



ISSN 1029-3450



Evaluación de la audición con Potenciales Evocados estado-estable a Múltiples Frecuencias en niños de riesgo.

Hearing assessment with Multiple Auditory Stead State Responses in young children at risk.

Concepción Gómez Rives.

Dra. en Medicina. Neurofisióloga Clínica. Especialista de 2do grado en Fisiología Normal y Patológica. MSc. Educación Superior.

Universidad de las Ciencias Médicas de Matanzas, Cuba.

E-mail: concepciongomez.mtz@infomed.sld.cu

Resumen

Se evaluaron los Potenciales Evocados Auditivos estado-estable a Múltiples Frecuencias (PEAee MF) en la caracterización de la audición en niños de riesgo y se determinaron los factores de riesgo prenatales, perinatales y postnatales del neonato, asociados con las pérdidas auditivas sensorineurales. Se utilizó el método de estudio retrospectivo en el contexto del programa de cribado auditivo en niños de alto riesgo, Matanzas (2000–2005). Se exploró el umbral auditivo específico por frecuencias en 308 niños (tres a 24 meses de edad), con PEAee MF (0.5, 1, 2 y 4 kHz), y con Potenciales Evocados Auditivos de Tallo Cerebral (PEATC) a clic. Los resultados (PEAee MF/PEATC) fueron comparados en 220 niños (440 oídos). Se estudió la asociación de factores de riesgo independientes con las pérdidas auditivas sensorineurales. Se obtuvieron los coeficientes de correlación (PEAee MF/PEATC) resultando significativos para todas las frecuencias ($p = .01$). Los PEAee MF estimaron el umbral auditivo a una o más frecuencias, aún cuando los PEATC estuvieran ausentes a la máxima intensidad permitida (85 dB nHL). Factores de riesgo independientes en las pérdidas auditivas sensorineurales, fueron: ventilación mecánica, trastornos neurológicos, cuidados intensivos neonatales e historia familiar de pérdida auditiva. Los PEAee MF permitieron caracterizar los umbrales auditivos normales y en las pérdidas auditivas de ligeras a moderadas, mostrando una ventaja evidente sobre los PEATC a clic en las pérdidas auditivas de severas a profundas y el estudio de los factores de riesgo en las pérdidas auditivas sensorineurales, contribuye a la evaluación clínica integral del niño deficiente auditivo.

Palabras claves: Potenciales Evocados Auditivos estado-estable a Múltiples Frecuencias, pérdida auditiva sensorineural, programa de cribado auditivo en niños de alto riesgo.

Abstract

We assessed Multiple Auditory Steady State Response (MSSR) in the characterization of hearing in high-risk children and identified risk factors prenatal, perinatal and postnatal (of the newborn), associated with sensorineural



ISSN 1029-3450



hearing loss. We used the retrospective method in the context of the hearing screening in high-risk children, Matanzas (2000-2005). We explored the frequency-specific thresholds from MSSR (0.5, 1, 2 and 4 kHz) and click-evoked Auditory Brainstem Responses (ABR) in 308 children (three to 24 months old); the threshold estimates from MSSR tests were compared to those of click-evoked ABR in 220 children (440 ears). The association of independent risk factors for sensorineural hearing loss was calculated. We obtained correlation coefficients (MSSR/ABR) being significant for all frequencies ($p = .01$). The MSSR estimated the threshold of hearing to one or more frequencies, even when the ABR were absent at the maximum allowable intensity (85 dB nHL). Independent risk factors for sensorineural hearing loss were: mechanical ventilation, neurological disorders, neonatal intensive care, and family history of hearing loss. MSSR allowed characterize the hearing thresholds in normal hearing and hearing loss from mild to moderate, showing an obvious advantage over the click-evoked ABR on severe to profound hearing loss and the study of the risk factors in sensorineural hearing loss contributes to the comprehensive clinical evaluation of hearing-impaired child.

KeyWords: Multiple Auditory Steady State Responses, sensorineural hearing loss, hearing screening program in high-risk children

Introducción.

Las pérdidas auditivas congénitas y adquiridas en lactantes y niños han sido vinculadas con deficiencias permanentes en la adquisición del lenguaje, pobre rendimiento académico, problemas en la adaptación en el medio social y familiar y dificultades emocionales, por lo que su identificación temprana mediante los programas de detección de dichas pérdidas, tienen también el objetivo de prevenir o reducir muchas de sus consecuencias adversas (JCIH, 2000, 2007); mientras más temprano en la vida se realice el diagnóstico y se inicie la atención médica e intervención psicopedagógica, mejores resultados pueden esperarse en el cuidado y desarrollo de estos niños (Reigosa et al., 2002; Yoshinaga-Itano, 2003). Se recomiendan los programas de cribado, para identificar tempranamente el daño auditivo, antes de los tres meses, e iniciar la intervención antes de los seis meses de edad (JCIH, 2000, 2007).

Aproximadamente 1-3 de cada 1000 niños nacen con pérdidas auditivas graves bilaterales (Mencher, Davis, DeVoe, Beresford & Bamford, 2001). La incidencia de pérdidas moderadas y ligeras es mucho mayor (1 de cada 100). En Cuba, el Estudio Nacional de Discapacidades 2000-2003, identificó 23,620 personas con problemas auditivos, mostrando una prevalencia de 2.1 por 1000 habitantes, en el rango de lo reportado internacionalmente (Colectivo de autores, 2003, citado en Pérez Abalo et al., 2009). La incidencia y/o prevalencia de trastornos auditivos en poblaciones infantiles “en riesgo”, preseleccionada según



ISSN 1029-3450



determinados factores clínicos de alto riesgo de daño para la audición, se incrementa hasta valores entre el 5% y el 12% (Mijares Nodarse et al., 2006). En la década de los años 80, se implementó en Cuba el Programa Nacional de Pesquisaje Auditivo en niños de alto riesgo, mediante el estudio de la vía auditiva con los Potenciales Evocados Auditivos de Tallo Cerebral a clic (PEATC a clic) (Pérez Abalo et al., 2009). En el contexto de este programa en la provincia de Matanzas, 1998 al 2000, se reportó una incidencia de pérdidas auditivas sensorineurales bilaterales severas de 3.2% y de incidencia total de pérdidas auditivas de 10.4%, comparables a las de Ciudad Habana 3.3% - 10.2% (Pérez Abalo et al., 2009). En la actualidad, en varios laboratorios del país se realizan los Potenciales Evocados Auditivos de estado estable a Múltiples Frecuencias (PEAee MF), conjuntamente con los PEATC a clic. Por más de una década, los PEAee MF han demostrado ser una técnica eficiente para la realización de una audiometría objetiva detallada por frecuencias, permitiendo obtener una estimación confiable del umbral audiométrico en personas sanas y en niños con pérdidas auditivas (Cone-Wesson, Parker, Swiderski, & Rickards, 2002a; Lins et al., 1996; Perez-Abalo et al., 2001; Rance & Rickards, 2002; Savio, Perez-Abalo, Gaya & Hernández Mijares, 2006).

Los objetivos de este estudio son: 1) Evaluar los resultados de los Potenciales Evocados Auditivos de estado estable a Múltiples Frecuencias en la caracterización de la audición en niños pequeños con factores de alto riesgo. 2) Determinar los factores de riesgo prenatales, perinatales y postnatales del neonato, asociados con las pérdidas auditivas sensorineurales.

Materiales y métodos.

Se realizó un estudio retrospectivo, en el contexto del Programa de cribado auditivo en la provincia de Matanzas (2000 – 2005), en un grupo de 308 niños (144 hembras y 164 varones), entre tres y 24 meses de edad, con antecedentes de uno o más factores de alto riesgo de pérdida auditiva, prenatales, perinatales y/o postnatales del neonato. Se realizaron PEATC a clic y PEAee a MF a todos los niños, y sus resultados fueron comparados en 220 niños (440 oídos), en los que fue posible realizar ambos estudios en una misma sesión. Los estudios fueron realizados en el Departamento de Neurofisiología Clínica del Hospital Pediátrico Docente de Matanzas, en estado de sueño inducido con Hidrato de Cloral (30 mg/kg de peso corporal). Se realizó un estudio de confirmación cuando el umbral auditivo se encontró elevado. Los niños con elevación del umbral auditivo fueron evaluados en la consulta de Audiología.

Parámetros de registro. Equipo: AUDIX. Sistema con programas que permiten la obtención, almacenamiento y procesamiento fuera de línea de los PEAee MF y los PEATC a clic.

PEAee MF: La estimulación auditiva se produjo mediante un tono continuo compuesto por la combinación de cuatro frecuencias: 0.5, 1, 2 y 4 kHz,



ISSN 1029-3450



moduladas en amplitud, a frecuencias diferentes entre los 70 y 110 Hz. Impedancia: $\leq 5 \text{ K}\Omega$. Montaje: Electrodo de disco de Ag/AgCl. El de referencia sobre Cz (Fz o Fpz), el activo sobre la mastoide ipsilateral al estímulo y el de tierra sobre la mastoide contralateral. Ganancia de 100 000. Ancho de banda de frecuencias entre: 10 y 300 Hz. La detección automática de la respuesta para cada frecuencia se realizó mediante un indicador cuantitativo, T2 de Hotelling (Perez-Abalo al., 2001; Valdes et al., 1997). Se consideró para pasar la prueba, que las cuatro frecuencias fueran estadísticamente significativas para la señal con relación al ruido ($p < .05$). Estímulo monoaural, comenzando a 40 dB HL. Máxima intensidad de estimulación: 105 dB HL. La precisión para la determinación del umbral auditivo fue de 5 dB.

PEATC a clic: Para su obtención se aplicó un estímulo auditivo a clic (pulso rectangular de 0.1 ms de duración), a una frecuencia de estimulación de 17/seg. Ancho de banda de frecuencias entre 10 y 2000 Hz. Ganancia de 100 000. Promediación de 2000 para cada trazado. Se sobreimpusieron los hemipromedios para evaluar su replicabilidad. Tiempo de análisis de 15 milisegundos. Intensidades del estímulo auditivo: entre los 30 y 85 dB nHL, máxima intensidad permitida por las condiciones acústicas del local de registro. Estímulo monoaural. Impedancia: $\leq 5 \text{ K}\Omega$. Montaje de electrodos con iguales características que para los PEAAE MF. Los PEATC a clic fueron evaluados visualmente por un profesional experto, basándose para ello en la presencia de una onda V replicable. Se consideraron los 30 dB nHL como umbral auditivo normal.

Factores de riesgo: Se tomaron en cuenta los factores de riesgo de pérdida auditiva recomendados en las guías de práctica clínica (JCIH, 2000) y en el programa de cribado auditivo cubano (Pérez Abalo et al., 2009). Además, se consideraron como posibles factores de riesgo los que se mencionan a continuación. *Prenatales:* diabetes materna, enfermedad hipertensiva del embarazo, sangrado vaginal durante el embarazo y retardo del crecimiento intrauterino. *Perinatales:* parto instrumental y parto múltiple. *Postnatales del neonato:* ventilación mecánica \geq de un día y trastornos neurológicos.

Métodos estadísticos: Se realizó un análisis de *Correlación de Pearson* para comparar los umbrales auditivos electrofisiológicos (PEAAE a MF/ PEATC a clic), $p = .01$. Se excluyeron los casos en que no fue posible realizar ambos estudios en una misma sesión y en los que no hubo respuesta con los PEATC a clic, a la máxima intensidad permitida. También se realizó un análisis de *Regresión logística* (intervalo de confianza de 95%) para estudiar la asociación de factores de riesgo independientes con las pérdidas auditivas sensorineurales.



ISSN 1029-3450



Resultados y discusión.

La edad promedio del primer estudio fue de 4.8 meses (edad mínima, 3 meses - edad máxima, 19 meses). En los estudios de confirmación la edad media fue de 8.2 meses (edad mínima, 3 meses - edad máxima, 24 meses). Aunque estas edades corresponden a los dos primeros años de la vida, se considera que el diagnóstico precoz del daño en la audición y el inicio temprano de la intervención y rehabilitación, pueden mejorar considerablemente los resultados en el desarrollo del lenguaje, cognitivo y social de estos niños (Yoshinaga-Itano, 2003).

El cribado auditivo universal de los recién nacidos (Durieux-Smith, Fitzpatrick & Whittingham, 2008; Heidi, Nelson, Bougatsos & Nygren, 2008) y la sensibilización de esta problemática por parte de las familias y la sociedad (Watkin et al., 2007), deberán contribuir a disminuir las edades del diagnóstico y de la intervención. Por otra parte, el cribado auditivo universal posibilita la pesquisa de todos los recién nacidos, pues se reporta aproximadamente un 50% de pérdidas auditivas (Weichbold, Nekahm-Heis & ,Welzl-Mueller, 2006), en ausencia de los factores de riesgo recomendados (JCIH, 2000).

Se encontraron pérdidas auditivas con componente sensorineural en el 5.5% de los niños estudiados (Tabla 1), en el rango de lo esperado en niños con factores de riesgo (Mijares Nodarse et al., 2006). El 2.2% correspondió a pérdidas auditivas sensorineurales bilaterales de severas a profundas.

Tabla 1. Clasificación de las pérdidas auditivas sensorineurales (n=308).

Severas/ profundas	N	%	Ligeras/ moderadas	N	%	Mixta moderada	N	%
Bilaterales	7	2.27	Bilaterales	5	1.62	Bilaterales	1	0.32
Unilaterales	2	0.65	Unilaterales	2	0.65	Unilaterales	-	-
Total	9	2.92	Total	7	2.27	Total	1	0.32
Total de pérdidas auditivas sensorineurales							17	5.51

Las pérdidas auditivas conductivas estuvieron presentes en 19 niños (6.1%), las que resultaron en su mayoría elevaciones transitorias del umbral auditivo.

En la Tabla 2 se muestran los valores de la media y las desviaciones estándares asociadas, de los umbrales electrofisiológicos en los niños con audición normal en el primer estudio: 45 +/- 5, 44 +/- 4, 43 +/- 4 y 44 +/- 5, para las frecuencias de 0.5, 1, 2 y 4 kHz. Estos valores son aproximadamente 20 dB más elevados que los reportados por Lins et al. (1996), en lactantes, con la técnica de PEAee MF: 45, 29, 26 y 29 dB SPL (34, 22, 17 y 19 dB HL). Estas diferencias son comparables a lo reportado por Savío et al. (1997), en condiciones muy similares a la del presente estudio, por realizarse el examen



ISSN 1029-3450



en locales de consulta externa de un hospital pediátrico, sin cámara sonoamortiguada y con un alto nivel de ruido ambiente.

En la Tabla 2 también se muestran los umbrales promedios (del estudio de confirmación) en las pérdidas auditivas sensorineurales ligeras/moderadas y severas/profundas, en su conjunto: 69, 72, 75 y 76 dB HL, a los 0.5, 1, 2 y 4 kHz, respectivamente.

Tabla 2. Umbrales electrofisiológicos en los niños con audición normal y en las pérdidas auditivas sensorineurales.

PEAee MF dB HL	Umbrales electrofisiológicos. Media y desviación estándar (+/-)			
	0.5 kHz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Audición normal (n=272)	45 +/- 5	44 +/- 4	43 +/- 4	44 +/- 5
Pérdidas ligeras/moderadas y severas/profundas (n=17)	69 +/- 17	72 +/- 19	75 +/- 18	76 +/- 14

Los PEAee MF mostraron la configuración del audiograma objetivo específico por frecuencias, en niños con audición normal y en niños con pérdidas auditivas, como ha sido demostrado en otros estudios (Cone-Wesson et al., 2002a, 2002b; Lins et al., 1996; Savio et al., 1997, 2001, 2006; Perez-Abalo et al., 2001; Rance & Rickards, 2002). Se considera la potencial aplicabilidad de esta técnica para la detección y diagnóstico tempranos de las pérdidas auditivas en el contexto de un programa de cribado auditivo, como parecen probar algunos hallazgos clínicos desde hace varios años (Cone-Wesson et al., 2002a; Luts, Desloovere & Wouters, 2006; Savio et al., 2006). Además, recientemente Mijares Nodarse et al., (2011), obtuvieron con los PEAee MF una adecuada eficiencia diagnóstica (sensibilidad, 100%, y especificidad, 96%), en una prueba de cribado auditivo en una población de recién nacidos sanos, lo que sugiere la utilidad de esta técnica en el cribado auditivo universal en recién nacidos.

Se realizó un análisis de correlación de Pearson comparando los umbrales auditivos electrofisiológicos estimados para los dos estudios: PEAee MF a 0.5, 1, 2 y 4 kHz y el umbral simple del PEATC a clic, y del promedio obtenido de los umbrales de la media (1 kHz) y las altas frecuencias (2 y 4 kHz) y el umbral simple del PEATC a clic. En este análisis se incluyeron umbrales medidos en niños con audición normal y en niños con pérdidas auditivas sensorineurales.

Se obtuvieron coeficientes de correlación estadísticamente significativos ($p = .01$) para las cuatro frecuencias, $r = .665, .733, .821, .763$, a 0.5, 1, 2 y 4 kHz, respectivamente. El valor más robusto se obtuvo a los 2 kHz (Figura 1. A), y el más débil a la baja frecuencia, 0.5 kHz, lo cual puede ser explicado por la asimetría de la mecánica coclear, pues la respuesta evocada mediante el



ISSN 1029-3450



PEATC a clic, se genera principalmente desde las regiones para las altas frecuencias (Moore, 1983). El análisis realizado con el promedio de los umbrales obtenidos a 1, 2 y 4 kHz aportó un coeficiente de correlación ligeramente más robusto, $r = .829$ (Figura 1. B).

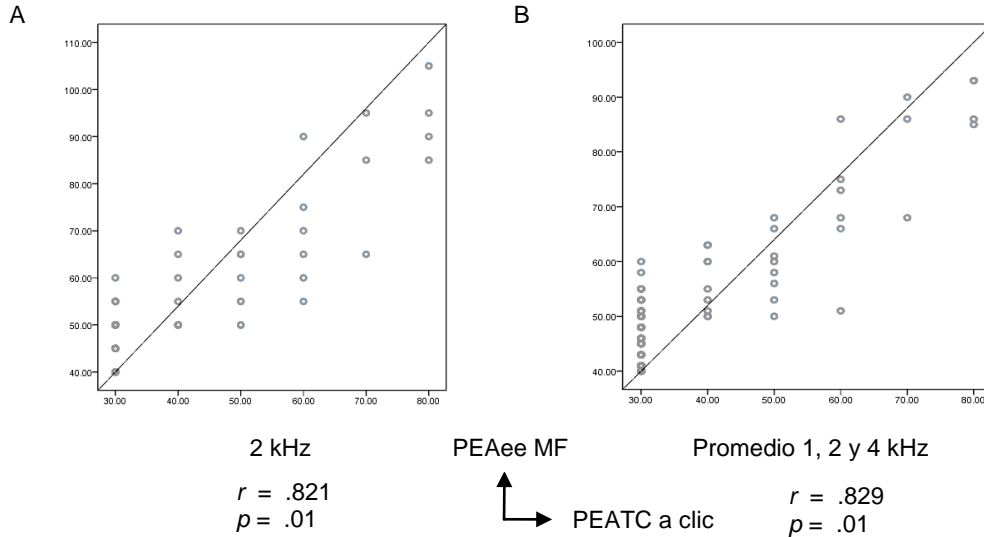


Figura 1. Relación entre los umbrales de los PEAEe MF a la frecuencia de 2 kHz y el umbral simple de los PEATC a clic (A). Relación entre los umbrales promedio (1, 2 y 4 kHz) y el umbral simple de los PEATC a clic (B).

Otros estudios donde se comparan los umbrales electrofisiológicos (PEAEe MF/PEATC a clic) en las pérdidas auditivas, reportan coeficientes de correlación más robustos a las altas frecuencias y con el promedio obtenido a las altas frecuencias, $r = .86 - .97$ (Lee, Ahn, Chung, Hyun, & Lee, 2008; Swanepoel & Ebrahim, 2009; Vander Werff, Brown, Gienapp & Schmidt Clay, 2002).

La comparación de los umbrales electrofisiológicos de los PEAEe MF y de los PEATC a clic, con los umbrales conductuales, puede ser considerada una medida más pertinente de la precisión audiométrica de ambos estudios (Savio et al., 2006), pero un inconveniente en este sentido, es que los umbrales conductuales pueden ser difíciles de obtener en niños pequeños.

En las pérdidas auditivas de severas a profundas, se estimaron con los PEAEe MF umbrales electrofisiológicos en todos los casos (16 oídos), para una o más de las frecuencias: 0.5 kHz (15/16), 1 kHz (13/16), 2 kHz (13/16) y 4 kHz (12/16). Sin embargo, los PEATC a clic no registraron el umbral auditivo bilateralmente, en cuatro de los niños estudiados (8/16), a la máxima intensidad permitida (85 dB nHL); lo que evidenció una ventaja adicional de los PEAEe MF, con los que fue posible medir umbrales electrofisiológicos en las pérdidas auditivas mayores del límite permitido por el equipo para los PEATC a clic.



ISSN 1029-3450



La Tabla 3 muestra los umbrales electrofisiológicos estimados con los PEAA MF, en los cuatro niños con ausencia de respuesta a los PEATC a clic; proporcionando una información adicional acerca de la audición residual, en las pérdidas auditivas de severas a profundas, lo que se considera muy útil para el tratamiento audio-protésico (Zenker Castro, Fernández y Barajas, 2006). Esta información también puede contribuir en la selección del oído para el implante coclear en niños pequeños con pérdidas auditivas (Firszt, Gaggl, Runge-Samuelson, Burg & Wackym, 2004).

Tabla 3. Umbrales electrofisiológicos PEAA MF en pérdidas auditivas sensorineurales severas/profundas con no respuesta a PEATC a clic (n=4) .

No respuesta PEATC a clic	Umbrales electrofisiológicos PEAA MF							
	0.5 kHz		1 kHz.		2 kHz		4 kHz	
	OD	OI	OD	OI	OD	OI	OD	OI
Caso 1	85	NR	85	NR	90	80	80	70
Caso 2	80	70	100	90	90	100	80	95
Caso 3	100	90	100	90	100	105	NR	NR
Caso 4	100	70	NR	NR	NR	NR	NR	NR

Leyenda: OD: oído derecho, OI: oído izquierdo, NR: no respuesta

Se considera acertado lo apuntado por Savio & Perez-Abalo (2008, pp.189-190), que los resultados de investigaciones realizadas, en su conjunto, sugieren con fuerza que los PEAA pueden ser considerados un método razonablemente preciso para caracterizar la audición residual en niños con daño auditivo, el que detectado tempranamente por medio de un programa de cribado, proporciona una valiosa información para el diagnóstico e intervención.

En la tabla 4, se exponen las frecuencias y porcentajes de los factores de riesgo en los 17 niños con pérdidas auditivas sensorineurales. Se encontraron como más frecuentes: los cuidados intensivos neonatales (64.7%), seguidos de la administración de aminoglucósidos (52.9%) y la sepsis grave (29.4%). Los 11 niños que requirieron de cuidados intensivos neonatales, habían presentado alguno o varios de los eventos adversos que son considerados factores de alto riesgo de pérdida auditiva permanente (JCIH, 2000). Estos fueron: sepsis grave (5), asfixia severa (3), hiperbilirrubinemia con criterio de exsanguíneotransfusión (2) y pretérmino con peso menor de 1500 gr. (1). Otros antecedentes fueron, el parto instrumental (1), y cesáreas por pre-eclampsia materna (1) y placenta previa (2), esta última se presentó únicamente en dos de los niños estudiados por lo que no se incluyó en el análisis estadístico; de los niños que habían recibido cuidados intensivos neonatales, cuatro fueron ventilados mecánicamente, y a ocho de ellos les fueron administrados aminoglucósidos, principalmente amikacina y con menor frecuencia gentamicina y kanamicina.



ISSN 1029-3450



Tabla 4. Factores de riesgo en las pérdidas auditivas sensorineurales (n=308).

Factores de riesgo	N	%	Sig.	Exp B	Intervalo de confianza 95%	
					Mínimo	Máximo
Antecedentes familiares de pérdida auditiva	4	23.5	.061†	3.568	0.944	13.482
Retardo del crecimiento intrauterino	1	5.8	.232	4.483	0.382	52.571
Enfermedad hipertensiva del embarazo	1	5.8	.963	0.947	0.097	9.224
Parto instrumental	1	5.8	.559	2.302	0.141	37.627
Peso < 1500 gr.	1	5.8	.947	0.915	0.065	12.775
Asfixia perinatal severa	3	17.6	.254	2.619	0.500	13.712
Sepsis perinatal grave	5	29.4	.331	1.980	0.499	7.859
Hiperbilirrubinemia	2	11.7	.195	4.276	0.475	38.490
Aminoglucósidos	9	52.9	.316	0.519	0.144	1.872
Trastornos neurológicos	4	23.5	.001**	11.843	2.582	54.327
Cuidados Intensivos neonatales	11	64.7	.015*	4.089	1.315	12.712
Ventilación mecánica	4	23.5	.000***	14.342	3.433	59.919
Síndrome genético	1	5.8	-	-	-	-
Placenta previa	2	11.7	-	-	-	-

Leyenda: † $p < .10$, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

En la tabla 4 también se exponen los resultados del análisis de regresión logística, realizado para determinar la asociación de los factores de riesgo independientes con las pérdidas auditivas sensorineurales. No se incluyó en el análisis el síndrome genético, pues fue muy poco frecuente en el grupo de niños estudiados. Se observó en un bebé que había requerido de cuidados intensivos neonatales y fue diagnosticado en consulta de genética clínica como un síndrome de Treacher Collins. Este síndrome se acompaña de malformaciones cráneo faciales y generalmente de pérdidas auditivas conductivas bilaterales, y más raramente de tipo mixto (Trainor, Dixon & Dixon, 2009), como se observó en este bebé.

Los factores de riesgo independientes asociados a las pérdidas auditivas sensorineurales en orden de significación estadística, fueron: la ventilación mecánica ($p < .001$), los trastornos neurológicos ($p < .01$), los cuidados intensivos neonatales ($p < .05$) y los antecedentes familiares de pérdida auditiva sensorineural desde la niñez ($p < .10$).



ISSN 1029-3450



El neonato con peso inferior a 1500 g, no clasificó como factor de riesgo independiente en las pérdidas auditivas sensorineurales, ya que se presentó en uno solo de estos casos. Ari-EvenRoth et al. (2006), reportan en un cribado universal, una baja incidencia de pérdidas auditivas sensorineurales en neonatos con peso inferior a 1500 g y nacimiento antes de las 34 semanas.

En ninguno de los niños fueron diagnosticadas infecciones congénitas: Toxoplasmosis, Rubéola, Citomegalovirus o Herpes, a diferencia de lo reportado por otros autores (Declau, Boudewyns, Van den Ende, Peeters & van den Heyning, 2008; Ohl, Dornier, Czajka, Chobaut & Tavernier, 2009).

La ventilación mecánica aportó un nivel alto de significación estadística. Suzuki & Suzumura (2004), señalan la importancia del estudio auditivo en recién nacidos maduros y en los de muy bajo peso, que hubieran recibido ventilación mecánica por un período incluso menor de un día. Martínez-Cruza, Poblano y Fernández-Carroceraa (2008), también reportan la ventilación mecánica y una larga estadía en cuidados intensivos neonatales entre los principales factores de riesgo de pérdidas auditivas sensorineurales. Hille et al. (2007), encontraron como factores de riesgo independientes en las pérdidas auditivas, la asfixia y la ventilación asistida (cuando esta fue recibida por cinco días o más), en un grupo de neonatos pretérminos de menos de 30 semanas y/o peso menor de 1000 g, asistidos en cuidados intensivos neonatales.

En el estudio, la asfixia severa no resultó estadísticamente significativa como factor de riesgo independiente de pérdida auditiva sensorineural; resultado que no es comparable con el de Hille et al. (2007), pues la composición del grupo de niños estudiados no fue homogénea en cuanto a la duración del período gestacional, el peso al nacimiento y el tipo de cuidados neonatales. Por otra parte, este factor de riesgo resultó poco frecuente en los niños con pérdidas auditivas. Tampoco fue estadísticamente significativa la hiperbilirrubinemia del recién nacido, pues solo dos de los niños con este factor de riesgo presentaron daño en la audición, uno de ellos con el diagnóstico de kernicterus.

Los trastornos neurológicos resultaron estadísticamente significativos. Estos fueron: hidrocefalia (1), hipotonía (1) y convulsiones neonatales (2). En otros estudios (Olusanya & Okolo, 2006; Rout, Parveen, Chattopadhyay & Kishore, 2008), se reportan las convulsiones neonatales como factor de riesgo en las pérdidas auditivas. Rebage et al. (2008), en un estudio de revisión sobre el recién nacido neurológico (entre cuyos déficit sensoriales se encuentran las pérdidas auditivas), clasifican las convulsiones neonatales como uno de los factores de riesgo de secuelas neurológicas. Ohl et al. (2009), también reportan los trastornos neurológicos como factor de riesgo en las pérdidas auditivas. Los niños con trastornos neurológicos habían presentado uno o varios eventos perinatales adversos: sepsis generalizada, prematuridad, asfixia perinatal



ISSN 1029-3450



severa, hipoglicemia, parto instrumental y/o distocia céfalo-pélvica, y el antecedente prenatal de un retardo del crecimiento intrauterino en un bebé hidrocefálico. Se considera que el seguimiento de los trastornos neurológicos como factor de riesgo en estas tempranas edades de la vida, puede evidenciar un daño en la audición, así como la presencia de otras secuelas neurológicas. El antecedente familiar de pérdida auditiva, estuvo presente en cuatro de los niños con pérdidas auditivas sensorineurales como único factor de riesgo. Otros autores (Ohi et al., 2009; Weichbold, Nekahm-Heis & Welzl-Mueller, 2006), también lo reportan como factor de riesgo en las pérdidas auditivas.

Conclusiones

1. Los Potenciales Evocados Auditivos de estado estable a Múltiples Frecuencias y los Potenciales Evocados Auditivos a clic, mostraron su utilidad en la evaluación objetiva del umbral auditivo, en niños con audición normal y en las pérdidas auditivas de ligeras a moderadas. El PEAA MF fue más preciso, en la estimación del umbral electrofisiológico en las pérdidas auditivas de severas a profundas, mostrando una ventaja evidente sobre el PEATC a clic, lo que resulta muy útil para la estimación de la audición residual en niños pequeños.
2. El estudio de los factores de riesgo del neonato en las pérdidas auditivas sensorineurales, contribuye a la evaluación clínica integral del niño deficiente auditivo.

Referencias bibliográficas

- Ari-EvenRoth, D., Hildesheimer, M., Maayan-Metzger, A., Much-Nik, C., Hamburger, A., Mazkeret, R. & Kuint, J. (2006). Low prevalence of hearing impairment among very low birthweight infants as detected by universal neonatal hearing screening. *Arch Dis Child Fetal Neonatal*, 91(4), 257-262
- Colectivo de autores (2003). *Por la Vida*. Habana. En: Pérez Abalo, M.C., et al (2009). A 25-Year Review of Cuba's Screening Program for Early Detection of Hearing Loss. *MEDICC Review*, 11, 1, 1.
- Cone-Wesson, B., Parker, J., Swiderski, N., & Rickards, F. (2002a). The auditory steady-state response: full-term and premature neonates. *J Am Acad Audiol*, 13, 260-269.
- Cone-Wesson, B., Rickards, F., Poulis, C., Parker, J., Tan, L., et al. (2002b). The auditory steady-state response: Clinical observations and applications in infants and children. *J Am Acad Audiol*, 13, 270-282.
- Declau, F., Boudewyns, A., Van den Ende, J., Peeters, A. & van den Heyning, P. (2008). Etiologic and audiologic evaluations after universal neonatal hearing screening: analysis of 170 referred neonates. *Pediatrics*, 121(6), 1119-26.
- Durieux-Smith, A., Fitzpatrick, E. & Whittingham, J. (2008). Universal newborn hearing screening: a question of evidence. *Int J Audiol*, 47(1), 1-10.



ISSN 1029-3450



- Firszt, J.B., Gaggl, W., Runge-Samuels, C.L., Burg, L.S. & Wackym, P.A. 2004 . Auditory sensitivity in children using the auditory steady state response. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 130, 536- 540.
- Heidi, D., Nelson, H.D., Bougatsos, C. & Nygren, P. (2008). Universal Newborn Hearing Screening: Systematic Review to Update the 2001 US Preventive Services Task Force Recommendation. *PEDIATRICS*, 122(1), e266-e276.
- Hille, E.T., van Straaten, H.I., Verkerk, P.H. & Dutch NICU Neonatal Hearing Screening Working Group (2007). Prevalence and independent risk factors for hearing loss in NICU infants. *Acta Paediatr*, .96(8), 1155-8
- Joint Committee on Infant Hearing (2000). Joint Committee on Infant Hearing (JCIH). Year 2000 position statement: principles and guidelines for early detection and intervention programs, *Pediatrics*, 106(4), 798-817.
- Joint Committee on Infant Hearing (2007). Joint Committee on Infant Hearing (JCIH). Year 2007 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs, *Pediatrics*, 120, 898-921.
- Lee, H., Ahn, J., Chung, J., Hyun, T. & Lee, K. Clinical Comparison of the Auditory Steady-State Response with the Click Auditory Brainstem Response in Infants. *Clin Exp Otorhinolaryngol*, 1(4), 184-188
- Lins, O.G., Picton, T.W., Boucher, B.L., et al. (1996). Frequency-specific audiometry using steady-state responses. *Ear Hear*, 17, 81-96
- Luts, H., Desloovere, C. & Wouters, J. (2006). Clinical application of dichotic multiple stimulus auditory steady state responses in high risk newborns and young children. *Audiology and Neuro-otology*, 11, 24–37.
- Martínez-Cruza, C.F., Poblano, A. y Fernández-Carrocera, L.A. (2008). Risk Factors Associated with Sensorineural Hearing Loss in Infants at the Neonatal Intensive Care Unit: 15-Year Experience at the National Institute of Perinatology, Mexico City . *J arcomed*, 38(7), 686-694
- Mencher, G., Davis, A, DeVoe, S., Beresford, D., & Bamford, J. (2001). Universal neonatal hearing screening: Past, present, and future. *Am J Audiol*, 10, 3-12.
- Mijares Nodarse, E., Gaya Vázquez, J.A., Savío López, G., Pérez Abalo, M.C., Eimil Suárez, E. y Torres Fortuna, A. (2006). Técnicas diagnósticas más utilizadas para la identificación temprana de las pérdidas auditivas. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 26(2), 91-100
- Mijares Nodarse, E., Herrera Alonso, D., Gaya Vázquez, J., Santos Febles, E., Pérez Abalo, M.C., Mendez Alarcón, L. y Robertson Terry, R. (2011). Cribado auditivo neonatal con potenciales evocados auditivos de estado estable a múltiples frecuencias. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 62(2), 87-94
- Moore, E.J. (1983). *Bases of Auditory Brain-Stem Evoked Responses*. Ed: Grune & Stratton. New York. En: Savio, G., Perez-Abalo, M.C., Gaya, J., Hernandez, O. & Mijares, E. (2006). Test accuracy and prognostic validity of multiple auditory steady state responses for targeted hearing screening. *Int J Audiol*, 45, 117.



ISSN 1029-3450



- Ohl, C., Dornier, L., Czajka, C., Chobaut, J.C. & Tavernier, L. (2009). Newborn hearing screening on infants at risk. *Int Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 73(12), 1691-1695.
- Olusanya, B.O. & Okolo, A.A. (2006). Adverse perinatal conditions in hearing-impaired children in a developing country. *Paediatr Perinat Epidemiol*, 20(5), 366-71.
- Pérez Abalo, M.C., Gaya Vázquez, J.A., Savio López, G., Perera González, M., Ponce de León Mola, M. & Sánchez Castillo, M. (2009). A 25-Year Review of Cuba's Screening Program for Early Detection of Hearing Loss. *MEDICC Review*, 11(1), 21-28.
- Perez-Abalo, M.C., Savio, G., Torres, A., Martin, V., Rodriguez, E., et al (2001). Steady state responses to multiple amplitude modulated tones: An optimized method to test frequency specific thresholds in hearing-impaired children and normal subjects. *Ear Hear*, 22, 200-211.
- Rance, G. & Rickards, F. (2002). Prediction of hearing threshold in infants using auditory steady-state evoked potentials. *J Am Acad Audiol*. 13(5), 236-245
- Reigosa, V., Pérez-Abalo, M.C., Hernández, D., De la Osa, M., Savio, G., Rodríguez, M., et al. (2002). Efectos de la detección temprana sobre el desarrollo psicosocial y lingüístico de los niños con pérdidas auditivas permanentes. *Revista CENIC/Ciencias Biológicas*, 33, 99-105.
- Rebage, V., Ruiz-Escuso, S., Fernández-Vallejo, M., Montejo-Gañán, I., García-Íñiguez, J.P., Galve-Pradel, Z., Marco-Tello, A., Peña-Segura, J.L. y López-Pisón, J. (2008). El recién nacido neurológico en nuestro medio y su seguimiento. *REV NEUROL*, 47(1), S1-S13.
- Rout, N., Parveen, S., Chattopadhyay, D. & Kishore, MT. (2008). Risk factors of hearing impairment in Indian children: a retrospective case-file study. *Int Journal of Rehabilitation Research*, 1(4), 293-296.
- Savio, G., Perez-Abalo, M.C., Valdes, J.L., Martin, V., Sierra, C., et al. (1997). Potenciales evocados auditivos de estado estable a múltiples frecuencias: Una nueva alternativa para evaluar la audición en forma objetiva. *Acta de ORL y CCC*, 25, 87- 97.
- Savio, G., Cardenas, J., Perez Abalo, M.C., Gonzalez, A. & Valdes, J. (2001). The low and high frequency auditory steady state responses mature at different rates. *Audiol Neurootol*, 1(6), 279-287.
- Savio, G., Perez-Abalo, M.C., Gaya, J., Hernandez, O. & Mijares, E. (2006). Test accuracy and prognostic validity of multiple auditory steady state responses for targeted hearing screening. *Int J Audiol*, 45, 109-120.
- Savio, G. & Pérez Abalo, M.C. (2008). Auditory Steady-State Responses and Hearing Screening. CHAPTER 10. En: Rance, G. *THE AUDITORY STEADY-STATE RESPONSE* (185-200), Ed. Plural Publishing.
- Suzuki N. & Suzumura H. (2004). Relation between predischarge auditory brainstem responses and clinical factors in high-risk infants. *Pediatr Int*, 46(3), 255-263



ISSN 1029-3450

Revista Avanzada Científica

CIGET - MATANZAS
IDICT
INFORMACIÓN Y GESTIÓN TECNOLÓGICA



- Swanepoel, D. & Ebrahim, S. (2009). Auditory steady-state response and auditory brainstem response thresholds in children *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 266(2), 213-9.
- Trainor, P.A., Dixon, J. & Dixon, M.J. (2009). Treacher Collins syndrome: etiology, pathogenesis and prevention. *Eur J Hum Genet*, 17(3), 275–283.
- Valdes, J.L., Perez-Abalo, M.C., Martin, V., Savio, G., Sierra, C., et al (1997). Comparison of statistical indicators for the automatic detection of 80 Hz auditory steady state response. *Ear Hear*, 18, 420-429.
- Vander Werff, K.R., Brown, C.J., Gienapp, B.A. & Schmidt Clay, K.M. (2002). Comparison of auditory steady-state response and auditory brainstem response thresholds in children. *Am Acad Audiol*, 13(5), 227-35.
- Watkin, P., McCann, D., Law, C., Mullee, M., Petrou, S., Stevenson, J., Worsfold, S., Yuen, H.M. & Kennedy, C. (2007). Language ability in children with permanent childhood hearing impairment: the influence of early management and family participation, *Pediatrics*, 120, e694 - e701.
- Weichbold, V., Nekahm-Heis, D. & Welzl-Mueller, K. (2006). Universal newborn hearing screening and postnatal hearing loss. *Pediatrics*, 117(4), e631-e636.
- Yoshinaga-Itano C. (2003). Early intervention after universal neonatal hearing screening: impact on outcomes. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev*, 9, 252-66.
- Zenker Castro, F., Fernández Belda, R. y Barajas de Prat, J.J. (2006). Fitting hearing aids in early childhood based on auditory evoked potentials in steady states. *Acta Otorrinolaringol Esp*, 57(9) 388-93.