



Umbral auditivo en pacientes pediátricos mediante audiometría por reforzamiento visual con base en los potenciales auditivos de estado estable

Auditory threshold in pediatric patients obtained by visual reinforcement audiometry compared to the results obtained by steady-state evoked potential.

Ana Teresa De la O-Gómez,¹ Ileana Gutiérrez-Farfán,¹ Emilio Arch-Tirado,² Úrsula Gutiérrez-Canencia,¹ Ana Luisa Lino-González²

Resumen

ANTECEDENTES: La audiometría por reforzamiento visual y los potenciales auditivos de estado estable permiten identificar umbrales auditivos.

OBJETIVO: Comparar en pacientes pediátricos el umbral auditivo mediante la audiometría por reforzamiento visual vs potenciales auditivos de estado estable.

MATERIAL Y MÉTODO: Estudio transversal, comparativo, observacional y descriptivo, efectuado de febrero a septiembre de 2017 en pacientes de dos a cinco años de edad; se les realizó audiometría por reforzamiento visual y potenciales auditivos de estado estable, en las frecuencias 500, 1000, 2000 y 4000 Hz. Se evaluaron con estadística descriptiva, gráficas de error para evaluar la tendencia de los datos, t de Student para determinar diferencia significativa para muestras relacionadas con $p < 0.05$, intervalos de confianza para la media e intersección probabilística de AÑB.

RESULTADOS: Se incluyeron 38 pacientes. En la mayor parte de las evaluaciones, los valores fueron inversos en lo que respecta a los promedios y desviaciones estándar obtenidas en los potenciales auditivos y la audiometría por reforzamiento visual. La probabilidad de mayor coincidencia entre ambas pruebas con TDH39 y campo libre se encontró en el oído derecho en la frecuencia de 500 Hz.

CONCLUSIONES: Es preciso realizar la audiometría por reforzamiento visual de forma aleatoria en ambos oídos y frecuencias evaluadas con el fin de obtener resultados puntuales en la determinación del umbral auditivo y procurar asegurar el adecuado condicionamiento previo.

PALABRAS CLAVE: Audiometría por reforzamiento visual; potenciales auditivos; umbral auditivo; hipoacusia.

Abstract

BACKGROUND: The visual reinforcement audiometry and steady-state evoked potential are tests that allow to identify auditory thresholds.

OBJECTIVE: To compare the data obtained through the visual reinforcement audiometry and the steady-state evoked potential in the determination of the auditory threshold in pediatric patients.

MATERIAL AND METHOD: A cross-sectional, comparative, observational and descriptive study was done from February to September 2017 in children participating in a visual reinforcement audiometry and a steady-state evoked potential in 500, 1000, 2000 and 4000 Hz. Descriptive statistic tests and error graphs were also performed to evaluate the trend of the data, t-Student test to determine significant difference for samples related to $p < 0.05$, confidence intervals for the mean and probabilistic intersection of AÑB.

¹ Servicio de Audiología. Posgrado de Alta Especialidad de Audiología Pediátrica.

² Subdirección de Investigación Biomédica, División de Neurociencias, Área de Neurobiología.

Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Ciudad de México, México.

Recibido: 1 de junio de 2018

Aceptado: 4 de septiembre de 2018

Correspondencia

Ana Luisa Lino González
ana_onil@yahoo.com.mx

Este artículo debe citarse como

De la O-Gómez AT, Gutiérrez-Farfán I, Arch-Tirado E, Gutiérrez-Canencia U, Lino-González AL. Umbral auditivo en pacientes pediátricos mediante audiometría por reforzamiento visual con base en los potenciales auditivos de estado estable. An Orl Mex. 2018 julio-septiembre;63(3):87-96.

RESULTS: In most evaluations, the values are inverse with respect to the averages and standard deviations. The highest correlations were found in the frequency of 2000 Hz with TDH39. The probability of greater coincidence between both tests with TDH39 and free field was found in the right ear at the frequency of 500 Hz.

CONCLUSIONS: It is necessary to perform the visual reinforcement audiometry in a random way in both ears and evaluated frequencies in order to obtain specific results in the auditory threshold determination, as well as to try to ensure an adequate previous conditioning.

KEYWORDS: Visual reinforcement audiometry; Evoked potential; Auditory thresholds; Hearing loss.

ANTECEDENTES

El término audición se refiere a la capacidad para percibir sonidos; el término hipoacusia se define como la pérdida de la capacidad para escuchar el sonido en el rango considerado audición normal, que abarca de 0 a 20 dB.¹ La Organización Mundial de la Salud estima aproximadamente 360 millones de personas con discapacidad auditiva en todo el mundo, esto es, aproximadamente 5.3% de la población mundial,^{1,2} de los que 32 millones son niños.² Se calcula que la incidencia de hipoacusia severa a profunda es de 1 por 1000 nacidos vivos y de 5 por 1000 si se incluyen hipoacusias leves, moderadas, severas y profundas.³

La detección temprana de la discapacidad auditiva en los niños es fundamental porque la atención e intervención tardía afectan la adquisición y desarrollo del lenguaje además del desarrollo cognitivo, de actitudes y aptitudes sociales;² asimismo, los primeros años constituyen un periodo crítico para la intervención gracias a la neuroplasticidad presente en la adquisición de conocimientos, donde se cimientan y establecen las bases para el desarrollo.^{1,2,4}

La evaluación clínica de la audición varía según la edad y la etapa de desarrollo del niño, las

pruebas audiológicas se clasifican en subjetivas (conductuales), caracterizadas por la existencia de respuestas de tipo motor voluntario o involuntario a estímulos acústicos y pruebas objetivas (electrofisiológicas) en las que se obtienen respuestas del sistema auditivo (oído externo y medio, células ciliadas externas, nervio auditivo o tallo cerebral).⁵

La audiometría por reforzamiento visual (VRA por sus siglas en inglés) es una prueba subjetiva que se usa para evaluar la sensibilidad auditiva por frecuencia y oído, permitiendo determinar el tipo de hipoacusia y estimar los umbrales auditivos en los niveles mínimos de respuesta, que tienen estrecha relación con los umbrales perceptivos; fue diseñada para evaluar a niños de seis meses a tres años de edad,⁶ aunque en la bibliografía varía la edad máxima de aplicación al considerar el aprendizaje y el desarrollo del niño.⁶⁻⁸ El reflejo de orientación (tendencia a mirar en dirección a un estímulo acústico moderadamente intenso e interesante) favorece el condicionamiento;⁹ de esta manera, la mayoría de los niños, al recibir la señal acústica mediante audífonos TDH39 o campo libre, realizan un giro de la cabeza de aproximadamente 90° entre dos y tres segundos, después de la presentación del estímulo, conducta que es recompensada con estímulos visuales.^{6-8,10,11}



Los potenciales auditivos de estado estable son una prueba objetiva que permite determinar la existencia y tipo de hipoacusia, así como estimar los niveles de audición para las frecuencias individuales en cada oído, es una prueba dirigida a recién nacidos, lactantes y niños de cualquier edad que tengan dificultad para proporcionar información precisa, no confiable o incompleta en las pruebas de comportamiento;⁶ son respuestas electrofisiológicas periódicas cuasisinusoidales evocadas por un estímulo acústico continuo, es modulado por una frecuencia distinta a la de estimulación; estas respuestas tienen características de amplitud y fase que permanecen constantes en el tiempo.¹²⁻¹⁴ El estímulo continuo es un tono puro denominado frecuencia portadora y representa a las frecuencias de prueba específica, que van de 500 a 4000 Hz;^{12,15,16} se considera un estudio doblemente objetivo, al no depender de la cooperación del paciente ni del examinador al interpretar la respuesta.¹⁷

El objetivo de este trabajo es comparar los datos obtenidos mediante la audiometría por reforzamiento visual con los potenciales auditivos de estado estable en la determinación del umbral auditivo en pacientes pediátricos.

MATERIAL Y MÉTODO

Estudio transversal, descriptivo, observacional, en el que participaron niños reclutados de la sala de espera del Servicio de Audiología del Instituto Nacional de Rehabilitación Dr. Luis Guillermo Ibarra Ibarra, que acudían en compañía de pacientes o a consulta del servicio citado, con edad entre 2 y 5 años (rango de 3 años) con promedio de edad de 3.4 ± 1.2 años.

El protocolo fue aprobado por el Comité Institucional de Investigación y Ética. Todos los padres o tutores, posterior a la explicación de las intervenciones, firmaron un consentimiento informado de acuerdo con la Declaración de

Helsinki y se contó con el asentimiento informado de cada niño.

Se realizó otoscopia para corroborar permeabilidad del conducto auditivo externo e integridad y características de la membrana timpánica, seguida de audiometría por reforzamiento visual y potenciales auditivos de estado estable para determinar el umbral auditivo. Para los estudios se presentaron tonos modulados en las modalidades audífonos TDH39 y campo libre en las frecuencias 500, 1000, 2000 y 4000 Hz. El examen de campo libre se realizó en una sala de 12 metros cuadrados con distracciones visuales mínimas y adecuada ventilación cuya acústica cumplía con los requisitos correspondientes a ruido de fondo y reverberación de la norma ISO 8253 ($< 0 >$ dB HL). La audiometría por reforzamiento visual se realizó con el equipo Mutis Proyecto®, modelo VRA-Mutis número de serie E009-1; se enviaron señales visuales y acústicas con tono modulado en las frecuencias mencionadas con la finalidad de captar la respuesta del paciente mediante giro cefálico; en caso de no obtener la respuesta esperada se incrementó la intensidad del estímulo hasta obtenerla y determinar así el umbral auditivo, repitiendo el procedimiento para cada frecuencia evaluada.

Para realizar los potenciales auditivos de estado estable se utilizó el equipo Interacoustic®; estando el paciente dormido se colocaron electrodos en la región mastoidea derecha e izquierda, en la frente vértex y tierra, previa limpieza de piel y corroboración de impedancias; se presentó un estímulo auditivo repetido periódicamente y estable durante el tiempo de estimulación, se obtuvo una respuesta basada en el análisis de la frecuencia y temporalidad del estudio y la obtención del promedio de la respuesta con base en el análisis de la transformada rápida de Fourier, considerando que el estímulo de los potenciales auditivos de estado estable a 90 Hz

se calibra en nHL determinándose a 0 nHL según la normativa ISO 389-6.

Se realizaron pruebas de estadística descriptiva, se construyeron gráficas de error para evaluar la tendencia de los datos con respecto a cada frecuencia evaluada, se calculó *t* de Student para determinar si existía o no diferencia significativa entre las pruebas, oídos y frecuencias, se estimaron intervalos de confianza para la media con 95% de confiabilidad y para determinar la confiabilidad de los intervalos se calculó la intersección probabilística de ANB.

RESULTADOS

Participaron 38 niños, 26 (68.4%) del género masculino. Con respecto a los potenciales auditivos de estado estable en el oído derecho realizados con TDH39, se observó que los valores de la media y desviación estándar en la frecuencia de 500 Hz fueron los más altos (53.29 ± 52.418), en el caso de las frecuencias 1000, 2000 y 4000 Hz el valor de la media fue menor; sin embargo, la desviación estándar fue mayor en todas las frecuencias. En el caso de la audiometría por reforzamiento visual en el oído derecho, en la frecuencia de 500 Hz, el valor de la media también fue alto (51.97); sin embargo, se obtuvo menor dispersión de los datos con desviación estándar de 38.826. Resaltó el hecho de que en las frecuencias 1000, 2000 y 4000 Hz se observó un comportamiento diferente al obtenerse desviaciones estándar más pequeñas y valores para la media más grandes.

En lo que respecta a los potenciales auditivos de estado estable (PAEE) en el oído izquierdo con TDH39 se observaron nuevamente valores para la media más pequeños y desviaciones estándar similares en las cuatro frecuencias evaluadas, todas con dispersión más amplia al obtener desviaciones estándar con valores más altos. En el caso de la audiometría por reforzamiento visual

los promedios más altos se obtuvieron en las frecuencias de 2000 y 4000 Hz, seguidas por las de 500 Hz y finalmente con el valor más pequeño la frecuencia de 1000 Hz (48.55); asimismo, la dispersión de los datos fue menor al obtener valores más bajos en la desviación estándar. Al considerar lo anterior, destaca que los promedios más altos se obtuvieron en la audiometría por reforzamiento visual en todas las frecuencias y en ambos oídos, mientras que en los PAEE hubo mayor dispersión en ambos oídos y en todas las frecuencias, principalmente en el oído derecho en la frecuencia de 500 Hz y en el oído izquierdo en 4000 Hz; lo anterior demuestra que los PAEE son más sensibles y más confiables, esto se explica por la amplia dispersión obtenida en todas las frecuencias evaluadas, hecho que se comprueba claramente con los promedios de menor valor obtenidos de las respuestas por frecuencia, éstos se ubicaron muy por debajo de los promedios obtenidos en la audiometría por reforzamiento visual.

Respecto a campo libre, se observó la misma tendencia en el comportamiento de los datos al observarse en el caso de los potenciales auditivos de estado estable valores para la media menores, en comparación con los obtenidos en la desviación estándar con mayor dispersión de los datos para ambos oídos, mientras que en el caso de la audiometría por reforzamiento visual destacó el hecho de que en el oído izquierdo se obtuvieron promedios más altos en comparación con los del oído derecho, lo anterior sugiere nuevamente que los PEAA tienen mayor confiabilidad con respecto a la detección al requerir menor potencia sonora (**Cuadro 1**). Se construyeron gráficas de error que muestran la media y desviación estándar de las frecuencias por oído y por prueba (**Figura 1**).

Para analizar si había diferencia significativa entre los potenciales auditivos de estado estable y la audiometría por reforzamiento visual



Cuadro 1. Promedio y desviación estándar en la evaluación con audífonos TDH39 y campo libre en los potenciales auditivos de estado estable y la audiometría por reforzamiento visual por oído

PAEE TDH39 (Hz)	Media	Desviación estándar	Audiometría por reforzamiento visual TDH39 (Hz)	Media	Desviación estándar
OD 500	53.29	52.418	OD 500	51.97	38.826
OD 1000	44.61	46.432	OD 1000	48.95	39.097
OD 2000	42.37	44.353	OD 2000	50.92	40.684
OD 4000	46.58	49.785	OD 4000	52.76	41.128
OI 500	41.84	48.913	OI 500	50.26	36.961
OI 1000	42.76	48.081	OI 1000	48.55	37.523
OI 2000	41.05	43.124	OI 2000	51.32	39.296
OI 4000	47.50	50.681	OI 4000	51.45	39.778
PAEE campo libre (Hz)	Media	Desviación estándar	Audiometría por reforzamiento visual campo libre (Hz)	Media	Desviación estándar
OD 500	50.78	49.727	OD 500	50.62	37.669
OD 1000	40.16	41.319	OD 1000	47.97	35.284
OD 2000	39.06	42.945	OD 2000	48.59	36.726
OD 4000	43.12	49.477	OD 4000	49.22	38.039
OI 500	40.78	46.786	OI 500	53.91	39.610
OI 1000	41.41	46.076	OI 1000	52.03	38.287
OI 2000	39.22	41.564	OI 2000	55.16	40.351
OI 4000	44.84	49.185	OI 4000	55.47	41.121

Se observa que en la mayor parte de las evaluaciones al comparar los promedios y desviaciones estándar con los potenciales auditivos de estado estable por prueba y por oído, los promedios son menores y las desviaciones estándar mayores. PAEE: potenciales auditivos de estado estable; OD: oído derecho; OI: oído izquierdo.

se utilizó la prueba t de Student para pruebas relacionadas con significación de $p < 0.05$, se encontró diferencia significativa entre ambas pruebas en la modalidad TDH39 en el oído derecho en las frecuencias de 2000 y 4000 Hz y en la misma modalidad en el oído izquierdo en las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz. Respecto a campo libre en el oído derecho se encontró en las frecuencias 1000 y 2000 Hz y en el oído izquierdo en todas las frecuencias. Llamó la atención que en el oído derecho no se encontró diferencia significativa en TDH39 en la frecuencia 1000 Hz y en campo libre en 4000 Hz y en el oído izquierdo con TDH39 en 4000 Hz (**Cuadro 2**).

Se calcularon intervalos de confianza para la media con 95% de confiabilidad en las distintas frecuencias, pruebas y oídos; de la misma manera se calculó el porcentaje de coincidencia de los intervalos obtenidos y la intersección probabilística de $A \cap B$.

De esta manera, en los intervalos de confianza se obtuvo mayor porcentaje de coincidencia al realizarse la audiometría por reforzamiento visual con audífonos TDH39, ubicándose dentro del intervalo en todas las frecuencias evaluadas, a diferencia de la audiometría por reforzamiento visual realizada mediante campo libre y donde el porcentaje de coincidencia en todas las fre-

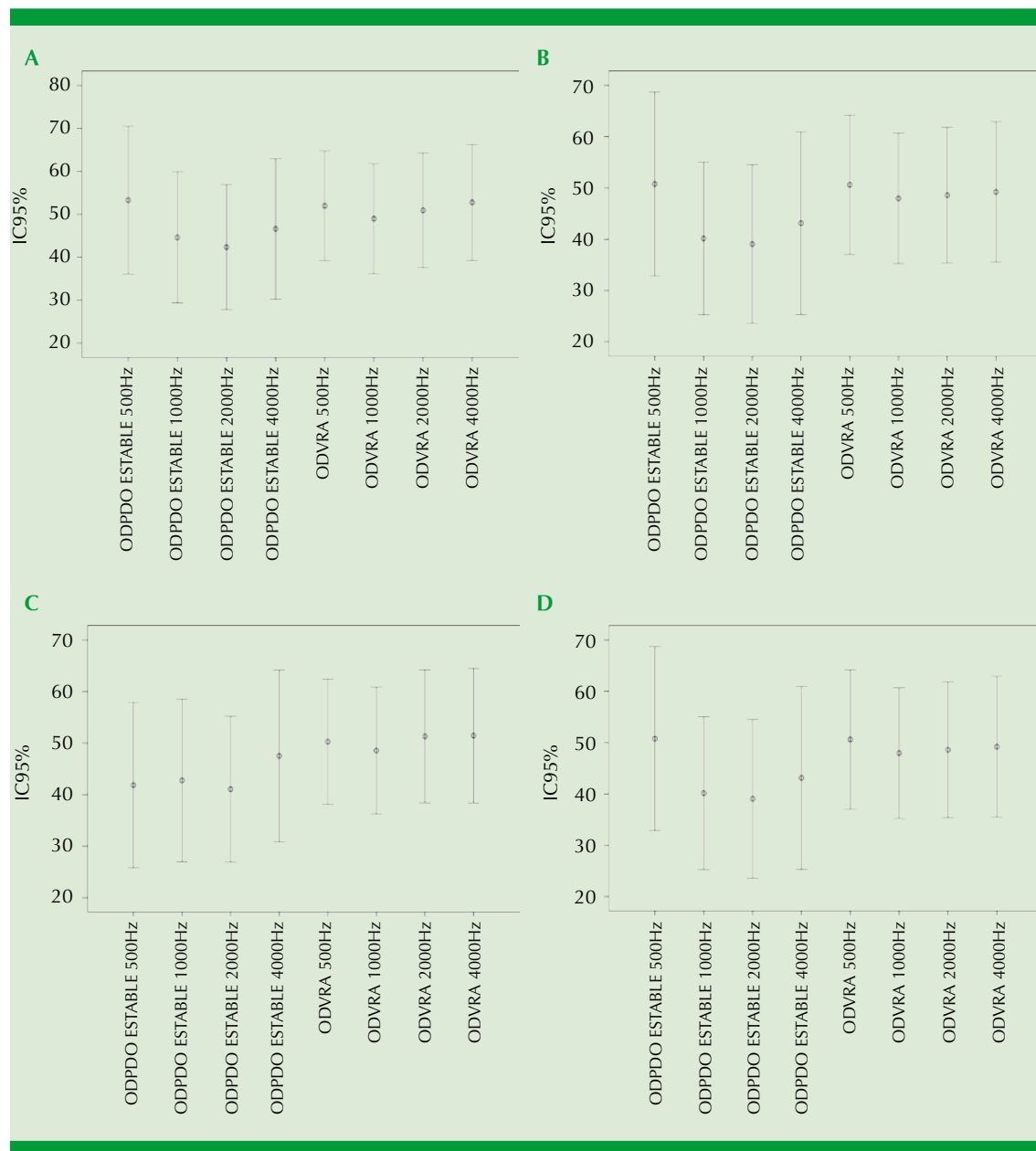


Figura 1. Gráficas de error de TDH39 y campo libre, potenciales auditivos de estado estable y audiometría por reforzamiento visual en ambos oídos.

A. TDH39 OD. **B.** Campo libre OD. **C.** TDH39 OI. **D.** Campo libre OI. Se observa la diferencia de los promedios y desviaciones estándar respecto a ambas pruebas, frecuencias y oídos evaluados, en donde los valores obtenidos en los potenciales auditivos de estado estable con TDH39 en ambos oídos tienen mayor dispersión. OD: oído derecho; OI: oído izquierdo.

cuencias fue menor en comparación con los potenciales auditivos de estado estable.

Con base en la intersección probabilística de $A \cap B$, se multiplicó el porcentaje de coincidencia



Cuadro 2. Comparación de potenciales auditivos de estado estable con TDAH39 y campo libre *versus* audiometría por reforzamiento visual en las frecuencias estudiadas

Pruebas	TDH39 OD significación	TDH39 OI significación	Campo libre OD significación	Campo libre OI significación
PAEE-VRA 500 Hz	0.733	0.041	0.971	0.001
PAEE-VRA 1000 Hz	0.113	0.047	0.02	0.001
PAEE-VRA 2000 Hz	0.001	0.001	0.006	0.001
PAEE-VRA 4000 Hz	0.033	0.130	0.102	0.013

Se observan todas las diferencias significativas excepto en TDH39 en las frecuencias de 500 y 1000 Hz en el oído derecho y en 4000 Hz en el oído izquierdo; en campo libre no se encontró diferencia en 500 y 4000 Hz en el oído derecho. PAEE: potenciales auditivos de estado estable; VRA: audiometría por reforzamiento visual; OD: oído derecho; OI: oído izquierdo.

de los intervalos obtenidos en la audiometría por reforzamiento visual con base en los potenciales auditivos de estado estable multiplicando por 0.95 (confiabilidad de intervalo), de esta manera la probabilidad de mayor coincidencia entre los potenciales auditivos de estado estable y la audiometría por reforzamiento visual con TDH39 y campo libre se encontró en el oído derecho en la frecuencia de 500 Hz con 85.5 y 83.6%, respectivamente (**Cuadro 3**).

DISCUSIÓN

La determinación del umbral auditivo permite la identificación de la hipoacusia a cualquier edad; la detección temprana favorece la prevención de retrasos en la adquisición y desarrollo del lenguaje infantil; es importante tomar en cuenta que para la adecuada evaluación auditiva debe considerarse la edad, así como el desarrollo cognitivo y psicomotor del menor.^{1,2,4,5} En la actualidad se cuenta con pruebas para determinar el umbral auditivo como los potenciales auditivos de estado estable que se caracterizan por ser objetivos, confiables y costosos; es factible considerar opción de tamizaje a la audiometría por reforzamiento visual⁶ que, aunque subjetiva, es confiable y de bajo costo, situación que beneficiaría a los pacientes de bajos recursos o a centros hospitalarios que carecen de equipos costosos y complejos para determinar el umbral

auditivo de los pacientes pediátricos. Carecer de tecnología adecuada que permita el diagnóstico temprano y oportuno de la hipoacusia en la población infantil retrasa la atención, seguimiento y tratamiento necesarios para el adecuado desarrollo integral y, por consiguiente, la apropiada calidad de vida.^{1,2,4}

En el estudio se encontró mayor coincidencia en la determinación del umbral auditivo en el oído izquierdo en comparación con el oído derecho, circunstancia que se alinea a lo descrito en las Guías Clínicas de la Sociedad Británica de Audiología, que estipulan que el hecho de comenzar siempre la evaluación con el oído derecho en la frecuencia de 1000 Hz dificulta la adecuada y confiable medición al estar el condicionamiento en proceso de consolidación, por lo que al momento de realizar la evaluación en el oído izquierdo, estando más afianzado el condicionamiento, se obtiene mayor coincidencia y confiabilidad en la determinación del umbral auditivo aun en las frecuencias extremas (4000 Hz). Las Guías Clínicas de la Sociedad Británica de Audiología sugieren algunas secuencias de frecuencias para la evaluación conductual formal inicial: empezar con la frecuencia de 2000 Hz, seguida de 500 Hz, continuar con 4000 Hz y finalizar con 1000 Hz o, bien, iniciar con 1000 Hz, seguir con 4000 Hz, continuar con 500 Hz y

Cuadro 3. Intervalos de confianza para la media, porcentaje de coincidencia de densidad entre los intervalos e intersección probabilística de ANB

PAEE-TD39	IC	VRA-TD39	IC	% coincidencia	ANB
OD 500 Hz	[36.6242 < μ < 69.9558]	OD 500 Hz	[39.626 < μ < 64.314]	90.9	(0.95)(0.90) = 0.855
OD 1000 Hz	[29.8473 < μ < 59.3727]	OD 1000 Hz	[36.5197 < μ < 61.3803]	77.4	(0.95)(0.77) = 0.7315
OD 2000 Hz	[28.2678 < μ < 56.4722]	OD 2000 Hz	[37.984 < μ < 63.856]	65.5	(0.95)(0.65) = 0.6175
OD 4000Hz	[30.7511 < μ < 62.4089]	OD 4000 Hz	[39.683 < μ < 65.837]	71.7	(0.95)(0.71) = 0.6745
OI 500 Hz	[26.2874 < μ < 57.3926]	OI 500 Hz	[38.5079 < μ < 62.0121]	60.7	(0.95)(0.60) = 0.57
OI 1000 Hz	[27.472 < μ < 58.048]	OI 1000 Hz	[36.6195 < μ < 60.4805]	70	(0.95)(0.70) = 0.665
OI 2000 Hz	[27.338 < μ < 54.762]	OI 2000 Hz	[38.825 < μ < 63.815]	58.1	(0.95)(0.58) = 0.551
OI 4000 Hz	[31.285 < μ < 63.615]	OI 4000 Hz	[38.8022 < μ < 64.0978]	76.7	(0.95)(0.76) = 0.722
PAEE-campo libre	IC	VRA-campo libre	IC	% coincidencia	Rango
OD 500 Hz	[33.5497 < μ < 68.0103]	OD 500 Hz	[37.5684 < μ < 63.6716]	88.3	(0.95)(0.88) = 0.836
OD 1000 Hz	[25.8442 < μ < 54.4758]	OD 1000 Hz	[35.7455 < μ < 60.1945]	65.4	(0.95)(0.65) = 0.6175
OD 2000 Hz	[24.1797 < μ < 53.9403]	OD 2000 Hz	[35.8657 < μ < 61.3145]	60.7	(0.95)(0.60) = 0.57
OD 4000Hz	[25.9779 < μ < 60.2621]	OD 4000Hz	[36.041 < μ < 62.399]	70.6	(0.95)(0.70) = 0.665
OI 500 Hz	[24.5688 < μ < 56.9911]	OI 500 Hz	[40.1861 < μ < 67.6339]	51.8	(0.95)(0.51) = 0.4851
OI 1000 Hz	[25.4458 < μ < 57.3742]	OI 1000 Hz	[38.7648 < μ < 65.2952]	58.2	(0.95)(0.58) = 0.551
OI 2000 Hz	[24.818 < μ < 53.622]	OI 2000 Hz	[41.179 < μ < 69.1406]	43.1	(0.95)(0.43) = 0.485
OI 4000 Hz	[27.794 < μ < 61.8861]	OI 4000 Hz	[41.2228 < μ < 69.7172]	60.6	(0.95)(0.60) = 0.57

Se observa que la probabilidad de mayor coincidencia entre potenciales auditivos de estado estable y audiometría por reforzamiento visual con TDH39 y campo libre se ubicó en el oído derecho a 500 Hz con 85,5 y 83,6%, respectivamente.

PAEE: potenciales auditivos de estado estable; VRA: audiometría por reforzamiento visual; OD: oído derecho; OI: oído izquierdo; IC: intervalo de confianza.



finalizar con 2000 Hz;¹¹ aportación que podría considerarse para evitar la variabilidad en la dispersión de los intervalos obtenidos en los resultados. Con base en las intersecciones probabilísticas se observa que la probabilidad de mayor coincidencia entre las pruebas se ubica en la frecuencia de 500 Hz en el oído derecho, mientras que la probabilidad de menor coincidencia se observa en la frecuencia de 2000 Hz en el oído izquierdo.

Al comparar los umbrales auditivos obtenidos en la audiometría por reforzamiento visual con audífonos TDH39 y campo libre, se observó mayor correlación cuando se realizó con audífonos, circunstancia explicada posiblemente por el hecho de que mediante campo libre el estímulo auditivo proporcionado requiere mayor presión sonora al ubicarse lejos del pabellón auricular, a diferencia de los audífonos que van sobrepuestos a esa estructura.¹¹

Se requiere la comparación entre pruebas audiológicas subjetivas y objetivas con la finalidad de determinar cuáles pruebas subjetivas cumplen con los estándares de confiabilidad para la determinación del umbral auditivo y la detección de hipoacusia, que garanticen su uso como prueba audiológica en la determinación del umbral auditivo en centros hospitalarios que no cuenten con el presupuesto para adquirir equipos costosos y complejos que realicen pruebas objetivas; abarcando de esta manera a la población vulnerable que la Organización Mundial de la Salud ubica en el estrato socioeconómico bajo.²

CONCLUSIONES

La audiometría por reforzamiento visual, al realizarse con audífonos TDH39, resultó con mayor asociación en la determinación del umbral auditivo al compararse con los potenciales auditivos de estado estable. Las frecuencias

extremas evaluadas (4000 Hz) proporcionan un indicador más específico de la audición con la audiometría por reforzamiento visual mediante campo libre, donde la asociación fue menor al compararse con los potenciales auditivos de estado estable, además de que el oído izquierdo tuvo mayor determinación del umbral auditivo; este patrón también se observó en las frecuencias extremas mostrando mayor coincidencia en la determinación del umbral auditivo al compararse con los valores de los potenciales auditivos de estado estable.

Es preciso realizar las pruebas audiométricas de forma aleatoria entre oídos, así como de las frecuencias evaluadas con la finalidad de obtener resultados más puntuales en la determinación del umbral auditivo y procurar asegurar el adecuado condicionamiento previo.

REFERENCIAS

1. Duthey B. Priority medicine for Europe and the world "a public health approach to innovation". Update on 2004 Background paper, BP6.21 Hearing loss [Internet]. WHO; 20 feb 2013 [consultado 4 sep 2017]. Disponible en: <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s20245en/s20245en.pdf>
2. Organización Mundial de la Salud. Pérdida de la audición en la niñez ¡qué hacer para actuar de inmediato! [Internet]. 2016 [Consultado 11 sep 2017]. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204509/1/WHO_NMH_NVI_16.1_spa.pdf
3. Acosta Boett L, Hernández T, Alvarado J, et al. Consenso. Hipoacusia en el niño. *Acta Otorrinol* 2010;22:7.
4. Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Wiggin M, Chung W. Early hearing detection and vocabulary of children with hearing loss. *Pediatrics* 2017Aug;140(2):1-10. doi: 10.1542/peds.2016-2964. Epub 2017 Jul 8.
5. Başar F, Canbaz S. What is the audiological evaluation time for those aged 0-5 years and older? *J Int Adv Otol* 2015Apr;11(1):42-7.
6. American Academy of Audiology. Audiologic Guidelines for the Assessment of Hearing in Infants and Young Children. [Internet]. 2012. [consultado 6 sep 2017] Disponible en: <https://www.asha.org/articlesummary.aspx?id=8589961387>
7. Lidén G, Kankkunen A. Visual reinforcement audiometry. *J Acta Otolaryngol* 1969;67(2-6):281-92.

8. Zenker CF. La caracterización de la sensibilidad auditiva mediante el refuerzo visual de la conducta en niños de 0 a 3 años. *Boletín de AELFA* 2008;2:12-5.
9. Davis A. Acceptance of earphones in children 12- to 24-months of age during visual reinforcement audiometry. *Independent Studies and Capstones*. [Internet]. Paper 647. Program in Audiology and Communication Sciences, Washington University School of Medicine; 2012. [consultado 24 agosto 2017] Disponible en: http://digitalcommons.wustl.edu/pacs_capstones/647/
10. Weiss AD, et al. Efficacy of earphones for 12- to 24-month-old children during visual reinforcement audiometry. *Int J Audiol* 2016;55(4):248-53.
11. British Society of Audiology. Recommended procedure visual reinforcement audiometry. [Internet]. UK; 2014. [consultado 7 sep 2017]. Disponible en: http://www.thebsa.org.uk/wp-content/uploads/2014/04/BSA_VRA_24June2014_Final.pdf
12. Fernández P y col. Aplicación de potenciales evocados de estado estable como examen auditivo en una población de jóvenes con diferentes niveles de audición. *Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello* 2009;69(3):233-242.
13. Martínez-Fernández A y col. Estudio comparativo entre potenciales evocados auditivos de estado estable, potenciales evocados auditivos de tronco cerebral y audiometría tonal liminar. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2007;58(7):290-295.
14. Sousa AC, et al. Longitudinal comparison of auditory steady-state evoked potentials in preterm and term infants: the maturation process. *Int Arch Otorhinolaryngol* 2017 Jul;21(3):200-5.
15. Martínez-Beneito P, et al. Potenciales evocados auditivos de estado estable a multifrecuencia como técnica de determinación de umbrales auditivos. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2002;53:707-717.
16. Rodrigues GRI, et al. Steady-state auditory evoked responses in audiological diagnosis in children: a comparison with brainstem evoked auditory responses. *Braz J Otorhinolaryngol* 2010;76:96-101.
17. Carriel L y col. Estudio sobre la técnica de potenciales evocados auditivos de estado estable (PAEE), para establecer la relación entre umbrales audiométricos tonales y umbrales electrofisiológicos, en el ámbito de la salud ocupacional. [Internet]. Instituto de Salud Pública de Chile. [consultado 23 agosto 2017] Disponible en: <http://www.ispch.cl/sites/default/files/NotaT%C3%A9cnica%20N%C2%B020022%20T%C3%A9cnica%20de%20Potenciales%20Auditivos%20Evocados%20de%20Estado%20Estable%20PAEE%29.pdf>