

Artículos originales

LAS EMISIONES OTOACÚSTICAS TRANSIENTES EN INFANTES SIN RESPUESTA EN LOS POTENCIALES PROVOCADOS AUDITIVOS DEL TALLO CEREBRAL

Dr. Alfredo Durand – Rivera, Dra. Rebeca Uribe – Escamilla
Instituto de la Comunicación Humana del Centro Nacional de Rehabilitación

RESUMEN

El objetivo fue estudiar las emisiones otoacústicas transientes (EOAT) en niños a los que no se les encontró respuesta en los potenciales provocados auditivos de tallo cerebral (PPATC). Diseño: Se realizó la revisión de los PPATC que no tuvieron respuesta a 100 dB en ambas aferencias, que además contaran con EOAT realizadas el mismo día en el laboratorio de Neurofisiología (Turno vespertino), del Instituto de la Comunicación Humana, de enero a octubre de 2002. Por lo que fue un estudio de tipo no experimental, retrospectivo y transversal. Método: Como el estudio se basó en la falta de respuesta a 100 dB de los PPATC lo que se analizó fueron las EOAT por lo que las herramientas estadísticas fueron las medidas de tendencia central. Los resultados mostraron que se puede inferir una correlación entre los PPATC y el porcentaje de reproducibilidad total, la reproducibilidad por banda de frecuencia y la señal de ruido de fondo, sin embargo, analizando los mismos resultados y por los fundamentos de cada estudio, se concluye que ambos estudios son necesarios para una buena evaluación, tanto de la cóclea como de la vía auditiva.

Palabras claves: potenciales provocados auditivos de tallo cerebral, emisiones otoacústicas, porcentaje de reproducibilidad total

ABSTRACT

The objective was to study the transient otoacoustic emissions (TOAE) in children to those that were not found answer in the auditory brainstem evoked potentials (ABEP). Design: It was carried out the revision of the ABEP that they didn't have answer to 100 db in both aferences and that they also had carried out TOAE the same day, in the laboratory of neurophysiology, of the Institute of the Human Communication, of January to October of 2002. For that was a type not experimental study, retrospective and transverse. Method: as the study it was based on the answer lack to 100 db of the ABEP, that was analysed they were the TOAE for what the statistical tools were the measurements of central tendency. The results showed that we can infer a correlation between the ABEP and the percent of total reproducibility, the reproducibility for band of frequency and the sign noise ratio, however, analyzing the same results and for the foundations of each study, we concludes that both studies are necessary for a good evaluation, so much of the cochlea as of the auditory pathway.

Key words. auditory brainstem evoked potentials, otoacoustic emissions, percent of total reproducibility

Correspondencia: Dr. Alfredo Durand Rivera. Viveros de Uman No. 50, Col. Viveros del Valle
Tlalnepantla, Edo. de Méx. c.p. 54060 e – mail: alfredodurand@aol.com

Introducción

La disponibilidad de la tecnología computacional, los avances en física y fisiología han permitido desarrollar herramientas para valorar la función auditiva del ser humano de manera no invasiva, siendo dos de estas herramientas las emisiones otoacústicas transientes (EOAT) y los potenciales provocados auditivos de tallo cerebral (PPATC). Los cuales se han utilizado para valorar la función auditiva sobretodo en neonatos y pacientes poco cooperadores, ya sea por edad o algún tipo de discapacidad¹⁻³.

Los potenciales son una manifestación de la actividad eléctrica cerebral que se registra sobre el cuero cabelludo, se visualizan como una serie de oscilaciones de voltaje (amplitud), ondas positivas o negativas que aparecen en el registro en un tiempo específico (latencia). Son producidos por estímulos que deben ser exactamente controlados y reproducidos que en el caso de los PPATC son clicks de banda amplia, cuya energía acústica abarca un amplio margen de frecuencias auditivas⁴⁻⁶. El estímulo aplicado al oído producirá una activación secuencial de la vía auditiva del órgano periférico de las estructuras del tallo cerebral relacionadas con la audición, con los núcleos cocleares, el sistema del lemnisco lateral y el colículo inferior en el mesencéfalo, hasta la corteza auditiva. Estas estructuras son las responsables de la producción de las VII ondas; las cuales son mas o menos constantes^{4,7}, siendo la onda V (colículo inferior) la más constante y a nivel umbral frecuentemente la única que se visualiza⁵⁻⁷.

Los PPATC demuestran una excelente consistencia de paciente a paciente, la habituación a la respuesta no existe y no se ven alterados por los estadios de sueño⁸. Por lo cual han demostrado tener una utilidad para el asesoramiento audiológico en niños y adultos, así como, para detectar y monitorear recién nacidos de alto riesgo^{5,9,10}.

Por otro lado, las emisiones otoacústicas transientes son eventos acústicos complejos que pueden ser relacionados tempranamente en todas las personas con audición normal. Las recientes investigaciones de emisiones otoacústicas transientes se enfocaron en la demostración de que estas emisiones fueron causadas por actividad mecánica originada en la cóclea¹¹.

Por lo que se considera que cuando un oído es capaz de generar una emisión otoacústica la audición se sitúa dentro del rango de la normalidad. Si aceptamos que las emisiones otoacústicas por estímulos transitorios tienen su origen en las células ciliadas externas como un reflejo de la biomecánica coclear, su estudio en poblaciones de diferentes edades puede constituir un método objetivo de evaluación de esta función cuyas variaciones serían consecuencia de los procesos de envejecimiento coclear¹². Morant 1999¹³ Concluye que las otoemisiones están presentes entre el 85 y 100% de normooyentes, siendo posible su detección desde el nacimiento.

Materiales y Método

Sujetos.- Se tomaron 54 infantes en un rango de edad de 3 meses a 7 años 9 meses (26 masculinos y 28 femeninos), enviados al servicio de neurofisiología del Centro Nacional de Rehabilitación en el periodo comprendido entre enero del 2002 a marzo del 2003. Los criterios de inclusión para la selección de estos sujetos fue que tuvieran PPATC sin respuesta a 100 db SPL en ambas aferencias y EOAT en ambos oídos realizadas el mismo día que los PPATC además de contar con una otoscopia previa para corroborar la integridad de la membrana timpánica.

Potenciales provocados auditivos de tallo cerebral.

Los potenciales provocados auditivos de tallo cerebral se obtuvieron en un equipo Nihon Koden de 4 canales.

Los sitios de los electrodos en el cuero cabelludo incluyeron vértex central (Cz) (referencia), línea media frontal (Fpz)(tierra), y procesos mastoideos (A1 y A2)(activo). La impedancia interelectrodo fue mantenida a 10 kOhms. La actividad electroencefalográfica fue filtrada entre 100 y 3000 Hz y la ventana de análisis a 10 mseg. El estímulo fue a pulsos presentados a una polaridad eléctrica de rarefacción con audífonos. La falta de visualización de la onda V a 100 db SPL fue considerada como una falta de respuesta (hipoacusia profunda). Los estudios fueron realizados a los participantes de manera individual, durante sueño fisiológico, sin medicación.

Las emisiones otoacústicas transientes se obtuvieron con un equipo Otodynamics Ltd; ILO V5 dentro de una cámara sonoamortiguada, colocando la sonda en el canal auditivo

externo, pulsos rectangulares de 80 useg fueron presentados a una tasa de repetición de 50/seg y a una intensidad aproximada de 80 dB SPL (rango de 77 – 83 dB) y filtros de 500 y 6000 Hz. Obteniendo los siguientes parámetros de medición.

En este artículo solo se utilizó Whole –wave – repro (Porcentaje de reproducibilidad total), Half – octave – band – repro (reproducibilidad por banda de medias octavas), Half – octave band SNR (señal de ruido de fondo por banda de medias octavas) y la estabilidad del estímulo, para verificar la correcta colocación de la sonda.

Análisis General.- Ya que el estudio es en base a la falta de respuesta en los PPATC solo se analizaron las EOAT y las herramientas estadísticas fueron medidas de tendencia central.

Descripción de las medidas de TEOAE por ILO V5.

| | |
|------------------------|--|
| A&B | El nivel de presión del sonido del promedio de las ondas A y B dentro de cada dos memorias. |
| A-B | La diferencia promedio entre la onda A y B sobre una base punto por punto. Menos 3 |
| | dB, y representa el nivel de ruido intrínseco de estas dos ondas. |
| Respuesta (dB) | El nivel conjunto de las porciones correlacionadas de la onda de respuesta de A y B, obtenidas desde una transformada rápida de Fourier. |
| Reproducibilidad total | El valor de la correlación entre la onda A y B, expresada como un porcentaje. |
| Reproducibilidad | Después la onda A y B son filtradas dentro de la banda de medias octavas al centro de 1.0 KHz, 1.5 KHz, 2.0 KHz, 3.0 KHz y 4.0 KHz, los coeficientes de correlación son computados por cada banda y expresados como porcentaje |
| Estabilidad (%) | Cambios que ocurren en la intensidad del estímulo detectados entre el primero y cada estímulo subsiguiente, expresado en porcentaje |

Resultados

Se tomaron 54 infantes; 26 niños (48.1 %) y 28 niñas (51.9 %), con un promedio de edad de 3 años, con una edad mínima de 3 meses y una edad máxima de 7 años 9 meses, siendo la moda de 3 años

Ya que en los PPATC no existieron respuesta en ambas aferencias, estas se unificaron quedando un total de 108 oídos para estudio de las EOAT.

En primer lugar para corroborar que los estudios de las EOA fueron adecuados se realizó un análisis de frecuencias de la estabilidad del estímulo; que es un buen parámetro para ver esto, observándose que la media, la mediana y la moda eran mayores de 80 %, existiendo una desviación estándar de 6.932 que se puede considerar adecuado y el valor mínimo fue de 70 %, lo cual es aceptable (tabla 1).

Tabla 1

ESTABILIDAD DEL ESTIMULO %

| N | Valores | 108 |
|-----------------|----------|--------|
| | Perdidos | 0 |
| Media | | 88.38 |
| Mediana | | 90.00 |
| Moda | | 95 |
| Desviación Std. | | 6.932 |
| Varianza | | 48.051 |
| Rango | | 29 |
| Mínimo | | 70 |
| Máximo | | 99 |

Posteriormente se realizó un análisis de frecuencias del porcentaje de reproducibilidad total ya que según la literatura si los valores de esta están por arriba de 50% o 70% esto indica que las células ciliadas externas tienen un buen funcionamiento, por lo que se inferiría que la audición es normal (tabla 2).

Tabla 2

REPRODUCIBILIDAD TOTAL

| N | Valores | 108 |
|-----------------|----------|---------|
| | Perdidos | 0 |
| Media | | 10.46 |
| Mediana | | 8.50 |
| Moda | | 0 |
| Desviación Std. | | 26.636 |
| Varianza | | 709.466 |
| Rango | | 144 |
| Mínimo | | -55 |
| Máximo | | 89 |

Y como se puede observar en la tabla la media es de 10.46 %, la mediana es de 8.50% y la moda es de 0 % y aunque el rango es muy amplio 144 las medidas de tendencia central son muy uniformes y ninguna de estas medidas llegan o se acercan a 50% o 70%, lo cual nos indica que existe un mal funcionamiento de las células ciliadas externas^{18,19}.

Aún así realizamos un análisis de frecuencias del porcentaje de reproducibilidad total por bandas de frecuencias observando que para todas las frecuencias la media se encuentra por debajo de 15% y la media y la moda; que en este caso esta última es muy importante fue de 0, aunque el rango sea muy amplio, quiere decir que en algún momento hubo valores altos, sin embargo, estos no son significativos (tabla 3).

También se realizó el mismo análisis para la señal de ruido de fondo por banda de medias octavas ya que según la literatura se ésta es igual o mayor que + 3dB se puede considerar como adecuado¹⁸. Volvemos a encontrar que en ninguna de las bandas el valor llega a +3dB de hecho ni siquiera llegan a +1dB, por lo que una vez más, existe un mal funcionamiento de las células ciliadas externas (tabla 4).

Tabla 3

REPRODUCIBILIDAD POR BANDA DE FRECUENCIAS

| | Frecuencias | 1% | 1.5% | 2% | 3% | 4% |
|-----------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| N | Valores | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 |
| | Perdidos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Media | | 14.55 | 10.84 | 11.46 | 6.84 | 4.33 |
| Mediana | | .00 | .00 | .00 | .00 | .00 |
| Moda | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Desviación Std. | | 26.115 | 20.454 | 21.982 | 19.584 | 17.369 |
| Varianza | | 682.007 | 418.358 | 483.223 | 383.536 | 301.682 |
| Rango | | 91 | 95 | 94 | 95 | 96 |
| Mínimo | | 0 | 0 | -3 | 0 | -4 |
| Máximo | | 91 | 95 | 91 | 95 | 92 |

Tabla 4

Señal de ruido de fondo por bandas de medias octavas

| | | 1 DB | 1.5 DB | 2 DB | 3 DB | 4 DB |
|-----------------|----------|-------|--------|-------|-------|-------|
| N | Valor | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 |
| | Perdidos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Media | | 0.18 | -0.45 | -0.57 | -0.26 | -0.40 |
| Mediana | | .00 | .00 | .00 | .00 | .00 |
| Moda | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Desviación Std. | | 1.957 | 1.978 | 2.038 | 1.959 | 1.990 |
| Varianza | | 3.829 | 3.914 | 4.153 | 3.839 | 3.961 |
| Rango | | 15 | 18 | 15 | 18 | 16 |
| Mínimo | | -5 | -5 | -5 | -5 | -5 |
| Máximo | | 10 | 13 | 10 | 13 | 11 |

Discusión

En los PPATC, la visualización de la onda V a 30 db o a menor intensidad, es indicativo de que el individuo tenga una audición normal^{5,7,14,15}, por lo menos en los tonos altos (debido a las características del estímulo). Por otro lado, se considera que cuando un oído es capaz de generar una emisión otoacústica la audición se sitúa dentro del rango de la normalidad^{16,13,17}. Por lo tanto, al tener unos PPATC en donde no existe la visualización de la onda V indica que existe una hipoacusia profunda, y era de esperarse que en las EOAT tampoco se encontraran respuesta y uno de los parámetros más usados para visualizar esto es la reproducibilidad total la cual debe de situarse por arriba de 50% o 70%, la reproducibilidad por banda de frecuencias y la señal de ruido de fondo por banda de medias octavas^{18,19}. Viendo los resultados de esta manera, existe una correlación entre las EOAT y los PPATC, y por lo tanto los 2 estudios nos indican una hipoacusia.

Por lo anterior se puede decir que los PPATC miden el funcionamiento de la vía auditiva a partir del VIII par craneal y que realmente no están midiendo el funcionamiento de la cóclea la cual es el receptor, pero no forma parte de la vía propiamente dicha, en los PPATC, aunque se esté estimulando a la cóclea en las frecuencias de los tonos altos (1000 a 4000 Hz)³⁻⁵, por las características del clic, el cual es una onda cuadrada de espectro amplio de frecuencias¹⁹, no se sabe exactamente en donde se está, estimulándola y con las EOAT, aunque en las mismas áreas de frecuencia, en este caso si es específica la frecuencia estudiada (1 KHz, 1.5 KHz, 2 KHz, 3 KHz y 4 KHz.), por eso, aunque por medio de las medidas de tendencia central encontramos una correlación, al observar los rangos estos son

muy amplios y los valores máximos son altos, por que podemos decir que en algunos estudios el funcionamiento de la cóclea fue adecuado y que la vía propiamente dicha era la que se encontraba infuncional ya que no se encontró respuesta en los PPATC.

Por lo anterior podemos decir que con las emisiones otoacústicas no podemos detectar un umbral auditivo, ya que lo que realmente están midiendo es el funcionamiento de las células ciliadas externas de la cóclea, en pocas palabras el funcionamiento coclear. Con los PPATC si podemos detectar un umbral auditivo; que en este caso no existió, y ver el funcionamiento de la vía auditiva; por lo menos hasta el colículo inferior por lo que ambos estudios se complementan muy bien ya que puede darse el caso que en los PPATC encontremos respuesta con un mal funcionamiento coclear o que las EOAT sean adecuadas y la vía auditiva sea la dañada.

Conclusiones

Con los resultados obtenidos, podemos concluir que los PPATC y las EOA, son estudio complementarios y no excluyentes, ya que por un lado con los PPATC podemos detectar si la vía auditiva esta integra, por lo menos hasta el colículo inferior, pero además podemos obtener un umbral auditivo, que para el caso de infantes, los cuales no tienden a cooperar adecuadamente para una audiometría esto es muy útil. Por otro lado las EOA no van a medir el funcionamiento de la vía auditiva, sino el funcionamiento de la cóclea o sea el receptor. Lo interesante aquí es que aunque los PPATC miden el funcionamiento de la vía auditiva, por las características del estímulo, aunque esté estimulando a la cóclea en el rango de las frecuencias altas, no sabemos exactamente

donde la está estimulando, sin embargo, con las EOA aunque no se puede obtener un umbral auditivo, si se puede saber en que frecuencias; por lo menos en las altas, no está funcionando adecuadamente la cóclea, se puede decir entonces que ambos estudios son necesarios para realizar una buena valoración de la función auditiva en los niños.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abreena I. Tiumak, Ms Ed., and Paul R. Kileny, PhD. Parameters that affect the measurement of otoacoustic emissions. *Otolaryngol Head neck surg* 2001, 9:279-283.
2. Anthony T. Cacace, Joaquim M. B. Pinheiro. Relationships between otoacoustic emissions and auditory brainstem responses in neonates and young children: A correlation and factor analytical study. *The laryngoscope*. 112: January 2002. 156-167.
3. G.A. Van Zanten, Lionel Collet, Kris Van Haver. Otoacoustic Emissions. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 32 Suppl. 1995 S213-S216.
4. Bogacz Jaime et al. LOS POTENCIALES EVOCADOS EN EL HOMBRE. 1ª ed. El Ateneo, Argentina, 1985.
5. Chiappa Keith H., Hopper Allan H. EVOKED POTENTIAL IN CLINICAL MEDICINE. *New Engl.J Med*. Vol. 306 No. 19; 1982.
6. Series en neurología . Normas para estudios clinicos con potenciales evocados. Volumen III. 1994
7. Durand Rivera A., Bases técnicas y fisiológicas de los potenciales provocados auditivos de tallo cerebral. *Para la Salud*, año 2, no. 19, junio 1998; 20:30
8. Shannon D.A., Felix J.K. Krumholz A. Golstein P.J. & Kenneth C.H., Hearing screen of High-/risk newborns with brainstem auditory evoked potentials: a follow-up study. *Pediatrics*. January 1984, vol. 73, No. 1 22 – 26
9. Legatt Alan D., Arezzo Joseph C., et. al. The anatomic and physiologic bases of brain stem auditory evoked potential. *Neurologic Clinics* Vol. 6 No. 4 noviembre 1988.
10. Shulman – Galamboia C. Galamboia R., Brainstem Evoked Response Audiometry in hearing screening. *Arch Otolaringol* 1979; 105:86
11. Robinette M.S., Glatke T.J. OTOACUSTIC EMISSIONS CLINICAL APLICATIONS, 1ª ed., Ed. Thieme New York – Stuttgart 1997.
12. Nozza, Robert J.Sabo, Diane L., Mandel, Ellen M. A Role for Otoacoustic Emissions in Screening for hearing impairment and Middle Ear Disorders in School Age Children. *Ear and Hearing*. Vol 18 (3) June 1997. pp 227-239.
13. Morant Ventura. Marco Algarra, Sequi Canet, Caballero Mallea, Mir Planas. Modificaciones de las otoemisiones acústicas provocadas: estudio de grupos de edad. *Acta Otorrinolaring Esp* 1999. 50(5) 355-358.
14. Golstein P.J., Krunholz A., Felix et. al. Brainstem evoked response in neonates. *Am J Obstet Gynecol* 1979; 135:612
15. Marshall R.E. Reichert T.J., Kerleyg S.M., Auditory Function In Newborns Intensive Care-Unit Patients Revealed By Auditory Brainstem Potentials, *J Pediatr* 1980; 96:731
16. Eggermont, Jos J., Frown David K., Ponton Curtis W., et. al. Comparison of distortion product otoacoustic emission (DPOAE) and auditory brain stem response (ABR) traveling wave delay measurements suggests frequency specific synapse maturation., *Ear and Hearing*, Vol. 17(5), October 1996, pp 386 – 394.
17. Toral Martiñon Rene, Collado Corona Miguel Angel, Shkurovich Zaslavsky Mario. Diagnóstico Temprano de Sordera por Emisiones Otoacusticas en el Recién Nacido. *Anales Médicos de Hospital ABC*. Vol.42. No.3 julio – septiembre. 1997 pp. 111 – 113
18. ILO OAE Instrument User Manual. Otodynamics Ltd. 5ª Edición. October 1997.
19. Harrison, Wendy A. Norton, Susan J. Characteristics of Transient Evoked Otoacoustic emissions in Normal hearing and hearing'impaired children. *Ear and Hearing* . Vol. 20(1) February 1999. pp 75-86.