

---

# Estudio Normativo de Conducción Nerviosa Utilizando Potenciales Evocados Somatosensoriales en Adultos Hondureños

---

## Normative study of Nervous Conduction Using Somatosensory Evoked Potentials in Hondurans Adults

---

*Dra. María Félix Rivera\*\*, Br. José Rigoberto Mejía\*, Br. Heike Hesse\*, Br. Juan Francisco Sánchez<sup>1</sup>*

---

**RESUMEN.** Los Potenciales Evocados Somatosensoriales (PESS) se consideran una técnica no invasiva para el estudio de la conducción nerviosa. El presente estudio tuvo como objetivo describir los valores normales de una población hondureña sana, lo que facilitaría próximas investigaciones.

Registramos PESS estimulando el nervio mediano. Se seleccionaron 52 adultos con edades entre 17-34 años. Se excluyeron del estudio los sujetos con antecedentes de neuropatología, alteraciones de miembros superiores o consumo de fármacos neurotrópicos. Se registraron los componentes:

N9 (Plexo Braquial) en EPi-EPC; -N13 (Núcleos de cordones espinales posteriores) en C5s-EPC; -N20 (corteza somestésica primaria) y P22 (corteza frontal asociativa) en CPc-CPi/Fz. A cada sujeto se le determinó la velocidad de conducción periférica y se obtuvieron las siguientes

latencias interpico: N9-N13, N13-N20, N9-N20 y N20-P22.

Concluimos que el presente trabajo obtuvo valores normales fidedignos para utilizarse en posteriores estudios clínicos y experimentales.

**PALABRAS CLAVES:** *Potenciales Evocados Somatosensoriales, neurofisiología, conducción nerviosa.*

**SUMMARY.** Somatosensory evoked potentials (SSEP) is a non-invasive technic for study of nervous conduction. The goal of this study is to describe normal values of healthy honduran population which would facilitate future research. We registered SSEP stimulating median nerve. Fifty two adults, ages 17-34 were selected. Individuals with neuropathological background, altered upper limbs or neurothropic drugs use were excluded. The following parameters were registered:

- N9 (Branquial plexus) in EPi-EPC;
  - N13 (Nucleus of spinal posterior cords) in C5s-EPC;
  - N20 (Primary somesthetic cortex) and P22 (Associative frontal cortex) in CPc-Cpi/Fz.
- Peripheral conduction velocity were determined

---

Laboratorio de Neurofisiología, Depto. de Fisiología, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH).  
Dirección de Investigación Científica de la UNAH, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

**in each subject and the following interpeak latencies were obtained: N9-N13, N13-N20, N9-N20 y N20P22.**

**We conclude that confident normal values were obtained for future usage in clinical and experimental studies.**

**Key Words: Somatosensory evoked potentials, neurophysiology, nervous conduction.**

Los Potenciales Evocados son una técnica neurofisiológica que ha venido abriéndose campo desde hace muchos años en la neurología clínica. Dichos potenciales son considerados una técnica no invasiva para el estudio de la integridad funcional de la vía sensorial periférica ó central y se efectúan a través de un promedio computarizado de respuestas eléctricas del Sistema Nervioso provocadas por estímulos sensoriales en nervios periféricos<sup>(17)</sup>.

Los potenciales evocados son registros de ondas o deflecciones caracterizadas por una latencia, amplitud y morfología. Se considera que poseen utilidad clínica en la evaluación, diagnóstico y monitoreo de pacientes con daño neurológico; durante procedimientos neuroquirúrgicos que involucren lesión en vías sensitivas; en la vigilancia de la función cerebral en coma, enfermedades metabólicas y patologías desmielinizantes y en estudios de neurofisiología experimental<sup>\*713</sup>.

Según la localización del estímulo que provoca las respuestas, los potenciales evocados se clasifican en visuales (si se estimula mediante luz), auditivos (si se estimula mediante sonidos) y somatosensoriales (si se estimula con electricidad). Las respuestas obtenidas al poco tiempo de la estimulación se consideran de latencia corta y las que ocurren después de tiempos medios a prolongados tienen latencias intermedias o largas<sup>U461</sup>.

La American Electroencephalographic Society (AES) recomienda la realización de datos normativos para la exitosa aplicación de los Potenciales Evocados. Los sujetos que suministren los datos deben ser neurológicamente normales, tener una historia familiar negativa de desordenes neurológicos genéticos y no ingerir drogas neurotrópicas como narcóticos, estimulantes y demás. La AES aconseja un mínimo

de 20 sujetos para la realización de los datos normativos<sup>m</sup>.

En el Laboratorio de Neurofisiología del Departamento de Fisiología de la Facultad de Ciencias Médicas (UNAH), fundado en 1993 por el Dr. Gregory Quirk, se han venido realizando potenciales evocados somatosensoriales (PESS) con fines científicos y académicos. El objetivo del presente estudio es normalizar la técnica de PESS de latencia corta en el nervio mediano de adultos, cuyos datos se utilicen para facilitar el desarrollo de investigaciones experimentales y clínicas en el campo de la conducción nerviosa.

## MÉTODOS

Seleccionamos 52 adultos voluntarios de 17 a 34 años, los cuales se agruparon por sexo y edad. A cada sujeto se le realizó una evaluación clínica sobre antecedentes personales y familiares patológicos, medición de talla, peso y longitud del brazo derecho. Se excluyeron del estudio los sujetos con historia personal o familiar de desordenes neurológicos; historia personal de trauma, fractura o alteraciones de la sensibilidad en miembros superiores; ingesta de drogas que afectan el funcionamiento nervioso y que tuvieran malformaciones congénitas con afección al Sistema Nervioso<sup>m, D</sup>.

El procedimiento para obtener los PESS se inició estimulando el nervio mediano derecho a nivel de la muñeca empleando un estimulador Grass S4. Los electrodos utilizados fueron de copa para EEG rellenos de gel conductiva; colocándose el cátodo a 2-3 cm. del pliegue de la muñeca entre el tendón del flexor del carpo radial y el tendón del flexor palmar largo; el ánodo a 2-3 cm. distal al cátodo. Un electrodo polo a tierra se colocó en antebrazo. La estimulación se realizó mediante un pulso monofásico rectangular con duración de 0.3 msec, una frecuencia de 3 Hz y un voltaje mínimo que produzca un movimiento de abducción visible en el pulgar.

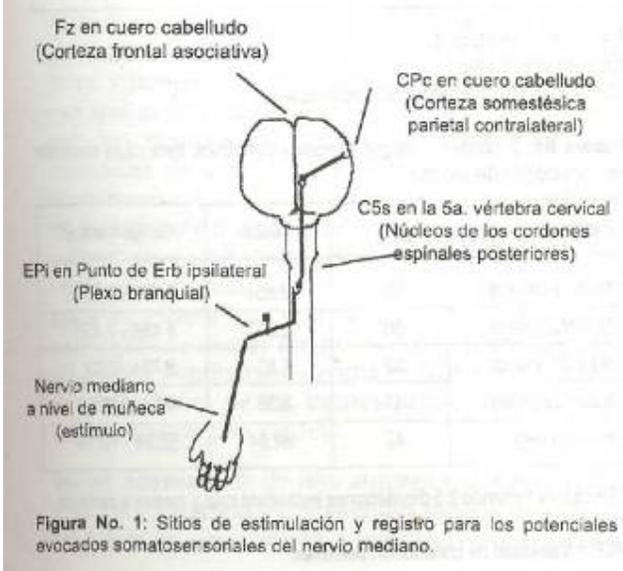
El registro de los PESS-NM se realizó en una habitación silenciosa, a una temperatura entre 23-25° con los sujetos relajados y sentados en un silla cómoda. El tiempo que duró el registro fue de 50-60 minutos. Debido a que los potenciales evocados tienen un voltaje muy pequeño, éstos deben ser amplificados

para su evaluación. En nuestro estudio, los registros fueron amplificados utilizando un preamplificador Grass P5 con filtros pasivos que permitieron señales en el rango 30-3000 Hz con dos canales de amplificación al mismo tiempo en 24 sujetos y tres canales en 20 sujetos. La impedancia de los electrodos de registro fue menor de 2 Kn registrada en una muestra del 11% de los sujetos. El tiempo de análisis post-estímulo fue de 40 mseg, promediándose 1000 trazos mediante digitalización por el programa Superscope (GW Instruments) en una computadora Macintosh.

Los electrodos de registro se colocaron en las siguientes posiciones según el Sistema Internacional 10-20: en el punto de Erb ipsilateral al estímulo (EPi); en el proceso espinoso de la quinta vértebra cervical (C5S) y en corteza parietal contralateral al estímulo (CPc). Los electrodos de referencia se colocaron en el punto de Erb contralateral al estímulo (EPc) y en corteza parietal ipsilateral al estímulo (CPi) o corteza frontal en línea media (Fz) (véase Figura #1). Para el registro de los componentes de los PESS se utilizaron las siguientes derivaciones de amplificación:

Canal 1: EPi-EPc    Canal 2: C5S-EPc    Canal 3: CPc-CPi  
ó CPc-Fz

Las respuestas obtenidas con esta metodología fueron los siguientes potenciales:



N9. Registro de potenciales de acción cuando pasan debajo del plexo braquial en el Sistema Nervioso Periférico.

N13. Registro de actividad postsináptica y potenciales de acción generada en los núcleos de los cordones espinales posteriores en Sistema Nervioso Central.

N20. Refleja la activación de la corteza somatosensorial primaria en lóbulo parietal.

P22. Refleja activación de corteza frontal (1,7,10,14,15).

La latencia interpico significa el tiempo transcurrido entre dos determinados potenciales, es decir, el lapso que tardaron los potenciales en viajar entre las dos estructuras neurales que los generan. En nuestro estudio medimos las siguientes latencias interpico:

N9-N13. Tiempo de conducción desde plexo braquial hasta los núcleos de los cordones espinales posteriores.

N13-N20. Tiempo de conducción desde los núcleos de los cordones espinales posteriores hasta corteza somatosensorial primaria.

N9-N20. Tiempo de conducción desde plexo braquial hasta corteza sensitiva primaria.

N20-P22. Tiempo de conducción entre la corteza somatosensorial primaria y la corteza frontal asociativa.

Puesto que se tiene una latencia entre el inicio del estímulo y la activación del plexo braquial ipsilateral (expresado en el potencial N9) y, además, se midió la longitud del brazo (distancia entre los electrodos de estímulo en la muñeca y los de registro en el punto de Erb sobre el plexo braquial), calculamos la velocidad de conducción nerviosa en estas fibras periféricas:

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Longitud del brazo (mm.)}}{\text{Tiempo entre estímulo - potencial N9 (mseg.)}}$$

En el análisis de los PESS identificamos cada componente y medimos las latencias interpicos y la veloci-

dad de conducción nerviosa periférica. Un mínimo de dos replicaciones en cada PESS fueron exigidas. Estas consistían en una diferencia de la latencia de los picos no mayor de 1% del tiempo de análisis postestímulo y una amplitud de voltaje no mayor de 15%.

Para el análisis estadístico de los datos cuantitativos utilizamos la prueba t de Student y la correlación de Pearson.

**RESULTADOS**

El grupo estudiado comprendió a 30 mujeres entre las edades de 17 a 33 años (promedio de 20.6 años) y 22 hombres de 18 a 34 años (promedio de 21.93 años).

Los registros obtenidos durante el estudio tuvieron una replicación aceptable y fueron de una adecuada calidad. No se encontró una diferencia significativa entre los registros tomados con dos (2) canales de amplificación simultáneamente y aquellos tomados con tres (3). La Figura # 2 muestra registros representativos de un sujeto del estudio.

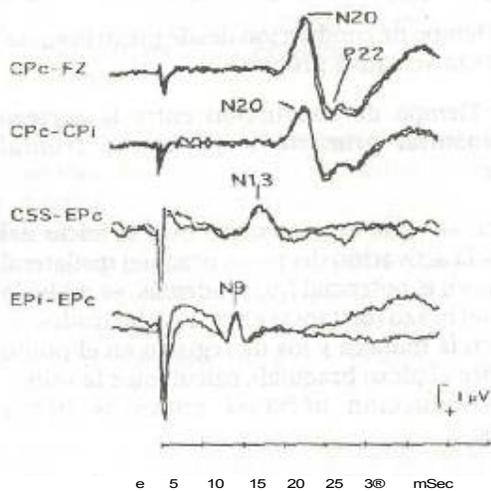
Las medidas antropométricas, tales como talla, peso y longitud del brazo, entre los sujetos varones y

mujeres fueron estadísticamente diferentes. Sin embargo, no se encontró una diferencia significativa entre los tiempos de conducción central y la velocidad de conducción periférica entre los sexos (Cuadro # 1). La edad no correlacionó significativamente con las mediciones neurofisiológicas del estudio.

Puesto que no se encontraron diferencias estadísticas en los sujetos debido a edad o sexo, se decidió unir a los sujetos en un solo grupo. Se calcularon los límites inferiores y superiores de normalidad restando y sumando, respectivamente, 2.5 desviaciones estándar a la media de cada medición. Los rangos definitivos de normalidad para este estudio se presentan en el Cuadro # 2,

Figura No. 2 Registros representativos de un sujeto del estudio. Potenciales evocados somatosensoriales del nervio mediano derecho en el que se distinguen los siguientes potenciales:

- N9 - Plexo braquial
- N13 = Núcleos de los cordones espinales posteriores
- N20 = Corteza somestesica primaria
- P22 - Corteza frontal asociativa.



Parámetro	Femenino		Masculino		p1
	Media	D. S.	Media	D.S.	
Epi-cátodo (cm)	59.58	2.12	66.48	3.10	0.000
Talla (m)	1.60	0.05	1.72	0.06	0.000
Peso (kg)	52.48	4.90	68.55	12.35	0.000
N9-N13 (mseg)	2.82	0.37	2.88	0.50	n.s.
N13-N20 (mseg)	5.74	0.57	5.91	0.46	n.s.
N9-N20 (mseg)	8.38	0.62	8.71	0.81	n.s.
N20-P22 (mseg)	2.41	0.65	2.32	0.51	n.s.
VCP (m/seg)	64.24	2.39	65.0	2.04	n.s.

1 = Prueba t de Student.  
 n.s. = no significativo.  
 VCP = Velocidad de conducción periférica.

Cuadro No. 2: Medias y rangos normales definitivos para cada medición neurofisiológica del estudio.

Parámetro	n	Media	Rango normal*
N9-N13 (mseg)	52	2.85	1.775 - 3.925.
N13-N20 (mseg)	50	5.81	4.485 - 7.135
N9-N20 (mseg)	52	8.52	6.72 - 10.32
N20-P22 (mseg)	43	2.38	0.88 - 3.88
VCP (m/seg)	42	64.54	58.89 - 70.19

\* Se calcula tomando 2.5 desviaciones estándar más y menos a partir de la media.  
 VCP = Velocidad de conducción periférica.

Cuadro No. 1: Medias y desviación estándar de las medidas antropométricas y mediciones neurofisiológicas entre los sujetos femeninos y masculinos.

## DISCUSIÓN:

Mediante el presente estudio se han obtenido por primera vez datos sobre conducción nerviosa central y periférica de una población hondureña normal, siguiendo las recomendaciones de la American Electroencephalographic Society.

Es de esperarse que en la población tomada para este estudio (rango de edad de 19-34 años) no haya una correlación estadísticamente significativa entre edad y tiempo de conducción. El tracto somatosensorial termina de mielinizarse a la edad de 6 años, sufriendo su etapa de mielinización rápida entre el nacimiento y los dos años de edad, acabándose de mielinizar primero las partes periféricas y luego las craneales<sup>(2-3)</sup>. Por ejemplo, las raíces dorsales sensitivas terminan de mielinizarse a la edad de 6 meses, mientras que la radiación talámica somatosensorial termina de mielinizarse entre los 12 y 18 meses<sup>(11)</sup>. Estudios de tiempo de conducción entre N9 (plexo braquial) y N20 (corteza somestésica primaria) han demostrado que dicho tiempo sufre una reducción progresiva desde el nacimiento hasta los dos años de edad, tiempo en el cual alcanza cifras adultas<sup>(12)</sup>. La velocidad de conducción periférica alcanza valores adultos a la edad de 18-27 meses<sup>(3)</sup>. De hecho, datos obtenidos en este mismo laboratorio sobre tiempo de conducción entre NI3 y N20 en niños entre los 7 y los 8 años no muestran diferencias estadísticamente significativas con las cifras adultas de este estudio<sup>(13)</sup>.

Al tomar en cuenta el sexo, ninguna de las medidas obtenidas fue estadísticamente diferente entre mujeres y hombres. Hay muchas referencias que indican que el sexo del individuo no está relacionado ni con los tiempos de conducción central ni con la velocidad de conducción periférica en los tractos somatosensoriales y motores (16-19). Sin embargo, es importante indicar que el sexo de una persona sí influye en su estatura, parámetro que podría intervenir en los tiempos de conducción del individuo, pues se espera que una persona alta tenga tractos nerviosos de mayor longitud. Por lo tanto, las mediciones de conducción de una persona con una estatura por fuera de los límites promedios deben ser interpretados con cautela.

Datos normativos de dos autores norteamericanos, Cracco y Chiappa<sup>(10)</sup>, presentan rangos de normalidad que se superponen a los valores obtenidos en

este estudio con diferencias mínimas, las cuales podrían ser el resultado de diferencias antropométricas entre las dos poblaciones.

Finalmente, estos datos normativos proporcionan una herramienta clave para futuros estudios clínicos y experimentales en adultos, permitiéndonos valorar la normalidad o anormalidad de la conducción nerviosa somatosensorial en los sujetos. Actualmente, utilizamos estos datos en investigaciones en el campo de la neurología y la psicofisiología que se llevan a cabo en nuestro laboratorio.

## AGRADECIMIENTOS

*Al Dr. Gregory Quirk, fundador del Laboratorio de Neurofisiología, por sus comentarios al manuscrito. Al Dr. Winston Mejía, director del Laboratorio de Neurofisiología, por su apoyo al estudio. A la Dra. Lilian Velásquez, directora de la Dirección de Investigación Científica de la UNAH, por su colaboración con materiales necesarios para la realización del proyecto. A los siguientes instructores del Laboratorio de Neurofisiología y amigos: Félix Herrera, Douglas Green, Wendy Venegas, Rodolfo Martínez y Juliska Godoy, por su ayuda en el registro de datos.*

## REFERENCIAS

1. American Electroencephalographic Society (1992) Guidelines for Clinical Evoked Potentials. pp. 7-14, 41-46.
2. Egerhasi, A.; Dioszeghy, P.; Virga, A.; Mechler, F. Somatosensory evoked potentials in childhood. *Electromyography and Clinical Neurophysiology* 1986 26; 297-304.
3. Gilmore, R. Somatosensory evoked potential testing in infants and children. *Journal of Clinical Neurophysiology* 1992 9(3), 324-341.
4. Chiappa, K.; Alian, H.; Ropper, A. Evoked Potentials in Clinical Medicine *New England Journal of Medicine* (1982) 306(20): 1205- 1210.
5. Aminoff, M.J. Estudios electrofisiológicos del sistema nervioso central y periférico. En "Harrison: Principios de Medicina Interna" (Isselbacher, K.J., Braunwald, E., Wilson, J.D., Martin, J.B., Fauci, A.S., Kasper, D.L., editores) 13a. Edición McGraw Hill-Interamericana de España Madrid (1994).

6. Martin, J.H. The collective electrical behavior of cortical neurons. In "Principies of Neural Science" (Kandel, E.R., Schwartz, J.H., Jessel, T.M., editores) 3a. Edición-Elsevier 1991, 636-46.
7. Rainer, Spehlmann. SEP types, principles and general methods of stimulation and recording. In "Evoked Potential Primer" Butterworth-Heinemann 1985, 282-318.
8. Agnese, S., Montini, G., Casara, G., Polo, A., Zacchello, G., Zacchello, F. Evoked potentials before and after anemia correction with recombinant human erythropoietin in end-stage renal disease. Child Nephrology and Urology 1992, 12 197-201.
9. Tamburano, G., Locuratolo, N., Pozzessere, G., et al. Changes in central and peripheral nervous system function during hypoglycemia in man: an electro-physiological quantification Journal of Endocrinological Investigation. 1992 15, 279-282.
10. Cracco, J. B. Short Latency Somatosensory Evoked Potentials to Median Nerve Stimulation (MN-SSEPS): Methodology, Criteria of Abnormality and Clinical Interpretation. Evoked Potentials Workshop. (1993).
11. Cracco, R.Q; Cracco, J.B. Somatosensory evoked potentials in man: farfield potentials. Journal of Physiology 1991 434, 441-452.
12. Eyre, J. A.; Miller, S.; Ramesh, V. Constancy of Central Conduction Delays During Development in Man: Investigation of Motor and Somatosensory Pathways, Journal of Physiology 1991 434; 441-452.
13. Hesse, H., M.F. Rivera, M.A. Zavala, I. Díaz, W. Mejía, G.J. Quirk. Effects of chronic undernutrition on the amplitude and latency of the N13 and N20 components of the SEP in children. Society for Neuroscience Abstracts 1994 20, 1 697.
14. Desmedt, J.E., Cheron, G. Non-cephalic reference recording of early somatosensory evoked potentials to finger stimulation in adult or aging normal man: differentiation of widespread N18 and contralateral N20 from prerolandic P22 and N30 components. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology 1981, 52; 553-570.
15. Allison, T., Hume, A.L. A comparative analysis of short-latency somatosensory evoked potentials in man, monkey and rat. Experimental Neurology 1981 72; 592-611.
16. Stetson, D.S., Alberts, J.W., Silverstein, B.A., Wolfe, R.A. Effects of age, sex and anthropometric factors on nerve conduction measures. Muscle and Nerve 1992, 15, 1095-1104.
17. Lin, K.P., Chan, M.J., Wu, Z.A. Nerve conduction studies in healthy Chinese: correlation with age, sex, height and skin temperature (abstract). Chinese Medical Journal 1993, 52(5); 293-297.
18. Chang, C.W., Ien, I.N. Estimation of normal motor conduction velocity of spinal cord by using transcranial stimulation and F-wave study. Electromyography and Clinical Neurophysiology 1991 31; 47-52.
19. Ni, Y.Q., Teng, G.X., Measurement of central conduction time in healthy Chinese subjects (abstract) Acta Physiologica Sinica 1991 43; 322-329.

---

*"Nunca tome el estudio como una obligación sino como una envidiable oportunidad de conocer la libertad y la satisfacción personal que otorga la sabiduría y el beneficio entregado a la comunidad, a quien en definitiva pertenece su trabajo"<sup>11</sup>*

*Albert Einstein*