

POTENCIALES EVOCADOS AUDITIVOS DEL TALLO CEREBRAL

REGISTRO, APLICACIONES Y DATOS NORMATIVOS

C. J. BORREGO, J. M. TRUJILLO

Se presenta un método para registrar los PEATC mediante la utilización de un sistema de diseño original para la medición de los potenciales evocados; aparece una revisión completa sobre el tema de los PEATC; se selecciona una muestra de 21 sujetos normales y 5 sujetos con anormalidades y se exponen las condiciones del examen, procedimientos, tablas, curvas de registro y puntajes de normalidad; se hace un análisis detallado de cada caso con una delimitación de los usos, aplicaciones e importancia de los PEATC en la práctica médica.

INTRODUCCION

Los Potenciales Evocados (PE) presentan las respuestas a la aplicación de estímulos sensoriales específicos extrínsecos (1-2); en teoría cualquier estímulo externo aplicado a los receptores sensoriales viaja a través de los nervios hasta el sistema nervioso central, registrándose a lo largo de su transmisión como respuestas evocadas.

Fue Davis (1) quien en 1939 describió por primera vez las modificaciones en el EEG cuando a un sujeto se aplicaba un estímulo de tipo auditivo; a estas respuestas las denominó complejos K o Potenciales del vertex.

La respuesta a un sonido, registra una serie de 15 deflexiones (Figura 1) que ocurre en los 300 msecs siguientes al estímulo. Se distinguen por su tiempo de latencia: a) entre 0 y 8 msecs: tempranos o del Tallo Cere-

bral, b) entre 8 y 50 msecs: medios y c) de más de 50 msecs: tardíos o corticales (corresponden a los complejos K de Davis).

Estas respuestas se producen a lo largo de toda la vía auditiva y de la corteza cerebral; sólo hasta el año de 1958, los avances de la electrónica, facilitaron la obtención de las primeras respuestas auditivas evocadas y hacia 1963, Davis (1) utilizó las respuestas del vertex como un método objetivo de audiometría. Los potenciales del vertex se producían en la corteza y se veían afectados por las variables del sujeto tales como el sueño, la colaboración, efectos de fármacos y estado de conciencia.

En 1970, Jewett y col. (3-4) descubrieron una serie de 5 o más deflexiones durante los 10 msecs después del estímulo las cuales son conocidas con los nombres de Potenciales Evocados Auditivos del Tallo Cerebral (PEATC), o audiometría del Tallo Cerebral, o audiometría de respuestas eléctricas.

El presente trabajo pretende condensar la información sobre avances en los estudios con los PEATC, la instrumentación de los mismos a través de un equipo para la medición de los PE (diseñado por los autores de este artículo), y su aplicación, práctica e interpretación en una muestra de sujetos normales y con afectaciones para finalmente suministrar tablas sobre normalidad en sujetos colombianos.

Origen de las ondas de los PEATC

Las ondas que configuran los PEATC han sido estudiadas en animales de experimentación y en humanos; las ondas tienen un sitio reconocido de origen y por ello, la ausencia de una o varias de estas ondas determina el sitio de la lesión. Es así como se registran seis tipos

Drs. Camilo J. Borrego y J. Mario Trujillo: Profesores, sección de Neurología y departamento de Física, Universidad de Antioquia. Centro de Investigaciones Médicas de Antioquia (CIMA).

Solicitud de separatas al Dr. Borrego.

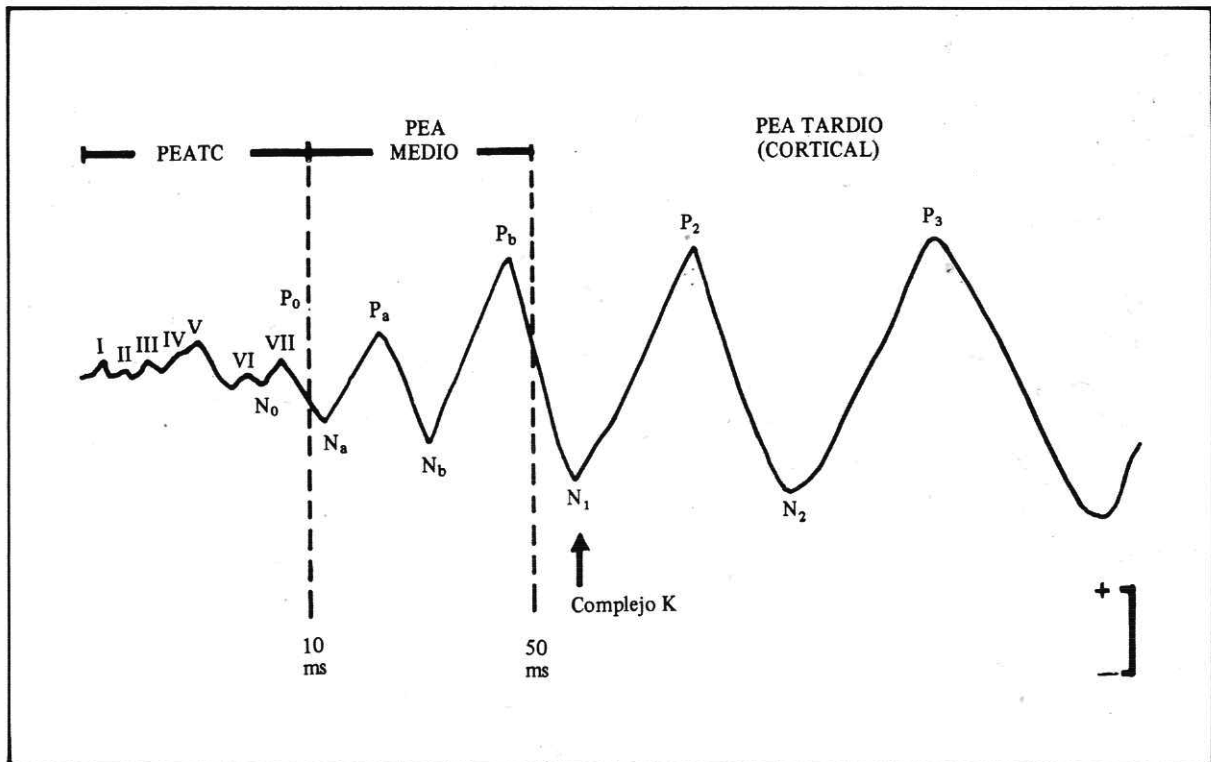


Figura 1. Dibujo esquemático que muestra las respuestas evocadas a un estímulo auditivo (click). Las escalas de amplitud y latencia son aproximadas.

de ondas diferentes (Figura 2): 1- ONDA I: representa el potencial de acción de las partes más distantes del VIII par (5), 2- ONDA II: es una respuesta compleja generada por las partes más proximales del VIII par (5-6) y posiblemente por los núcleos cocleares (7) y cuerpo trapezoide (8-9), 3- ONDA III: se origina en el puente probablemente en el complejo olival superior (9), 4- ONDAS IV y V: de origen aún controvertido. Hashimoto (4) Achor y Starr (7) sostienen como punto de origen el puente (leminisco lateral) y Jewett (3) sostiene que la Onda V se origina en el colículo inferior. Recientes estudios refieren que la onda V se origina en la parte superior de la protuberancia o en el área inferior del mesencéfalo (leminisco lateral o colículo inferior) (10), 5- ONDA VI: representa la actividad del cuerpo geniculado medio (tálamo) (5).

Usos clínicos de los PEATC

Los diferentes estudios sobre PEATC reportan 3 aplicaciones básicas entre otras más:

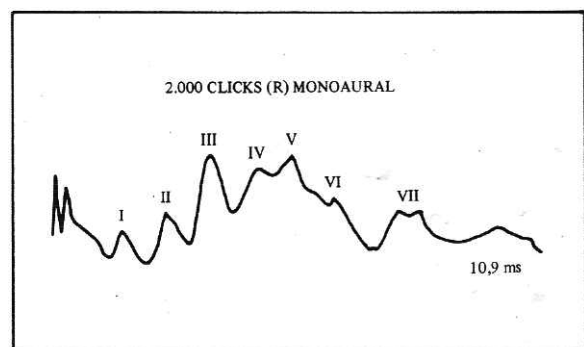


Figura 2. PEATC de un sujeto normal. Clicks de rarefacción a 83 dB. N.A. Montaje oreja-vertex. Las deflexiones hacia arriba son positivas.

1. Audiograma por PE: Los PEATC son el instrumento de evaluación de la función acústica más objetivo en pacientes con quejas de pérdida auditiva o que tienen dificultades para responder a los sonidos. Se desprende de lo anterior que es el método ideal para examinar: adultos que fingen pérdidas auditivas para sacar ganancia secundaria (pérdidas no orgánicas); sujetos dementes o en

estado de inconsciencia; lactantes con sospecha de sordera; niños con retardo en el desarrollo del lenguaje en quienes no ha logrado definirse si es debido a R.M. o a sordera; niños con parálisis cerebral, con deformidades, o que han recibido antibióticos ototóxicos; niños diagnosticados como autistas para confirmar o descartar sordera; o niños hiperkinéticos con sospecha de hipoacusia.

La comparación entre el audiograma convencional y el audiograma logrado con los PEATC, arroja superioridad para este último método, dada sus ventajas de pureza del registro, ausencia de las variables edad, colaboración del sujeto, influencia del estado anímico y mental del paciente y de la interferencia de fármacos; Sommer (11) encontró que 4 de 13 niños diagnosticados como Autistas tenían en los PEATC, sordera completa y 10 de 10 con retardo en el desarrollo tenían anormalidades, ausencias o retardo en las distintas ondas de los PEATC.

Se desprende así la gran importancia del uso de los PEATC para la detección temprana de los déficits auditivos en los niños y el horizonte que se abre a la iniciación pronta de medidas de rehabilitación que promuevan un tratamiento precoz y la evitación de los trastornos marcados en las funciones del lenguaje y del desarrollo intelectual.

2. Diagnóstico de esclerosis múltiple: los PEAT son indicados en aquellos pacientes con sospecha de Esclerosis Múltiple (EM) porque pueden detectar lesiones ocultas o silentes indicativas de alteraciones en el tallo cerebral. Entre el 80% y el 83% de sujetos con EM y signos de compromiso del tallo presentan anormalidades en los PEATC (12); si clínicamente no hay signos de afección del tallo, sólo entre 20-41% presentan anormalidades. Estas anormalidades están presentes aunque el sujeto no se queje de disminución de la audición y aun con una audiometría convencional normal. Robinson (12) logró corroborar la presencia de EM en un grupo de sujetos con paraparesia espástica y encontró alteraciones en el 50% de los PEATC de aquellos.

Los PEATC en un gran número de casos evitan que el sujeto sea sometido a otros pro-

cedimientos diagnósticos innecesarios, riesgos u onerosos.

3. Tumores del VIII par: los PEATC registran un margen de seguridad del 95% para la detección de los tumores' del VIII par (2, 13-14, 16-17), con un índice menor del 10% de falsos positivos (14) o de falsos negativos esporádicos (2).

Para que los tumores de la fosa posterior produzcan alteraciones en los PEATC se requiere el compromiso directo o indirecto (desplazamiento, edema) de la vía auditiva (12, 15).

Los PEATC son una ayuda insustituible en el diagnóstico de diferentes lesiones que comprometen la vía auditiva desde la cóclea hasta el tálamo; los PEATC son un procedimiento de evaluación funcional de las estructuras y vías auditivas y sus resultados son independientes de los reportes de la escañografía y las radiografías sobre lesiones de tipo macroscópico.

4. Otras aplicaciones de los PEATC: su uso está indicado en el diagnóstico de muerte cerebral (16); el coma metabólico por drogas produce un EEG plano que puede simular muerte cerebral; los PEATC pueden ser normales en tal caso, demostrándose la integridad funcional del tallo.

Finalmente los PEATC se aplican al estudio de las enfermedades vasculares (17), en el pronóstico del trauma craneano (16) y como monitor en cirugías especiales (18).

MATERIAL Y METODOS

Se seleccionaron 26 sujetos procedentes de Medellín, con edades comprendidas entre los 17 meses y los 67 años. Esta muestra se clasificó en dos grupos: el primer grupo configurado por sujetos normales (11 hombres y 10 mujeres) y el segundo grupo integrado por pacientes con algún tipo de anormalidad acústica. Su colaboración con las pruebas fue voluntaria, los sujetos del grupo control tenían estudios neurológicos y audiológicos previos sanos.

Se utilizó un sistema especial para la medición de los PE diseñado por los autores (19-

20) con un programa de computación en-Assembler. Un par de auriculares TDH-39. Un convertidor análogo digital con resolución de 12 Bits, fue la interfase de una computadora digital.

Se inicia el programa con un estímulo de sincronización al estimulador el cual genera una señal de 0,1 microsegundos, de una sola polaridad, para producir un click a través de los auriculares, a una frecuencia de 10 por segundo; la intensidad es graduada por un atenuador y calibrada al umbral de audición en un grupo de sujetos normales en el laboratorio. Para los registros usuales se utilizan 83 dB por encima del nivel de audición (83 dB. N.A.).

La señal proveniente del sujeto se amplifica 33.000 veces y se filtra a 5-3.000 HZ; opcionalmente se emplea un filtro automático para rechazar los artefactos mayores de 80 microvoltios.

Durante los primeros 10,9 msecs la respuesta es analizada en la pantalla del osciloscopio. La resolución de las gráficas es de 255 puntos horizontales. Se promedian 1.000 barridos los cuales pueden ser almacenados y sumados "fuera de línea". Las respuestas con contaminación muscular son suavizadas. Una vez finalizada la prueba el examinador procede a recuperar los datos registrados y ordena a la computadora imprimir los resultados en papel.

El examen es practicado a cada sujeto, sentado cómodamente, recostada su cabeza y en postura relajada, en un cuarto silencioso (pero no a prueba de sonido); el examinador advierte al sujeto acerca del estímulo auditivo y se le sugiere dormir durante la prueba. Los electrodos de registro se colocan en el lóbulo de la oreja ipsilateral al estímulo referido al vertex y un electrodo de tierra en la oreja contralateral; la impedancia de éstos es mantenida por debajo de los 5 Ohms. El examen practicado a cada paciente tuvo una duración entre 30-45 minutos.

Las lecturas de la latencia y de la amplitud se hacen mediante dos cursores digitales; la amplitud se determina desde el punto de despegue procedente al pico de cada onda. La lectura de amplitud de la onda V se hizo des-

de el punto de despegue de la onda IV, al pico de la onda V.

Del grupo II se seleccionaron cinco casos:

Caso No. 1: Sexo femenino, 39 años, maestra. Severa hipoacusia bilateral, mayor de 70 dB según la audiometría convencional, para frecuencias mayores de 1 KHZ.

Caso No. 2: J.P.P. sexo masculino, 13 años, con agenesia del pabellón auricular y del conducto auditivo externo derecho. Las evaluaciones audiológicas convencionales no lograron determinar la integridad de los receptores en el oído interno. El pediatra informa que parece manifestar molestia como reacción a ruidos producidos cerca a su OD. A la altura del pabellón derecho se aplicó un estímulo transcutáneo, con ruido de enmascaramiento al oído opuesto.

Caso No. 3: Niño de 3 años, retardo en el desarrollo del lenguaje. Respuestas inestables al estímulo auditivo. Los demás hallazgos del examen son normales.

Caso No. 4: Varón de 44 años; desde hace 5 años presenta paraparesia espástica de predominio izquierdo, con períodos de mejoría espontáneos; urgencia urinaria ocasional y visión borrosa. El examen: disartria, paraparesia crural espástica, signos piramidales francos y ataxia de la marcha. L.C.R., mielografía, serología y otras normales.

Caso No. 5: Mujer de 47 años; hace 3 años con desequilibrio en la marcha, vértigo y recientemente hipoacusia izquierda. Hace un año se le diagnosticó un tumor del ángulo pontocerebeloso izquierdo no intervenido quirúrgicamente por negativa de la paciente. Al examen: papiledema, amaurosis bilateral, ataxia, latero pulsión izquierda y signos cerebelosos izquierdos. La escanografía muestra un gran tumor en el ángulo pontocerebeloso izquierdo, que a la cirugía resultó ser un Neuroma del acústico.

RESULTADOS

Los puntajes obtenidos por cada sujeto recibieron tratamiento estadístico con la utilización de medidas de tipo paramétrico (media, desviación standard) y se determinaron

los niveles de significación por el método de la T de Students.

Análisis de los resultados para el Grupo I

1. Las tablas 1 a 9 presentan los valores de normalidad en la población de los 21 sujetos control; no hay diferencias significativas en cuanto a la edad por sexos ($P = 0,6$); 2. la latencia de las ondas arroja diferencias significativas con las ondas III y V, también en las latencias interpico I-III y I-V, al comparar entre sí los sexos: las mujeres mostraron una latencia más corta ($P < 0,001$), entre 0,22 y 0,30 msecs; 3. la polaridad del click no produjo diferencias significativas en la latencia según el sexo, 4. las amplitudes de la onda I fueron significativamente diferentes entre los hombres ($P < 0,001$); los clicks de condensación producen el voltaje más bajo; similar situación se presentó en la relación de amplitud I/V; 5. la variación con respecto al promedio permite configurar un patrón esperado para la población normal y de esta forma podemos hablar de unos PEATC anormales, cuando los valores de latencia y amplitud de las ondas, de sus latencias interpicos y diferencias interaurales se encuentran a $\pm 2,5$ desviaciones standard del promedio.

Análisis de los casos del Grupo II

Caso 1: la Figura 3 señala que no hubo respuesta por el OD, por el OI alcanzó respuestas normales aun para bajas intensidades. (¿Pseudohipoacusia? ¿ganancia secundaria?)

Caso 2: la Figura 4 muestra unos PEATC normales para el OI. Para el OD aparece una respuesta clara, aplicable, de baja amplitud, con morfología y tiempos de conducción centrales normales: retardo en la aparición de la onda I, indicativo de una hipoacusia de conducción, e integridad de la vía auditiva central. Este paciente se beneficia de cirugía correctiva.

Caso 3: la Figura 5 muestra los PEATC de ambos oídos con un retardo bilateral en la latencia de la onda I y tiempos de conducción centrales de, I-V normales, significativos para una hipoacusia de conducción. Fue remitido entonces, a evaluación por Otorrino y se halló una Otitis media serosa e hipertrofia adenoide.

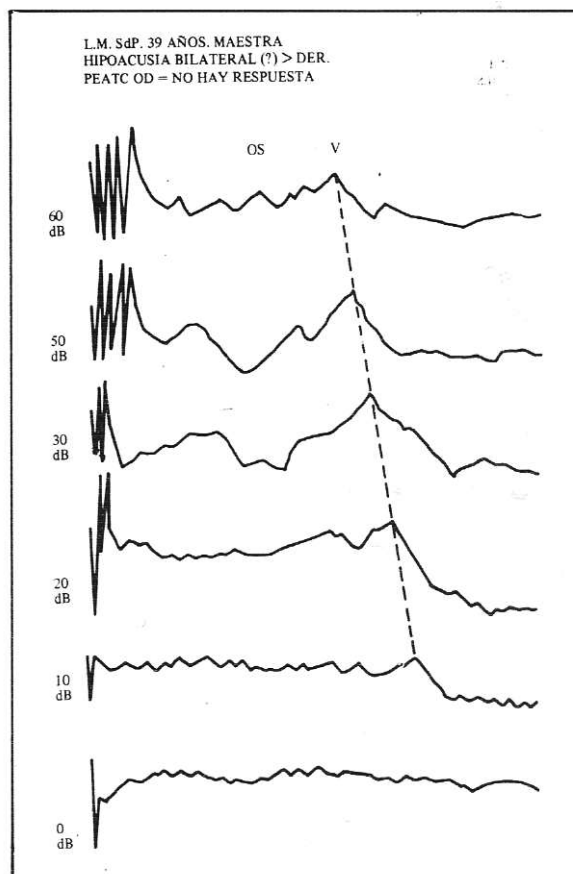


Figura 3. PEATC de la paciente No. 1. La figura muestra las respuestas normales a clicks de intensidades decrecientes (curva de latencia-intensidad) al oído izquierdo. Note el progresivo alargamiento de la latencia de la onda V, así como la desaparición a bajas intensidades de las ondas I a IV. La única onda registrada a bajas intensidades es la onda V. Por el oído opuesto no se obtuvo respuesta a altas intensidades. Montaje: Oreja-vertex. Barrido = 10,9 ms. Positivo hacia arriba.

Se le practicó adenoidectomía y mirin-gostomía.

La Figura 6 compara los gráficos para las respuestas del pre-operatorio y a los 2 meses de la intervención quirúrgica para el oído derecho. Es evidente una corrección en la latencia de las ondas y ausencia de déficit residual (umbral auditivo normal). Paralelos a los cambios en los registros de los PEATC y a la recuperación, el niño hace progresos significativos en la terapia del lenguaje.

Caso 4: los PEATC de la Figura 7 evidencian un retardo bilateral en los tiempos de conducción de las ondas III y V, indicativo de un defecto de conducción dentro de la protu-

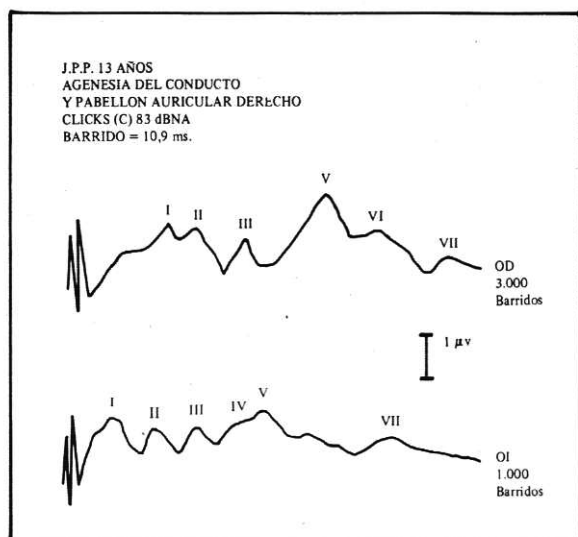


Figura 4. PEATC del paciente 2. Compare la respuesta normal (abajo) por el oído izquierdo, con la prolongación de la latencia de todas las ondas en las respuestas por el oído derecho, debido a retardo en la latencia de la onda I, con tiempos de conducción I-V iguales en los dos oídos (hipoacusia de conducción).

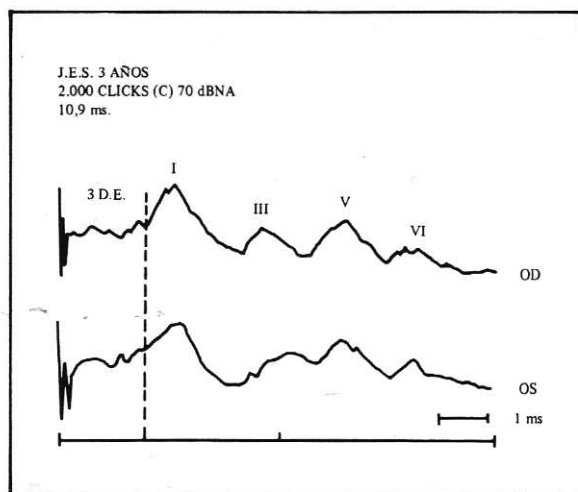


Figura 5. Respuestas de PEATC anormales por ambos oídos en el preoperatorio del paciente 3. Hay un retardo bilateral en la latencia de la onda I con tiempos de conducción I-V normales (hipoacusia de conducción). La línea punteada señala el límite superior de normalidad para la latencia de la onda I.

berancia, que permite apoyar el diagnóstico de Esclerosis Múltiple.

Caso 5: la figura 8, oído derecho, muestra una ausencia de la onda V; por el oído izquierdo sólo la onda I es identificable, indican-

do que la patología es retrococlear, típicos estos hallazgos de los tumores del VIII par.

DISCUSION

El tipo de estímulo auditivo y la forma de registro producen diferencias en la latencia y en la amplitud; un examen de PE identifica cada uno de los componentes y los compara con los datos normativos.

Se presentan los datos normativos en el grupo control de una población normal colombiana las cuales son muy semejantes a las presentadas por otros laboratorios extranjeros. Es conocido que las medidas de latencia, amplitud y latencia interpico deben mostrar sólo diferencias ligeras entre los distintos laboratorios (16-17, 21).

Al comparar los diferentes resultados con los parámetros de otros laboratorios, la amplitud es la que muestra mayores variaciones. Nuestros puntajes son ligeramente mayores que los de Robinson (21), diferencia explicable porque ella utilizó 10 dB menos de intensidad. También Stockard (22) encontró una reducción de 1/3 en la amplitud de la onda V con una reducción en la intensidad de 40 dB y reducción en la onda I de 10 veces su amplitud.

Los distintos laboratorios tienden a coincidir más en los resultados de las latencias absolutas de las ondas y en las latencias interpico y nuestros hallazgos no se apartan de dichos parámetros (16-17, 21).

Stockard (22) a diferencia de Colon (23) encontró que las mujeres tenían latencias interpico menores que los hombres; en nuestro grupo I, encontramos lo mismo.

Si Stockard (22), Chiappa (16) y otros señalaron diferencias significativas de acuerdo a la fase del click, nosotros no las detectamos y por lo contrario nuestros reportes son similares a los de Robinson (21). La mayoría de los clicks de rarefacción tienen latencia más corta, pero el 15% de los clicks de condensación fueron más cortos en la latencia que los de rarefacción en los sujetos normales examinados. Suponemos que dichas diferencias son explicables por el número de sujetos y el tipo de muestra.

Se concluye que factores tales como los parámetros del estímulo, los métodos de re-

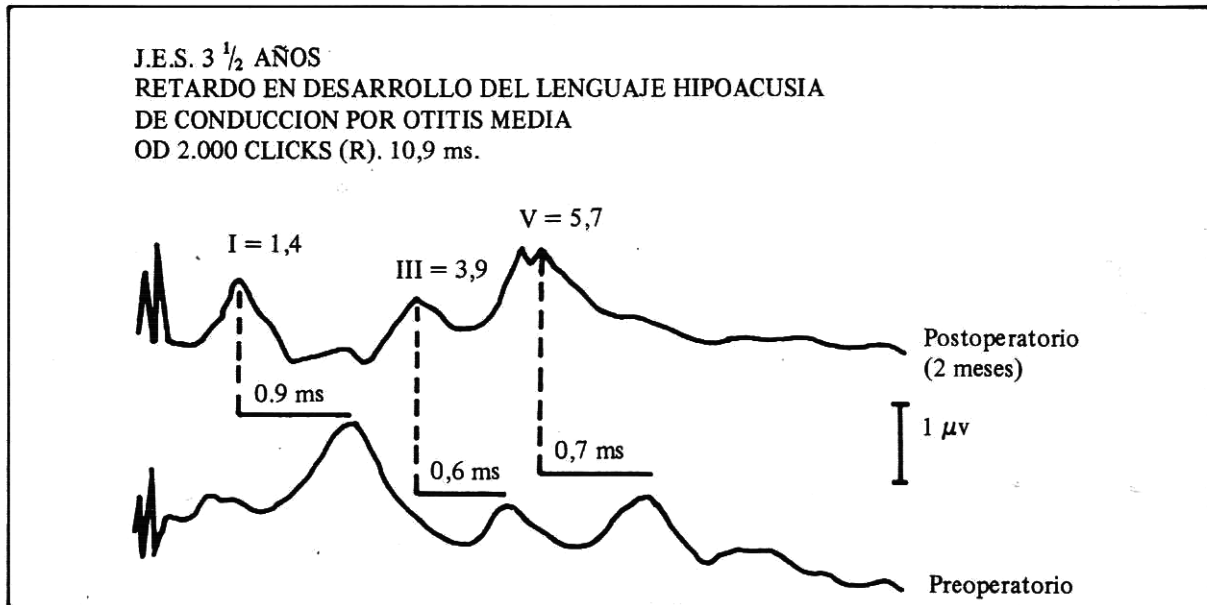


Figura 6. PEATC del paciente 3. Compare la corrección a la normalidad de la latencia de las respuestas en el postoperatorio.

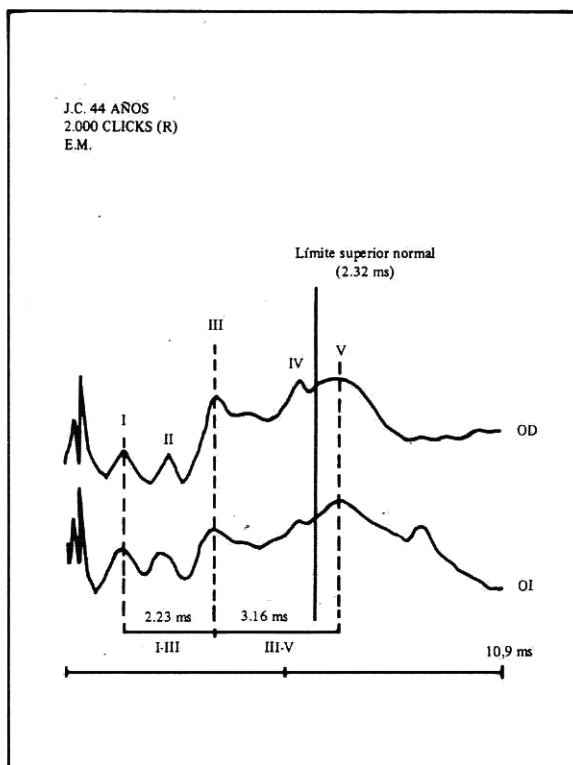


Figura 7. PEATC del paciente 4. Note la prolongación de la latencia III-V por ambos oídos por fuera del límite superior normal (línea continuada vertical). Clicks de 83 dB.N.A. Oreja-vertex. 2.000 barridos.

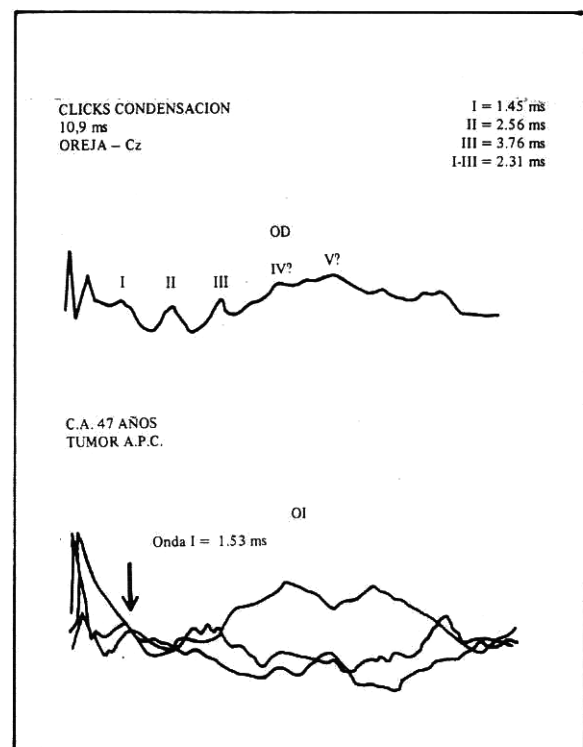


Figura 8. PEATC de la paciente 5 con un tumor del ángulo ponto-cerebeloso izquierdo. La figura inferior muestra superposición de 3 trazados en los cuales la onda I (flecha) es la única respuesta replicable. Por el OD (arriba) es dudosa la identificación de las ondas IV y V.

gistro, empleados por los distintos laboratorios, conllevan lógicamente, ligeras diferencias en las medidas de latencia y de amplitud y no obstante la uniformidad esperada, cada laboratorio debe contar con su banco de exámenes, registros y datos normativos para poblaciones variadas. Presentamos de esta forma, nuestras propias tablas de normalidad, muy semejantes a las de otros laboratorios.

Los PEATC se convierten en la técnica más fiable para la evaluación objetiva de la audición porque en sus registros no influyen las variables personales del tipo, estado mental y psicológico del paciente, distorsión consciente, fingimiento, etc. (caso 1). Se convierte así en una técnica eficaz para evaluar la audición del niño a cualquier edad y de sujetos en estado de inconsciencia o dementes porque la

obtención de los registros depende de un nivel mínimo de colaboración.

La curva de la latencia-intensidad de la onda V permite evaluar objetivamente el nivel de audición del paciente. El umbral auditivo en los PEATC está usualmente 10dB por encima del umbral de la audiometría tonal. El incremento de la intensidad del estímulo conlleva un acortamiento progresivo en la latencia de las respuestas. A pesar de la prolongación de las latencias de las ondas con las distintas intensidades, las latencias interpico permanecen sin mayores cambios. La prolongación de las latencias a bajas intensidades produce una situación que es similar a la que se presenta en las hipoacusias de conducción. Los PEATC permiten diferenciar entre sordera de conducción versus sordera sensorineural (24-25) o

Tabla 1. Valores normales en sujetos control.

Número de sujetos: 11 Edades: 1/2-45 años ($\bar{x}$ = 27,7)						Clicks: Rarefacción 83 dBNA. 10/S			
Latencia Hombres						Diferencias interaurales			
No. oídos (porcentaje)	Onda	Latencia (ms)							
		Media	De	Media + 2,5 de	Rango de pacientes	Media	De	2,5 de	Rango de pacientes
21 (95,5)	I	1,43	0,15	1,81	1,23-1,75	0,08	0,06	0,23	0-0,26
21 (95,5)	II	2,54	0,19	3,01	2,22-2,99	0,31	0,11	0,40	0-0,39
22 (100)	III	3,69	0,17	4,11	3,41-4,10	0,09	0,05	0,21	0-0,21
18 (82)	IV	4,89	0,22	5,44	4,48-5,25	0,14	0,12	0,44	0-0,42
22 (100)	V	5,59	0,14	5,95	5,30-5,89	0,06	0,05	0,18	0-0,17
29 (91)	VI	7,16	0,26	7,81	6,71-7,48	0,11	0,07	0,28	0-0,26
19 (86)	VII	8,80	0,30	9,55	8,33-9,31	0,23	0,10	0,48	0,04-0,39
Interpico									
21 (95,5)	I-III	2,24	0,22	2,79	1,84-2,65	0,12	0,05	0,24	0,04-0,25
22 (100)	III-V	1,90	0,17	2,32	1,45-2,09	0,12	0,08	0,32	0-0,30
21 (95,5)	I-V	4,15	0,22	4,70	3,81-4,48	0,07	0,06	0,22	0-0,22
21 (95,5)	II-V	3,04	0,18	3,49	2,56-3,29	0,13	0,10	0,38	0,04-0,35
20 (91)	I-II	1,09	0,19	1,54	0,68-1,41	0,15	0,12	0,45	0,04-0,43

neurológica (VIII par), o una lesión en la vida auditiva dentro del tallo cerebral.

Los PEATC son una ayuda valiosa en la determinación de la lesión audiológica y de la función auditiva; permiten evaluar la integridad de la vía auditiva y como en el reporte del caso 2 facilitan detectar a una edad más temprana los defectos congénitos en el conducto auditivo y abren la posibilidad de una corrección quirúrgica.

Los PEATC en recién nacidos y lactantes permite la detección precoz de los defectos de la audición y por ende la iniciación del tratamiento. Para el caso 3, se encontró una hipacusia de conducción, y la investigación por el otólogo puede conllevar a una rehabilitación del lenguaje.

Los PEATC proporcionaron la evidencia de una lesión dentro del tallo cerebral, distan-

te de los sitios de compromiso clínico como en el caso 4; esta lesión subclínica es de importancia para el diagnóstico y puede afirmarse que es un examen particularmente útil para investigar la Esclerosis Múltiple. La facilidad para obtención de los registros de PEATC y la seguridad de sus hallazgos, lo convierten en un examen útil que en muchos casos evitan que el paciente sea sometido a procedimientos riesgosos o innecesarios.

En el caso 5, la ausencia de respuesta más allá de la onda I (originada en la cóclea) indica la existencia de una lesión que afecta al VIII par antes de su entrada a los núcleos cocleares. Para algunos casos de tumores del VII par se ha encontrado una ausencia de la onda V contralateral al tumor (15), similar a nuestro caso.

Tabla 2. Valores normales en sujetos control.

Número de sujetos: 11 Edades: 1 1/2-45 años ($\bar{x}$ = 26,7)						Clicks: Condensación 83 dBNA. 10/S			
Latencia Hombres						Diferencias interaurales			
No. oídos (porcentaje)	Onda	Latencia (ms)							
		Media	De	Media + 2,5 de	Rango de pacientes	Media	De	2,5 de	Rango de pacientes
21 (95,5)	I	1,42	0,18	1,87	1,02-1,88	0,04	0,04	0,14	0-0,13
21 (95,5)	II	2,52	0,25	3,16	1,88-3,33	0,17	0,20	0,67	0-0,64
21 (95,5)	III	3,72	0,27	4,40	3,41-4,44	0,08	0,07	0,25	0-0,25
20 ((91)	IV	4,87	0,26	5,52	4,53-5,51	0,31	0,09	0,35	0-0,34
22 (100)	V	5,63	0,18	6,08	5,25-5,98	0,11	0,06	0,26	0-0,21
21 (95,5)	VI	7,28	0,44	8,38	6,58-8,24	0,29	0,16	0,69	0-0,69
19 (86)	VII	8,88	0,50	10,13	7,73-9,87	0,45	0,30	1,20	0-1,07
Interpico									
20 (91)	I-III	2,32	0,25	2,94	1,88-2,86	0,08	0,09	0,30	0-0,29
21 (95,5)	III-V	1,89	0,23	2,46	1,50-2,39	0,12	0,08	0,32	0-0,30
21 (95,5)	I-V	4,20	0,19	4,67	3,89-4,66	0,13	0,08	0,33	0,04-0,30
21 (95,5)	II-V	3,10	0,25	3,72	2,52-3,71	0,26	0,20	0,76	0,05-0,72
20 (91)	I-II	1,12	0,15	1,50	0,94-1,50	0,12	0,15	0,50	0-0,52

Tabla 3. Valores normales en sujetos control.

Número de sujetos: 10 Edades: 10-67 años ($\bar{x}$ = 30)						Clicks: Rarefacción 83 dBNA. 10/S			
Mujeres									
No. oídos (porcentaje)	Onda	Latencia (ms)				Diferencias interaurales			
		Media	De	Media + 2,5 de	Rango de pacientes	Media	De	2,5 de	Rango de pacientes
19 (95)	I	1,41	0,24	2,01	0,94-1,83	0,09	0,07	0,26	0,04-0,25
20 (100)	II	2,43	0,17	2,85	2,18-2,82	0,09	0,09	0,31	0-0,30
20 (100)	III	3,49	0,19	3,96	3,16-3,76	0,17	0,14	0,52	0-0,43
17 (85)	IV	4,60	0,32	5,40	3,93-5,04	0,22	0,29	0,94	0-0,86
20 (100)	V	5,37	0,22	5,92	5-6,02	0,15	0,14	0,51	0-0,47
19 (95)	VI	6,77	0,52	8,08	5,94-7,82	0,30	0,36	1,2	0,03-1,07
16 (80)	VII	8,52	0,60	10,02	7,90-10,2	0,47	0,36	1,37	0,05-1,01
Interpico									
19 (95)	I-III	2,07	0,21	2,59	1,79-2,39	0,17	0,18	0,62	0-0,55
20 (100)	III-V	1,88	0,16	2,28	1,58-2,27	0,19	0,15	0,56	0,04-0,52
19 (95)	I-V	3,95	0,24	4,55	3,68-4,49	0,14	0,17	0,56	0-0,56
20 (100)	II-V	2,93	0,16	3,33	2,07-3,25	0,20	0,13	0,52	0-0,39
19 (95)	I-II	1,02	0,19	1,49	0,81-1,41	0,14	0,09	0,36	0,05-0,33

Tabla 4. Valores normales en sujetos control.

Número de sujetos: 10 Edades: 10-67 años ($\bar{x}$ = 30)						Clicks: Condensación 83 dBNA. 10/S			
Mujeres									
No. oídos (porcentaje)	Onda	Latencia (ms)				Diferencias interaurales			
		Media	De	Media + 2,5 de	Rango de pacientes	Media	De	2,5 de	Rango de pacientes
20 (100)	I	1,40	0,13	1,72	1,23-1,70	0,08	0,06	0,23	0-0,26
20 (100)	II	2,44	0,08	2,64	2,30-2,60	0,07	0,04	0,17	0-0,17
20 (100)	III	3,46	0,13	3,78	3,24-3,76	0,11	0,11	0,38	0-0,34
20 (100)	IV	4,71	0,19	5,18	4,36-5,12	0,15	0,12	0,45	0-0,39
20 (100)	V	5,32	0,24	5,92	5-5,95	0,12	0,15	0,50	0-0,52
19 (95)	VI	6,75	0,34	7,60	6,32-7,90	0,29	0,35	1,18	0,08-1,19
15 (75)	VII	8,45	0,62	10,00	8,07-9,95	0,12	0,15	0,49	0-0,47
Interpico									
20 (100)	I-III	2,06	0,19	2,53	1,80-2,53	0,17	0,12	0,47	0,05-0,39
20 (100)	III-V	1,85	0,16	2,25	1,58-2,25	0,10	0,10	0,35	0-0,27
20 (100)	I-V	3,91	0,22	4,46	3,59-4,45	0,15	0,14	0,50	0,04-0,48
20 (100)	II-V	2,87	0,22	3,42	2,61-3,42	0,11	0,11	0,14	0-0,47
20 (100)	I-II	1,04	0,13	1,37	0,82-1,37	0,09	0,08	0,29	0-0,26

Tabla 5. Valores normales en sujetos control.

Número de sujetos: 11 Edades: 1/2-45 años ($\bar{x}$ = 26,7)						Clicks: Rarefacción 83 dBNA. 10/S			
Amplitud (microvolt.) Hombres									
Valores absolutos						Diferencias interaurales			
No. oídos (porcentaje)	Onda	Media	De	Media + 2,5 de	Rango de pacientes	Media	De	Media + 2,5 de	Rango de pacientes
21 (95,5)	I	0,47	0,22	1,02	0,10-0,89	0,25	0,16	0,65	0,03-0,59
21 (95,5)	II	0,43	0,26	1,08	0,16-1,25	0,26	0,13	0,60	0,03-0,52
22 (100)	III	0,58	0,25	1,20	0,24-1,12	0,17	0,16	0,60	0,04-0,61
18 (82)	IV	0,49	0,22	1,04	0,11-0,97	0,28	0,16	0,69	0,10-0,55
22 (100)	V	0,77	0,26	1,42	0,33-1,28	0,23	0,18	0,68	0,02-0,63
20 (91)	VI	0,22	0,15	0,60	0,02-0,63	0,15	0,17	0,59	0,01-0,55
19 (86)	VII	0,33	0,17	0,75	0,03-0,66	0,17	0,14	0,53	0,05-0,42
Relación de amplitud I/V									
					Media	De	+ 2,5 de		
R I/V					0,62	0,27	1,29		
Diferencias interaurales					0,25	0,13	0,57		

Tabla 6. Valores normales en sujetos control.

Número de sujetos: 11 Edades: 1/2-45 años ($\bar{x}$ = 26,7)						Clicks: Condensación 83 dBNA. 10/S			
Amplitud (microvolt.) Hombres									
Valores absolutos						Diferencias interaurales			
No. oídos (porcentaje)	Onda	Media	De	Media + 2,5 de	Rango de pacientes	Media	De	Media + 2,5 de	Rango de pacientes
21 (95,5)	I	0,24	0,16	0,64	0,01-0,54	0,16	0,12	0,47	0,01-0,42
21 (95,5)	II	0,33	0,28	1,03	0,01-1,18	0,19	0,18	0,64	0,01-0,52
21 (95,5)	III	0,58	0,33	1,40	0,09-1,30	0,18	0,18	0,63	0,02-0,61
20 (91)	IV	0,57	0,22	1,12	0,14-1,10	0,24	0,13	0,56	0,02-0,45
22 (100)	V	0,72	0,31	1,49	0,28-1,48	0,22	0,18	0,67	0-0,56
21 (95,5)	VI	0,20	0,11	0,47	0,05-0,42	0,12	0,10	0,37	0,02-0,30
19 (86)	VII	0,25	0,16	0,65	0,04-0,60	0,19	0,14	0,54	0,06-0,47
Relación de amplitud I/V									
					Media	De	+ 2,5 de		
R I/V					0,41	0,34	1,26		
Diferencias interaurales					0,28	0,27	0,96		

Tabla 7. Valores normales en sujetos control.

Número de sujetos: 10 Edades: 10-67 años ($\bar{x}$ = 30)						Clicks: Rarefacción 83 dBNA. 10/S			
Amplitud (microvolt.) Mujeres									
Valores absolutos						Diferencias interaurales			
No. oídos (porcentaje)	Onda	Media	De	Media + 2,5 de	Rango de pacientes	Media	De	Media + 2,5 de	Rango de pacientes
19 (95)	I	0,50	0,20	1,00	0,14-0,92	0,16	0,10	0,41	0,04-0,33
20 (100)	II	0,58	0,34	1,44	0,10-1,43	0,13	0,13	0,56	0,01-0,41
20 (100)	III	0,78	0,29	1,50	0,39-1,39	0,14	0,14	0,54	0,02-0,46
17 (85)	IV	0,61	0,38	1,56	0,27-1,07	0,22	0,22	0,79	0,03-0,63
20 (100)	V	0,89	0,24	1,49	0,45-1,44	0,11	0,11	0,51	0,04-0,38
19 (95)	VI	0,24	0,14	0,59	0,03-0,56	0,10	0,10	0,40	0,05-0,36
16 (80)	VII	0,32	0,26	0,97	0,03-0,90	0,25	0,25	0,89	0,06-0,68
Relación de amplitud I/V									
					Media	De	+ 2,5 de		
R I/V					0,61	0,31	1,38		
Diferencias interaurales					0,24	0,12	0,54		

Tabla 8. Valores normales en sujetos control.

Número de sujetos: 10 Edades: 10-67 años ($\bar{x} = 30$)						Clicks: Condensación 83 dBNA. 10/S			
Amplitud (microvolt.) Mujeres									
Valores absolutos						Diferencias interaurales			
No. oídos (porcentaje)	Onda	Media	De	Media + 2,5 de	Rango de pacientes	Media	De	Media + 2,5 de	Rango de pacientes
20 (100)	I	0,35	0,32	1,15	0,04-1,39	0,19	0,18	0,64	0,01-0,63
20 (100)	II	0,51	0,31	1,28	0,10-1,33	0,20	0,24	0,81	0-0,65
20 (100)	III	0,66	0,26	1,31	0,25-1,24	0,20	0,13	0,52	0,05-0,43
20 (100)	IV	0,67	0,33	1,49	0,08-1,29	0,23	0,24	0,83	0,01-0,68
20 (100)	V	0,88	0,37	1,80	0,35-1,90	0,29	0,29	1,02	0,02-0,79
19 (95)	VI	0,25	0,23	0,83	0,01-0,92	0,29	0,21	0,72	0,02-0,65
15 (75)	VII	0,37	0,21	0,90	0,05-0,77	0,25	0,18	0,72	0,05-0,54
Relación de amplitud I/V									
					Media	De	+ 2,5 de		
R I/V					0,42	0,32	1,23		
Diferencias interaurales					0,19	0,12	0,49		

Tabla 9. PEACT. Valores normales. Diferencias entre sexo y polaridades del click (83 dB, 10/S).

	Media $\pm$ de		Rango		Valores de <i>p</i> para diferencias entre sexo		Valores de <i>p</i> clicks R. versus C.
	R	C	R	C	R	C	
Latencia							
Latencia Onda I H.	1,43 $\pm$ 0,15	1,42 $\pm$ 0,18	1,05-1,81	0,97-1,87	N.S.	N.S.	N.S.
Latencia Onda I M.	1,41 $\pm$ 0,24	1,40 $\pm$ 0,13	0,81-2,01	1,07-1,72			N.S.
Latencia Onda III H.	3,69 $\pm$ 0,17	3,72 $\pm$ 0,27	3,26-4,11	3,04-4,40	<0,001	<0,001	N.S.
Latencia Onda III M.	3,49 $\pm$ 0,19	3,46 $\pm$ 0,13	3,01-3,96	3,13-3,78			N.S.
Latencia Onda V H.	5,59 $\pm$ 0,14	5,63 $\pm$ 0,18	5,24-5,95	5,18-6,08	<0,001	<0,001	N.S.
Latencia Onda V M.	5,37 $\pm$ 0,22	5,32 $\pm$ 0,24	4,82-5,92	4,72-5,92			N.S.
Latencia I-III H.	2,24 $\pm$ 0,22	2,32 $\pm$ 0,25	1,69-2,79	1,69-2,94	<0,02	<0,001	N.S.
Latencia I-III M.	2,07 $\pm$ 0,21	2,06 $\pm$ 0,19	1,54-2,59	1,58-2,53			N.S.
Latencia III-V H.	1,90 $\pm$ 0,17	1,89 $\pm$ 0,23	1,47-2,32	1,31-2,46	N.S.	N.S.	N.S.
Latencia III-V M.	1,88 $\pm$ 0,16	1,85 $\pm$ 0,16	1,48-2,28	1,45-2,25			N.S.
Latencia I-V H.	4,15 $\pm$ 0,22	4,20 $\pm$ 0,19	3,60-4,70	3,72-4,67	<0,01	<0,001	N.S.
Latencia I-V M.	3,95 $\pm$ 0,24	3,91 $\pm$ 0,22	3,95-4,55	3,36-4,46			N.S.
Amplitud							
Amplitud Onda I H.	0,47 $\pm$ 0,22	0,24 $\pm$ 0,16	0-1,02	0-0,64	N.S.	N.S.	0,001
Amplitud Onda I M.	0,59 $\pm$ 0,20	0,35 $\pm$ 0,32	0-1,00	0-1,15			N.S.
Amplitud Onda III H.	0,58 $\pm$ 0,25	0,58 $\pm$ 0,33	0-1,20	0-1,40	N.S.	N.S.	
Amplitud Onda III M.	0,78 $\pm$ 0,29	0,66 $\pm$ 0,26	0-1,50	0-1,31			
Amplitud Onda V H.	0,77 $\pm$ 0,26	0,72 $\pm$ 0,31	0,12-1,42	0-1,49	N.S.	N.S.	N.S.
Amplitud Onda V M.	0,89 $\pm$ 0,24	0,88 $\pm$ 0,37	0,29-1,49	0-1,80			N.S.
Amplitud Relación I/V H.	0,62 $\pm$ 0,27	0,41 $\pm$ 0,34	0-1,29	0-1,26	N.S.	N.S.	>0,2
Amplitud Relación I/V M.	0,61 $\pm$ 0,31	0,42 $\pm$ 0,32	0-1,38	0-1,23			>0,5 N.S.
N.S. : No significativo. Latencia en ms. Amplitud en microvoltios.							

SUMMARY

Evoked potentials are the electrical manifestation of the brain response to external stimuli. By using an original measurement system a method for recording Brain Stem Auditory Evoked Potentials (BSAEP) is reported. Twenty one normal volunteers and six patients with some type of abnormality were studied. A detailed analysis of each one of the cases and a discussion of the uses, limitations and clinical significance of the technique is presented.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- DAVIS H. Principles of electric response audiometry. Ann Otol Rhinol Laryngol Supp 1976; 85: 5-17.
- 2.- STOCKARD JJ, STOCKARD JE, SHARBROUGH FW. Brainstem Auditory evoked responses in clinical neurology-methodology, interpretation, clinical application. En: AMINOFF MJ, ed. Electrodiagnosis in clinical Neurology. New York: Churchill-Livingstone, 1980; 370-413.
- 3.- JEWETT DL. Volume conducted potentials in response to auditory stimuli as detected by averaging in cat. EEG Clin Neurophysiol 1970; 28: 609-618.
- 4.- JEWETT DL, WILLISTON JS. Auditory evoked far fields averaged from the scalp of human. Brain 1971; 94: 681-696.
- 5.- HASHIMOTO I, ISHIYAMA Y, YOSHIMOTO T,

- NEMOTO S. Brain-stem auditory evoked potentials recorded directly from human brain-stem and thalamus. *Brain* 1981; 104: 841-859.
- 6.- GARG BP, MARKAND ON, BUSTION PF. Brain stem auditory evoked responses in hereditary motor-sensory neuropathy: Site of origin of wave II. *Neurology* 1982; 32: 1017-1019.
 - 7.- ARGHOR LJ, STARR A. Auditory brain stem responses in the cat I. Intracranial and extracranial recordings. *EEG Clin Neurophysiol* 1980; 48: 154-173.
 - 8.- WADA SI, STARR A. Generation of auditory brain stem responses (ABRs) I. Effects of injection of a local anesthetic (procaine HCL) into the trapezoid body of guinea pigs and cat. *EEG Clin Neurophysiol* 1983; 56: 326-339.
 - 9.- WADA SI, STARR A. Generation of auditory brain stem responses (ABRs). II. Effects of surgical section of the trapezoid body and the ABR in guinea pigs and cat. *EEG Clin Neurophysiol* 1983; 56: 340-351.
 - 10.- WADA SI, STARR A. Generation of auditory brain stem responses (ABRs). III. Effects of lesions of the superior olive, lateral lemniscus and inferior colliculus on the ABR in guinea pig. *EEG Clin Neurophysiol* 1983; 56: 352-366.
 - 11.- SOHMER H, STUDENT M. Auditory nerve and brain-stem evoked responses in normal autistic, minimal brain dysfunction and psychomotor retarded children. *EEG Clin Neurophysiol* 1978; 44: 380-388.
 - 12.- ROBINSON K, RUDGE P. The use of the auditory evoked potentials in the diagnosis of multiple sclerosis. *Journal Neurol Sci* 1980; 45: 235-244.
 - 13.- SELTERS W, BRACKMANN DE. Acoustic tumor detection with brain stem electric response audiometry. *Arch Otolaryngol* 1977; 103: 181-187.
 - 14.- HOUSE J, BRACKMANN DE. Brainstem Audiometry in neurotologic diagnosis. *Arch Otolaryngol* 1979; 105: 305-309.
 - 15.- FISHER C, MANGUIERE F, ECHALLIER JF, COURJON J. Contribution of brainstem auditory evoked potentials to diagnosis of tumors and vascular diseases. En: COURJON J, MANGUIERE F, REVOL M, Editores. *Advances in Neurology*. Vol 32. 1982; 177-185.
 - 16.- CHIAPPA K, BRAINSTEM. Auditory Evoked Potentials: Methodology. En: *Evoked Potentials in clinical medicine*. Raven Press, New York, 1982; 105-143.
 - 17.- ROBINSON K, RUDGE P. Centrally generated auditory potentials. En: HALLIDAY AM, Editor. *Evoked Potentials in clinical testing* Churchill Livingstone, Edimburgh, 1982; 345-372.
 - 18.- HASHIMOTO I, ISHIYAMA Y, TOTSUKA G, MIZUTANI H. Monitoring brainstem function during posterior fossa surgery with brain stem auditory evoked potentials. En: BARBER C, Ed. *Evoked Potentials*. Lancaster, Inglaterra. MTP Press Limited. 1980; 377-390.
 - 19.- BORREGO CJ, TRUJILLO JM. Diseño de un sistema y construcción de un módulo para la medición de Potenciales Evocados y otras aplicaciones en Neurofisiología. *Acta Méd Col* 1983; 8: 255-264.
 - 20.- TRUJILLO JM, BORREGO CJ. A low cost versatile interface Module for Evoked Potential and other Neurophysiological applications. *J Electrophysiol Technol* 1984; 10: 77-81.
 - 21.- ROBINSON K, RUDGE P. Abnormalities of the auditory Evoked Potentials in patients with multiple sclerosis. *Brain* 1977; 100: 19-40.
 - 22.- STOCKARD JJ, STOCKARD JE, SHARBROUGH FW. Non pathologic factors influencing brainstem auditory Evoked Potentials. *Am J EEG Technol* 1978; 18: 177-209.
 - 23.- COLON E, VISSER S, DE WEERD J, ZONNEVERLDT A. Auditory Evoked Potentials. En: *Evoked Potentials Manual*. Chapter III. MARTINUS NIJHOFF. Publishers, Boston, 1983; 77-152.
 - 24.- GALAMBOS R, HECOX K. Clinical applications of the auditory brain stem responses. *Otolaryngologic clinics of North America*. 1978; 11: 709-722.
 - 25.- COATS, A. Human auditory nerve action potentials and brain stem evoked responses. Latency-intensity functions in detection of cochlear and retrocochlear abnormality. *Arch Otolaryngol* 1978; 104: 709-717.