



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**VALORES DE REFERENCIA DE NEUROCONDUCCIONES  
DE MIEMBROS INFERIORES**

**SANDRA MILENA BARRERA CASTRO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTA DE MEDICINA  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN  
BOGOTÁ D.C.  
DICIEMBRE 2012**

**VALORES DE REFERENCIA DE NEUROCONDUCCIONES  
DE MIEMBROS INFERIORES**

**SANDRA MILENA BARRERA CASTRO**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR

AL TÍTULO DE:

**ESPECIALISTA EN MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN**

DIRECTOR TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
**DR. FERNANDO ORTIZ CORREDOR**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
**POLINEUROPATIAS**

GRUPO DE INVESTIGACIÓN:  
**CIFEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN FISIATRÍA Y  
ELECTRODIAGNÓSTICO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTA DE MEDICINA  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN  
BOGOTÁ D.C.  
DICIEMBRE 2012**

## VALORES DE REFERENCIA DE NEUROCONDUCCIONES DE MIEMBROS INFERIORES

### Autores

#### **Sandra Milena Barrera Castro**

Título profesional: Médico Cirujano. Filiación institucional: Departamento de Medicina Física y Rehabilitación Universidad Nacional de Colombia. Teléfono: 3128663476. Correo electrónico: [samybarrera78@gmail.com](mailto:samybarrera78@gmail.com)

#### **Fernando Ortiz Corredor**

Título profesional: Médico Cirujano. Posgrados: Especialista en Medicina Física y Rehabilitación, Electromiografía y Potenciales Evocados. Filiación institucional: Departamento de Medicina Física y Rehabilitación, Universidad Nacional de Colombia. Teléfono: 3153395546. Correo electrónico: [fortizc@unal.edu.co](mailto:fortizc@unal.edu.co).

Toda la correspondencia y solicitudes deben dirigirse a: Fernando Ortiz Corredor, Departamento de Medicina Física y Rehabilitación, Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Colombia, Carrera 30, calle 45, Bogotá, Colombia. [fortizc@unal.edu.co](mailto:fortizc@unal.edu.co).

Los autores del presente trabajo de investigación manifestamos que no existe conflicto de interés alguno que comprometa la ejecución del trabajo, el manejo de la información, el análisis, las conclusiones o el escrito producto del presente estudio.

## Resumen

**Objetivo:** Establecer valores de referencia de los estudios de neuroconducción de los nervios peroneo, tibial y sural en un grupo de adultos jóvenes teniendo en cuenta sus características antropométricas. Establecer las diferencias lado a lado y determinar la confiabilidad intra-observador de estas pruebas.

**Materiales y métodos:** Se realizaron neuroconducciones en 155 sujetos asintomáticos, de los nervios tibial, peroneo y sural, usando técnicas convencionales actuales y previo consentimiento informado. Se obtuvieron valores de referencia presentados en una tabla preliminar con promedios, desviaciones estándar, percentiles y su correlación con parámetros como edad, peso y estatura a través de un análisis bivariado de correlación lineal utilizando la prueba de Spearman. Para el estudio de confiabilidad se seleccionaron 56 adultos sanos que se citaron para una segunda prueba con un intervalo de una semana. Los estudios de neuroconducción fueron realizados por el mismo residente de segundo año. Se evaluaron los nervios tibial, peroneo y sural del lado derecho. Se evaluó la variación relativa entre ensayos (RIV) y el coeficiente de correlación intraclase (CCI) para los parámetros electrofisiológicos.

**Resultados:** Para el nervio peroneo el promedio de la latencia distal fue de 3,6ms (DE 0,4), la amplitud fue de 6,1mV (DE 2,0) y la velocidad de conducción 54,8m/s (DE 4,2). Para el nervio tibial el promedio de la latencia distal fue de 3,5ms (DE 0,4), la amplitud fue de 16,7mV (DE 4,7) y la velocidad de conducción 53m/s (DE 3,8). Para el nervio sural el promedio de la latencia al pico fue de 3,4ms (DE 0,3), la amplitud fue de 21,3 $\mu$ V (DE 5,0). El límite superior de la variación normal de la latencia lado a lado para el nervio peroneo y tibial fue de 0,8ms (promedio + 2DE) y para el nervio sural fue de 0,4ms (promedio + 2DE). Se encontró relación estadísticamente significativa con variables como peso, estatura y edad. Se encontró que la confiabilidad es buena para la amplitud del nervio tibial y sural así como para la latencia del nervio sural y la velocidad de conducción del nervio peroneo. Pese a tener un RIV bueno, la confiabilidad es mala para la velocidad de conducción del nervio tibial y es la que muestra mayor discrepancia con otras investigaciones.

**Conclusiones:** Los valores de referencia obtenidos pueden ser utilizados en los laboratorios de electrofisiología de nuestro país como referencia en la evaluación de pacientes con patologías musculoesqueléticas y con diferentes tipos de polineuropatía. Además, los resultados de esta investigación sugieren que un residente con dos años de entrenamiento en Fisiatría de los cuales ha dedicado 4 meses a entrenarse en Electrodiagnóstico puede llevar a cabo exámenes de conducción nerviosa de miembros inferiores con una confiabilidad similar a los exámenes realizados por un médico especialista.

**Palabras clave:** Conducción nerviosa, valores de referencia, Confiabilidad y validez, conducción nerviosa, educación basada en competencias.

## Abstract

**Objective:** To establish reference values for nerve conduction studies of the peroneal, tibial and sural nerve, in a group of young adults, considering anthropometric characteristics. To establish the differences side to side and to determine the intra-observer reliability of these tests.

**Materials and Methods:** We performed in 155 asymptomatic subjects neuroconducciones of the tibial, peroneal and sural nerves, using current techniques and informed consent. Reference values were presented in a preliminary table averages, standard deviations, percentiles and correlation with parameters such as age, weight and height using a bivariate linear correlation analysis using Spearman test. For the reliability study were selected 56 healthy adults who were cited for a second test with a one week interval. Nerve conduction studies were performed by the same second-year resident. We evaluated the tibial, peroneal and sural right side. We assessed the relative variation between trials (RIV) and the intraclass correlation coefficient (ICC) for the electrophysiological parameters.

**Results:** For the average peroneal nerve distal latency was 3.6 ms (SD 0.4), the amplitude was 6.1 mV (SD 2.0) and the nerve conduction velocity of 54.8 m / s (4 , 2). The average of the tibial nerve distal latency was 3.5 ms (SD 0.4), the amplitude was 16.7 mV (SD 4.7) and the nerve conduction velocity was 53m / s (SD 3.8). he sural nerve latency average to peak was 3.4 ms (SD 0.3), the amplitude was 21.3  $\mu$ V (SD 5.0). The upper limit of the normal variation in latency side by side to the tibial and peroneal nerve was 0.8 ms (mean + 2SD) and to the sural nerve was 0.4 ms (mean + 2SD). We found a statistically significant relationship with variables such as weight, height and age. It was found that the reliability is good for amplitude tibial and sural nerve, for latency and sural nerve conduction velocity and peroneal nerve. Despite having a good RIV, reliability is bad for the conduction velocity of the tibial nerve and is showing the greatest discrepancy with other research.

**Conclusions:** The reference values obtained can be used in electrophysiology laboratories of our country as a reference in the evaluation of patients with musculoskeletal conditions and with different types of polyneuropathy. Furthermore, the results of this research suggest that a resident with two years of training in Physical Medicine which has dedicated four months to train in Electrodiagnosis can perform nerve conduction tests of lower limbs with similar reliability tests performed by a specialist.

**Keywords:** Nerve conduction, reference values, reliability and validity, competency-based education.

## INTRODUCCIÓN

Los exámenes de conducción nerviosa son una de las pruebas más objetivas y reproducibles para evaluar la función nerviosa periférica y son ampliamente utilizados en el diagnóstico y seguimiento de neuropatías (1). Dentro de este grupo, las neuroconducciones de miembros inferiores son exámenes solicitados frecuentemente en la consulta de medicina general y especializada, como parte de la evaluación del paciente con síntomas musculoesqueléticos, en una neuropatía diabética o en el estudio diagnóstico de una radiculopatía lumbosacra. En nuestro país se realizan de forma cotidiana estudios de neuroconducción de miembros inferiores. Al menos uno de cada 5 estudios de electrodiagnóstico es de miembros inferiores.

El examen de los nervios peroneo y sural es una prueba obligada para la definición de caso de una polineuropatía. En neuropatías menos frecuentes, como por ejemplo, el Síndrome de Guillain Barré y en la polineuropatía crónica desmielinizante los criterios de anormalidad ya sea de neuropatía axonal o neuropatía desmielinizante se basan en la comparación de los resultados con los de hallazgos obtenidos en población sana.

En los laboratorios de electrodiagnóstico de nuestro país se utilizan los valores de referencia de publicaciones de Estados Unidos y Europa. Los valores de referencia más completos fueron publicados por Buschbacher hace varios años. También se tienen valores de referencia de otros autores, pero ninguno de los estudios ha sido llevado a cabo en países latinoamericanos.

En los estudios de electrodiagnóstico cada uno de los parámetros de conducción nerviosa es una función que depende de variables fisiológicas del individuo tales como estatura, edad, longitud de la extremidad, diámetro de la extremidad, masa muscular y temperatura. Solo las diferencias de un lado con el otro no dependen de estas variables fisiológicas (2). Por esta razón, se recomienda que los valores de referencia se tomen en los laboratorios de cada institución a partir de muestras con características antropométricas similares a la población de donde se practican los exámenes.

Es muy común que los exámenes de conducción nerviosa de miembros inferiores se lleven a cabo por parte de un médico en entrenamiento, bajo la supervisión de un especialista. En la actualidad existen estudios sobre lineamientos y recomendaciones de la calidad en la formación de los médicos en entrenamiento en el área de electrodiagnóstico y sobre la evaluación de las habilidades que se deben adquirir para la ejecución de las diferentes pruebas.

En general, se considera que un médico en entrenamiento realice al menos 200 exámenes de conducción nerviosa dentro de su proceso de formación (3, 4). La calidad de los exámenes de conducción nerviosa de miembros inferiores puede verse afectada por múltiples factores, como la ubicación de los electrodos, la temperatura de la piel, la estimulación submáxima, entre otros (5, 6). Dichos factores son más susceptibles de afectar la calidad de los exámenes llevados a cabo por los médicos que están en proceso de formación.

La confiabilidad es uno de los atributos más importantes de la calidad de los exámenes electrodiagnóstico (7, 8, 9, 10). Sin embargo, no existen estudios sobre la confiabilidad de los estudios de conducción nerviosa realizados por los médicos en entrenamiento. Solo existen algunas investigaciones que han explorado la confiabilidad de la electromiografía de aguja practicada por médicos residentes (11).

El objetivo del presente estudio es construir unas tablas de referencia de los estudios de neuroconducción de miembros inferiores, específicamente, de los nervios peroneo, tibial y sural, así

como determinar las diferencias lado a lado y el nivel de confiabilidad intra-observador de estas pruebas llevada a cabo por un médico en entrenamiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 155 sujetos asintomáticos para determinar los valores de referencia de las neuroconducciones de miembros inferiores y a 65 de ellos se les tomó doble prueba con intervalo de una semana para el estudio de confiabilidad. Las características antropométricas de los sujetos del estudio se presentan en la **tabla 1**. Se realizó un muestreo por conveniencia (estudiantes, residentes, personal de áreas clínicas y administrativas de la entidad hospitalaria, acompañantes de pacientes). Se incluyeron sujetos mayores de 18 años, sin antecedentes de patología neuromuscular, enfermedades crónicas, cáncer, antecedente de trauma o cirugías en extremidades inferiores.

Todos los estudios se realizaron en el Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt, en Bogotá, Colombia. Se realizaron neuroconducciones motoras de los nervios tibial y peroneo y neuroconducciones sensitivas del nervio sural en cada extremidad, previo consentimiento informado. Los estudios de neuroconducción se realizaron usando las técnicas convencionales actuales.

**Tabla 1. Características antropométricas de la población a estudio.**

ESTUDIO	MUESTRA	SEXO (Promedio)	EDAD (Promedio ± DE)	PESO (Promedio ± DE)	ESTATURA (Promedio ± DE)
<b>VALORES DE REFERENCIA</b>	155	Mujeres 51,9%	Mujeres 42,3 ±14,1 A	Mujeres 51,5 ± 8,3	Mujeres 1,57 ±0,05 m
		Hombres 48,1%	Hombres 44,21 ± 16,4 A	Hombres 73,2 ± 9,7	Hombres 1,69 ± 0,06 m
<b>CONFIABILIDAD</b>	65	Mujeres 49,2%	Rango 18 a 51 A	Rango 48 a 93 Kg	Rango 146 a 187 cm
		Hombres 50,7%	Promedio de 27,2 ± 7,1 A	Promedio de 65,4 ± 11,7	Promedio de 166,4 ± 9,3

**DE:** desviaciones estándar. **A:** años **m:** metros **Kg:** kilogramos

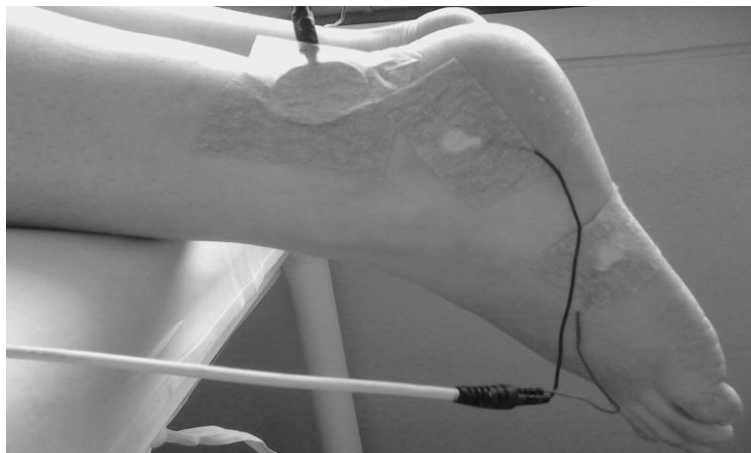
Para la realización de los estudios de conducción nerviosa del nervio tibial se colocó el electrodo activo a nivel del vientre muscular del abductor hallucis a 0.5 cm por debajo del tubérculo del escafoides y para el Nervio Peroneo en el vientre muscular del extensor digitorum brevis, los electrodos de referencia a 4 cm del electrodo activo sobre una superficie ósea. La estimulación distal del nervio tibial y peroneo se hizo a 8 cm del electrodo activo en el trayecto de los nervios (Figura 1).

**Figura 1. Técnicas convencionales para las neuroconducciones motoras de los nervios peroneo y tibial.**



Se realizaron estudios de conducción sensitiva del Nervio Sural previa abrasión de la piel obteniendo impedancias por debajo de 30 kOhm. El electrodo activo se ubicó 1 cm por debajo y atrás del maléolo externo y a 4 cm sobre una superficie ósea el electrodo de referencia, se realizó estimulación antidrómica a 14 cm del electrodo activo según el trayecto del nervio en la región posterior de la pierna (Figura 2). Se realizó control de temperatura la cual se mantuvo por encima de 30°C. Todas las pruebas se realizaron en un equipo Nihon Kohden MEB 9102.

**Figura 2. Técnica convencional para el estudio de conducción nerviosa sensitiva del nervio sural**



Se obtuvieron valores de referencia para los nervios tibial, peroneo y sural, presentados en una tabla preliminar con promedios, desviaciones estándar, percentiles y su correlación con parámetros como edad, peso y estatura. Se presentan los valores máximos de las diferencias lado a lado de los potenciales motores así como los resultados de la confiabilidad de las pruebas a través de la variación relativa entre ensayos (RIV) y el coeficiente de correlación intraclase (CCI) para los siguientes parámetros: amplitudes motoras y sensitivas, diferencia entre la amplitud distal y proximal para las neuroconducciones motoras, velocidades de conducción motora, latencias distales sensitivas y motoras.



El presente estudio fue aprobado por el comité de ética de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá y está incluido en la categoría de estudios de riesgo mínimo, según los lineamientos establecidos en la resolución 008430/93.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para la obtención de los valores de referencia se estudió la distribución de los datos para determinar la presencia de normalidad. Se calcularon promedios con desviación estándar para cada uno de los parámetros electrofisiológicos y percentiles. Se realizó un análisis bivariado de correlación lineal entre la edad, peso, talla y los diferentes resultados electrofisiológicos utilizando la prueba de Spearman. Para los diferentes valores encontrados se llevó a cabo un análisis de regresión lineal múltiple para determinar las variables independientes asociadas con los resultados. En este caso se realizaron transformaciones de los datos para obtener una distribución normal (2). Para coeficientes de asimetría ( $g_1$ ) positivos se realizó una transformación inversa ( $1/x$ ), una transformación logarítmica o una transformación con raíz cuadrada. La transformación que obtuviera la asimetría más cercana a 0 se consideró la óptima.

El tamaño de muestra requerido para comparar diferencias lado a lado es de 100 individuos (2). El tamaño de muestra necesario para establecer unos valores de referencia para los demás parámetros de conducción nerviosa es de 120 individuos (12).

Para el estudio de confiabilidad intra-observador se usaron dos índices para la evaluación de la reproducibilidad entre pruebas; la variación relativa entre ensayos (RIV) y el coeficiente de correlación intraclase (CCI). El primero para evaluar la precisión y el segundo la confiabilidad de las mediciones (13). El RIV se calcula como una variación de las mediciones expresada en porcentaje de la diferencia entre  $V_1$  y  $V_2$  sobre el promedio de los dos. Un RIV entre -10% y +10% representa una medida de alta precisión. El CCI es un índice de concordancia para datos continuos y describe la proporción de la varianza atribuible a la variabilidad entre sujetos de 0 a 1 (14). Un CCI mayor a 0,8 representa una medida confiable. Se evaluó el RIV y el CCI para los parámetros electrofisiológicos más usados ya mencionados.

## RESULTADOS

Se presenta una aproximación a los valores de referencia en población adulta joven para los nervios Tibial, Peroneo y Sural. La tabla 2 muestra los resultados del estudio.

**Tabla 2. Aproximación a valores de referencia de neuroconducciones de miembros inferiores.**

	Mínimo	Máximo	Promedio ± D.E	Promedio ± 2DE	Percentil3	Percentil 97
<b>PERONEO</b>						
Latencia (ms)	2,7	4,7	3,6 ± 0,4	4,4 ± 2,8	3,0	4,4
Diferencia con latencia izquierda (ms)	-2,0	1,0	0,0 ± 0,4	0,8 ± -0,8	-1,0	1,0
Amplitud (mV)	3,0	13,0	6,1 ± 2,0	10,1 ± 2,1	3,0	10,0
Velocidad de conducción (m/s)	46,0	67,0	54,8 ± 4,1	63,0 ± 46,6	48	62,4
<b>TIBIAL</b>						
Latencia (ms)	3,0	4,5	3,5 ± 0,4	4,3 ± 2,7	3,0	4,4
Diferencia con latencia izquierda (ms)	-1,0	1,0	0,0 ± 0,4	0,8 ± -0,8	-1,0	1,0
Amplitud (mV)	8,2	32,0	16,7 ± 4,7	26,1 ± 7,3	9,1	24,9
Velocidad de conducción (m/s)	44,4	64,3	53,0 ± 3,8	60,6 ± 45,4	45,7	59,8
<b>SURAL</b>						
Latencia pico (ms)	2,7	4,4	3,4 ± 0,3	4,0 ± 2,8	2,9	4,2
Amplitud (µV)	8,3	34,3	21,3 ± 5,0	31,3 ± 11,3	10,8	29,9
Diferencia con latencia pico izquierda (ms)	-0,5	0,5	0,0 ± 0,2	0,4 ± -0,4	-0,5	0,4

**Ms:** milisegundos.    **mV:** milivoltios.    **µV:** microvoltios.    **m/s:** metros x segundo.

Con respecto a la máxima disminución en la amplitud de los potenciales de acción muscular compuesto de los nervios de la extremidad izquierda con respecto a la derecha se obtuvieron los siguientes porcentajes: para el nervio peroneo el 50%, para el nervio tibial el 47,7% y para el nervio sural el 40,8%.

Con respecto a la máxima disminución en la amplitud de los potenciales de acción muscular compuesto de los potenciales obtenidos con el estímulo proximal comparado con el estímulo distal se obtuvieron los siguientes porcentajes: para el nervio peroneo el 50% y para el nervio tibial el 41,6%. Es decir, por ejemplo en el caso del tibial, se pasó de una amplitud con el estímulo distal de 24,3mV a una amplitud con el estímulo proximal de 14,2mV.

En la mayoría de los individuos se encontró la amplitud del tibial mayor que la amplitud del peroneo (promedio 10, D.E.=4,9, percentil 3=1,4), obteniéndose un índice de la relación peroneo/tibial en promedio de 0,4 con una mediana de 0,38 y un percentil 97 de 0,87.

El análisis univariado mostró algunas correlaciones significativas que luego se tuvieron en cuenta para llevar a cabo el análisis multivariado. A mayor edad se encontró una menor amplitud y velocidad del nervio tibial ( $r=-0,2$   $p=0,008$  y  $r=-0,3$   $p=0,000$  respectivamente). Los nervios peroneo y sural no mostraron ninguna correlación significativa con la edad. A mayor estatura se encontró una mayor latencia distal del nervio peroneo y una menor velocidad de conducción ( $r=0,3$   $p=0,000$  y  $r=-0,27$   $p=0,001$  respectivamente). Así mismo, a mayor estatura se encontró una mayor latencia del nervio sural ( $r=0,27$   $p=0,001$ ). El nervio tibial no mostró ninguna correlación significativa con la estatura. A mayor peso, se encontró una mayor latencia distal del nervio peroneo ( $r=0,23$   $p=0,003$ ) y una menor amplitud del nervio tibial ( $r=-0,21$   $p=0,008$  y una mayor latencia del nervio sural ( $r=0,25$   $p=0,002$ ).

En el análisis multivariado se siguieron observando algunas correlaciones significativas. La latencia de los nervios peroneo y tibial no tienen una distribución normal; la curva es asimétrica. Por esta razón se realizó una transformación inversa ( $1/x$ ). En el análisis multivariado, la edad, el peso y la talla no mostraron ninguna correlación con estas latencias.

La latencia del nervio sural no tienen una distribución normal; la curva es asimétrica. Por esta razón se realizó una transformación logarítmica ( $\log_{10}$ ). En el análisis multivariado incluyendo la edad, el peso y la estatura, solo la estatura mostró una correlación con la latencia ( $p=0,009$   $r=0,3$   $r^2=0,1$ ).

Las amplitudes y velocidades de conducción motoras de los nervios peroneo y tibial no requirieron transformaciones. En el análisis de regresión lineal múltiple se encontró que a mayor edad la amplitud del nervio tibial así como la velocidad de conducción disminuían ( $p=0,025$   $r=0,27$   $r^2=0,07$  y  $p=0,000$   $r=0,34$   $r^2=0,1$  respectivamente). No se encontró ninguna correlación de las variables antropométricas con la amplitud motora del nervio peroneo. Sin embargo, se observó que a mayor edad y estatura la velocidad de conducción motora del nervio peroneo disminuía ( $p=0,04$  y  $p=0,001$  respectivamente).

En el estudio de confiabilidad, se presentan los resultados de los índices de reproducibilidad de cada uno de los parámetros electrofisiológicos de las pruebas (ver tabla 3). Los parámetros que mostraron una mejor confiabilidad fueron: las amplitudes proximal y distal del nervio tibial, la amplitud proximal y la velocidad de conducción del nervio peroneo y la amplitud, latencia al pico del nervio sural. Los parámetros que mostraron mayor precisión fueron la velocidad de conducción del nervio tibial y la latencia al pico del nervio sural.

Tabla 3. Resultados de la variación relativa entre ensayos (RIV) y el coeficiente de correlación intraclase (CCI) para cada una de las variables.

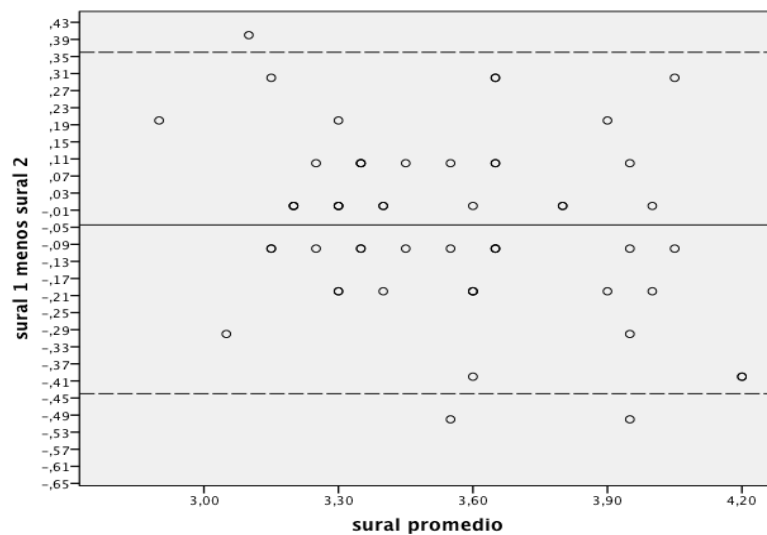
Parámetros	RIV <sup>1</sup>	CCI <sup>2</sup>	
Nervio Tibial Motor	Amplitud Distal	-28 % a 40 %	0.8
	Amplitud proximal	-32 % a 38 %	0.8
	Latencia Distal	-18 % a 20 %	0.6
	VC <sup>3</sup>	-10 % a 11 %	0.4
	Amplitud Distal	-46 % a 55 %	0.6
Nervio Peroneo Motor	Amplitud proximal	-38 % a 53 %	0.7
	Latencia Distal	-21 % a 18 %	0.6
	VC	-14 % a 11 %	0.7
	Amplitud	-17 % a 31 %	0.9
	Latencia al pico	-8 % a 11 %	0.8

<sup>1</sup>RIV: variación relativa entre ensayos. <sup>2</sup>CCI: coeficiente de correlación intraclase

<sup>3</sup>VC: Velocidad de Conducción

La Figura 3, representa la diferencia entre las latencias de las 2 pruebas del nervio sural más o menos 2 desviaciones estándar

**Figura 3. Gráfica de Bland.** La línea continua es la diferencia entre las latencias de las 2 pruebas del nervio sural. Las líneas punteadas representan el promedio más o menos 2 desviaciones estándar.



## DISCUSIÓN

Nuestro estudio muestra una aproximación a los valores de referencia de los estudios de neuroconducción de miembros inferiores más utilizados en la práctica clínica. Los valores obtenidos pueden ser utilizados en los laboratorios de electrofisiología de nuestro país como referencia en la evaluación de pacientes con patologías musculoesqueléticas comunes y en pacientes con los diferentes tipos de polineuropatía.

El nervio peroneo mostró unos valores similares a los presentados en otras publicaciones. La amplitud del potencial de acción muscular compuesto es el parámetro de mayor utilidad en la práctica clínica. El límite inferior de la amplitud del potencial fue de 3,0 mV. Este valor está por encima del utilizado en la Clínica Mayo (2,0 mV) y del percentil 3 encontrado por Buschbacher (2,6 mV para adultos jóvenes y 1,6 mV para individuos mayores) (15, 16). La posible explicación es que la mayoría de nuestros individuos fueron adultos jóvenes. Igual que en otras investigaciones, en nuestro estudio se encontró que a mayor edad, menor es la amplitud. Una amplitud inferior a la normal se puede encontrar en pacientes con polineuropatía diabética, en lesiones traumáticas del nervio ciático y en radiculopatías lumbosacras con daño axonal extenso.

En la evaluación del nervio peroneo, la comparación con la amplitud contralateral es un valor de referencia particularmente útil en la evaluación de pacientes con patologías unilaterales del nervio ciático o la raíz L5. El porcentaje máximo de disminución de la amplitud del potencial entre el estímulo distal y el estímulo proximal fue similar al encontrado en otros estudios. Así, en la evaluación del nervio peroneo, una disminución mayor al 50% en la disminución de la amplitud del potencial debe sugerir una lesión unilateral. En algunos pacientes el nervio peroneo motor puede ser difícil de evaluar a causa de la atrofia del músculo extensor digitorum brevis. El uso de calzado con tacones se ha mencionado como una causa de atrofia del músculo extensor digitorum brevis. Por esta razón, una anomalía aislada del nervio peroneo, sin relación clara con el cuadro clínico del paciente, debe ser interpretada con reserva.

Las velocidades de conducción motora del nervio peroneo fueron más lentas en los individuos más altos, hallazgo similar al observado en otras publicaciones (15, 17, 18). Igualmente, a mayor edad, se encontró una menor velocidad de conducción. Las latencias motoras promedio del nervio peroneo motor en nuestro estudio son ligeramente inferiores a las presentadas por otros autores.

La evaluación del nervio tibial mostró unos resultados similares a los observados en otras investigaciones. Nuestro estudio y otras investigaciones muestran que de manera consistente, la amplitud motora del nervio tibial disminuye con la edad. Así, en la Clínica Mayo se utiliza un límite inferior de 4,0 mV para todos los grupos de edad. Buschbacher encontró, en el percentil 3, un valor de 5,3 mV para menores de 60 años y de 1,1 mV para individuos de mayor edad (19). El nervio tibial generalmente es fácil de evaluar, al menos con el estímulo eléctrico distal. Una ventaja adicional es que en el manejo de datos la amplitud del nervio tibial no requiere transformaciones.

Nuestro estudio y otras investigaciones muestran que la amplitud del nervio tibial sigue una distribución normal (20). El estímulo proximal supramáximo en la región poplíteica no siempre logra generar un potencial de acción muscular compuesto en los pacientes obesos. Se considera que existe un bloqueo de la conducción motora si la amplitud del potencial con el estímulo proximal está por debajo del 60% comparado con el estímulo distal. Por esta razón, la diferencia entre los potenciales obtenidos es un valor de referencia muy útil que se debe tener en cuenta en la evaluación de polineuropatías desmielinizantes. Así mismo, la comparación de la amplitud distal con la amplitud contralateral es de gran utilidad en la evaluación de patologías unilaterales de origen traumático o en la evaluación del

paciente con radiculopatía lumbosacra. Finalmente, la comparación de la latencia distal del nervio con la latencia contralateral es una referencia útil en el diagnóstico del síndrome de túnel tarsiano.

Algunos estudios han comparado los parámetros del peroneo con los parámetros del tibial (16). Es muy poco frecuente que la amplitud del nervio peroneo sea mayor que la amplitud del nervio tibial en individuos sanos (16). En nuestra investigación, solo se encontró un caso de una amplitud del peroneo mayor que la amplitud del tibial. El índice peroneo/tibial que se presenta en el estudio puede tener una aplicación en el diagnóstico de las polineuropatías. El electromiografista y el clínico pueden sospechar una anomalía cuando en el paciente se observe un índice cercano o por encima de 1.

El examen electrofisiológico del nervio sural es obligatorio en el diagnóstico de las polineuropatías. La evaluación de este nervio es exigente en su técnica; las impedancias deben estar por debajo de 30 kOhm y se debe evitar la actividad muscular del paciente. El parámetro de mayor utilidad en el examen electrofisiológico del nervio sural es la amplitud del potencial. Los valores de nuestro estudio son similares a los obtenidos en otras investigaciones. En todos los pacientes fue posible obtener una respuesta reproducible. Algunos estudios han mostrado que el potencial es difícil de obtener después de los 60 años. Así mismo, en pacientes obesos o con edema puede ser muy difícil obtener una respuesta confiable. En este caso los resultados son inespecíficos y así se deben informar.

Con respecto a los resultados del estudio de confiabilidad intraobservador, nuestro estudio evidencia que en general la confiabilidad de los estudios de neuroconducción de miembros inferiores llevados a cabo por un médico residente es buena, al menos para las técnicas más comunes y practicadas a una población sana y en su mayoría joven.

La evaluación electrofisiológica de cada nervio presenta dificultades particulares. La ubicación de los electrodos, la intensidad del estímulo necesario para obtener la mayor amplitud del potencial de acción muscular compuesto (PAMC), la localización del estimulador, las impedancias, la temperatura corporal, son entre otros los factores que afectan la reproducibilidad de los estudios de neuroconducción. Para un médico en entrenamiento o para el médico electromiografista con poca experiencia, estos factores son más evidentes en la evaluación específica de algunos nervios y pueden afectar la confiabilidad de los estudios.

La evaluación del nervio peroneo es fundamental en el diagnóstico de las polineuropatías. En nuestro estudio, la amplitud distal del nervio Peroneo motor fue la medida que mostró el RIV más alto y una confiabilidad regular. Otros estudios también han mostrado que la amplitud del nervio Peroneo motor es una medida con una baja confiabilidad si se compara con los nervios mediano y cubital (21, 22). El nervio peroneo es fácil de evaluar en individuos que tienen un músculo extensor digitorum brevis que se puede ver y palpar. En estos casos, la ubicación del electrodo de registro no muestra mayores dificultades y el PAMC es fácil de obtener y de medir. Sin embargo, en algunos individuos sanos, el extensor digitorum brevis no es fácil de localizar y la ubicación del electrodo de registro puede ser imprecisa y la medición del PAMC inexacta. Es común que el médico en entrenamiento no ponga el estímulo en intensidad supramáxima en la estimulación distal. A veces es más fácil la estimulación proximal del nervio peroneo que la estimulación distal y se obtiene una amplitud mayor del potencial de acción muscular compuesto con la estimulación proximal.

En el nervio tibial, la morfología del PAMC ayuda a identificar el inicio de la fase negativa del potencial. En individuos sanos, el PAMC con el estímulo distal es fácil de obtener. La mayor dificultad se presenta con el estímulo proximal, especialmente en individuos obesos. Si no se alcanza un estímulo supramáximo con el estímulo proximal del nervio tibial en la región poplíteo, la amplitud del PAMC y la velocidad de conducción disminuyen. Pese a tener un RIV bueno, la confiabilidad es mala para la

velocidad de conducción del nervio tibial. Este resultado es el que muestra mayor discrepancia con las otras investigaciones.

La evaluación del nervio sural, que forma parte de la evaluación básica para el estudio de polineuropatías es aparentemente sencilla, pero si no se le dedica tiempo al cuidado de los detalles técnicos, produce resultados inexactos. Aunque la ubicación de los electrodos se encuentra estandarizada, el área para ubicar el electrodo de registro no es exacta y esto produce respuestas con amplitudes variables. El médico en entrenamiento frecuentemente descuida la contracción muscular del paciente durante la prueba. La activación muscular voluntaria afecta el registro del potencial y por esta razón, el evaluador debe vigilar en el monitor o con la ayuda del sonido que el paciente se encuentre en reposo.

Es importante señalar las limitaciones del estudio. La primera es que los estudios de conducción nerviosa se llevaron a cabo en población sana y joven. La confiabilidad del examen puede ser diferente en pacientes mayores y sanos o en pacientes de mayor edad y con una polineuropatía. En pacientes mayores es más difícil de obtener los potenciales de los nervios peroneo y sural, en especial el examen que se realiza en individuos obesos. La ubicación de los cursores es imprecisa si la amplitud de los potenciales está disminuida (21). Así mismo, el estímulo proximal del nervio tibial en la región poplíteica puede ser muy difícil en un adulto mayor obeso. En pacientes con polineuropatía el registro de los potenciales de nervios peroneo y sural es más difícil de obtener y esto afecta la confiabilidad de la prueba.

Una segunda limitación del estudio es que los pacientes solo fueron evaluados por el residente. Si bien la confiabilidad es uno de los atributos de calidad de los estudios de neuroconducción, sería muy útil comparar los resultados, con los exámenes practicados por un médico con varios años de experiencia. Sin embargo, los resultados obtenidos son en su mayor parte similares a los encontrados en otras investigaciones. Los resultados de esta investigación sugieren que un residente con 2 años de entrenamiento puede llevar a cabo exámenes de neuroconducción de miembros inferiores con una confiabilidad similar a los exámenes realizados por un médico especialista.

Finalmente, se debe tener en cuenta que esta investigación solo evaluó la confiabilidad de los detalles técnicos y las medidas específicas de los estudios de neuroconducción en individuos sanos. La investigación no exploró la confiabilidad de la interpretación de los hallazgos electrofisiológicos por parte de un médico residente en pacientes con alguna enfermedad específica.

#### **AGRADECIMIENTOS:**

A mi maestro y tutor del presente trabajo de investigación, toda mi admiración y respeto por su colaboración y entrega para lograr los resultados esperados.

## REFERENCIAS

1. American Association of Electrodiagnostic Medicine. Guidelines in electrodiagnostic medicine. *Muscle and Nerve* 1992; 15:229-53.
2. Chang AS, Dillingham TR, Yu KF. Statistical methods of computing reference values for side-to-side differences in nerve conduction studies. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*. 1996; 75:437-42.
3. ACGME Program Requirements for Graduate Medical Education in Physical Medicine and Rehabilitation. Available at: <http://www.acgme.org>.
4. David Brown, Sara Cuccurullo. Electrodiagnostic Medicine Skills Competency in Physical Medicine and Rehabilitation Residents. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* Vol. 87, No. 8. Pág: 654-665.
5. Van Dijk JG. Rules of conduct: some practical guidelines for testing motor-nerve conduction. *Arch Physiol Biochem* 2000; 108: 229-247.
6. Jun kimura. Facts, fallacies, and fancies of nerve conduction studies. *Muscle Nerve* 20: 777-787, 1997.
7. N.Kohara, J.Kimura. F-wave latency serves as the most reproducible measure in nerve conduction studies of diabetic polyneuropathy: multicentre analysis in healthy subjects and patients with diabetic polyneuropathy. *Diabet* (2000) 43: 915±921.
8. Denise Spinola Pinheiro. Reproducibility in nerve conduction studies and F-wave analysis. *Clinical Neurophysiology* 119 (2008) 2070-2073.
9. Xuan Kong. Repeatability of nerve conduction measurements derived entirely by computer methods. *BioMedical Engineering OnLine* 2009, 8:33.
10. Antoon Ven, Johan Van Hees. Intra-examiner reliability of sensory nerve conduction measurements. *Acta neurol. belg.*, 2008, 108, 139-142.
11. Kendall R, Werner RA. Interrater reliability of the needle examination in lumbosacral radiculopathy. *Muscle Nerve*. 2006 Aug; 34 (2):238-41.
12. Campbell WW, Robinson LR. Deriving reference values in electrodiagnostic medicine. *Muscle & nerve*. 1993; 16:424-8.
13. J, Kimura. Long and short of nerve conduction measures: reproducibility for sequential assessments. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2001; 71: 427-430.
14. Cortes Cortés, E. Rubio, J. Gaitán, H. Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología* Vol. 61 No. 3 • 2010 • (247-255).



15. Buschbacher RM. Peroneal nerve motor conduction to the extensor digitorum brevis. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*. 1999; 78:S26-31.
16. Rubin DI, Whaley NR. Lower tibial than peroneal compound muscle action potential amplitude in neuromuscular diseases. *Journal of clinical neurophysiology: official publication of the American Electroencephalographic Society*. 2010; 27:341-3.
17. Campbell WW, Jr., Ward LC, Swift TR. Nerve conduction velocity varies inversely with height. *Muscle & nerve*. 1981; 4:520-3
18. Rivner MH, Swift TR, Crout BO, Rhodes KP. Toward more rational nerve conduction interpretations: the effect of height. *Muscle & nerve*. 1990; 13:232-9.
19. Buschbacher RM. Tibial nerve motor conduction to the abductor hallucis. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*. 1999; 78:S15-20.
20. Robinson LR, Temkin NR, Fujimoto WY, Stolov WC. Effect of statistical methodology on normal limits in nerve conduction studies. *Muscle & nerve*. 1991; 14:1084-90.
21. Chaudry. Inter and Intraexaminer reliability of nerve conduction measurements in patients with Diabetic neuropathy. *Neurology*. 1994; 44: 1459-1462.
22. Andrew F. Bleasel. Variability of repeated nerve conduction studies. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology* , 81 (1991) 417-420 417.