

Emisiones otoacústicas transitorias en pacientes a los que se les descartó disfunción retrococlear por medio de potenciales evocados auditivos del tallo cerebral

*Uribe-Escamilla Rebeca, **Durand-Rivera Alfredo,

***Alfaro-Rodríguez Alfonso

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la relación existente entre los potenciales evocados auditivos del tallo cerebral (PEATC) y las emisiones otoacústicas transitorias (EOAT), además de establecer qué variables de dichos estudios intervienen en la evaluación del paciente cuando se sospecha la existencia de una disfunción retrococlear. En un estudio de tipo retrospectivo y transversal se analizaron 37 sujetos de ambos sexos, enviados al Servicio de Neurofisiología del Instituto de la Comunicación Humana en el periodo de enero de 2002 a agosto de 2003, cuyo diagnóstico de remisión fue descartar disfunción retrococlear por medio de PEATC, y a los cuales se les efectuaron EOAT en ambos oídos el mismo día que los PEATC. El estudio se basó en el análisis de los intervalos interonda, las latencias y los umbrales de los PEATC, así como en el porcentaje de reproducibilidad total y por banda de frecuencias de las EOAT. Las herramientas estadísticas fueron medidas de tendencia central, t de Student y análisis de correlación. Los resultados mostraron que no existe una correlación directa entre los PEATC y las EOAT; sin embargo, ambos estudios se complementan bien. Al analizar el porcentaje de reproducibilidad total y por banda de frecuencias, observamos que éste es un parámetro más exacto para ver si la cóclea está afectada y en qué región, por lo que concluimos que, cuando se descarta la disfunción retrococlear por medio de los PEATC, es conveniente correlacionar el resultado de la función latencia/intensidad con la reproducibilidad por banda de frecuencia de las EOAT.

Palabras clave: reproducibilidad, disfunción retrococlear, emisiones otoacústicas, potenciales evocados auditivos del tallo cerebral.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the relationship between brainstem auditory evoked potentials (BAEP) and transient otoacoustic emissions (TOAE), and to establish which variables of these studies are used in the patient's evaluation when existence of retrocochlear dysfunction is suspected. In a retrospective and traverse study, 37 subjects of both sexes were analysed. They had been sent to the Neurophysiology Department at the Institute of Human Communication, between January 2002 and August 2003, and their referral diagnosis was to discard retrocochlear dysfunction by means of BAEP. They were subjected to TOAE in both ears, carried out the same day as the BAEP. The study was based on the analysis of interwave intervals, latencies, and the thresholds of the BAEP, as well as the total percentage of reproducibility and that of the TOAE's frequency band. The statistical tools were measurements of central tendency, Student's t, and correlation analysis. The results showed that there is no direct correlation between the BAEP and the TOAE; however, both studies supplemented each other quite well. By analyzing the percentage of total reproducibility and the one for the band of frequencies, we observed that this parameter is most accurate to see if the cochlea is affected and where, so we conclude that when retrocochlear dysfunction is discarded by means of the BAEP, it is convenient to correlate the result of the function latency/intensity with the reproducibility for each frequency band of the TOAE.

Key words: reproducibility, retrocochlear dysfunction, otoacoustic emissions, brainstem auditory evoked potentials.

Médico adscrito al Servicio de Neurofisiología del Instituto de la Comunicación Humana del Centro Nacional de Rehabilitación. **Médico adscrito al Servicio de Neurofisiología del Instituto de la Comunicación Humana del Centro Nacional de Rehabilitación. *Médico adscrito al área de Investigación del Instituto de la Comunicación Humana del Centro Nacional de Rehabilitación.*

Introducción

El descubrimiento de la respuesta activa de las células ciliadas externas ha revolucionado el entendimiento de la mecánica coclear y del proceso de transducción. Las células ciliadas externas están interconectadas por la citoarquitectura del órgano de Corti y son vistas como un amplificador coclear; se han propuesto dos tipos de interacción entre las células ciliadas internas y las externas: eléctrico y mecánico.¹ Las estructuras de la pared externa, especialmente la estría vascular, son responsables de la secreción de endolinfa y de la generación del potencial endococlear;² el recorrido coclear termina en las dendritas aferentes que transportan el flujo coclear, o receptor de las células ciliadas externas, que son críticas para la transducción de la sensibilidad y la selectividad de frecuencias. Muestran, predominantemente, movimiento radial y una pequeña suma o cantidad de movimiento transversal.³

Durante la maduración, los cambios de la cóclea son propiedades de sintonización o afinación; esta maduración podría generar un umbral bajo y una sintonización definida.⁴

La información conducida por la rama coclear del VIII par craneal llega al núcleo coclear, que constituye el primer nivel sináptico central de la vía auditiva, situado en la unión del bulbo y el puente. El complejo de la oliva superior es la segunda gran estación de contacto de las vías auditivas centrales;⁵ la oliva superior recibe aferencias de cada uno de los dos núcleos cocleares anteroventrales. Las células del núcleo preolivar lateral sólo son activadas por estimulación ipsolateral, y los axones de estas neuronas se unen en el lemnisco lateral.⁶

El lemnisco lateral es una vía que corre en dirección rostral por el tallo, conectando a neuronas desde el núcleo coclear y el complejo olivar superior con el colículo inferior del mesencéfalo. Las aferencias del núcleo central del colículo inferior proceden del núcleo coclear del complejo olivar superior y de los núcleos del lemnisco lateral. Las neuronas del colículo inferior se proyectan en los cuerpos geniculados del tálamo, último relevo antes de la corteza cerebral.⁷ Los potenciales provocados del tallo cerebral son el registro de las respuestas cerebrales ante estímulos externos y eventos psicológicos internos.⁸ Los potenciales son una manifestación de la actividad eléctrica cerebral que se registra sobre el cuero cabelludo y se visualizan como una serie de oscilaciones de voltaje (amplitud), ondas positivas o negativas que aparecen en el registro en un tiempo específico (latencia).

La medida de la función latencia/intensidad de la onda V sigue una línea de regresión, cuyo promedio de pendiente es de 38 mseg/dB por decibel en condiciones normales.^{9,10} En las pérdidas conductivas, el fenómeno más interesante para corroborar es la representación gráfica de la función latencia/intensidad de la onda V, que se muestra en una pendiente paralela a la curva de normalidad.^{11,12}

En las disfunciones retrococleares, el índice más significativo es la diferencia de latencia interaural, además de la prolongación anormal del intervalo I-V.⁴ El promedio de incremento es de 4.01 mseg, con desviación estándar de 1.09; una respuesta con un incremento mayor a una desviación estándar será sospechosa de tumor; este índice se incrementará en relación directa con el tamaño del tumor.¹³ Las recientes investigaciones de emisiones otoacústicas transitorias se enfocaron en la demostración de que estas emisiones fueron causadas por actividad mecánica originada en la cóclea.^{2,14,15}

El estudio de emisiones otoacústicas es capaz de definir con precisión los mecanismos de selección y sensibilidad de las células ciliadas externas, por medio de patrones de frecuencia en el oído con audición normal.^{16,17} Las emisiones otoacústicas transitorias se encuentran presentes en 100% de sujetos con audición normal y constituyen una expresión de funcionalidad coclear normal.¹⁸

Las emisiones otoacústicas son vibraciones mecánicas generadas en la cóclea, las cuales son transmitidas por el fluido linfático en la cóclea y por el oído medio al conducto auditivo externo, donde se pueden registrar sonidos generalmente débiles con un micrófono. Se elige un estímulo rectangular (clic), porque éste es muy breve y tiene un amplio rango de espectro de frecuencia; además, una completa y simultánea estimulación del órgano de Corti puede ser obtenida bajo esta distancia completa.^{19,20}

Las emisiones otoacústicas transitorias son respuestas de frecuencia que surgen dentro de la cóclea y que pueden ser medidas en el canal auditivo externo después de la presentación de un breve estímulo acústico, el cual puede ser un clic o un tono *burst*. Varios investigadores han encontrado que están ausentes cuando un individuo tiene pérdida auditiva que excede los 25 a 30 dB. La amplitud de las EOAT disminuye en función de la edad en niños con audición normal y adultos jóvenes, independientemente del estudio audiométrico.²¹ Las emisiones otoacústicas dan una medida exacta de la salud de la cóclea

por medición de los movimientos activos de las células ciliadas externas.^{14,22,23} Las EOAT y los potenciales cocleares son exquisitamente sensibles a la reducción en el flujo sanguíneo coclear.²⁴

Material y métodos

Se seleccionaron 37 sujetos de ambos sexos, enviados al Servicio de Neurofisiología en el turno vespertino del Instituto de la Comunicación Humana, en el Centro Nacional de Rehabilitación, durante el periodo comprendido entre enero de 2002 y agosto de 2003. El criterio de inclusión de estos pacientes fue que el diagnóstico de envío haya sido descartar disfunción retrococlear por medio de PEATC, y a los cuales se les realizaron EOAT en ambos oídos el mismo día que los PEATC; además, debían contar con una otoscopia previa para corroborar la integridad de la membrana timpánica y no padecer otitis media ni estar en tratamiento por ese motivo en el momento de realizar los estudios.

Los potenciales evocados auditivos de tallo cerebral se obtuvieron en un equipo Nihon Kodan de cuatro 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), respectivamente. La impedancia interelectrodo fue mantenida a 10 kOhms o menos. La actividad electroencefalográfica fue filtrada entre 100 y 3 000 Hz y la ventana de análisis fue de 10 mseg. Los estímulos fueron pulsos presentados a una polaridad eléctrica de rarefacción con audífonos. La cuantificación de la respuesta se realizó en dB SPL, midiendo una latencia absoluta en la punta de la onda V a nivel umbral y a 30, 40, 50 o 60 dB por arriba del umbral, según el caso, para medir las ondas I, III y V, y obtener los intervalos I–III, III–V y I–V. Los estudios fueron realizados a los participantes de manera individual y sin medicación.

Las emisiones otoacústicas transitorias se obtuvieron con un equipo Otodynamics Ltd ILO 92 dentro de una cámara sonoamortiguada, colocando la sonda en el canal auditivo externo; pulsos rectangulares de 80 seg 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 6 000 Hz.

Para el caso de este trabajo sólo se utilizó porcentaje de reproducibilidad total, reproducibilidad por banda de

medias octavas y estabilidad del estímulo para verificar la correcta colocación de la sonda.

Resultados

Se estudiaron 37 sujetos después de evaluar los criterios de inclusión y de exclusión arriba descritos, 13 masculinos (35.1%) y 24 femeninos (64.9%), con un rango de edad de 44 años, edad mínima de 22 años y máxima de 59 años, y una moda de 50 años (**Tablas 1 y 2**). Al hacer la interpretación se dividieron en dos grupos: los que presentaron disfunción retrococlear y los que no la presentaron.¹³

Asimismo, dichos grupos se subdividieron en derechos e izquierdos. Sin embargo, el grupo que presentó disfunción retrococlear fue desechado y no se analizó, ya que por un

Tabla 1. Porcentaje de pacientes de acuerdo con el sexo.

	Hombres	Mujeres	Total
Frecuencia	13	24	37
Porcentaje	35.1%	64.9%	100%
Porcentaje válido	35.1%	64.9%	100%
Porcentaje acumulado	35.1%	100%	

Tabla 2. Estadística descriptiva para el parámetro de edad.

Edad: válido (n = 37); faltante (n = 0)	
Media	44.22
Mediana	45.00
Moda	50.00
Desviación estándar	8.609
Varianza	74.119
Rango	37.00
Mínimo	22.00
Máximo	59.00

Tabla 3. Medidas de tendencia central y de dispersión de los intervalos de los potenciales provocados auditivos del tallo cerebral.

		INTERVALOS		
N	Válido Faltantes	I-V	III-V	I-III
		52 14	52 14	52 14
Media		4.0435	1.847	2.2085
Mediana		4.0850	1.850	2.2100
Moda		4.12	1.8	2.16
Desviación estándar		0.16899	0.1392	0.20034
Varianza		0.02856	0.0194	0.04013
Rango		0.62	0.6	1.20
Mínimo		3.70	1.6	1.78
Máximo		4.32	2.2	2.98

a. Existen múltiples modas. Se muestra el valor menor.

lado no era el motivo de este trabajo, y por otro lado la *n* fue muy pequeña para hacer un buen análisis estadístico y mucho menos para hacer comparaciones con el grupo de estudio. Aunque en la bibliografía se reporta que en los PEATC no existen diferencias interaurales en lo que se refiere a las latencias y los intervalos interonda, para corroborar lo anterior se realizó una *t* de Student entre las aferencias derecha-izquierda de los intervalos interonda y no se observaron diferencias significativas.

Al no existir diferencias significativas entre ambas aferencias, para continuar haciendo el análisis se decidió juntarlas, quedando un total de 66 aferencias estudiadas. Lo primero fue analizar los PEATC. Como se puede observar (**Tabla 3**), las medidas de tendencia central presentaron un comportamiento muy uniforme, adecuado y dentro de la normalidad (para hacer este análisis se eliminaron los PEATC que no presentaron respuesta).

Con lo antes expuesto, en primer lugar se confirma que no existe disfunción retrococlear, ya que todos los parámetros se encuentran dentro de la normalidad. Por tal motivo, las vías auditivas estaban íntegras; si existiera alguna disfunción auditiva, ésta tendría que ser de tipo conductivo o la disfunción encontrarse en la cóclea.

El siguiente paso fue corroborar si el problema era conductivo o coclear (sensorial). Tomando como base las interpretaciones,^{11,12} se encontró que en 62.1% la disfunción se encontraba en la cóclea y que 37.9% era normal, es decir no existía disfunción en cóclea ni hipoacusia de

tipo conductivo. En consecuencia, se continuó con el análisis de las EOAT.

Se dividieron en dos grupos de acuerdo con porcentaje de reproducibilidad total, el cual –según la literatura internacional–, si es de 50 a 70% de reproducibilidad total o más es considerado como una respuesta adecuada para concluir que existe audición normal;⁴ para nuestro caso consideramos como criterio adecuado y para ser más estrictos 70% o más, observando que 43.9% tuvo una reproducibilidad total mayor a 70%, y 56.1% presentó una reproducibilidad total menor a 70%, lo cual según la literatura sería indicativo de falla coclear.^{11,10,13}

Se pudo observar (**Tabla 4**) que la proporción de problemas cocleares y normales es parecida a la observada en los potenciales, por lo que se realizó un análisis de correlación. Se aprecia que existe una correlación media, lo cual realmente no dice mucho; de hecho, dados los resultados hay una probabilidad de 50% de que los potenciales y la reproducibilidad total indiquen la misma disfunción. Por tanto, lo siguiente fue observar el comportamiento de la reproducibilidad por banda de frecuencias, dividiendo con base en reproducibilidad total mayor de 70% (normal), y en reproducibilidad total menor de 70 %, que indicaría disfunción coclear.

En las que presentaron una reproducibilidad mayor de 70% y que en teoría no deberían presentar disfunción coclear, se observó que en todas las frecuencias la media y

Tabla 4. Porcentaje de reproducibilidad total.

REPRODUCIBILIDAD					
		Frecuencias	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	29	43.9	43.9	43.9
	2	37	56.1	56.1	100.0
	Total	66	100.0	100.0	

1 = Reproducibilidad total mayor de 70%.
2 = Reproducibilidad total menor de 70%.

Tabla 5. Estadística con medidas de tendencia central, en reproducibilidad por bandas de frecuencia, en pacientes con reproducibilidad total mayor a 70%.

Estadísticas						
		0.7 KHz	1.5 KHz	2.2 KHz	3.0 KHz	3.7 KHz
N	Válidos	28	28	28	28	28
	Faltantes	0	0	0	0	0
Media		74.93	91.21	68.64	63.93	51.82
Mediana		81.00	96.00	93.00	89.00	74.50
Moda		45	98	0	0	0
Desviación estándar		21.166	18.400	41.597	42.240	43.162
Varianza		447.995	338.545	1730.312	1784.217	1862.967
Rango		96	98	99	99	99
Mínimo		0	0	0	0	0
Máximo		96	98	99	99	99

a. Existen múltiples modas. Se muestra el valor menor.

Tabla 6. Estadística con medidas de tendencia central, en reproducibilidad por bandas de frecuencia, en pacientes con reproducibilidad total menor al 70%

Estadísticas						
		0.7 KHz	1.5 KHz	2.2 KHz	3.0 KHz	3.7 KHz
N	Válido	38	38	38	38	38
	Faltante	0	0	0	0	0
Media		7.11	19.39	11.50	5.05	10.50
Mediana		.00	.00	.00	.00	.00
Moda		0	0	0	0	0
Desviación estándar		18.784	32.119	26.976	21.744	27.525
Varianza		352.853	1031.651	727.716	472.808	757.608
Rango		64	87	81	100	92
Mínimo		0	0	0	0	0
Máximo		64	87	81	100	92

la mediana eran adecuadas; sin embargo, el rango era muy amplio y, de hecho, en todos los valores posibles y en la frecuencia de 0.7 KHz la moda era muy baja,³ y en las frecuencias de 2.2, 3.0 y 3.7 KHz la moda fue de cero, lo cual

no es de esperarse, ya que la reproducibilidad total es mayor a 70%, por lo que dichos resultados nos indicarían que a esas frecuencias la cóclea no está funcionando adecuadamente (Tabla 5).

En lo que respecta a las que tuvieron una reproducibilidad total menor de 70%, se encontró que en todas las frecuencias, aunque el rango fue muy amplio, la media, la mediana y la moda tuvieron un comportamiento muy similar, indicándonos una reproducibilidad muy por debajo de 70%, lo que sugiere que en todas las frecuencias existe una anormalidad y por tanto la cóclea no funciona adecuadamente (Tabla 6).

Discusión

Los PEATC demuestran una excelente consistencia de paciente a paciente, no crean hábito y no se ven alterados por estadios de sueño,²⁵ por lo que han demostrado tener una gran utilidad para el asesoramiento audiológico y neurológico.^{7,26,27} Son útiles para descartar disfunciones retrococleares; lo más importante es tomar en cuenta las latencias de las ondas I, III y V, que son las más constantes a intensidades altas, y con base en ellas obtener los intervalos interonda, para con esto saber si puede o no existir evidencia de disfunción retrococlear.^{28,10} Por otro lado, explorando a diferentes intensidades y observando la latencia absoluta de la onda V a las diferentes intensidades, podemos inferir si la audición es normal o si la hipoacusia es de tipo conductivo, sensorial (coclear) o sensorineural, o por una disfunción retrococlear.¹⁰ Asimismo, se dice que cuando un oído es capaz de generar una emisión otoacústica la audición se sitúa dentro del rango de la normalidad^{4,17,29} y uno de los parámetros más usados para visualizar esto es la reproducibilidad total, la cual debe situarse por arriba de 50 o 70%; para nuestro caso usamos el criterio de 70%.²¹

En nuestro estudio, los pacientes fueron enviados para descartar disfunción retrococlear por medio de PEATC, lo cual sucedió; el siguiente paso fue ver si el problema era conductivo o coclear. En este caso, en todos los que tuvieron alguna alteración el problema fue coclear; por tanto, era de esperarse que el comportamiento de las emisiones fuera similar, es decir normal o con problema obvio en cóclea. Aparentemente esto ocurrió, y aunque no fue igual el porcentaje de pacientes normales y con problemas en cóclea, la tendencia fue muy similar. Sin embargo, a la hora de hacer la correlación entre los PEATC y las EOAT ésta realmente no existió, ya que fue una correlación media, lo cual en este caso no es adecuado. Por lo anterior, se decidió analizar el porcentaje de

reproducibilidad por banda de frecuencia, primero en aquellos cuya reproducibilidad total fue mayor de 79%, lo cual indicaría un buen funcionamiento coclear, encontrándose que en realidad la única frecuencia que se comportó adecuadamente, es decir media, mediana y moda por arriba de 70%, fue la de 1.5 KHz; a la frecuencia de 0.7 KHz, media y mediana fueron adecuadas, aunque la moda fue de 45, lo cual indica que la mayoría de casos en esta frecuencia presentaba alteración. A las frecuencias de 2.2, 3.0 y 3.7 KHz la media se encontró por debajo de 70%; más aún, las modas fueron de cero, lo que indica que a esas frecuencias la cóclea no funciona adecuadamente. Para estos casos, el porcentaje de reproducibilidad total adecuado probablemente esté dado por la frecuencia de 1.5 KHz, tomando en cuenta que tanto el porcentaje de reproducibilidad total como por banda de frecuencias se obtiene por medio de la transformada de Fourier,³⁰ por lo que no es un promedio simple.

En aquellos en quienes la reproducibilidad fue menor de 70%, en todas las frecuencias la media fue sumamente baja, y la media y la moda fueron de cero; en este caso, todas las medidas de tendencia central nos indican un mal funcionamiento de la cóclea.

Por lo anterior, podríamos decir que los PEATC miden el funcionamiento de la vía auditiva a partir de la parte distal del VIII par craneal (onda I) hasta el cóliculo inferior (onda V), por lo que son efectivos para descartar disfunción retrococlear y observar el funcionamiento coclear; esto es de manera inferencial, por medio de la función latencia/intensidad¹⁰ y, aunque estamos estimulando a la cóclea en las frecuencias de los tonos altos (1 000 a 4 000 Hz)^{26,28,31}, por las características del clic, el cual es una onda cuadrada de espectro amplio de frecuencias,³² no sabemos exactamente dónde la estamos estimulando. Con las EOAT, aunque se trate de las mismas áreas de frecuencia en este caso, sí es específica la frecuencia estudiada (0.7, 1.5, 2.2 y 3.7 KHz), por lo que podemos decir que los PEATC están estimulando regiones funcionales de la cóclea, aunque ésta no funcione en su totalidad, es decir presenta regiones muertas¹¹ y por tal motivo no existe una buena correlación entre un estudio y otro.

Por otro lado, como ya mencionamos, tener un porcentaje de reproducibilidad total adecuado no indica que la cóclea esté funcionando adecuadamente en su totalidad, ya que en este caso el grupo que tuvo un porcentaje de reproducibilidad total mayor a 70%, al ser

examinado por banda de frecuencias mostró que el funcionamiento coclear no es adecuado. Con lo anterior expuesto, y conforme con esta perspectiva, si observamos con detalle los resultados tendríamos que la mayoría (aproximadamente 90%) de las EOAT serían anormales.

Si tomamos en cuenta que los pacientes estudiados fueron enviados para descartar disfunción retrococlear por medio de potenciales, que ésta fue descartada y que los potenciales fueron normales o con problema sensorial, tendríamos que las EOAT confirmarían la disfunción coclear y en el caso de que los PEATC no la indicaran, las EOAT sí lo harían, con lo cual la mayoría de los pacientes enviados tendría disfunción coclear. Por tal motivo, consideramos que ambos estudios se complementan muy bien.

Con los resultados obtenidos podemos concluir que los PEATC y las EOAT son estudios complementarios y no excluyentes; por un lado, con los PEATC, además de obtener un umbral auditivo en las frecuencias altas, podemos detectar si la vía auditiva está íntegra, por lo menos hasta el cóliculo inferior; por otro lado, las EOAT no van a medir el funcionamiento de la vía auditiva, sino el de la cóclea.

Referencias

- Rajan R. Cochlear outer-hair-cell efferents and complex-sound-induced hearing loss: protective and opposing effects. *The Journal of Neurophysiology* 2001;86(6):3073-6.
- Robinette MS. Clinical applications of otoacoustic emissions: infants, children and adults. Congress of the Mexican Society of Otolaryngology and HNS. 2000. April 28. Acapulco.
- Xintian Hu, Evans B, Dallos P. Direct visualization of organ of corti kinematics in a hemicochlea. *The Journal of Neurophysiology* 1999;82(5):2798-807.
- 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* 1996;17(5):386-94.
- López Antúnez. *Anatomía funcional del sistema nervioso*. Limusa, México, 1980.
- Guerrier Y, Uziel A. Fisiología neurosensorial en O.R.L. Masson, España. 1985.
- Legatt Alan D, Arezzo Joseph C, et al. The anatomic and physiologic base of brain stem auditory evoked potential. *Neurologic Clinics* 1988;6(4):681-704.
- Campbell K., Deacon D. Electrophysiological monitoring of closed head. *Journal of Cognitive Rehabilitation* 1986;4(5).
- Barajas JJ. Evaluation of ipsilateral and contralateral brainstem auditory evoked potentials in multiple sclerosis patients. *J Neurol Sci* 1982;54:69-78.
- Instituto de la Comunicación Humana. *Registros electrofisiológicos para el diagnóstico de la disfunción de la comunicación humana*. México, 1997.
- Coats, AC. Human auditory nerve action potentials and brainstem evoked responses. Latency-intensity function in detection of cochlear and retro cochlear abnormalities. *Arch Otol Rhinol Laryngol* 1978;104(12):709-17.
- Coats, AC, Martin JL. Human auditory nerve action potentials and brainstem evoked responses. Effects of audiogram shape and lesion location. *Arch Otolaryngol* 1977:103-5.
- Sohmer H, Kinarti R. The latency of auditory nerve-brainstem responses in sensorineural hearing loss. *Arch Otol Rhinol Laryngol* 1981;230(2):189-99.
- Cane MA, Lutman ME, O'Donoghue GM. Transiently evoked otoacoustic emissions in patients with cerebellopontine angle tumors. *The American Journal of Otolaryngology* 1994;15(2):206-16.
- Starr Y, Sininger T, Nguyen HJ, et al. Cochlear receptor (microphonic and summing potentials, otoacoustic emissions) and auditory pathway (auditory brain stem potentials) Activity in auditory neuropathy. *Ear & Hearing* 2001;22:91-9.
- Norton SJ, Gorga MP, Widen JE, et al. Identification of neonatal hearing impairment: evaluation of transient evoked otoacoustic emission, distortion product otoacoustic emission, and auditory brain stem response test performance. *Ear & Hearing* 2000;21:508-28.
- Toral-Martiñón R, Collado-Corona MA, Shkurovich-Zaslavsky M. Diagnóstico temprano de sordera por emisiones otoacústicas en el recién nacido. *Anales Médicos del Hospital ABC* 1997;42(3):111-3.
- Van Zanten GA, Collet L, Van Haver K. Otoacoustic emissions. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 1995(32): S213-6.
- Zimatore G, Giuliani A, Parlapiano C, et al. Revealing deterministic structures in click-evoked otoacoustic emissions. *Journal Appl Physiology* 2000;88:1431-7.
- Lutman ME. Reliable identification of click-evoked otoacoustic emissions using signal processing technique. *Br J Audiol* 1993;27:103-8.
- Harrison WA, Norton SJ. Characteristics of transient evoked otoacoustic emissions in normal hearing and hearing impaired children. *Ear and Hearing* 1999;20(1):75-86.
- Rance G, Cone-Wesson B, Wunderlich J. Speech perception and cortical event related potentials in children with auditory neuropathy. *Ear & Hearing* 2002;23:239-53.
- Hirsch BE, Durrant JD, Yetiser S. Localizing retrocochlear hearing loss. *The American Journal of Otolaryngology* 1996;17(4):537-46.
- Brackmann DE, Kwartler JA. A review of acoustic tumors. *The American Journal of Otolaryngology* 1990;11(3):218-32.
- Shannon DA, Felix JK, Krumholz A, et al. Hearing screen of high-risk newborns with brainstem auditory evoked potentials: a follow-up study. *Pediatrics* 1984;73(1):22-6.
- Chiappa KH, Hopper AH. Evoked potential in clinical medicine. *New Engl J Med* 1982;306(19):1205-11.
- Shulman-Galamboa C, Galamboa R. Brainstem evoked response audiometry in hearing screening. *Arch Otolaryngol* 1979;105(2):86-90.
- Durand Rivera A. Bases técnicas y fisiológicas de los potenciales provocados auditivos de tallo cerebral. *Para la Salud* 1998;2(19):20-30.
- Morant-Ventura A, Marco-Algarra J, Sequí-Canet JM, et al. Modificaciones de las oteomisiones acústicas provocadas: estudio de grupos de edad. *Acta Otorrinolaring Esp* 1999;50(5):355-8.
- Robinette MS, Glatke TJ. *Otoacoustic emissions clinical Applications*. Thieme, New York-Stuttgart, 1997.
- Bogacz J, et al. *Los potenciales provocados en el hombre*. El Ateneo, Buenos Aires, 1985.
- Series en Neurología. Normas Para Estudios Clínicos con Potenciales Provocados. Volumen III. 1994.