



# Comparación de tres métodos de diagnóstico audiológico en la práctica clínica

**Jesús Humberto Piña Medina**

*División de Salud en el Trabajo, Jefatura de Servicios Médicos del IMSS, Saltillo, Coahuila, México.*

## Resumen

**Objetivo.-** Nuestro propósito fue comparar los métodos de potenciales evocados auditivos transientes de tallo cerebral (PEATC), los potenciales evocados auditivos de estado estable a múltiples frecuencias (PEAMF) y la audiometría tonal (AT) entre sí, y determinar su utilidad como recursos complementarios, en el diagnóstico audiológico.

**Material y métodos.-** Se incluyen para el estudio 99 pacientes niños y adultos con hipoacusia y se comparan los resultados de cada método usado, empleando la concordancia absoluta y el índice de concordancia de Kappa.

**Resultados.-** Se obtuvieron resultados que indican baja concordancia entre PEATC y PEAMF, y mejor concordancia entre PEAMF y AT.

**Conclusiones.-** El uso de PEAMF, pretende ser una herramienta de suma utilidad en el diagnóstico audiológico ya que es un método netamente objetivo, y los resultados encontrados entre los métodos, sugiere la conveniencia de emplear los tres cuando sea posible para mejorar el diagnóstico audiológico.

**Palabras Claves:** hipoacusia, estado estable, potenciales evocados auditivos.

## Introducción

La hipoacusia es un trastorno que afecta al ser humano y puede encontrarse en cualquier edad, clasificándose como congénita y adquirida. La hipoacusia congénita tiene una tasa de 1 / 1000 nacidos vivos en USA (1, 2, 4) y recientes adelantos muestran incluso la participación de factores genéticos (3) como causa determinante en alrededor de 30 % de un grupo de niños estudiados (5), así como la conveniencia de realizar un cribado genético en bebés con síndrome de hipoacusia neurosensorial (4, 5). Realizar el diagnóstico es relativamente fácil en adultos empleando la audiometría tonal, que es un método subjetivo, sin embargo en bebés y en preescolares esto no es posible por lo que se hace necesario emplear métodos objetivos que prescindan de la cooperación del explorado. Actualmente, se dispone de dos métodos de reciente aparición emisiones otoacústicas (EOAs) y potenciales evocados auditivos de múltiples frecuencias (PEAMF), que cumplen con estas características. No obstante lo anterior, ningún método en forma aislada es capaz de hacer un estudio integral de la audición humana por lo que es necesario emplear varios métodos que analicen distintos aspectos de

dicha función, siendo por lo tanto todos complementarios entre sí (2,6). La diversidad de la investigación audiológica abarca incluso hasta la generación de vacunas para prevenir la otitis media (7). La clasificación de la hipoacusia empleados en este trabajo fue tomada de la BIAP (Bureau International D'Audiophonologie) (3).

Así mismo el tratamiento de este padecimiento ha sido revolucionado recientemente practicándose ya implantes cocleares (2,3) y de tallo cerebral (8). En este contexto podemos observar que desde la década de 1960 a 1970 aparecieron en escena los potenciales evocados auditivos transientes de tallo cerebral (PEATC) (9,10) con el objeto de estudiar la vía neural auditiva, sin embargo también su uso como herramienta de diagnóstico audiológico esta bien documentada (11,22). Más tarde en los años de 1980 a 1990 aparecen las EOAs descritas por primera vez por Kemp en Londres (23), que brindan una ayuda de importante valor diagnóstico en las hipoacusias en general y especialmente en los niños y bebés en la hipoacusia congénita (24, 33) además de haber sido estudiadas en diversas patologías no congénitas (33,39) e incluso en hipoacusia por ruido (41), dichas emisiones otoacústicas (4) permiten el estudio de las células ciliadas externas de la cóclea. Más recientemente en la

última década se ha desarrollado un nuevo método de exploración auditiva generado a partir de la presentación de múltiples frecuencias en amplitud modulada, que generan una respuesta que es factible presentarla en forma espectral, y luego mediante un método matemático llamado “transformada rápida de Fourier” se convierte en un audiograma electrofisiológico o electroaudiograma (42,49) Dicho método ha sido estudiado enfáticamente en niños (50,52) y en condiciones de anestesia general (53,54).

Este último método resulta doblemente objetivo ya que por un lado no precisa de la interpretación de valores eléctricos (tal como sucede con los potenciales transientes) ya que el resultado se proporciona en forma de audiograma electrofisiológico, y por otro lado al igual que su antecesor prescinde de la voluntad del explorado. Actualmente los PEATC tienen utilidad tanto neurológica como audiológica, los PEAMF tienen su principal campo de acción en la audiología, al menos por el momento, especialmente en la población infantil. Para llevar a cabo tanto los PEATC como los PEAMF es preciso que los explorados estén bien relajados e incluso dormidos, lo que se logra en los niños con hidrato de cloral al 10% (46,47,55) y en adultos con diazepam, o en ambos también es factible con sueño natural. Este nuevo método de exploración auditiva, puede determinar la agudeza auditiva explorando la respuesta coclear y de la vía neural, recogiendo la misma mediante electrodos en el cuero cabelludo. Dicho método ha tenido sus más claras evidencias de funcionalidad en Canadá y Cuba, y más recientemente en USA. Actualmente existen dos versiones de equipos para realizarlos, el AUDIX de fabricación cubana y el MASTER de fabricación canadiense (20).

El objetivo del presente trabajo es demostrar que la audiometría tonal, los potenciales evocados auditivos de estado estable y los potenciales evocados auditivos transientes son complementarios entre sí.

## Material y Métodos

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Hospital general de Zona # 2 en Saltillo Coahuila, del IMSS en el servicio de electroaudiometría, de junio de 1999 a septiembre de 2002. Es un estudio prospectivo, comparativo, donde procedimos a efectuar la exploración auditiva mediante los métodos de Potenciales evocados auditivos transientes y Potenciales evocados auditivos de estado estable a 196 oídos, de estos 196 oídos no se les practicó Audiometría tonal a 74 oídos que pertenecieron a niños que no eran capaces de responder a ésta debido a su corta edad. Los criterios de inclusión fueron todos los pacientes enviados por otorrinolaringología y medicina del trabajo para estudio audiológico con diagnóstico previo al estudio de hipoacusia conocida o sospecha de hipoacusia primaria o secundaria, presencia de pabellones auriculares y conductos auditivos, haber logrado relajación o sueño para efectuar el estudio computarizado, haber efectuado el estudio completo de PEAT, PEAMF y AT.

Los criterios de exclusión fueron: los pacientes a los

que no se les efectuaron los estudios completos o que no lograron una buena relajación o sueño, los que no tenían conductos auditivos.

La exploración auditiva se llevó a cabo en una sala no sonoamortiguada con promedio de ruido ambiente de 60 dB, medido con un sonómetro portátil de la marca Radio Shack modelo Realistic.

La unidad de análisis fue cada oído explorado. El análisis estadístico se hizo para determinar la concordancia de los resultados entre diferentes métodos de diagnóstico a través de la concordancia absoluta y el índice de concordancia de Kappa con un intervalo de confianza de 95% (56-57).

Equipo: se usó un promediador modelo AUDIX de fabricación cubana mismo que tiene integrada una computadora y que está diseñado para recoger respuestas evocadas transientes y de estado estable. Este equipo puede desempeñarse en salas no sonoamortiguadas previa obtención de nHI el cual se obtuvo de un grupo de 20 sujetos auditivamente sanos, en junio de 1999. Este equipo permite una salida de hasta 115 dB, tiene dos canales, y nosotros usamos uno de ellos con 3 electrodos de los cuales el positivo se colocó en la línea media en el nacimiento del pelo en región frontal, y el negativo y la tierra se colocaron en las regiones retroauriculares.

Los electrodos fueron aplicados previo aseo local con alcohol, y luego aplicación de pasta electrolítica para registro de electroencefalogramas.

El estudio se llevó a cabo en condiciones de relajación mediante sueño natural o inducido mediante hidrato de cloral al 10% a dosis de 15 mg/kg de peso en dosis única en niños preescolares y bebés, o bien mediante 10 mg de diazepam en adultos.

Una vez relajado el paciente y colocados los electrodos, se calibra el equipo, se trata de conseguir la mejor impedancia (la mínima), y se escogen los parámetros de estimulación mediante clicks (PEAT) y mediante las frecuencias en amplitud modulada (PEAMF) siendo las portadoras 0.5, 1, 2, 4, 8 KHz moduladas con frecuencias en un rango de 75 a 110 KHz. Todas las instalaciones están aterrizadas.

Los parámetros de recogida de PEAT: Periodicidad del estímulo: de 14 a 21 cps. Tipo de estímulo: clicks. Intensidad de volumen ascendente de 40 a 115 dB. NOTHC: si. Frecuencia de ciclos por segundo (cps) variable de 14 a 21. Estimulación; unilateral, vía de estimulación: solo aérea. Nivel de intensidad en dB; de 60 a 115 dB. Polaridad: positiva. Cambio de polaridad; solo excepcionalmente se realizó. Cursores.- por default lo indicados de I, III y V. Rechazo de respuesta: 50 mv. Replicabilidad; solo se procedió en caso de dudar de la respuesta. Numero de promediaciones por nivel de intensidad en dB; máximo 30 promediaciones.

Los parámetros para PEAMF: Estimulación: unilateral. Tipo de estímulo: tonos puros en amplitud modulada, en las frecuencias de 500 Hz, 1, 2, 3, 4, 8 KHz. Nivel de volumen de sonidos en dB; de 60 a 115 dB. Todos los estudios se grabaron en la memoria de la computadora. Duración del estudio: en promedio toma de 15 a 25 min por oído en la variedad de PEATC, y de 20 a 30 min por oído en la

variedad PEAMF.

**Valores de referencia:** se tomaron los publicados por el Dr. Keith H. Chiappa, en el Massachusetts General Hospital, Boston Massachusetts, y que son : latencia I, 1.7 ms, latencia III 3.9 ms, y latencia V 6.0 ms, más 3 derivaciones standard para cada una; I, 0.15 ms, III, 0.19 ms y V , 0.25 ms. Fluctuando los valores para I de 1.7 a 2.2 ms, III de 3.9 a 4.5 ms, y V de 5.7 a 6.5 ms.

Los intervalos cuyos valores son: I – III = 2.1 ms, III- V = 1.9 ms y I – V = 4.0 ms. Más las tres derivaciones standard de I – III, 0.15 ms, III – V 0.18 ms y I – V 0.23 ms, fluctuando los valores para los intervalos como sigue. I – III de 2.1 a 2.6 ms, III – V de 1.9 a 2.4 ms, y de I – V de 4.0 a 4.7 ms, dado que son las latencias el parámetro más constante (9-10), solo se consideró este valor, no así las amplitudes de onda ni la duración de onda. Todos los valores son a 60 dB. La audiometría tonal, se llevo a cabo con equipo Madssen.

## Resultados

Incluimos en este reporte 99 pacientes 24 mujeres y 75 hombres revisados audiológicamente, sumando un total de 196 oídos mismos que fueron estudiados mediante PEAT, PEAMF y AT incluyendo a dos pacientes con micrótia y ausencia de conducto auditivo externo unilateral en dos casos. A 74 de los 196 oídos explorados no se les efectuó AT debido a que se trato de oídos de niños preescolares y bebés, por lo que restan 122 oídos mismos que fueron explorados mediante PEAMF Y PEATC.

Observamos un predominio de patología auditiva en el grupo etario de 0 a 5 años y en el de más de 16 años y del sexo masculino, y en el resto de las edades de los sujetos explorados la frecuencia de la hipoacusia disminuye importantemente, igualmente podemos observar que es menos frecuente dicha patología en el sexo femenino.

La diferencia en cuanto al tipo de estímulo empleado y la probabilidad de detectar la respuesta generada es el rasgo distintivo de los potenciales de estado estable frente a los potenciales evocados auditivos transientes.

En la **tabla I** se exponen descriptivamente los resultados de los 196 oídos explorados mediante PEAT y PEAMF, a los que se registraron las latencias I, III y V lo que resulta en 588 registros totales (196 x 3=588 registros). Podemos observar que estos registros muestran un 70% de latencias normales, un 17% latencias con retraso en I, III o en V, y un 13% con ausencia de latencias, estos porcentajes se corresponden a diversos grados de umbrales auditivos por PEAMF. Llama la atención que solamente se obtuvieron latencias normales en 42 registros (7.1%) que hayan coincidido con PEAMF normoacúsicos, y el resto de los grados de hipoacusia mediante PEAMF puede cursar con registros PEAT tanto normales como con retraso y con ausencia de respuestas I, III y V. Pero cabe destacar que la mayoría de los registros con PEAT normales, con prolongados o ausentes coincidieron con normoacusia o con hipoacusia de diverso grado. = 408 registros PEAT. En esta tabla se subrayan los registros que no mostraron

respuesta mediante PEAT y si la presentaron mediante PEAMF, siendo un total de 46 registros = 7.8%.

**Tabla I: Respuestas a PEAT ( I, III, V ) vs PEAMF. Total de registros PEAT: 588. Se subrayan los registros sin respuesta a PEAT y con respuesta a PEAMF = 7. 4% (46 registros). Número de veces que se exploraron las ondas, I, III y V ).**

	P E A M F						Respuestas por latencia:	%
	NL	HL	HM	HG	HP	A		
PEAT								
I NL	14	16	35	16		01	I = 82	NL = 70%
III NL	14	25	83	49	02	03	III = 176	
V NL	14	25	84	21	01	05	V = 150	
I Ret		05	44	32	02	03	I = 86	Ret = 17%
III Ret							III = 00	
V Ret				11	01		V = 12	
I Aus		03	02	14	03	13	I = 35	Aus = 13%
III Aus			01	09	03	12	III = 25	
V Aus				08	03	11	V = 22	
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>74</b>	<b>249</b>	<b>160</b>	<b>15</b>	<b>48</b>	<b>= 588</b>	

En la **tabla II** se expone la concordancia absoluta y la concordancia por el índice de Kappa (que incluye la absoluta más la esperada por el azar) entre PEAMF y PEAT, considerando como normales a los oídos sanos y anormales a los oídos enfermos. Se definió como enfermo a todo grado de hipoacusia obtenido mediante PEAMF así como también a todo registro de latencias prolongadas o ausentes obtenidas mediante PEAT. En este cuadro se puede observar que 14 oídos resultaron sanos por ambos métodos. 60 oídos resultaron enfermos mediante ambos métodos. Ninguno resultado sano por PEAMF y enfermo por PEAT. El cálculo de concordancia absoluta en este cuadro es de 0.37 o 37% y la concordancia bajo el índice de Kappa = 0.08 que traduce una concordancia leve entre ambos métodos.

**Tabla II: Concordancia entre PEAMF y PEAT. Concordancia absoluta = 0.37 = 37%. Índice de Kappa = 0.08 (leve)**

	PEAMF		
	Anormal	normal	total
<b>Respuesta PEAT</b>			
<b>Anormal</b>	60	0	60
<b>Normal</b>	122	14	136
<b>Total</b>	<b>182</b>	<b>14</b>	<b>196</b>

En la **tabla II B** se presenta la comparación entre AT y PEAT resultando con una concordancia absoluta de 0.66 (66%) y con un índice de Kappa de 0.20 que indica una concordancia de grado leve.

**Tabla II B:** Concordancia entre AT y PEAT. Concordancia absoluta = 0.66 = 66%. Índice de Kappa = 0.20 (leve).

Respuesta		A T		total
		Anormal	normal	
PEAT	Anormal	70	0	70
	Normal	41	11	52
Total		111	11	122

En la **tabla III** se presentan la concordancia entre PEAMF y AT, en donde observamos que 111 oídos resultaron enfermos mediante ambos métodos, 5 oídos resultaron sanos mediante ambos métodos, 6 oídos fueron enfermos mediante PEAMF y sanos por AT, ninguno resultado sano por PEAMF y enfermo por AT.

De estos resultados se observa una concordancia absoluta de = 0.95 (95%) y un índice de Kappa de 0.43 que significa una concordancia de grado moderado. En **tabla IV** se presentan en forma descriptiva los resultados de comparar 122 oídos estudiados mediante PEAMF y AT se observa que en un 60.65% existe concordancia entre ambos métodos para identificar el mismo grado de hipoacusia y que el grado de variabilidad de la concordancia fluctuó de un 50 a un 100%, obteniendo una concordancia de 100% en el caso de Normoacusia ( 5 de 5 ), 60% en Hipoacusia Leve ( 12 de 20 ), 58.% en Hipoacusia Moderada ( 33 de 56 ), 57% en Hipoacusia Grave ( 19 de 33 ), 50% en Hipoacusia Profunda ( 2 de 4 ), y 75% en el caso de anacusia total ( 3 de 4 casos )

**Tabla III:** Concordancia entre PEAMF y AT. Concordancia absoluta = 0.95 = 95%. Índice de kappa = 0.43 (moderada).

Respuesta a audiometría tonal		P E A M F		total
		Anormal	normal	
anormal	anormal	111	0	111
	normal	6	5	11
	total	117	5	122

## Conclusiones

Podemos mencionar que el estudio de la hipoacusia mediante los PEAT ha sido el método diagnóstico más determinante para definir si un paciente oye o no oye (10), usándose dicho método en el estudio del paciente hipoacúsico y en el paciente simulador y disimulador. Lo anterior ha sido posible gracias a que los PEAT tienen una alta tasa de replicabilidad, son relativamente fáciles de obtener y son bastante estables durante el sueño, la sedación e incluso en la anestesia, además la respuesta es identificable desde el nacimiento, y es posible caracterizar las variaciones de los mismos de acuerdo con la maduración. No obstante lo anterior los PEAT no pueden caracterizar umbrales auditivos (46), en vista de que el estímulo empleado contiene energía acústica en determinadas frecuencias de estimulación ( 2-3 KHz ), por lo que la respuesta eléctrica generada sirve únicamente para el mapeo del VIII par..

Mediante la introducción de métodos distintos como son las emisiones otoacústicas que estudian solamente la actividad coclear (células ciliadas externas) (29) y más recientemente los PEAMF encontramos que la forma de hacer diagnóstico audiológico esta cambiando para mejo-

**Tabla IV:** Concordancia entre AT y PEAMF. Tabla de exposición de concordancia meramente porcentual sin considerar la concordancia esperada por el azar que si la contempla el índice de Kappa.

Grado de agudeza auditiva	# de casos por grado de agudeza auditiva	# de casos que concuerdan	% de proporción
normoacusia	5	5	100 %
hipoacusia leve	20	12	60 %
hipoacusia moderada	56	33	58 %
hipoacusia grave	33	19	57 %
hipoacusia profunda	4	2	50 %
anacusia	4	3	75 %
	122	74 =	60.65 %

En el estudio de PEAMF se usan las frecuencias de estimulación de 500 Hz, 1,2,3,4,y 8 KHz, cada una modulada en amplitud, sobre el fundamento electrofisiológico de que cada una de las frecuencias sin modular originará una respuesta eléctrica de corta latencia (en los primeros 15 ms), analizando estas respuestas por métodos electrofisiológicos se sabe que no es posible deducir cual es la frecuencia de estimulación empleada. Pero al emplear un rango de frecuencias de 75 a 110 Hz, este rango si permite la identificación de la frecuencia usada como estímulo 47, por lo que al agregar estas frecuencias “moduladoras” a las frecuencias portadoras (de 500 a 8000 Hz), se esta en posibilidad de identificar las frecuencias portadoras y elaborar un gráfico electroaudiométrico, mediante un proceso matemático llamado transformada rápida de Fourier. El diagnóstico audiológico ha tenido como herramienta ampliamente usada en adultos a la audiometría tonal, sin embargo en niños, y bebés no es posible hacer uso de este método, por lo que tanto las emisiones otoacústicas, los PEAT y ahora los PEAMF significan importantes herramientas de diagnóstico.

**Tabla V: Clasificación de los valores los valores positivos al aplicar la prueba de Kappa. Todas las tablas presentadas deben insertarse progresivamente en la parte correspondiente a los resultados como se van presentando en el escrito.**

---

<b>Menor que 0 = escasa</b>
<b>0 - 0.20 = leve</b>
<b>0.21 - 0.40 = mediana</b>
<b>0.41 - 0.60 = moderada</b>
<b>0.61 - 0.80 = sustancial</b>
<b>0.81 -- 1 = casi perfecta</b>

---

Con el conocimiento de que los PEAMF usan como estímulo frecuencias en amplitud modulada (.5, 1,2,3,4, y 8 KHz) y no se circunscriben a las frecuencias que emplea el “click” (2-3 KHz) de los PEAT, sabemos que esto les confiere la posibilidad de tener una mayor probabilidad de encontrar respuesta a dicho estímulo, por lo que aquellos casos que mediante el estudio de PEAT no encontraron respuesta (46 registros = 7.8%), sí la presentaron ante PEAMF, correspondiendo a la Hipoacusia grave y a la Hipoacusia profunda como así lo demostramos en este trabajo (tabla I). Esto implica que si solamente se les hubiese efectuado PEAT se habrían considerado como “sin respuesta” a PEAT por lo tanto ser portadores de daño neural importante o lo que es lo mismo hipoacusia retrococlear, pero al estudiarlos mediante PEAMF se les puede clasificar como portadores de algún grado de hipoacusia. Por lo tanto al emplear ambos métodos, los PEAT podrían ayudar a sugerir o detectar el sitio neural afectado, en tanto

que PEAMF aportaría el grado de severidad de la hipoacusia.

Observando además que la ausencia de respuestas mediante PEAT, pudo correlacionarse con diversos grados de hipoacusia obtenidos mediante PEAMF, lo que a nuestro entendimiento le confiere una mayor exactitud al diagnóstico audiológico, ya que ambos métodos resultan complementarios, y no se desplazan entre sí. Por otro lado observamos que la mayoría de los casos examinados que cursaron con algún grado de hipoacusia, principalmente leve, moderada y severa presentaron además retraso de latencia I, lo que sugiere que el trastorno se sitúe entre el tipo conductivo o bien por daño coclear, por lo que también por este hallazgo podemos decir que ambos métodos resultan complementarios. Derivado del análisis por el método de la concordancia absoluta y el índice de Kappa empleados observamos que PEAMF y PEAT resultan con una concordancia absoluta de 37% y la concordancia esperada por el índice de Kappa = 0.08 lo que indica que la concordancia no es muy buena entre ambos métodos, resultado éste que es lo que habíamos esperado dado que ambos métodos tienen objetivos diagnósticos cualitativamente distintos (tabla II). Lo que traduce que ambos métodos por si solos no son suficientemente diagnósticos, por lo que ambos métodos se sugiere que sean usados en forma complementaria. Situación similar se observa al comparar PEAT con AT (tabla II B) donde se obtuvo una concordancia absoluta de 0.66 (66%) y un índice de Kappa = 0.20 lo que traduce una situación similar a la presentada entre PEAMF y PEAT. Esto nuevamente sugiere la conveniencia de que tales métodos sean usados en forma complementaria. Creemos que el haber encontrado entre los anacusicos reportados mediante PEAMF la mayor frecuencia de latencias I, III y V ausentes en PEAT y la menor frecuencia de latencia I prolongada, sugiere que el daño sea neural, más que coclear, por lo que una vez más ambos métodos resultan complementarios. Derivados del análisis de la tabla III, observamos que la concordancia entre PEAMF y AT resulta mejor que entre PEAMF y PEAT, no obstante no se logra una concordancia del 100% debido quizá a que un método es subjetivo y esto posiblemente le confiera ese grado de disparidad cuando se confronta ante un método objetivo como es PEAMF. En esta tabla reportamos una concordancia absoluta de 0.95 (95%) y un índice de Kappa de 0.43 lo que traduce una mejor concordancia absoluta y un bajo índice de concordancia obtenido por el índice de Kappa 0.43. No obstante que al realizar la comparación entre PEAMF y AT obtuvimos estos mejores resultados concordantes con un escaso índice producido por el azar, no sugerimos que un método desplace al otro, por el contrario reafirmamos la idea de la complementariedad entre los métodos muchas veces mencionado.

Finalmente derivado del análisis de la tabla IV donde se presentan los grados de hipoacusia métodos (PEAMF y AT) podemos mencionar que las respuestas obtenidas mediante PEAMF fueron en su mayoría grados de hipoacusia moderada, seguidos por la hipoacusia grave, dado que estábamos trabajando con pacientes hipoacusí-

cos, y obtuvimos un grado de concordancia entre PEAMF y AT fluctuante de un 50 % a un 100% como lo mencionamos en los resultados. Por otro lado la AT aportó resultados de mayor hipoacusia en un 26%, en tanto que PEAMF hizo lo mismo en un 13%, esto lo interpretamos como la diferencia encontrada cuando se compara un estudio subjetivo (AT) contra uno objetivo, es natural que existan diferencias importantes, y hasta es necesario que así sea, ya que además en la población estudiada, se incluyeron 21 pacientes con diagnósticos de envío de Trauma acústico crónico (TAC) y probable TAC, lo que debe tener un efecto directo sobre las mediciones efectuadas mediante AT, y posiblemente estos pacientes exageran su grado de hipoacusia. Será necesario efectuar estudios únicamente de población sana, que comparen los tres métodos, para tener un control sobre la concordancia entre ellos. Sin embargo nuestros resultados apuntan a la necesidad de ser complementarios antes que excluyentes entre sí, además no olvidar que los datos de anamnesis, comportamiento del lenguaje, logaudiometría, otoscopia y demás estudios como impedanciometría, EOAs, TAC de oídos, todos juntos participaran para lograr el mejor diagnóstico audiológico. Por todo lo anteriormente mencionado consideramos que este trabajo sobre PEAMF arroja buenos resultados sobre el enfoque de utilidad complementaria que los métodos de diagnósticos usados revisitan entre sí, y podemos tener confianza en que PEAMF sirva como herramienta de diagnóstico no solo en la población adulta, sino en la infantil, además de robustecer el diagnóstico audiológico en todo paciente hipoacúsico.

Las observaciones que hemos efectuado en este trabajo nos indican la conveniencia de complementar el estudio audiológico mediante el método de PEAMF y que este método resulta complementario con el de audiometría tonal convencional por vía aérea, y con el de PEAT. En el caso de la población infantil donde no es posible contar con una audiometría tonal que nos indique los umbrales por frecuencia consideramos resulta de mayor importancia su introducción como herramienta diagnóstica.

## Bibliografía

1. **Berhman RE, Kliegman RM, Arvin A, M Nelson WE.** Sordera. En: Tratado de pediatría. Mc Graw-Hill. Interamericana. 15° ed., vol II. 1997. Madrid, España 2247-55.
2. **Jerger SJ, Ross JR, Tobey EA.** Management of Hearing Loss in Infants: The UTD/Callier Center Position Statement. J. of . Am. Ac. of Audiology 2001;12 (7):239.
3. **Rodríguez MM, Huarte IA.** Clasificación y etiología de la hipoacusia neurosensorial. En: Implantes Cocleares. Masson, 2002. Barcelona España. 87-91.
4. **Grienwald JH, Hartnick C.** The evaluation of children with sensorineural hearing loss. Head and Neck Surgery. 2001;128 (1): 84.
5. **Kenna MA, Wu BL, Douglas A.** Conexión 26 studied in patients with sensorineural hearing loss. Arch of Otolaringol. Head and Neck Surgery 2001;127 (9) :1037.
6. **Gonzalo DS.** Audiometría clínica. En: Audiología práctica. Editorial Médica Panamericana 5° Ed. 1999. Buenos Aires Argentina Cap 17. 171.
7. **Snow JB.** Recent advances in auditory and vestibular Research. Ann ORL Mex. 1998;43 (1 ):47-55.
8. **Briggs RJ, Fagan P, Atlas M, Kaye AH et al.** Multichannel auditory brainstem implantation. The Australian Experience. The Journal of laringol. and Otology. 2000.114 (suppl 27):46-49.
9. **Otero-Siliceo E.** Guidelines for clinical evoked auditory potentials. En: Series en neurología #3. 1994. México DF. 41-53.
10. **Chiappa KH.** Evoked Potentials in clinical Medicine. 3° Ed. Lippincott. Raven Press, Philadelphia, 1997, 157-278.
11. **Durieux SA, Edwards CG, Picton TW, MC Murray B.** Auditory Brainstem Responses to click in Neonates. Journal Otolaringol. Suppl. 1985; 14: 12-18.
12. **Durieux SA, Picton TW, Bernard P, MC Murray B, Goodman JT.** Prognostic validity of brainstem electric response audiometry in infants of a neonatal intensive care unit. Audiology 1991; 30 (5): 249-65.
13. **Edward CG, Durieux SA, Picton TW.** Auditory brainstem response audiometry in neonatal hydrocephalus. Journal Otolaringol. Suppl. 1985; 14: 40-46.
14. **El Kashlan H, Eisenmann D, Kileny PR.** Auditory Brainstem Response in small acoustic Neuromas. Ear and hearing 2000; 21(3): 257-62.
15. **Mc Evoy LK, Picton TW, Champagne SC, Kelleet AJ, Kelly JB.** Human evoked potential to shift in the lateralization of a noise. Audiology 1990;29 (3):163-80.
16. **Mc Evoy LK, Picton TW, Champagne SC.** Evoked Potential Measures. Ear Hear 1991; 12 (6):389-98.
17. **Picton TW, Stapells DR, Campbell KB.** Auditory evoked potentials from the human Cochlea and Brainstem. J. Otolaringol. suppl. 1981; 9: 1-41.
18. **Stapells DR, Picton TW.** Technical aspects of brainstem evoked potential audiometry using tones. Ear hear 1981 ;2 ( 1 ): 20-29.

- 19. Carmona S, Zujani A.** Función Latencia-Intensidad de potenciales evocados auditivos de tronco, y diagnóstico de hipoacusia. *Ann ORL Mex* 2000;45:109-13.
- 20. Stapells DR.** ABR TIPS for clinicians. HPLAB internet.. www..hplab.Com.
- 21. Coutinho DT.** Potenciales evocados auditivos de tallo cerebral. En:Pac otorrino-1. Actualidades en Audiología y Neurología. Coutinho DT.Merck 1° ed:1999. 11-19.
- 22. Reyes L. et al.** Potenciales evocados auditivos de tallo cerebral de corta latencia en pacientes infectados por sida. *Ann ORL Mex* 1999; 44: (1):3-7.
- 23. Kemp DT.** Stimulated Otoacoustic Emissions from within the human Auditory System . *J. of A. Soc of Am.* 1998; 64 ( 5 ) : 1386-91.
- 24. Coutinho DT. Emisiones Otoacusticas.** En: Pac otorrino - 1. Actualidades en Audiología y Neurología.Coutinho DT.Merck.1° ed.;1999. 23-28.
- 25. Hatzopoulos S. et al.** Efficient Otoacoustic Emissions Protocols, Employed in a Hospital-Based neonatal screening program. *Acta Otolaryngol.* 2001;121 (2): 269-73.
- 26. Cacace AT, Pinheiro JM et al.** Relationships between Otoacoustic Emissions and Auditory Brainstem Responses in neonates and Young Children: A correlation a factor analytical study. *Laryngoscope.*2002;112 ( 1 ); 156-67.
- 27. De Ceulaer G. et al.** Contralateral supression of transient Evoked otoacoustic Emissions : normative data for a clinical test, set up. *Otology and Neurotology*,2001;22 (3): 350-55.
- 28. Govaerts PJ. et al.** A two –Stage bipod screening model for universal neonatal hearing Screening . *Otology and Neurotology* .2001;22 (6): 850-54.
- 29. Robinette MS, Glatke TJ.** Otoacoustic emissions, clinical applications. .Ed.Thieme.New York 1997.
- 30. Kimberly BP.** Applications of distorsion–product emissions to an otological practice.*Laryngoscope.*1999; 109 (12):1908-18.
- 31. Picton TW, Kellet AJ, Vezsenyi M, Rabino- vitch DE.** Otoacoustic Emissions recorded at rapid stimulus rates. *Ear Hear* 1993;14 ( 5 ): 299-314.
- 32. Poblano A, Flores-Rodriguez T, Elias CY, Rios VA, Llano G.** Correlación entre umbrales por audiometría convencional y por emisiones otoacústicas de distorsión en preescolares” *An .ORL Mex* 1996;41(1):43-45.
- 33. Vega C. Et al.** Otoacoustic Emissions Screening As Early Identification of Hearing Loss in Newborns. *Acta otorrinolaringológica Española.* 2001;52 (4 ):273-81.
- 34. Telischi FM.** Ann objective method of analyzing cochlear versus noncochlear patterns of distorsion-Product otoacoustic emissions in patients with acoustic neuromas. *Laryngoscope,* 2000;110 (4 ):553-62.
- 35. Lisowska G, Namilowsky G, Marawski K, Strojek K.** Early identification of early impairment en patients with type I diabetes mellitus. *Otology- neurotology* .2001; 22 (23 ): 316-20.
- 36.- Toral ME, Corvera BJ.** Sordera central y emisiones otoacústicas, reporte de 3 casos. *An ORL Mex* 1994; 43 (3):157- 62.
- 37. Toral MR et al.** Emisiones otoacústicas y audiometría tonal en niños en tratamiento con cisplatino *An ORL Mex* 1999;44(22):69-72.
- 38. Stravoulaky P. et al.** Otoacoustic Emissions for monitoring aminoglycoside-induced ototoxicity in children with cystic fibrosis. *Arch.Otolaryngol Head and neck Surgery.*2002;128 ( 2 ); 150-55.
- 39. Haginomori, SI et al.** Spontaneous otoacoustic Emissions in humans with endolymphatic hydrops. *Laryngoscope.* 2001;111 ( 1 ):96-101.
- 40. Powers NL, Salvi RJ, Wang J, Spongr V, Qui CX.** Elevation of auditory thresholds by spontaneous cochlear Oscillations. *Nature.*1995;375 ( 6532 ): 585-87.
- 41. Werner AF.** Otoemisiones acústicas y exposición al ruido. *International archives and environmental health.*2001;73(5):285-89.
- 42. John MS, Picton TW.** Human Auditory steady-state responses to amplitude modulated tones, Phase an latency measurements. *Hear Res.* 2000;141 ( 1-2 ) : 57-59.
- 43. Linden RD, Campbell KB, Hamel G, Picton TW.** Human auditory steady-state evoked potentials during sleep. *Ear Hear* 1985; 6( 3 ):167-74.
- 44.- Dimitrijevic A, Sasha JM, Van Roon P, Picton TW.** Human auditory stead-state response to tones independently modulated in both frequency and amplitude. *Ear Hear* 2001; 22 (2);100-11.
- 45. Stapells DR, Linden RD, Suffield JB, Hame G, Picton TW.** Human auditory steady-state potentials . *Ear hear* 1984 5( 2 ) : 105-13.

**46. Savio G. Et al.** Potenciales evocados auditivos de estado estable a múltiples frecuencias; una nueva alternativa para evaluar la audición en forma objetiva. Acta de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello. 1997;25 ( 2 ):87-97.

**47.Lins OG. et al.** Frequency specific audiometry using steady-state response. Ear Hear. 1996;1796 (2 ):81-96

**48. Lins OG, Picton PE, Picton TW, Champagne SC, Durieux SA.** Auditory steady-state response to tones amplitude-modulated at 80-110 Hz. J. of Acoustical. Soc. Of Am.1994;97(5 Pt 1):3051-63.

**49. Valdés J et al.** Comparision of statistical indicators for the automatic detection of 80 Hz auditory steady-state responses . Ear Hear 1997; 18 (5 ):420-29.

**50.- Aoyagi M, Kiren T, Kim Y, Suzuki Y, Fuse T, Kioke Y.** Optima modulation frequency for amplitude-modulation following response in young children. During sleep.Hear Res.1993;65 (1-2 ):253-61.

**51. Pérez–Abalo MC, Savio G, Torres A, Martin V, Rodríguez E, Galan L.** Steady-State response to multiple amplitude-modulated tones: An optimized method to test frequency-specific thresholds in hearing impaired children and normal hearing subjects. Ear Hear 2001;22 (3 ):200-11.

**52. Rance G, Dowell RC, Rickards FW, Beer DE, Clark GM.** Steady-state evoked potential and behavioral hearing thresholds in a group of children with absent- Click-evoked auditory Brainstem response. Ear Hear 1998;19 (1):48-61.

**53. Gilron I, Plourde G, Marcantooni W, Varin F.** 40 Hz auditory steady-state response and EEG spectral edge frequency during sufentanil anaesthesia. Canadian Jour, of Anaesth.1998; 45 (2 ):115-21.

**54. Plourde G, Picton TW.** Human auditory steady-state response during general Anaesthesia. Anaesth Analg.1990 71 ( 5): 460-68.

**55. Chloral Hidrate. Micromedex (R):** Health Care Series. Vol 107. www.ovidimss.com

**56. Moreno L, Cano F, García H.** Concordancia en: Epidemiología clínica. Mc Graw-Hill interamericana, 2° ed. 1994. México DF. 83-90.

**57. San Martín FH, Martín HA, Carrasco DP.** Concordancia en: Epidemiología: teoría ,investigación, práctica. Diaz. Santos editorial. 1° ed. 1986 Madrid España. 312.

Recibido el 5 de Mayo del 2004.

Aceptado el 01 de Junio del 2004.

Publicado (on-line) 1 de Noviembre del 2004.

<http://www.auditio.com/revista>

Contacto con el autor: Dr. Jesús Humberto Piña Medina. Lago de Chapala #1266, colonia ampliación Kiosco Cp 25240. Saltillo Coahuila , México. Teléfono 018444 155443. E-mail: [deaudio@hotmail.com](mailto:deaudio@hotmail.com)

Para citar este artículo:

**J.H. Piña Medina.** Comparación de tres métodos de diagnóstico audiológico en la práctica clínica. [en-linea]. Auditio: Revista electrónica de audiológica. 1 Noviembre 2004, vol. 2(3), pp. 56-63. <<http://www.auditio.com/revista/pdf/vol2/3/020302.pdf>>