



# Normalización de los Potenciales Evocados Auditivos del Tronco Cerebral I: Resultados en una muestra de adultos normoyentes

Jonathan Delgado Hernández <sup>1</sup>; Franz Zenker Castro <sup>2</sup>; José Juan Barajas de Prat <sup>2</sup>.

1. Fundación Canaria para la Prevención de la Sordera. España.

2. Clínica Barajas. España.

## Resumen

Este artículo es el primero de una serie de estudios que tienen por objeto describir las características de los Potenciales Evocados Auditivos del Tronco Cerebral (PEATC) tanto en sujetos normoyentes como hipoacúsicos. En la interpretación de estos registros electrofisiológicos es necesario conocer los valores de normalidad de la latencia y amplitud de los principales componentes y su relación con las distintas intensidades así como los valores de los intervalos interondas y las posibles diferencias interaurales. Estos valores de normalidad varían en función de múltiples factores como el sexo, la edad, los parámetros de estimulación y de registro o las condiciones en las cuales se llevan a cabo los PEATC. En este primer trabajo se describen los valores de normalidad de latencia de los componentes de los PEATC utilizando para ello los parámetros de estimulación y de registro propios de nuestro laboratorio en una muestra de sujetos adultos normoyentes.

**Palabras Claves:** Potenciales evocados auditivos del tronco cerebral, baremos, adultos normoyentes, latencia, amplitud, componentes, intervalos interondas, diferencia interaural.

## Introducción

Los Potenciales Evocados Auditivos de Tronco Cerebral (PEATC) representan las respuestas bioeléctricas provocadas en el sistema auditivo nervioso central a la altura del tronco cerebral tras la presentación de un estímulo acústico transitorio. Tradicionalmente los PEATC han sido utilizados en la evaluación de la sensibilidad auditiva de la población infantil, en el diagnóstico de enfermedades del oído interno y en la detección de tumores u otra patología ocultos del sistema nervioso central. Para una interpretación acertada de los registros de PEATC es necesario conocer los valores de normalidad de la latencia y amplitud de los principales componentes y su relación con las distintas intensidades así como los valores de los intervalos interondas y las posibles diferencias interaurales (1). Aunque existen baremos publicados por diferentes autores (2, 3, 4, 5, 6) es imprescindible poseer unos valores de normalidad para cada laboratorio. Los registros de PEATC son sensibles a las diferencias en los parámetros de estimulación, condiciones de registro, características del sujeto y especialmente a la calibración de la escala de intensidad en dB nHL.

En los siguientes apartados revisaremos los principales factores que pueden afectar los valores finales de un registro de PEATC.

### a) Características del propio sujeto

Los efectos del sexo sobre la latencia y amplitud de los PEATC han sido ampliamente estudiados (7, 8, 9, 10). Estos estudios evidencian que en mujeres se obtienen valores de latencia menores y mayores amplitudes para los componentes III y V. Con relación a la edad existen diferencias entre la morfología de los PEATC de recién nacidos y adultos (11, 12, 13). Las ondas de los PEATC II y IV están ausentes en los primeros meses de la vida estando claramente presentes los componentes I, III y V. Así mismo los valores de latencia entre los componentes I-III, III-V y I-V están prolongados. Después de los primeros 18 meses a los 2 años de edad la latencia y amplitud de los PEATC son similares a los del adulto (11).

### b) Parámetros de estimulación

Los registros de los PEATC vienen a su vez determinados por el modo de presentación, el tipo de estímulo

lo, la polaridad, el ratio de presentación y la intensidad.

Respecto al modo de presentación, la estimulación monoaural es la más indicada toda vez que nos proporciona información acerca de las diferencias interaurales (1). Esta información contribuye de forma significativa en el diagnóstico diferencial entre la patología coclear y retrococlear (1).

El click es el tipo de estímulo más utilizado en la clínica dada la robustez de las respuestas que proporciona. Es un estímulo de corta duración que genera respuestas cerebrales sincrónicas y de gran amplitud. Este tipo de estímulo es muy útil a la hora de estudiar el funcionamiento auditivo entre las frecuencias de 1000 Hz a 4000 Hz a pesar de su baja especificidad frecuencial.

La polaridad o fase de los estímulo puede ser de tres tipos en el caso de los clicks; condensación, rarefacción y alternante. No existe consenso acerca del efecto de la polaridad sobre la latencia o amplitud de los PEATC (14, 15).

El ratio o número de presentaciones del estímulo acústico por unidad de tiempo es otro parámetro de estimulación que influye en el registro de PEATC. Existe un incremento sistemático en la latencia del componente V al aumentar la tasa de presentación del estímulo (16).

### c) Parámetros de registro

Los registros de PEATC son extremadamente sensibles a la localización de los electrodos (15, 17, 18). La localización determina la latencia, amplitud y morfología de los componentes que constituyen la respuesta (19, 20).

La selección de la banda de frecuencias a estudiar mediante el uso de los filtros de paso de banda reducen los efectos contaminantes del ruido de fondo. El paso de banda de los filtros puede alterar significativamente la morfología del PEATC (20, 21, 22, 23, 24). En los registros de PEATC la mayor parte del ruido se localiza en la región de las bajas frecuencias por ello se suelen utilizar un paso de banda de entre 150 Hz y 3 kHz.

El objetivo del presente estudio es establecer los valores de normalidad para la latencia de las ondas I, III y V de los PEATC en una muestra de sujetos normooyentes adultos.

## Método

**Sujetos:** En este estudio participaron voluntariamente 20 sujetos, 10 mujeres y 10 hombres adultos. La edad de los participantes fue de 26 a 67 años con una media de edad de 41 años. En total se estudiaron 40 oídos, 20 oídos derechos y 20 oídos izquierdos. Para comprobar que los sujetos presentaban una audición normal y que no padecían ninguna patología auditiva, se realizó a cada uno de ellos una exploración otorrinolaringológica previa, audiometría tonal liminar, audiometría verbal, emisiones otoacústicas y reflejos estapediales. Los

participantes en este estudio no presentaban antecedentes de patologías auditivas severas.

**Parámetros de estimulación:** Se utilizó una estimulación monoaural. Los estímulos fueron de tipo click con una duración de 100  $\mu$ seg. El ratio de presentación se estableció en 19 estímulos por segundo y la polaridad de los clicks alternante. La presentación de los estímulos acústicos se llevó a cabo a través de unos auriculares Beyerdynamic DT 48 (ver Tabla I).

**Parámetros del registro:** Los registros fueron llevados a cabo en una cabina insonorizada según el estándar ANSI S3.1 (25). El equipo de potenciales evocados utilizado fue de dos canales de la casa Raciar Alvar con el software Centor-C versión 5.42. Siguiendo el sistema Internacional de Nomenclatura de Electrodo de Electrodo 10-20 se colocó el electrodo activo en el vértex (Cz), la tierra en la frente (Fz) y las referencias del oído izquierdo y derecho en las mastoides (M1 y M2). Se utilizó un filtro de paso alto de 160 Hz y un filtro de paso bajo de 3.2 kHz con un rechazo de artefactos de 50  $\mu$ V (ver Tabla I).

**Tabla I: Parámetros de estimulación y registro de los PEACT empleados en este estudio.**

Parámetros de estimulación	
Tipo	Click
Duración	100 $\mu$ seg
Ratio	19/seg
Polaridad	alternante
Intensidad	90-10 dB nHL
Auriculares	Beyerdynamic DT48
Parámetros de registro	
Electrodos	Cz – Fz – M1 – M2
Filtro de paso alto	160 Hz
Filtro de paso bajo	3.2 kHz
Sensibilidad	50 $\mu$ V
Nº de promediaciones	1600
Ventana de tiempo	12 msec
Registros x intensidad	2

**Procedimiento:** Antes de realizar los registros de PEATC se estableció el 0 dB nHL. Para ello se llevó a cabo una audiometría en la cabina de registro de los PEATC a cada uno de los participantes. En esta audiometría se usaron los auriculares, el tipo de estímulo acústico y el ratio de presentación empleados posteriormente en los registros electrofisiológicos. Para establecer una correspondencia entre nuestros valores en dB nHL con valores estándar en dB SPL se midió un tono de calibración de 90 dB nHL en un oído artificial de 2  $\text{cm}^2$  conectado a un sonómetro Bruel and Kjaer. Se estableció una equivalencia de 101 dB SPL para 90 dB nHL.

La impedancia de los electrodos fue medida antes de cada registro y no superó en ningún caso los 2 K $\Omega$ . Se comenzó el registro en 90 dB nHL y se terminó en 10 dB nHL, bajando en saltos de 20 dB nHL. Se reali-

zaron 1600 promediaciones y cada registro fue replicado dos veces. Se estimuló primero el oído izquierdo y a continuación el derecho. Las memorias fueron almacenadas en el software de registro para su posterior análisis.

## Resultados

En la Figura 1 se muestra un registro de PEATC realizado con el procedimiento anteriormente descrito en un paciente varón de 29 años de edad. Como cabía esperar se observa un retraso en la latencia y una disminución en la amplitud de las ondas a medida que disminuye la intensidad siendo la onda V el componente más robusto e inidentificable hasta 10 dB nHL.

**Tabla II:** Medias en milisegundos y desviaciones típicas para las latencias de las ondas I, II y V del total de sujetos estudiados (n=20) para ambos oídos. Se incluyen los valores de  $\pm 2,5$  Desviaciones Típicas.

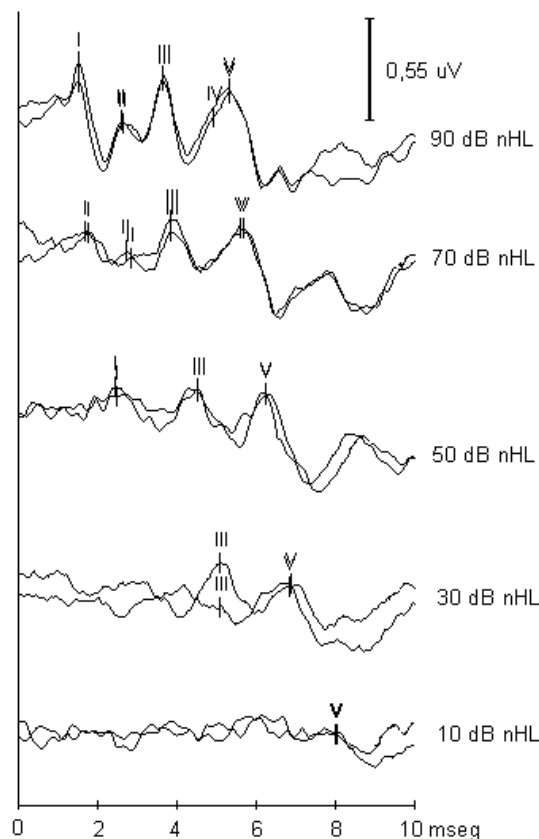
Intensidad	- 2,5 DT	Latencia	+ 2,5 DT
I <sub>90</sub>	1,21	1,49 (0,11)	1,76
I <sub>70</sub>	1,42	1,7 (0,11)	1,97
I <sub>50</sub>	1,67	2,25 (0,23)	2,82
III <sub>90</sub>	3,35	3,73 (0,15)	4,1
III <sub>70</sub>	3,41	3,86 (0,18)	4,31
III <sub>50</sub>	3,83	4,26 (0,17)	4,68
III <sub>30</sub>	5,99	5,01 (0,006)	5,02
V <sub>90</sub>	5	5,53 (0,21)	6,05
V <sub>70</sub>	5,12	5,75 (0,25)	6,37
V <sub>50</sub>	5,53	6,31 (0,31)	7,08
V <sub>30</sub>	6,22	7,47 (0,5)	8,72
V <sub>20</sub>	6,66	8,19 (0,61)	9,7
V <sub>10</sub>	7,49	8,49 (0,4)	9,49

En la Tabla II se puede observar las latencias de las ondas I, III y V de los PEATC para las intensidades estudiadas. Se estableció un rango de normalidad de  $\pm 2,5$  desviaciones típicas. A 90 dB nHL el valor de normalidad de la latencia para el componente I corresponde a 1,49 mseg, 3,73 mseg para la onda III y el de la onda V a 5,53 mseg.

Las relación entre los diferentes componentes se estudió a través del cálculo las diferencias interondas a partir de las medias de las latencias a 90 dB nHL entre los intervalos I-III, III-V y I-V. A esta intensidad el valor de normalidad de la latencia para el intervalo I-V fue de 4.04 mseg, 2,24 mseg para el intervalo I-III y 1,8 mseg para el intervalo III-V (ver Tabla III).

En la Tabla IV podemos observar la diferencia interaural y las desviaciones típicas de las ondas I, III y V y de los intervalos entre componentes I-III, III-V y I-V a una intensidad de 90 dB nHL. A esta intensidad las diferencias interaurales entre ambos oídos fue de 0.02 mseg para la onda I, 0.07 mseg para la onda III y 0,1 mseg para la onda V.

**Figura 1:** Registro de PEATC en un paciente varón de 29 años de edad sin ningún tipo de patología auditiva y con un nivel de audición normal.



**Tabla III:** Latencias de las Ondas I, III y V a 90 dB nHL para ambos oídos (n=20).

Ondas	Media (mseg)	Desviación típica	+ 2.5 DT
I	1,49	0,11	1,76
III	3,73	0,15	4,10
V	5,53	0,21	6,05
I-III	2,24	0,13	2,56
III-V	1,8	0,18	2,25
I-V	4,04	0,16	4,44

**Tabla IV:** Diferencias interaurales entre ambos oídos (n=20).

Ondas	Media (mseg)	Desviación típica	+ 2.5 DT
I	0,02	0,20	0,52
III	0,07	0,17	0,49
V	0,1	0,31	0,87
I-III	0,04	0,19	0,51
III-V	0,05	0,29	0,77
I-V	0,03	0,19	0,50

## Discusión

El objetivo de la presente investigación fue obtener datos normativos acerca de los valores de latencia y de las respuestas electrofisiológicas de los diferentes componentes de los PEATC. Para poder establecer un baremo de referencia se utilizaron una serie de parámetros previamente establecidos en una muestra de sujetos adultos normoyentes sin ningún tipo de patología auditiva.

El conjunto de los datos recogidos en este estudio aporta información suficiente para establecer un rango de normalidad para las latencias de los componentes de los PEATC a distintas intensidades.

**Tabla V:** Latencias de los componentes I, II y V a 101 dB SPL de la presente investigación y de los estudios de Antonelli et al. (2) y Schwartz et al. (3).

Ondas	Presente estudio Media (mseg)	Antonelli et al. (2) Media (mseg)	Schwartz et al. (3) Media (mseg)
I	1,49 (0,11)	1,54 (0,08)	1,54 (0,10)
III	3,73 (0,15)	3,73 (0,10)	3,70 (0,15)
V	5,53 (0,21)	5,52 (0,15)	5,60 (0,19)
I-III	2,24 (0,13)	2,19 (,18)	2,20 (0,16)
III-V	1,8 (0,18)	1,79 (0,25)	1,84 (0,17)
I-V	4,04 (0,16)	3,98 (0,23)	4,04 (0,18)

Una de las aplicaciones de este tipo de estudios es poder establecer un rango de normalidad dentro del cual circunscribir los registros de PEATC para su posterior interpretación mediante el uso de plantillas gráficas. Estas plantillas permiten la representar los valores de la latencia de los diferentes componentes. Estas gráficas pueden ser de gran ayuda en la inspección visual de las diferencias interondas y de la función latencia-intensidad. En el Anexo A puede observarse la plantilla elaborada a partir de los resultados de este estudio. Se establece el rango de normalidad para la función latencia - intensidad para los componentes I, III y V. El área sombreada corresponde a  $\pm 2.5$  desviaciones típicas.

En la Tabla V se pueden observar los valores de normalidad de las latencias de este estudio y los obtenidos por Antonelli et al. (2) y por Schwartz et al. (3) a 101 dB SPL. Se puede observar que las diferencias entre estudios son mínimas.

## Conclusiones

La interpretación de los resultados obtenidos en los registros de los PEATC necesita de baremos que representen los valores en la población de normoyentes. El hecho de que no existan unos valores de normalidad universales se debe a que son muchas las variables que influyen en los registros de PEATC. Entre ellas cabe destacar los parámetros de estimulación y de registro, las condiciones del lugar donde se realizan los PEATC

y las características propias de los sujetos. La utilización de baremos propios aporta una serie de ventajas importantísimas a la hora de la interpretación de los registros. Por un lado se puede elegir los parámetros que se crean más oportunos y por otro lado se están comparando registros realizados en las mismas condiciones. En este estudio hemos definido un baremo de normalidad de PEATC para sujetos adultos normoyentes. Los valores obtenidos en este baremo son similares a los encontrados por otros autores (2,3).

## Bibliografía

1. Hall, JW. (1992). Handbook of auditory evoked responses. Massachusetts, USA. Allyn and Bacon.
2. Antonelli, AR, Beloto, R y Grandori, F. (1987). Audiologic diagnosis of central versus eighth nerve and cochlear auditory impairment. *Audiology*. 26: 209-206.
3. Schwartz, DM, Pratt, RE y Schwartz, JA. (1989). Auditory brain stem response in pre-term infants: Evidence of peripheral maturity. *Ear and Hearing*. 10: 14-22.
4. Musiek, FE, Josey, AF y Glasscock, ME. (1986). Auditory brain stem response: Inter-wave measurements in acoustic neuromas. *Ear and Hearing*. 7: 100-105.
5. Musiek, FE, Kibbe, K, Rackliffe, L y Weider, DJ. (1984). The auditory brain stem response I-V amplitude ratio in normal, cochlear, and retrocochlear ears. *Ear and Hearing*. 5: 52-55.
6. Rowe, MJ. (1978). Normal variability of the brain stem auditory evoked response in young and old adult subjects. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 44: 459-470.
7. Jerger, J y Hall, JW. (1980). Effects of age and sex on auditory brainstem response (ABR). *Archives of otolaryngology*. 106: 387-391.
8. Patterson, JV, Michalewski, HJ, Thompson, LW, Bowman, TE y Litzelman, DK. (1981). Age and sex differences in the human auditory system. *Journal of gerontology*. 36: 455-462.
9. Robier, A y Reynaud, J. (1984). Auditory-evoked brainstem potentials and stapedius muscle reflex: Itersubject variability. *Audiology*. 23: 490-497.

- 10. Rosenhall, U, Bjorkman, G, Pedersen, K y Kall, A.** (1985). Brain-stem auditory evoked potentials in different age groups. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 62: 426-430.
- 11. Hecox, K y Galambos, R.** (1974). Brain stem auditory evoked responses in human infants and adults. *Archives of Otolaryngology*. 99: 30-33.
- 12. Barajas, JJ, Olaizola, F, Tapia, MC, Alarcón, JL y Alaminos D.** (1981). Audiometric study of the neonate: Impedance audiometry. Behavioral responses and brain stem audiometry. *Audiology*. 20: 41-52.
- 13. Cone, B, Hecox, K y Finitzo-Hieber, T.** (1977). The brainstem auditory evoked response in neonates: A narrative study. *Trans. Am. Acad. Ophthalmol. Otolaryngol.* 84: 188.
- 14. Ornitz, EM y Walter, DO.** (1975). The effect of sound pressure waveform on human brainstem auditory evoked responses. *Brain res.* 92 (3): 490-498.
- 15. Coats, AC y Martin, JL.** (1977). Human auditory nerve action potentials and brainstem evoked responses: Effect of audigram shape and lesion location. *Archives of Otolaryngology*. 103: 605-622.
- 16. Hecox, K, Squires, N y Galambos, R.** (1976). Brainstem evoked responses in man: I. Effect of stimulus rise-fall time duration. *Journal of the Acoustical Society of America*. 60: 1187-1192.
- 17. Jewett, DL y Williston, JS.** (1971). Auditory evoked far fields averaged from the scalp of human. *Brain*. 4: 681-696.
- 18. Picton, TW, Hillyard, SA, Krausz, HI y Galambos, R.** (1974). Human auditory evoked potentials: I. Evaluation of the components. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 36: 179-190.
- 19. Preasher, DK y Gibson, WPR.** (1980). Brain stem auditory evoked potentials: Significant latency differences between ipsilateral and contralateral stimulation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 50: 240-246.
- 20. Barajas, JJ.** (1985). Brainstem response auditory as subjective and objective test for neurological diagnosis. *Scandinavian Audiology*. 14: 57-62.
- 21. Blegvad, B.** (1975). Binaural summation of surface-recorder electrocochleographic responses. *Scandinavian Audiology*. 4: 233-238.
- 22. Stapells, DR y Picton, TW.** (1981). Technical aspects of brainstem evoked potential audiometry using tones. *Ear and Hearing*. 2: 20-29.
- 23. Mair, IWS, Laukli, E y Pedersen, EK.** (1980). Auditory brain-stem electric responses evoked with suprathreshold tonebursts. *Scandinavian Audiology*. 9: 153-160.
- 24. Cacace, AT, Shy, M y Satya-Murti, S.** (1980). Brainstem auditory evoked potentials: A comparison of two high-frequency filter settings. *Neurology*. 30: 765-767.
- 25. ANSI (1977). ANSI S3.1-1977.** American National Standard Criteria for Permissible Ambient Noise During Audiometric Testing. (American National Standards Institute, New York).

Recibido el 19 de diciembre del 2002.


Aceptado el 15 de enero 2003.

Publicado (on-line) 1 de febrero de 2003.

Contacto con el autor: Jonathan Delgado Hernández. Fundación Canaria para la Prevención de la Sordera. C/ Jesús y María 13. 38004 Santa Cruz de Tenerife. Islas Canarias. España. Tel: +34 922 275488 Fax: +34 922 270364 E-mail: delgado@clinicabarajas.com

Para citar este artículo: Delgado J, Zenker F, Barajas JJ. Normalización de los potenciales evocados auditivos del tronco cerebral. Resultados en una muestra de adultos normoyentes [en-línea]. *Auditio: Revista electrónica de audiolología*. 1 Febrero 2003, vol. 2(1), pp. 13-18. <<http://www.auditio.com/revista/pdf/vol2/1/020104.pdf>>

**PLANTILLA GRÁFICA PARA EL REGISTRO DE LOS  
POTENCIALES EVOCADOS DEL TRONCO CEREBRAL**



CLINICA  
BARAJAS  
www.clinicabarajas.com

# PEATC

Potenciales Evocados Auditivos  
del Tronco Cerebral

---

**Paciente:** \_\_\_\_\_

**Nº de Registro:** \_\_\_\_\_

**Nº de Paciente:** \_\_\_\_\_

**Fecha Registro:** \_\_\_\_\_

**Explorador:** \_\_\_\_\_

**Remitido por:** \_\_\_\_\_

**Parámetros del registro**

- Número de Canales: 1 (Cz: A1 – A2)
- Ventana de Tiempo: 10 mseg
- Número de Promediaciones: 1600
- Número de Replicaciones: 2

**Parámetros de Amplificación**

- Filtro de paso alto: 160 Hz
- Filtro de paso bajo: 3.2 kHz
- Sensibilidad: 50  $\mu$ V

**Parámetros de Estimulación**

- Duración: 100  $\mu$ seg
- Ratio: 19 / seg
- Click
- Intensidad: 90 dB nHL – 10 dB nHL

**LATENCIA DE LOS PEATC A 90 dB nHL (mseg)**

Ondas	Oído Derecho	Oído Izquierdo	Valor normal	+ 2,5 DT
I			1,49	(1,76)
III			3,73	(4,10)
V			5,53	(6,05)
I-III			2,24	(2,56)
III-V			1,8	(2,25)
I-V			4,04	(4,44)