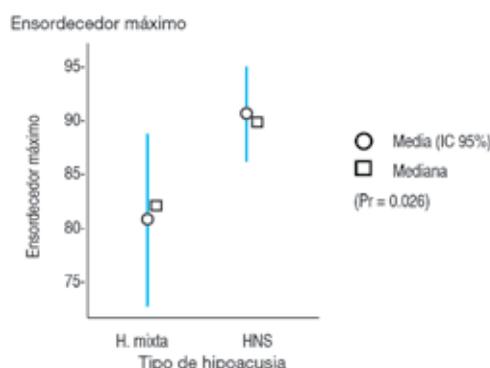


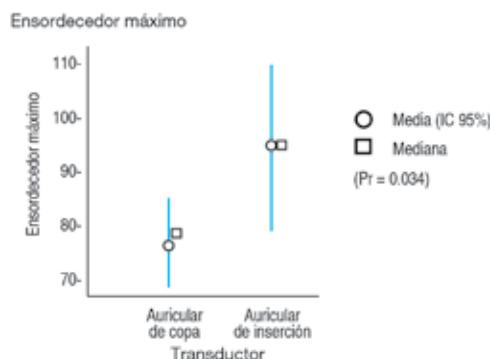
Tabla 8

	Grupo	N	Media	Mediana	DE	EE
Ensordecedor máximo (H. Mixtas)	Auricular de copa	12	76.7	77.5	13.2	3.81
	Auricular de inserción	4	95.0	95.0	14.7	7.36
		Estadístico	gl	P		
Ensordecedor máximo (H. Mixtas)	T de Student	-2.35	14.0	0.034		

Nota. Hz $\mu_{\text{Auricular de copa}} \neq \mu_{\text{Auricular de inserción}}$

DE: desvío estándar.
P: valor.

Figura 8. Gráfico del ensordecedor máximo según tipo de transductor. *P valor < 0.05



Discusión

El enfoque adoptado en el presente estudio se fundamentó en principios audiométricos establecidos, específicamente, en las técnicas de cambio de umbral descritas por Hood para identificar la necesidad de enmascaramiento. Asimismo, se incorporaron los conceptos de nivel mínimo y nivel máximo de enmascaramiento, esenciales para determinar los límites apropiados del ruido enmascarador. Se aplicó el valor del SRT, propuesto por Studebaker, para estimar la atenuación interaural del habla y, en consecuencia, el nivel de enmascaramiento necesario, sin necesidad de incrementar el ruido hasta que el paciente no logre detectar el habla. Esto redujo significativamente el riesgo de sobreensordecimiento, asegurando mediciones más precisas y cómodas para los pacientes.

En la práctica clínica, la evaluación de resultados con equipamiento⁽¹⁾ implica la administración de pruebas de reconocimiento de habla a intensidades variables ajustadas según la severidad de la hipoacusia con el fin de obtener mediciones sensibles que documenten las dificultades y los beneficios en todos los grados de severidad. En este contexto, la implementación de valores adaptativos de ensordecimiento en lugar de valores absolutos fijos minimizaría el riesgo de que el nivel del enmascarador resulte excesivo, particularmente cuando se utilizan niveles de habla suaves.

En el presente estudio, se observó que la relación ensordecedor/habla necesaria para enmascarar el mejor oído en pacientes con hipoacusias asimétricas fue variable. Si bien Dingemans et al. (2015)⁽²⁾ sugirieron que una REHe de 0 dB sería suficiente, los resultados obtenidos indicaron que sólo el 64% de los participantes requirió este nivel. El 96% de los casos logró un enmascaramiento efectivo con una REHe de -10 dB (ensordecido 10 dB por encima del habla) y ninguno requirió más de 15 dB de diferencia, incluso en el grupo con sordera unilateral (SSD, N=5). Además, se encontró que, a mayor asimetría entre los oídos, mayor fue el nivel de ensordecimiento necesario.

En este estudio, la edad no fue una variable significativa de resultados con respecto a la REHe. Esto podría deberse al hecho de que se utilizó el mínimo ensordecedor necesario para enmascarar de manera eficaz al mejor oído, minimizando el riesgo de ensordecimiento central.

Los valores de ensordecedor máximo obtenidos en esta muestra demuestran que el tipo de hipoacusia es una variable significativa de resultados.

Las HM arrojaron valores máximos menores en comparación a las HNS como consecuencia de la diferencia ósteo-aérea característica de este grupo y su impacto en la fórmula. Esto coincide con lo expuesto por Studebaker (1979), quien menciona que la presencia de una pérdida auditiva conductiva o mixta en el oído evaluado disminuye el nivel de enmascaramiento máximo.

Varios autores (Coles y Priede, 1970; Hosford-Dunn et al., 1986; Studebaker, 1962/1964) proponen el uso de auriculares de inserción, ya que aumentan significativamente la AI y, en consecuencia, reducen la probabilidad de sobreensordecimiento. Los resultados de este estudio son consistentes con los reportados por dichos autores, ya que los individuos con HM evaluados mediante auriculares de copa obtuvieron valores de ensordecedor máximo significativamente inferiores en comparación con aquellos evaluados mediante auriculares de inserción.

Estos hallazgos contrastan con el método de oclusión propuesto por Berger (1984), conocido como *plug-and-muff*, quien reportó una atenuación de 10 dB en frecuencias graves y de 25-30 dB con el uso adicional de auriculares de copa. La atenuación en este caso sería incompleta en tanto que podría no ser suficiente para eliminar la contribución del oído no evaluado, especialmente en casos de hipoacusia severa. Por otra parte, esta propuesta no evitaría la conducción del habla por vía ósea y no consideraría la posibilidad de audición cruzada del habla amplificada, lo que podría derivar en posibles errores durante la evaluación. En contraste, el uso de ruido blanco o ruido del espectro del habla a través de auriculares de inserción en el mejor oído ofrecería una atenuación más precisa y controlada, evitando la audición cruzada y minimizando el riesgo de sobreensordecimiento.

Conclusión

Los resultados de este estudio indican que una relación adaptativa de ensordecedor/habla de -15 dB (ensordecido 15 dB por encima del habla) es suficiente para ensordecer eficazmente el mejor oído en sujetos con hipoacusias asimétricas, unilaterales y SSD, durante evaluaciones realizadas con equipamiento a campo libre. Este enfoque podría minimizar el riesgo de sobreensordecimiento en pruebas de reconocimiento de habla, especialmente en niveles de habla suaves, y podría ser implementado en diversos protocolos de evaluación.

Por otro lado, las hipoacusias mixtas demuestran ser más susceptibles al sobreensordecimiento debido a la diferencia ósteo-aérea característica de esta condición. En estos casos, es fundamental calcular el ensordecedor máximo y elegir auriculares adecuados. Los auriculares de inserción serían la opción preferente, ya que proporcionan una mayor atenuación interaural comparada con los auriculares de copa, lo que reduce el riesgo de sobreensordecimiento.

En contraste con metodologías que proponen aumentar el ruido de enmascaramiento hasta la no detección del habla, este estudio refuerza que una relación de ensordecedor/habla de -15 dB sería lo suficientemente eficaz para alterar el reconocimiento de la palabra en el mejor oído minimizando el riesgo de sobreensordecimiento. Este estudio introduce un enfoque novedoso al definir un nivel de intensidad de ensordecedor adaptativo, simple y fácil de implementar sin la necesidad de equipamiento sofisticado. No obstante, se identifican ciertas limitaciones que deben ser abordadas en investigaciones futuras. Es fundamental ampliar y homogeneizar las muestras de los subgrupos analizados, considerando variables como la edad y el tipo de hipoacusia, con el fin de obtener conclusiones válidas y generalizables en relación con estas características específicas.

Los autores no manifiestan conflictos de interés.

Bibliografía

1. Francart T, van Wieringen A, Wouters J. Comparison of fluctuating maskers for speech recognition tests. *Int J Audiol.* 2011; 50: 2–13.
2. Dingemans G, Franck B. Contralateral masking for monaural speech intelligibility measurements with hearing aids in free-field speech conditions. *Int Symp Audit Audiol Res.* 2015. Vol. 5 p. 429-436.
3. American Speech-Language-Hearing Association (ASHA). *Determining Threshold Level for Speech.* 1988; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1044/policy.GL1988-00008>
4. Liden G. The use and limitations of the masking noise in Pure-Tone and Speech Audiometry. *Audiology.* *Int J Audiol.* 1971. Vol 10: 115-128.
5. Park LR, Griffin AM, Sladen DP, Neumann S, Young NM. American Cochlear Implant Alliance Task Force Guidelines for Clinical Assessment and Management of Cochlear Implantation in Children With Single-Sided Deafness. *Ear Hear.* 2022, Vol. 43, no. 2, 255–267.
6. Studebaker GA. Clinical Masking of the nontest ear. *J Speech Hear Disord.* 1967 Nov;32(4):360-71.
7. Zwislocki J. Acoustic Attenuation between the Ears. *J Acoust Soc Am.* 1953. Volume 25, Number 4.

Anexo

Método *speech recognition threshold* (SRT) - ASHA

1) *Determinación del nivel inicial:* se presenta una palabra bisilábica de niños a un nivel de 30 a 40 dB HL por encima del SRT estimado. Si la respuesta es correcta, se disminuye la intensidad en pasos de 10 dB hasta que se produzca una respuesta incorrecta. Una vez recibida una respuesta incorrecta, se presenta una segunda palabra al mismo nivel. Si la segunda palabra se repite correctamente, se continúa disminuyendo en pasos de 10 dB hasta que no logre responder correctamente dos palabras en la misma intensidad. Una vez que alcance el nivel en el que se obtienen dos respuestas incorrectas, se aumenta el nivel en 10 dB. Esta última intensidad corresponde al nivel inicial.

2) *Estimación de umbral:* los umbrales se pueden realizar utilizando pasos de 2 o 5 dB, ya que la mayoría de los audiómetros están equipados con esta posibilidad de distintos intervalos en dB.

Intervalo de 2 dB: se presentan dos palabras a intensidad de nivel inicial. Luego se disminuye el nivel de a 2 dB y se presentan dos palabras en cada nivel de intensidad. La persona debe acertar las primeras cinco de un grupo de seis palabras o, de lo contrario, el nivel inicial debe aumentarse de 4 a 10 dB. Si al menos cinco de las primeras seis palabras son correctas, se continúa bajando el nivel en pasos de 2 dB y presentando grupos de dos palabras hasta que la persona no logre repetir cinco de un grupo de seis presentaciones.

Intervalo 5 dB: se presentan cinco palabras a intensidad de nivel inicial. El individuo debe acertar las primeras cinco palabras en el nivel inicial. Se disminuye el nivel en 5 dB y se presentan cinco palabras más. Se continúa bajando el nivel en pasos de 5 dB hasta que la persona no logre repetir las cinco palabras en el mismo nivel.

3) *Cálculo de SRT:* El cálculo del SRT se basa en la ecuación de Spearman-Kärber (Finney, 1952). Se calcula restando al nivel inicial el número de palabras repetidas correctamente y añadiendo un factor de corrección de 1 dB cuando se utiliza un intervalo de 2 dB y un factor de corrección de 2 dB cuando se utiliza un intervalo de 5 dB^(9, 10).

2 dB: nivel inicial - n° respuestas correctas + 1

5 dB: nivel inicial - n° respuestas correctas + 2

8. Heisey KL, Walker AM, Xie K, Abrams JM, Barbour DL. Dynamically Masked Audiograms With Machine Learning Audiometry. *Ear Hear.* 2020 Nov-Dec; 41(6): 1692–1702.
9. Denes P, Naunton RF. Masking in Pure-tone Audiometry. *J Laryngol Otol.* 1952 Nov;45(11):790–794.
10. Yacullo WS. *Clinical Masking in Speech Audiometry: A Simplified Approach.* *Am J Audiol.* 1999. Vol. 8, 1059-0889.
11. Giraud ME, Chalabe M, Maritano L. *Protocolo de Evaluación de Resultados con Equipamiento niños y adultos.* Asara 2020. Disponible en: <https://asara.org.ar/2020/10/14/protocolo-de-evaluacion-de-resultados-con-equipamiento-ninos-y-adultos/>
12. Plomp R. A Signal-to-Noise Ratio model for the Speech-Reception Threshold of the Hearing Impaired. *J Speech Hear Res.* 1986. Vol 29, 146–i54.
13. Katz J, Chasin M, English KM, Hood LJ, Tillery KL. *Handbook of clinical audiology.* 7th edition. Philadelphia. 2014. Wolters Kluwer Health. p.95–127.
14. Van Tasell DJ, Yanz JL. *Speech Recognition Threshold in noise: Effects Hearing loss, Frequency response, and Speech materials.* *J Speech Hear Res.* 1987. Vol 30, 377-386.
15. Vincent C, Arndt S, Firszt JB, Fraysse B, Kitterick PT, Papsin BC, et al. Identification and Evaluation of Cochlear Implant Candidates with Asymmetrical Hearing Loss. *Audiol Neurotol.* 2015; 20(suppl 1):87–89.