

Protocolo de evaluación de rendimiento auditivo para implantes de conducción ósea

Hearing performance evaluation protocol for bone conduction implants

Protocolo de avaliação de desempenho auditivo para implantes de condução óssea

Ing. Pablo Galeazzi, Dra. María Fernanda Di Gregorio, Lic. Julia Tagliabue,
Lic. Natalia Passirani, Dr. Mario Zernotti

Resumen

Introducción: Los audífonos implantables de conducción ósea son una opción en pacientes que padecen de pérdidas auditivas conductivas, mixtas o sensoriales de severa a profunda unilateral, con imposibilidad de equipamiento protésico convencional no implantable. Los audífonos de conducción ósea no implantables permiten realizar pruebas acerca del rendimiento de las prótesis implantables. El presente trabajo analiza la utilización de la logaudiometría convencional y las pruebas de audición en ruido para la evaluación de rendimiento con dichas prótesis.

Métodos: Se evaluaron 16 pacientes adultos (entre 19 y 63 años). Grupo 1: pacientes con hipoacusias mixtas (n=6). Grupo 2: Pacientes con hipoacusias unilaterales de severas a profundas (n=10). Se evaluó logaudiometría convencional y logaudiometría ante sonido de competencia, con y sin el dispositivo de prueba. Para ambos grupos se analizó y comparó la ganancia promedio y la desviación estándar de cada prueba, y se tomó un valor significativo de $p < 0.05$.

Resultados: Grupo 1: Se obtuvo una ganancia promedio del 61% (+/- 31% DE, $p < 0.05$) para la logaudiometría convencional y una ganancia promedio del 48% (+/- 19% DE, $p < 0.05$) para la prueba de audición en ruido. En cuanto al grupo 2 se obtuvo una ganancia promedio del 3% (+/- 9% DE, $p > 0.2$) y del 47% (+/- 19% SD, $p < 0.05$) respectivamente.

Conclusión: Se logró diseñar un protocolo para la evaluación de rendimiento de implantes de conducción considerando la patología del paciente y utilizando herramientas de uso común en la clínica audiológica.

Palabras clave: Audífonos Implantables de Conducción Ósea, Pérdida Auditiva, Protocolo pre-implante.

Abstract

Introduction: Implantable Bone Conduction Hearing Devices (BHCD) are an option for patients who suffers conductive hearing loss, mixed hearing loss or single side deafness, with impossibility of using conventional equipment (i.e. hearing aids). No implantable bone conduction hearing aids allows to evaluate performance before implantation. The purpose of this work is to analyze the use of the conventional speech audiometry and speech in noise tests in the performance evaluation before implantation for these prosthesis.

Method: 16 adults were evaluated, aged between 19 and 63 years. Group 1: Patients with mixed hearing loss (n=6). Group 2: Patients with single side deafness (n=10). Conventional speech audiometry and speech in noise audiometry were tested with and without the test device. In both groups mean gain and standard deviation of both tests were assed and compared, taking a p-value < 0.05 as a statistically significant value.

Results: Group 1: A mean gain of 61% (+/- 31% DE, $p < 0.05$) was obtained for conventional speech audiometry and a mean gain of 48% (+/- 19% DE, $p < 0.05$) for the speech in noise audiometry. Group 2: A mean gain of 3% (+/- 9% DE, $p > 0.2$) and 47% (+/- 19% SD, $p < 0.05$) respectively.

Conclusion: It was achieved a protocol for evaluate performance of bone conduction devices before implantation, which considers the patient pathology and the available audiological tools in Argentina.

Key words: Bone Conduction Hearing Aids, Bone Conduction Hearing Devices, Hearing Loss, Candi-dacy protocol.

Resumo

Introdução: Os aparelhos auditivos implantáveis de condução óssea são uma opção em pacientes que sofrem perda auditiva condutiva, mista ou sensorial de severa a profunda, com impossibilidade de prótese convencional não implantável. Os aparelhos auditivos de condução óssea não implantáveis permitem testar o desempenho das próteses implantáveis. O presente trabalho analisa o uso da logaudiometria convencional e os testes de percepção da fala (HINT) para avaliar o desempenho das citadas próteses.

Métodos: Foram avaliados 16 pacientes adultos (entre 19 e 63 anos). Grupo 1: pacientes com hipoa-cusias mistas ($n=6$). Grupo 2: Pacientes com hipoa-cusias unilaterais de severas a profundas ($n=10$). Foi avaliada logaudiometria convencional e logaudiometria com ruído competidor, com e sem o dispositivo de prova. Para ambos os grupos foi analisado e comparado o ganho médio e o desvio padrão de cada teste e foi tomado um valor significativo de $p < 0.05$.

Resultados: Grupo 1: Foi obtido um ganho médio de 61% (+/- 31% DE, $p < 0.05$) para a logaudiometria convencional e um ganho médio de 48% (+/- 19% DE, $p < 0.05$) para o teste de percepção da fala. No grupo 2, foi obtido um ganho médio de 3% (+/- 9% DE, $p > 0.2$) e de 47% (+/- 19% SD, $p < 0.05$), respectivamente.

Conclusão: Foi possível desenhar um protocolo para testar o desempenho de implantes de condução considerando a patologia do paciente e utilizando ferramentas de uso comum na clínica audiológica.

Palavras chave: Aparelhos auditivos implantáveis de condução óssea, perda auditiva, protocolo pré-implante.

Introducción

Los audífonos implantables de conducción ósea (BCHD por sus siglas en inglés) son una opción en pacientes que padecen de pérdidas auditivas conductivas, mixtas o sensoriales de severa a profunda unilateral (SSD por sus siglas en inglés), con imposibilidad de equipamiento protésico convencional no implantable.⁽³⁾

Al ser prótesis que estimulan la vía auditiva mediante vía ósea, las vinchas óseas pueden ser utilizadas para brindarle al paciente la oportunidad de probar la prótesis y evaluar su rendimiento previo a la implantación del dispositivo. De todas maneras al momento de la prueba es necesario tener en cuenta ciertos factores, como el tipo de estimulación de la prótesis implantable y las prestaciones técnicas del dispositivo de prueba, que provocan que el rendimiento con la vincha difiera de la prótesis implantable. Por ejemplo si el dispositivo a implantar es una prótesis que estimula directamente en el hueso hay que considerar que la vibración generada por el dispositivo de prueba (vincha ósea) tendrá una atenuación de 10 a 20 dB generada por la piel.^(4, 5) Respecto a las prestaciones técnicas, los BCHD suelen tener un ecualizador gráfico de 16 bandas y un compresor de 8 bandas frecuenciales, mientras que las vinchas óseas suelen tener un ecualizador y compresor de menor bandas (ej. 4 canales), por lo que estas últimas brindan al profesional menos herramientas para la calibración del dispositivo.

Para evaluar el rendimiento de la prótesis al momento de la prueba, se suele realizar una logaudiometría convencional (con oído contralateral enmascarado de ser necesario) a fin de analizar la discriminación del habla del oído patológico con y sin el dispositivo de prueba.

Respecto a los sujetos que padecen de SSD, la bibliografía ha mostrado que la discriminación del habla no es el principal síntoma de su patología, mientras si lo son el decremento en la percepción del habla en ambientes ruidosos y la localización de los sonidos.^(6, 7) Por lo que al momento de evaluar el rendimiento de la prótesis implantable en sujetos con SSD la logaudiometría convencional no demostraría una diferencia relevante, mientras si lo harían pruebas que evalúen las otras 2 habilidades auditivas. La localización no suele ser evaluada con cotidianidad debido a que suelen ser necesarios 5 o más parlantes y ambientes anecóicos o controlados acústicamente, dificultando la implementación de la prueba.

Por otro lado la percepción del habla en ambientes ruidosos suele ser evaluada a nivel mundial mediante pruebas de audición en ruido. En nuestro país dicha prueba se encuentra descripta en la norma IRAM 4028 – 3 “Logaudiometría Métodos Básicos de Prueba”⁽⁸⁾ y no es de común uso en la clínica audiológica. La misma describe dos procedimientos de prueba para evaluar la audición en ruido que suelen ser utilizados a nivel mundial, uno es el porcentaje de discriminación a *relación señal ruido fija* y el segundo es a *relación señal ruido adaptativa*. El primero consiste en fijar la relación señal ruido (RSR) y obtener el porcentaje de discriminación del habla, mientras el segundo consiste en buscar la RSN a la que el sujeto responde al 50 % de los ítems de prueba. Los valores sugeridos para el primer procedimiento son de -1, 3 y 6 dB de RSR⁽⁹⁾ mientras que para el segundo procedimiento los valores típicos para sujetos con audición normal son de una RSN entre 0 y 5dB.⁽¹⁰⁾ Por lo que aproximadamente los sujetos con audición normal suelen reconocer el 50 % cuando la RSR se encuentra en valores entre 0 y 5 dB.

Las empresas que comercializan las prótesis de conducción ósea sugieren, en sus protocolos de evaluación pre implante, la utilización de la prueba de audición en ruido (ej. el test de HINT) en candidatos, principalmente en aquellos que padecen de hipoacusia severa o profunda unilateral (SSD).

El presente trabajo analiza y compara la utilidad de la evaluación de logaudiometría ante sonido de competencia en la prueba de dispositivos de conducción ósea implantables en pacientes que padecen de hipoacusias unilaterales severas-profundas o hipoacusias mixtas. Con el fin de poder desarrollar un protocolo para la evaluación de rendimiento de implantes de conducción implante que incluya la posibilidad de evaluar la logaudiometría ante sonido de competencia y que tenga en cuenta las herramientas disponibles en la audiología clínica de nuestro país.

Metodología

Se evaluaron 16 pacientes con edad entre 19 y 63 años, con indicación médica de prueba de prótesis implantable de conducción ósea. Se dividieron en dos grupos según la pérdida auditiva. Grupo 1: pacientes con hipoacusias mixtas (n=6). Grupo 2: Pacientes con hipoacusias unilaterales de severas a profundas (n=10). En la tabla 1 se puede observar la información demográfica y los resultados en las

Tabla 1. Información de los sujetos y resultados sin prótesis de prueba.

Sujeto	Edad	Pérdida Auditiva	Audición Contralateral	Logaudiometría		Logaudiometría	
				Palabras	Oraciones	Palabras	Oraciones
1	33	SSD	Normal	100%	100%	30%	No medido
2	23	SSD	Normal	100%	100%	50%	No medido
3	61	SSD	Leve-Neu-sensorial	50%	60%	40%	40%
4	53	SSD	Normal	100%	100%	30%	50%
5	43	SSD	Normal	100%	100%	80%	70%
6	45	SSD	Normal	100%	100%	0%	50%
7	19		Leve-Neu-sensorial	60%	60%	20%	50%
8	26	SSD	Normal	100%	100%	0%	50%
9	38	SSD	Normal	100%	100%	20%	0%
10	26	SSD	Leve-Neu-sensorial	100%	100%	30%	10%
11	35	Mixta	Normal	50%	100%	70%	60%
12	49	Mixta	Normal	50%	70%	30%	No medido
13	43	Mixta	Leve-Neu-sensorial	60%	40%	40%	20%
14	63	Mixta	Moderada-Mixta	0%	0%	30%	50%
15	48	Mixta	Moderada-Mixta	0%	0%	0%	0%
16	50	Mixta	Moderada-Conductiva	0%	0%	No medido	No medido

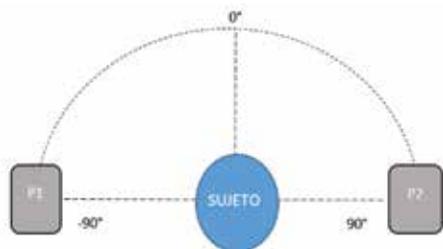
pruebas sin prótesis de prueba. A los sujetos 1, 2, 12 y 16 no se les realizó la logaudiometría ante sonido de competencia con oraciones debido a que se encontraban cansados y se extendía demasiado la prueba.

En ambos grupos se evaluó la logaudiometría convencional a viva voz y logaudiometría ante sonido de competencia, con y sin el dispositivo de prueba. Para ambas evaluaciones se siguieron los lineamientos de la norma IRAM 4028 – 3⁽⁸⁾. Se utilizaron palabras y oraciones como ítems de prueba, las “Listas de palabras de Barruecos y Rodríguez” y las “Listas de oraciones de cinco palabras de vocabulario corriente de la Fga. Alicia Zubizarreta de Fernández” respectivamente.

La logaudiometría convencional se realizó a viva voz y en un ambiente silencioso. En los sujetos con hipoacusia mixta se enmascaró el oído contralateral con un auricular TDH 39. En los sujetos con SSD no se enmascaró el oído contralateral ya que era la vía auditiva a evaluar.

En cuanto a la logaudiometría ante sonido de competencia se utilizó el “porcentaje de discriminación” como procedimiento de prueba y ruido blanco como sonido de competencia. El nivel de la señal de competencia se fijó a 65 dB y la señal de prueba dependía de la RSR determinada. Se utilizaron valores de -5, 0 y 5 dB. La relación exacta se determinó previo a la prueba en función del rendimiento sin la prótesis, ya que se buscaba una RSR que sea difíciles para el paciente. Una vez determinada la RSR

Figura 1. Configuración utilizada para la evaluación.



se evaluó la discriminación de palabras y oraciones, con y sin el dispositivo de prueba. La evaluación se realizó dentro de una cabina sonoamortiguada y se utilizó el audiómetro “Kamplex – Clinical Hearing Evaluator CE10” para reproducir las señales. La figura 1 muestra la configuración utilizada para la evaluación. Se puede observar que los parlantes fueron ubicados a 90° y -90° azimuth. La señal de prueba se presentó del lado patológico y el sonido de competencia en el parlante contralateral.

Para ambos grupos se analizó y comparó la ganancia promedio y la desviación estándar (DE) de cada prueba. Para el análisis de efectividad de la prueba se realizó el test de ANOVA de una vía, teniendo como hipótesis que la prueba aumentaría el porcentaje de discriminación. Se consideró un valor estadísticamente significativo para $p < 0.05$.

Resultados

Grupo 1:

Grupo 1: La logoaudiometría convencional se realizó en los 6 pacientes. Se obtuvo una ganancia promedio de 61% (+/- 31% DE, $p < 0.01$) con lista de palabras y 60% (+/- 38% DE, $p < 0.01$) con lista de oraciones. La logoaudiometría ante sonido de competencia se realizó en 5 pacientes, obteniendo una ganancia promedio de 48% (+/- 19% DE, $p < 0.01$) para palabras y 40% (+/- 14% DE, $p < 0.05$) para oraciones. En la figura 2 se puede observar los resultados obtenidos para ambas evaluaciones con palabras como ítems de prueba.

Grupo 2:

Se realizaron ambas pruebas a los 10 pacientes. En la logoaudiometría convencional se obtuvo una ganancia promedio de 3% (+/- 9% DE, $p = 0.69$) con lista de palabras y 5% (+/- 9% DE, $p = 0.34$) con lista de oraciones. Respecto a la logoaudiometría ante sonido de competencia se obtuvo una ganancia promedio de 47% (+/- 19% SD, $p < 0.001$) y 43% (+/- 18% SD, $p < 0.001$) para oraciones. En la figura 3 se muestran los resultados obtenidos para ambas pruebas con palabras como ítems de prueba.

Discusión

Las pruebas de audición en ruido han mostrado evaluar la habilidad de un sujeto de discriminar el habla ante un sonido de competencia.^(9, 10) El procedimiento comúnmente utilizado a nivel mundial es el de relación señal ruido adaptativa, ya que sue-

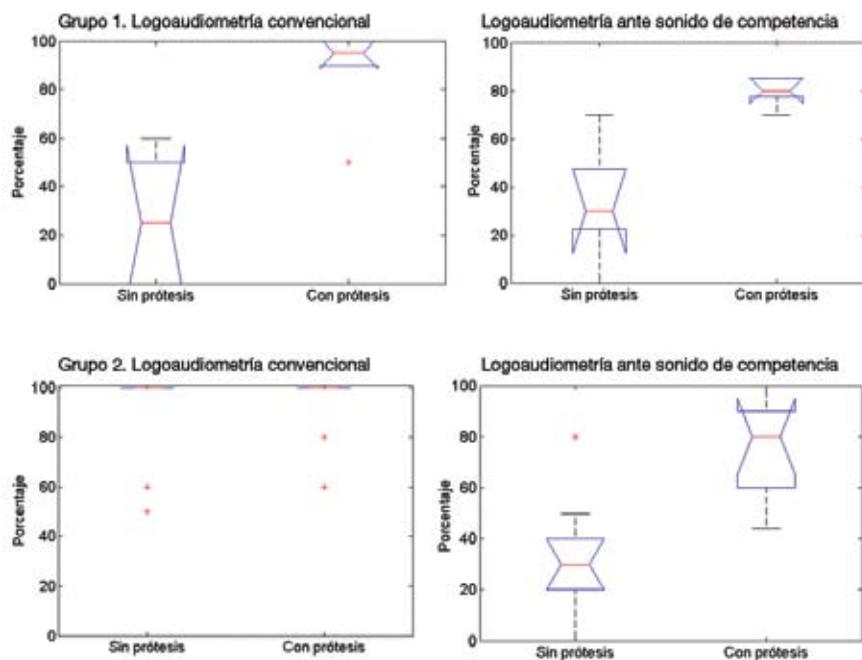


Figura 2. Resultados del test de ANOVA para el grupo 1. Para la logoaudiometría convencional $p = 0,0016$ y $p = 0,0071$ para la logoaudiometría ante sonido de competencia.

Figura 3. Resultados del test de ANOVA para el grupo 2. Para la logoaudiometría convencional $p = 0,34$ y $p < 0,001$ para la logoaudiometría ante sonido de competencia.

le ser difícil al profesional tener que determinar la relación señal a ruido indicada para cada sujeto.⁽⁹⁾ Al momento de utilizar la prueba para evaluar el rendimiento de dicha habilidad auditiva con y sin una prótesis, el objetivo es poder comparar los resultados. Por lo que el procedimiento de *relación señal a ruido fija* puede ser útil, principalmente debido a su corta duración. Se puede observar que se tuvo un incremento promedio para ambos grupos entre 40% y 50% ($p < 0.05$), tanto para oraciones como para palabras.

Sin embargo se podría pensar en realizar el procedimiento de RSR adaptativa, ya que daría la posibilidad de comparar con los valores típicos de sujetos con audición normal. A su vez, para futuros trabajos habría que considerar incluir sujetos con hipoacusias conductivas, ya que es una de las principales indicaciones de las prótesis implantables de conducción ósea.

En caso de sujetos con SSD (grupo 2) la logaudiometría convencional no ha mostrado diferencia significativa en la evaluación con y sin la prótesis, mientras que la logaudiometría ante sonido de competencia si pudo demostrar un incremento significativo en el rendimiento con la prótesis de prueba. Por lo que en sujetos con dicho tipo de pérdida auditiva se podría prescindir de la logaudiometría convencional. Por otro lado, de contar con el equipamiento necesario se podría considerar evaluar la influencia de la prótesis de prueba en la localización de sonidos.

Conclusión

Para los pacientes con hipoacusias mixtas se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) en el uso de ambas pruebas para analizar el beneficio de los audífonos implantables de conducción ósea. En cuanto a los pacientes con hipoacusias unilaterales severas-profundas la logaudiometría convencional no logra demostrar una diferencia significativa ($p > 0.2$), mientras que la logaudiometría

ante sonido de competencia, conocida como prueba de audición en ruido, ha mostrado reflejar ($p < 0.001$) los beneficios de dicha prótesis para dicha patología.

Por otro lado se logró detallar un procedimiento de evaluación para la prueba de audición en ruido que cumple con la norma IRAM vigente (IRAM 4028-38) y se adapta a las herramientas disponibles en la clínica audiológica de nuestro país.

Bibliografía

1. Wazen JJ, Young DL, Farrugia MC et al. Successes and complications of the Baha system. *Otol Neurotol.* 2008; 29(8):1115-9
2. Pfiffner F, Caversaccio MD, Kompis M. Audiological results with Baha in conductive and mixed hearing loss. *Adv Otorhinolaryngol.* 2008;71:73-83
3. Fynn MC, Sammeth C, Sadeghi A et al. Baha® for single-sided sensorineural deafness: Review and recent technology innovations. *SeminHear.* 2010; 31:326-349
4. Hakansson B, Tjellstrom A, Rosenhall U. Hearing thresholds with direct bone conduction versus conventional bone conduction. *Scand Audiol.* 1984; 13:3-13
5. Hol MK, Nelissen RC, Agterberg MJ et al. Comparison between a new implantable transcutaneous bone conductor and percutaneous bone-conduction hearing implant. *Otol Neurotol.* 2013; 34(6):1071-5
6. Kamal SM, Robinson AD, Diaz RC. Cochlear implantation in single-sided deafness for enhancement of sound localization and speech perception. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2012; 20(5):393-7.
7. Agterberg MJ, Hol MK, Van Wanrooij MM, Van Opstal AJ, Snik AF. Single-sided deafness and directional hearing: contribution of spectral cues and high-frequency hearing loss in the hearing ear. *Front Neurosci.* 2014; 8:188.
8. IRAM 4028-3. Logaudiometría. Métodos básicos de prueba. 1996. 4028-3.
9. Taylor, B. *Speech-in-noise tests: How and why to include them in your basic test battery. s.l.: The Hearing Journal.* 2003.
10. McArdle RA, Wilson RH, Burks CA. Speech recognition in multitalker babble using digits, words, and sentences. *J Am Acad Audiol.* 2005; 16:726-39