



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIROLOGÍA

“Dr. Manuel Velasco Suárez”

“ESTUDIOS DE CONDUCCIÓN NERVIOSA EN SUJETOS SANOS

DE 18 A 40 AÑOS”

TESIS DE POSGRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICO ESPECIALISTA

EN NEUROFISIOLOGÍA CLÍNICA

PRESENTA:

DR. OCTAVIO MARTÍNEZ LEYVA

TUTOR:

DR. JORGE BURGOS CENTENO

ASESOR METODOLÓGICO:

M.C. GILBERTO ISAAC ACOSTA CASTILLO

MÉXICO, DISTRITO FEDERAL 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DR. JUAN NICASIO ARRIADA MENDICOA
Director de Enseñanza

DR. JORGE BURGOS CENTENO
Tutor de Tesis
Médico adscrito al departamento de Neurofisiología Clínica

M.C. GILBERTO ISAAC ACOSTA CASTILLO
Asesor metodológico
Laboratorio de demencias

DR. OCTAVIO MARTÍNEZ LEYVA
Autor
Médico Residente del Curso de Posgrado en Neurofisiología Clínica

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
AGRADECIMIENTOS	4
ANTECEDENTES	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
OBJETIVOS	10
JUSTIFICACIÓN	11
METODOLOGÍA	12
CONSIDERACIONES ÉTICAS	19
RESULTADOS	20
DISCUSIÓN	26
CONCLUSIONES	28
REFERENCIAS	29
ANEXOS	32

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES

POR SER MI MAYOR EJEMPLO Y MI MÁS GRANDE INSPIRACIÓN EN
TODOS LOS ASPECTOS DE LA VIDA

A MIS HERMANOS

POR APOYARME EN TODAS LAS ETAPAS DE MI VIDA Y ESTAR SIEMPRE
AL PENDIENTE DE MI

A GLADYS Y GLENN

POR ESTAR SIEMPRE A MI LADO DURANTE TODO ESTE DIFÍCIL CAMINO

A MIS MAESTROS

POR TODAS LAS ENSEÑANZAS EN LA NEUROFISIOLOGÍA Y LA AMISTAD
QUE ME SUPIERON COMPARTIR

A MIS COMPAÑEROS

POR LO QUE ME ENSEÑARON Y ME APOYARON EN ESTOS ÚLTIMOS
AÑOS DE FORMACIÓN

AL INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGÍA Y A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ANTECEDENTES

Los estudios de conducción nerviosa (ECN) asisten en la evaluación de las enfermedades neuromusculares proporcionando una evaluación fisiológica del nervio periférico, el músculo, la unión neuromuscular, las células del ganglio de la raíz dorsal, y las células del asta anterior. Proporcionan la mayor ayuda en la evaluación de enfermedad del nervio periférico. Los ECN motora evalúan los axones motores al registrar selectivamente la respuesta muscular a la estimulación del nervio. Los ECN sensitiva evalúan los axones sensitivos registrando directamente del nervio periférico.

Los ECN generalmente confirman un diagnóstico clínico, pero también son valiosos (1):

1. Excluyendo otros trastornos.
2. Identificando trastornos no reconocidos (subclínicos) (2).
3. Localizando anormalidades focales a través del nervio.
4. Definiendo la severidad con mediciones objetivas.
5. Caracterizando una anormalidad, como bloqueo de la conducción o desmielinización.
6. Ayudando a distinguir trastornos axonales de trastornos de la célula del asta anterior, unión neuromuscular o el músculo.
7. Identificando inervación anómala.

Con una mejora constante en los aparatos de registro, los ECN se han vuelto una prueba confiable y simple de la función del nervio periférico (3). La estimulación eléctrica del nervio inicia un impulso que viaja a través de las fibras nerviosas motoras o sensitivas. La evaluación de las características de conducción dependen de la evaluación de los potenciales evocados compuestos registrados del músculo en el estudio de las fibras motoras y del nervio mismo, en el caso de las fibras sensitivas. Los mismos principios aplican en todas las circunstancias, aunque el curso anatómico

y el patrón de inervación dictan la técnica exacta utilizada para evaluar un nervio dado (4).

Los ECN generalmente evalúan los segmentos distales del nervio. En el laboratorio de neurofisiología, dos respuestas tardías, la respuesta F y el reflejo H, se utilizan de manera rutinaria para evaluar los segmentos proximales. Aunque usualmente se piensa que ambas respuestas evalúan los segmentos proximales del nervio, en realidad viajan el segmento completo del nervio de distal a proximal y de regreso. De hecho, son de mayor utilidad cuando los ECN de rutina que evalúan los segmentos distales son normales, y las respuestas tardías son anormales, una situación que implica una lesión proximal.

La onda F es una respuesta motora tardía que ocurre después del potencial de acción muscular compuesto (PAMC, también conocido como potencial motor (M) directo) (5). Las ondas F son descargas recurrentes de neuronas motoras activadas antidromicamente; pueden ser provocadas en muchos músculos de las extremidades e incluso de los músculos de la cara. Un estímulo supramáximo aplicado a un nervio provoca la onda F después de la onda M. Algunos autores creen que todos los axones motores que inervan fibras musculares extrafusales tienen la capacidad de generar ondas F (6). Otros autores reportan que solo una porción de los axones motores son capaces de generar ondas F (7).

La respuesta H es claramente diferente a la onda F ya que es un verdadero reflejo con una aferencia sensitiva, una sinapsis, y un segmento motor eferente. Mientras que la onda F puede ser provocada de todos los nervios motores, el reflejo H rutinariamente puede ser provocado solo al estimular el nervio tibial en la fosa poplíteica, con registro en el músculo gastrocnemio (5).

Los valores normales de latencia, área, amplitud y velocidad de conducción varían con la edad, altura, temperatura y técnica (8,9). Por lo tanto, cada laboratorio debe determinar su propio conjunto de valores normales. Los nervios mediano y cubital, y los nervios tibial y peroneo, tienen velocidades de conducción similares entre

sí y entre las extremidades para cada nervio (10). Los nervios de las extremidades inferiores conducen 7 a 10 m/seg más lento que los de las extremidades superiores, probablemente debido a una conducción más lenta en axones más largos. La conducción en los segmentos nerviosos proximales es algo más rápida que en los segmentos distales.

Temperaturas bajas resultan en velocidades de conducción más lentas y latencias distales más prolongadas, pero las amplitudes del potencial de acción muscular y nervioso son más altas con las bajas temperaturas. La temperatura del cuarto por arriba de 70°F (20°C) minimiza estos cambios, pero el uso de una lámpara de calentamiento o inmersión en agua caliente antes del estudio puede ser necesario. Mediciones continuas de la temperatura de la piel en la región del ECN es necesario para asegurar que las respuestas no están alteradas por la temperatura (9).

Las velocidades de conducción cambian marcadamente con la edad entre el periodo neonatal y los 6 años, con cambios subsecuentes hasta la edad adulta causados por el crecimiento y la edad. La conducción empieza a disminuir mínimamente después de los 40 años de edad, pero más aún después de los 60 años. Las determinaciones de los valores normales deben corregirse con la edad. Las velocidades de conducción en las extremidades inferiores disminuyen con la estatura (8, 11, 12).

Los ECN son primariamente utilizados para el diagnóstico del sistema nervioso periférico. El diagnóstico de enfermedad requiere de la capacidad para diferenciar individuos sanos de aquellos que albergan un trastorno neuromuscular subyacente. Para propósitos de diagnóstico, por lo tanto, requerimos definiciones de los límites superiores y/o inferiores de los distintos parámetros de los ECN (eje., amplitud y velocidad de conducción) que rutinariamente se registran. Si el límite superior o inferior de lo "normal" es definido por los percentiles 5 y 95, por ejemplo, por definición los resultados de los ECN en algunas personas sanas sin enfermedad caerán fuera de los

llamados rangos “normales”. Por lo tanto, es quizá más apropiado hablar de rangos de referencia (o datos) que de datos normativos (13).

Existen algunos estudios en relación a los valores de referencia de los ECN, sin embargo, la mayoría tienen deficiencias metodológicas (8,14-29). Ninguno de estos estudios ha sido realizado en México. Ante la ausencia de datos de referencia publicados y ampliamente aceptados, una doctrina común ha hecho hincapié en la importancia en que cada laboratorio de neurofisiología clínica establezca sus propios datos de referencia (30-31).

Como ya se mencionó, para todos los parámetros de los estudios de conducción nerviosa los valores de referencia han sido obtenidos. Algunos de estos pueden ser transferidos de un laboratorio a otro si los métodos son rigurosamente estandarizados. Para otros, los algoritmos para la medición o la definición exacta difieren tanto que los valores de referencia deben individualizarse para un determinado laboratorio o un determinado equipo. Es de suma importancia asegurarse que los valores de referencia utilizados en el laboratorio son obtenidos con la misma técnica que la utilizada en la rutina diaria local (30).

Los datos normativos precisos son un requisito esencial para todos los laboratorios de electrodiagnóstico. Lo ideal sería que cada laboratorio tuviera la facilidad de establecer su propia base de datos normativos (31).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los estudios de conducción nerviosa son claves en el diagnóstico de enfermedades neuromusculares. Si bien existen tablas de valores de referencia para este tipo de estudios, idealmente cada laboratorio de neurofisiología debe de tener su propia base de datos normativos ya que la técnica y los equipos pueden variar entre los mismos. Aunado a esto, en México no existe ningún estudio que muestre valores en población sana. Por lo tanto, nosotros planteamos la siguiente pregunta de investigación: ¿cuáles son los valores de los estudios de conducción nerviosa en sujetos sanos de 18 a 40 años?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Conocer los valores de los estudios de conducción nerviosa en sujetos sanos de 18 a 40 años.

OBJETIVO ESPECÍFICOS

Conocer los valores de latencia distal del potencial de acción muscular compuesto (PAMC) en sujetos sanos de 18 a 40 años.

Conocer los valores de latencia proximal del PAMC en sujetos sanos de 18 a 40 años.

Conocer los valores de amplitud del PAMC en sujetos sanos de 18 a 40 años.

Conocer los valores de duración del PAMC en sujetos sanos de 18 a 40 años.

Conocer los valores de la velocidad de conducción (VC) en estudios de conducción motora en sujetos sanos de 18 a 40 años.

Conocer los valores de latencia inicial del potencial de acción nervioso sensitivo (PANS) en sujetos sanos de 18 a 40 años.

Conocer los valores de latencia pico del PANS en sujetos sanos de 18 a 40 años.

Conocer los valores de amplitud del PANS en sujetos sanos de 18 a 40 años.

Conocer los valores de duración del PANS en sujetos sanos de 18 a 40 años.

Conocer los valores de la VC en estudios de conducción sensitiva en sujetos sanos de 18 a 40 años.

Conocer la latencia mínima de la onda F en sujetos sanos de 18 a 40 años.

Conocer la latencia máxima de la onda F en sujetos sanos de 18 a 40 años.

Conocer la latencia promedio de la onda F en sujetos sanos de 18 a 40 años.

Conocer la persistencia de la onda F en sujetos sanos de 18 a 40 años.

Conocer la latencia mínima del reflejo H en sujetos sanos de 18 a 40 años.

JUSTIFICACIÓN

Los estudios de conducción nerviosa son una de las principales herramientas en la evaluación de los pacientes con trastornos neuromusculares. No existen en México estudios que muestren valores de referencia en la población mexicana de estos estudios.

Se recomienda que cada laboratorio de neurofisiología clínica cuente con sus propios valores de referencia. Es necesario realizar un estudio en sujetos sanos en el servicio de neurofisiología clínica del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía para tener valores que nos sirvan de referencia en la interpretación de los estudios de pacientes con patología neuromuscular.

METODOLOGÍA

DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio transversal descriptivo.

POBLACIÓN Y MUESTRA

Sujetos sanos de 18 años a 40 años de edad. Se captó una muestra por conveniencia invitando a participar a residentes de especialidades médicas y rotantes de los diferentes servicios del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía durante los meses de junio y julio de 2013.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión:

- Sujetos de 18 a 40 años de edad.
- Sin antecedente de enfermedad neuromuscular.

Criterios de exclusión:

- Sujetos con síntomas sensitivos (parestias, adormecimiento, dolor neuropático) o motores (debilidad) en extremidades superiores o inferiores.
- Antecedente de ingesta de más de 2 bebidas alcohólicas por día por un periodo de más de 4 semanas.
- Antecedente personal de:
 - Neuropatía de cualquier tipo o radiculopatía.
 - Exposición a medicamentos neurotóxicos.
 - Diabetes mellitus o intolerancia a la glucosa.
 - Enfermedad tiroidea, renal o hepática.
 - Enfermedad autoinmune (lupus eritematoso sistémico, artritis reumatoide, etc).

- Cáncer.
- Infección por VIH.
- Antecedente familiar de neuropatía hereditaria.
- Anormalidades en la sensibilidad, fuerza muscular y/o reflejos en la exploración neurológica.

Criterios de eliminación:

- Que el sujeto no complete los estudios de conducción nerviosa.

VARIABLES

Definición operacional de las variables

Nombre de la variable	Definición operacional	Nivel de medición
Estudios de conducción motora		
Latencia distal	Se medirá en la deflexión inicial del potencial de acción muscular compuesto (PAMC) de la línea basal con el estímulo distal.	Milisegundos (ms).
Latencia proximal	Se medirá en la deflexión inicial del PAMC de la línea basal con el estímulo proximal.	Milisegundos (ms)
Amplitud	Se medirá desde la línea basal al pico negativo del PAMC.	Milivolts (mV).
Duración	Se medirá de la deflexión inicial de la línea basal del PAMC hasta el primer cruce de esta línea (es decir, la duración del pico negativo).	Milisegundos (ms).

Velocidad de conducción	Se calculará de la siguiente manera: (distancia entre el sitio de estímulo proximal y distal) dividida por (latencia proximal – latencia distal).	Metros por segundo (m/s).
Estudios de conducción sensitiva		
Latencia inicial	Se medirá en la deflexión negativa inicial de la línea basal para los potenciales de acción nervioso sensitivo (PANS) bifásicos o al pico positivo inicial para los PANS trifásicos.	Milisegundos (ms).
Latencia pico	Se medirá en el punto medio del primer pico negativo del PANS.	Milisegundos (ms).
Amplitud	Se medirá de la línea basal al pico negativo del PANS.	Microvolts (μ V).
Duración	Se medirá de la latencia inicial a la latencia pico del PANS.	Milisegundos (ms).
Velocidad de conducción	Se calculará de la siguiente manera: (distancia entre el sitio de estímulo y el electrodo de registro) dividida por (latencia distal).	Metros por segundo (m/s).
Respuesta F		
Latencia mínima	Será la onda F con la menor latencia en el punto donde sale de la línea basal, ya sea una deflexión positiva o negativa.	Milisegundos (ms).

Latencia máxima	Será la onda F con la mayor latencia en el punto donde sale de la línea basal, ya sea una deflexión positiva o negativa.	Milisegundos (ms).
Latencia promedio	Será el promedio de todas las latencias mínimas de las ondas F evocadas.	Milisegundos (ms).
Persistencia de la onda F	Será el porcentaje de ondas F obtenida con 16 estímulos.	Porcentaje (%).
Reflejo H		
Latencia mínima	Será el reflejo H con la menor latencia en el punto donde sale de la línea basal, ya sea una deflexión positiva o negativa.	Milisegundos (ms).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se generaron datos descriptivos de las variables sociodemográficas y clínicas de interés. Se calcularon medidas de resumen y variabilidad (media, desviación estándar, mediana y percentiles) para comparar con los valores de referencia utilizados regularmente.

PROCEDIMIENTO

Se invitaron a participar sujetos sanos de 18 a 40 años de edad residentes de especialidades médicas y rotantes de los diferentes servicios del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.

Una vez que el sujeto aceptó participar en el estudio, se verificó la hoja de criterios de exclusión donde se registró una exploración neurológica (anexo 1). Los sujetos que cumplieron criterios de inclusión y exclusión firmaron una carta de consentimiento informado (anexo 2) y en estos se procedió a realizar los estudios.

Se anotó la edad y el sexo de cada sujeto, se realizaron mediciones de peso y estatura. Se midió la longitud de las extremidades superiores con el sujeto en posición anatómica, desde el pliegue cutáneo distal de la muñeca en su cara ventral hasta el acromion. Las extremidades inferiores se midieron por la parte lateral de la extremidad, desde el maléolo externo hasta la espina ilíaca anterosuperior.

Todos los estudios de conducción nerviosa (ECN) y respuestas tardías se realizaron en un equipo Viking Select. La configuración de los filtros de baja y alta fue de 3 Hz y 10 kHz para los estudios de conducción motora y de 20 Hz y 2 kHz para los estudios de conducción sensitiva, respectivamente. Los estudios se realizaron en horas del turno vespertino entre 14 y 18 hrs a temperatura ambiente.

Los ECN motora se realizaron utilizando un montaje vientre-tendón estándar. Para el nervio mediano el electrodo de registro se colocó en el vientre del músculo abductor pollicis brevis (eminencia tenar lateral), el electrodo de referencia se colocó sobre la primera articulación metacarpofalángica, estimulando a nivel de la muñeca (en un punto medio a nivel de la cara ventral de la muñeca entre los tendones del flexor carpi radialis y palmaris longus) y en la fosa antecubital (sobre el pulso de la arteria braquial). Para el nervio cubital el electrodo de registro se colocó sobre el vientre del músculo abductor digiti minimi, el electrodo de referencia sobre la articulación metacarpofalángica del dedo meñique, estimulando a nivel de la muñeca (muñeca medial, adyacente al tendón del flexor carpi ulnaris) y en el codo (a nivel del canal cubital). Para el nervio tibial el electrodo activo se colocó 1 cm proximal y 1 cm inferior a la tuberosidad navicular para registro del músculo abductor hallucis brevis, el electrodo de referencia sobre la articulación metatarsfalángica del primer dedo, estimulando en el tobillo medial (por arriba y posterior al maléolo medial) y en la fosa

poplítea (en la parte media posterior de la rodilla sobre el pulso poplíteo). Para el nervio peroneo con registro sobre el músculo extensor digitorum brevis el electrodo activo se colocó en la región lateral y dorsal del pie sobre el vientre del músculo, el electrodo de referencia distalmente sobre la articulación metatarsfalángica del quinto dedo, estimulando en el tobillo anterior (ligeramente lateral al tendón del tibialis anterior) y a nivel de la cabeza fibular. Todos estos registros con una distancia del electrodo activo al sitio de estímulo de 8 cm. Se midió latencia distal, latencia proximal, amplitud, duración y la velocidad de conducción.

Se obtuvo la onda F para cada nervio motor utilizando la misma localización de los electrodos que para los ECN motores. Se midió la latencia mínima, máxima y promedio de la F registrando dieciséis estímulos supramáximos, y la persistencia de la misma (número de ondas F obtenidas por el número de estímulos, expresado en porcentaje). Se registró también el reflejo H del nervio tibial con el electrodo de registro sobre el músculo soleus, el electrodo de referencia sobre el tendón de Aquiles y estimulando a nivel de la fosa poplítea. Se midió la latencia de la onda H con un total de diez estímulos.

Todos los ECN sensitivos se realizaron utilizando una técnica antidrómica. Para el nervio mediano se utilizaron electrodos de anillo (electrodo activo) en el dedo índice colocados a nivel de la articulación metacarpofalángica, el electrodo de referencia se colocó 3-4 cm distales a nivel de la articulación interfalángica distal, y el sitio de estímulo se realizó a 14 cm en un punto medio de la cara ventral de la muñeca entre los tendones del flexor carpi radialis y el palmaris longus. Para el nervio cubital se colocó el electrodo de anillo en el dedo meñique a nivel de la articulación metacarpofalángica, el electrodo de referencia se colocó 3-4 cm distales a nivel de la articulación interfalángica distal, y el sitio de estímulo se realizó a 14 cm en la muñeca medial, adyacente al tendón del flexor carpi ulnaris. Para el nervio sural se colocó el electrodo activo posterior al maléolo lateral, el electrodo de referencia 3-4 cm distales, y el sitio de estímulo fue en la parte posterolateral de la pierna a 14 cm proximales.

Para todos los nervios se obtuvo un potencial de acción nervioso sensitivo (PANS) supramáximo. Se determinó la latencia inicial, latencia pico, amplitud, duración y la velocidad de conducción.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

La técnica empleada en el estudio es considerada en la categoría de investigación con riesgo mínimo. Los estudios de conducción nerviosa no suponen un riesgo para la vida ni para la función.

Todo sujeto incluido en el estudio firmó el consentimiento informado. Se les dio a los sujetos información verbal y escrita para su consentimiento en la participación del estudio. Los sujetos participaron de forma voluntaria, no hubo remuneración económica alguna ni de ningún otro tipo.

RESULTADOS

Un total de 25 estudios se realizaron durante los meses de junio y julio de 2013. Trece sujetos fueron hombres y 12 mujeres. Los rangos de edad variaron entre 19 y 35 años con un promedio (\pm desviación estándar, DE) de 28.2 (\pm 4.5). Veintitrés sujetos fueron mexicanos (92%) y 2 extranjeros (8%). Los sujetos participantes tuvieron un rango de peso entre 47 y 120 kg, con un promedio de 74 (\pm 17.4) kg. La estatura se encontró entre 1.53 y 1.88 metros (m), con un promedio de 1.68 (\pm 0.09) m. En la tabla 1 se muestran sus características basales.

Tabla 1. Características de los pacientes

Sexo	Masculino 13 (52%) Femenino 12 (48%)
Edad (años)	28.2 \pm 4.5 (mínima 19, máxima 35)
Nacionalidad	Mexicanos 23 (92%) Extranjeros 2 (8%)
Peso (kg)	74 \pm 17.4 (mínimo 47, máximo 120)
Estatura (metros)	1.68 \pm 0.09 (mínima 1.53, máxima 1.88)
Longitud de extremidad superior (cm)	59.5 \pm 4.2 (mínima 54, máxima 68)
Longitud de extremidad inferior (cm)	92.7 \pm 6.5 (mínima 78, máxima 105)

Todos los estudios de conducción nerviosa motora y sensitiva, así como las ondas F, se obtuvieron en todos los pacientes estudiados, por lo que se evaluaron un total de 50 nervios para cada parámetro medido. En el reflejo H no se obtuvo respuesta de forma bilateral en un sujeto y en otros dos no se obtuvieron respuestas de forma unilateral, por lo que se evaluaron un total de 46 nervios en este rubro.

Para los estudios de conducción nerviosa la latencia distal promedio (\pm DE) fue de 3.3 \pm 0.4 ms, 2.7 \pm 0.2 ms, 3.8 \pm 0.5 ms y 4.6 \pm 1.4 ms para los nervios mediano,

cubital, tibial y peroneo, respectivamente. La duración del potencial de acción muscular compuesto (PAMC) fue de 6.1 ± 0.8 ms, 6.2 ± 0.9 ms, 5.8 ± 0.9 ms y 5.9 ± 0.8 ms para los mismos nervios de forma respectiva. La amplitud del nervio mediano fue de 12.1 ± 3.4 mV, para el cubital de 10.3 ± 1.7 mV, para el tibial 15.2 ± 4.5 mV y para el peroneo 7.6 ± 3.0 mV. Las velocidades de conducción nerviosa (VCN) fueron de 61.6 ± 5.3 metros/segundo (m/s), 63.7 ± 4.7 m/s, 49.1 ± 4.9 m/s y 51.7 ± 5.9 m/s para los nervios mediano, cubital, tibial y peroneo, de forma respectiva. Ver tabla 2.

Tabla 2. Estudios de conducción nerviosa motora

Nervio	Latencia distal (ms)	Latencia proximal (ms)	Duración (ms)	Amplitud (mV)	VCN (m/s)
Mediano	3.3 ± 0.4 (4.2) □	7.3 ± 0.7 (8.8) □	6.1 ± 0.8	12.1 ± 3.4	61.6 ± 5.3 (51.1)**
Cubital	2.7 ± 0.2 (3.2)	6.2 ± 0.6 (7.4)	6.2 ± 0.9	10.3 ± 1.7	63.7 ± 4.7 (54.3)
Tibial	3.8 ± 0.5 (4.8)	11.5 ± 2.1 (15.6)	5.8 ± 0.9	15.2 ± 4.5	49.1 ± 4.9 (39.3)
Peroneo	4.6 ± 1.4 (7.3)	10.5 ± 1.5 (13.4)	5.9 ± 0.8	7.6 ± 3.0	51.7 ± 5.9 (39.8)

*Promedio \pm desviación estándar (DE).

□ Límite superior de lo normal, calculado como el promedio + 2 DE.

**Límite inferior de lo normal, calculado como el promedio - 2 DE.

La diferencia promedio de la latencia distal lado a lado (\pm DE) para los nervios motores fue de 0.2 ± 0.3 ms, 0.0 ± 0.2 ms, 0.2 ± 0.3 ms y 0.2 ± 0.6 ms, para los nervios mediano, cubital, tibial y peroneo. Las diferencias de velocidad de conducción lado a lado fueron de 0.1 ± 6.7 m/s, 0.4 ± 4.8 m/s, 0.2 ± 3.6 m/s y 0.4 ± 4.4 m/s para los mismos nervios de forma respectiva. Ver tabla 3.

Tabla 3. Diferencias lado a lado (nervios motores)

Nervio	Diferencia de latencia distal lado-lado (ms)	Diferencia de VCN lado-lado (m/s)
Mediano	0.2 ± 0.3 (0.9)□	0.1 ± 6.7 (13.6)□
Cubital	0.0 ± 0.2 (0.4)	0.4 ± 4.8 (10.0)
Tibial	0.2 ± 0.3 (0.8)	0.2 ± 3.6 (7.3)
Peroneo	0.2 ± 0.6 (1.5)	0.4 ± 4.4 (9.1)

***Promedio ± desviación estándar (DE).**

□ **Límite superior de lo normal, calculado como el promedio + 2 DE.**

En los estudios de conducción sensitiva la latencia inicial promedio (± DE) para el nervio mediano, cubital y sural fue 2.2 ± 0.2 ms, 2.4 ± 0.2 ms y 2.6 ± 0.2 ms, de forma respectiva. La latencia pico promedio (± DE) fue 2.9 ± 0.2 ms, 3.0 ± 0.3 ms y 3.3 ± 0.3 ms, para los mismos nervios respectivamente. La duración del potencial de acción nervioso sensitivo (PANS) para el nervio mediano fue de 0.6 ± 0.1 ms, para el nervio cubital 0.6 ± 0.1 ms y para el sural de 0.7 ± 0.1 ms. La amplitud fue de 66.5 ± 17.8 µV, 50.4 ± 19.7 µV y 24.8 ± 7.4 µV, y las VCN fueron de 62.6 ± 4.3 m/s, 59.2 ± 4.4 m/s y 54.6 ± 4.9 m/s, para los nervios mediano, cubital y sural, de forma respectiva. Ver tabla 4.

Tabla 4. Estudios de conducción nerviosa sensitiva

Nervio	Latencia inicial (ms)	Latencia pico (ms)	Duración (ms)	Amplitud (μV)	VCN (m/s)
Mediano	2.2 \pm 0.2 (2.6) \square	2.9 \pm 0.2 (3.3) \square	0.6 \pm 0.1	66.5 \pm 17.8	62.6 \pm 4.3 (54.0)**
Cubital	2.4 \pm 0.2 (2.7)	3.0 \pm 0.3 (3.5)	0.6 \pm 0.1	50.4 \pm 19.7	59.2 \pm 4.4 (50.3)
Sural	2.6 \pm 0.2 (3.1)	3.3 \pm 0.3 (3.9)	0.7 \pm 0.1	24.8 \pm 7.4	54.6 \pm 4.9 (44.8)

*Promedio \pm desviación estándar (DE).

\square Límite superior de lo normal, calculado como el promedio + 2 DE.

**Límite inferior de lo normal, calculado como el promedio - 2 DE.

La diferencia promedio de latencia inicial lado a lado (\pm DE) fue de 0.0 \pm 0.2 ms para el nervio mediano, de 0.0 \pm 0.2 ms para el nervio cubital y de 0.0 \pm 0.2 ms para el nervio sural. En cuanto a la diferencia lado a lado en la VCN para el nervio mediano fue de 0.9 \pm 4.4 m/s, para el nervio cubital fue de 0.6 \pm 3.9 m/s y para el sural de 1.0 \pm 4.8 m/s. Ver tabla 5.

Tabla 5. Diferencias lado a lado (nervios sensitivos)

Nervio	Diferencia de latencia inicial lado-lado (ms)	Diferencia de latencia pico lado-lado (ms)	Diferencia de VCN lado-lado (m/s)
Mediano	0.0 \pm 0.2 (0.3) \square	0.0 \pm 0.2 (0.3) \square	0.9 \pm 4.4 (9.7) \square
Cubital	0.0 \pm 0.2 (0.4)	0.1 \pm 0.2 (0.5)	0.6 \pm 3.9 (8.5)
Sural	0.0 \pm 0.2 (0.4)	0.0 \pm 0.3 (0.6)	1.0 \pm 4.8 (10.5)

***Promedio \pm desviación estándar (DE).**

□ Límite superior de lo normal, calculado como el promedio + 2 DE.

La latencia mínima (\pm DE) de la onda F para el nervio mediano fue de 24.7 ± 3.0 ms, para el nervio cubital de 24.6 ± 2.1 ms, para el nervio tibial 45.8 ± 3.8 ms y para el peroneo de 44.2 ± 4.0 ms. El límite inferior de lo normal de persistencia de la onda F calculado como el promedio - 2 DE fue para el nervio mediano de 65.8%, para el nervio cubital de 87.6%, para el nervio tibial de 98.2% y para el peroneo de 12.5%. Ver tabla 6.

Tabla 6. Onda F

Nervio	Latencia mínima (ms)	Latencia máxima (ms)	Latencia promedio (ms)	Persistencia (%)
Mediano	24.7 ± 3.0 (30.7)□	28.0 ± 2.7 (33.4)□	25.8 ± 2.0 (29.8)□	92 ± 13.1 (65.8)**
Cubital	24.6 ± 2.1 (28.7)	27.8 ± 2.5 (32.8)	26.0 ± 2.2 (30.3)	97.9 ± 5.1 (87.6)
Tibial	45.8 ± 3.8 (53.3)	50.3 ± 4.0 (58.4)	47.9 ± 4.0 (55.8)	99.9 ± 0.8 (98.2)
Peroneo	44.2 ± 4.0 (52.2)	49.2 ± 4.9 (59.1)	46.7 ± 4.3 (55.2)	60.8 ± 24.1 (12.5)

***Promedio \pm desviación estándar (DE).**

□ Límite superior de lo normal, calculado como el promedio + 2 DE.

****Límite inferior de lo normal, calculado como el promedio - 2 DE.**

La diferencia lado a lado promedio en la onda F (\pm DE) para el nervio mediano fue de 0.4 ± 0.6 ms, para el cubital de 0.2 ± 0.6 ms, para el tibial de 0.0 ± 0.9 ms y para el peroneo de 0.4 ± 2.0 ms. Ver tabla 7.

Tabla 7. Diferencia lado-lado (onda F)

Nervio	Diferencia lado-lado (ms)
Mediano	0.4 ± 0.6 (1.5) □
Cubital	0.2 ± 0.6 (1.3)
Tibial	0.0 ± 0.9 (1.8)
Peroneo	0.4 ± 2.0 (4.5)

***Promedio ± desviación estándar (DE).**

□ **Límite superior de lo normal, calculado como el promedio + 2 DE.**

El reflejo H tuvo una latencia mínima (± DE) de 27.7 ± 2.1 ms, con una diferencia lado a lado promedio (± DE) de 0.2 ± 0.6 ms. Ver tabla 8.

Tabla 8. Reflejo H

Nervio	Latencia mínima (ms)	Diferencia izquierda-derecha (ms)
Tibial	27.7 ± 2.1 (31.8) □	0.2 ± 0.6 (1.4) □

***Promedio ± desviación estándar (DE).**

□ **Límite superior de lo normal, calculado como el promedio + 2 DE.**

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio de forma general son muy similares a los obtenidos en la literatura global (8, 14-19).

En los estudios de conducción motora las latencias distales en extremidades superiores son menores que las de las extremidades inferiores. Únicamente llama la atención la latencia distal del nervio tibial que se encontró discretamente más corta que la reportada comúnmente (29). Esto puede deberse a la edad de los sujetos estudiados, que son más jóvenes que la mayoría de las series reportadas, ya que en la mayoría de los estudios se incluyen pacientes con un amplio rango de edades. En las latencias proximales es más notorio este fenómeno debido a que existe una mayor distancia entre los dos puntos de estímulo por la longitud de las extremidades. La duración es muy similar en los cuatro nervios motores. En cuanto a las amplitudes el nervio que mostró la menor fue el peroneo, llamando la atención nuevamente la amplitud del nervio tibial que es mucho mayor que la reportada en algunas bibliografías (32). Igualmente esto puede deberse a la edad. Las velocidades de conducción son mayores para las extremidades superiores en comparación con las inferiores, lo cual se debe probablemente a una conducción más lenta en axones más largos

Los cuatro nervios motores mostraron diferencias lado a lado en cuanto a latencia y velocidad de conducción nerviosa (VCN) muy similares.

En los estudios de conducción nerviosa la latencia más corta fue para el nervio mediano y la más larga para el nervio sural, sin grandes diferencias entre los tres nervios. La duración de los potenciales de acción nervioso sensitivos son muy cortas, sin embargo, esto se debe a estamos midiendo únicamente la mitad del potencial de acción nervioso sensitivo, ya que la medición que se realizó fue de la latencia inicial a la latencia pico, sin tomar en cuenta la segunda mitad del potencial. Esta medición se decidió realizar de esta forma ya que es como se realiza de forma habitual en nuestro

servicio, además de que en ocasiones el final del potencial de acción nervioso sensitivo es muy difícil de marcar de forma precisa. Las amplitudes son mayores que las reportadas en la mayoría de las series (29, 32), pero igualmente este puede ser un hallazgo relacionado con la edad de los sujetos.

Las diferencias lado a lado en cuanto a latencia distal, latencia pico y VCN son muy similares en los tres nervios evaluados.

La latencia mínima, máxima y promedio para la onda F como es de esperarse fue más corta en los nervios motores de las extremidades superiores en comparación con las inferiores. Estas latencias de forma global son discretamente menores que las reportadas en algunas series (5), lo cual es un fenómeno seguramente relacionado con la menor estatura de nuestra población con respecto a otras. La mayor persistencia de la onda F la presentó el nervio tibial y la menor el nervio peroneo. En cuanto a la diferencia lado a lado el nervio mediano, cubital y tibial tuvieron cifras muy similares, siendo el nervio peroneo el que tuvo la mayor diferencia.

En cuanto a la latencia mínima de la onda H, igualmente encontramos datos ligeramente inferiores con respecto a la literatura referida (5), lo cual al igual que la onda F está debe estar en relación con la menor estatura de los sujetos de nuestra población. La diferencia lado a lado en la latencia del reflejo H fue similar a la reportada.

Es importante señalar que el tamaño de la muestra no es muy grande en el presente estudio, sin embargo, podría ampliarse a futuro con fines de obtener resultados más representativos.

CONCLUSIONES

Los estudios de conducción nerviosa en el laboratorio de Neurofisiología Clínica del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía muestran valores muy similares a los reportados en la literatura global.

REFERENCIAS

1. Daube JR. Nerve conduction studies. En Aminoff MJ: *Electrodiagnosis in Clinical Neurology*. 5 ed. Elsevier, Philadelphia, 2005; 285-298.
2. Dyck PJ, Karnes JL, O'Brien PC et al: The Rochester Diabetic Neuropathy Study: reassessment of tests and criteria for diagnosis and staged severity. *Neurology*, 42:1164, 1992.
3. Kimura J. Principles and variations of nerve conduction studies. En Kimura J: *Electrodiagnosis in Diseases of Nerve and Muscle: principles and practice*. 3 ed. Oxford University Press, New York, 2001: 92-93.
4. Litchy WJ, Phillips LH, Shields RW: Motor nerve conduction studies. *American Academy of Neurology*, 49th Annual Meeting, Boston, MA, 1997.
5. Preston DC, Shapiro BE. Late Responses. En Preston DC, Shapiro BE: *Electromyography and Neuromuscular Disorders*. 2 ed. Elsevier, Philadelphia, 2005; 47-58.
6. Fisher MA, Hoffen B, Hultman C. Normative F wave values and the number of recorded F waves. *Muscle Nerve* 1994;17:1185-9.
7. Dengler R, Kossev A, Wohlfahrt K, Schubert M, Elek J, Wolf W. F waves and motor unit size. *Muscle Nerve* 1992;15:1138-42.
8. Stetson DS, Albers JW, Silverstein BA et al: Effects of age, sex, and anthropometric factors on nerve conduction measures. *Muscle Nerve*, 15:1095, 1992.
9. Phillips LH: Pitfalls in nerve conduction studies: temperature and distance measurement. In Kimura J, Shibasaki H (eds): *Recent Advances in Clinical Neurophysiology*. Elsevier, Amsterdam, 1996.
10. Bromberg MB, Jaros L: Symmetry of normal motor and sensory nerve conduction measurements. *Muscle Nerve*, 21:498, 1998.

11. Salerno DF, Franzblau A, Werner RA et al: Median and ulnar nerve conduction studies among workers: normative values. *Muscle Nerve*, 21:999, 1998.
12. Rivner MH, Swift TR, Malik K: Influence of age and height on nerve conduction. *Muscle Nerve*, 24:1134, 2001.
13. Campbell WW, Robinson LR. Deriving reference values in electrodiagnostic medicine. *Muscle Nerve* 1993;16:424–428.
14. Horowitz S, Krarup C. Conduction studies of the normal sural nerve. *Muscle Nerve* 1992;15:374–383.
15. O'Brien PC, Dyck PJ. Procedures for seeking normal values. *Neurology* 1995;45:17–23.
16. Buschbacher RM. Median nerve motor conduction to the abductor pollicis brevis. *Am J Phys Med Rehabil* 1999;78:S1–8.
17. Tong HC, Werner RA, Franzblau A. Effect of aging on sensory nerve conduction study parameters. *Muscle Nerve* 2004;29:716–720.
18. Trojaborg WT, Moon A, Andersen BB, Trojaborg NS. Sural nerve conduction parameters in normal subjects related to age, gender, temperature, and height: a reappraisal. *Muscle Nerve* 1992;15:666–671.
19. Nobrega JA, Pinheiro DS, Manzano GM, Kimura J. Various aspects of F-wave values in a healthy population. *Clin Neurophysiol* 2004;115:2336–2342.
20. Campbell WW, Ward LC, Swift TR. Nerve conduction velocity varies inversely with height. *Muscle Nerve* 1981;4:520–523.
21. Robinson LR, Rubner DE, Wahl PW, Fujimoto WY, Stolov WC. Influences of height and gender on normal nerve conduction studies. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74:1134–1138.
22. Soudmand R, Ward C, Swift TR. Effect of height on nerve conduction velocity. *Neurology* 1982;32:407–410.

23. Bolton CF, Carter KM. Human sensory nerve compound action potential amplitude: variation with sex and finger circumference. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1980;43:925–928.
24. Jusic A, Baraba R, Bogunovic A. H-reflex and F-wave potentials in leg and arm muscles. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1995;35:471–478.
25. Panayiotopoulos CP, Scarpalezos S, Nastas PE. F-wave studies on the deep peroneal nerve. Part 1. Control subjects. *J Neurol Sci* 1977;31:319–329.
26. Hennessey WJ, Falco FJ, Braddom RL. Median and ulnar nerve conduction studies: normative data for young adults. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75:259–264.
27. Buschbacher R. Body mass index effect on common nerve conduction study measurements. *Muscle Nerve* 1998;21:1398–1404.
28. Buschbacher RM. Sural and saphenous 14-cm antidromic sensory nerve conduction studies. *Am J Phys Med Rehabil* 2003;82:421–426.
29. Benatar M, Wu J, Peng L. Reference data for commonly used sensory and motor nerve conduction studies. *Muscle Nerve*. 2009 Nov;40(5):772-94.
30. Deuschl G, Eisen A. Recommendations for the practice of clinical neurophysiology: guidelines of the International Federation of Clinical Neurophysiology. *Electroencephal Clin Neurophysiol* 1999;(Suppl 52):219.
31. Bolton CF, Benstead TJ, Grand'Maison F, Tardif GS, Weston LE. Minimum standards for electromyography in Canada: a statement of the Canadian Society of Clinical Neurophysiologists. *Can J Neurol Sci* 2000;27:288–291.
32. Kimura J. Assessment of individual nerves. En Kimura J: *Electrodiagnosis in Diseases of Nerve and Muscle: principles and practice*. 3 ed. Oxford University Press, New York, 2001: 130-167.

ANEXO 1: HOJA DE CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Síntomas sensitivos (parestesias, adormecimiento, dolor neuropático) o motores (debilidad) en extremidades superiores o inferiores	Si () No ()
Antecedente de ingesta de más de 2 bebidas alcohólicas por día por un período de más de 4 semanas	Si () No ()
Antecedente de neuropatía de cualquier tipo o radiculopatía	Si () No ()
Antecedente de exposición a medicamentos neurotóxicos	Si () Nombre del medicamento: No ()
Antecedente de diabetes mellitus o intolerancia a la glucosa	Si () No ()
Antecedente de enfermedad tiroidea, renal o hepática	Si () No ()
Antecedente de enfermedad autoinmune (lupus eritematoso sistémico, artritis reumatoide u otra)	Si () No ()
Antecedente de cáncer	Si () No ()
Antecedente de infección por VIH	Si () No ()
/Antecedente familiar de neuropatía hereditaria	Si () No ()
Anormalidades en la sensibilidad, fuerza muscular y/o reflejos en la exploración neurológica	Si () No () Describir en caso de ser anormal:



ANEXO 2: CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Los estudios de conducción nerviosa son una de las principales herramientas en la evaluación de los pacientes con trastornos neuromusculares, es decir, las enfermedades del nervio y músculo. No existen en México ni en el servicio de neurofisiología clínica del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía estudios que muestren valores en población sana.

Por esta razón se le invita a participar en este estudio titulado:

“Estudios de conducción nerviosa en sujetos sanos de 18 a 40 años”.

Que será llevado a cabo en este hospital “Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía”. En este estudio a usted se le realizarán diversas pruebas que consisten en dar una serie de estímulos eléctricos en sus extremidades para obtener el registro de los estudios de conducción nerviosa. Es importante mencionar que esta serie de estímulos eléctricos no conllevan ningún riesgo para su salud, únicamente pudiendo llegar a ocasionar dolor. Los estudios realizados serán completamente gratuitos. Los resultados obtenidos serán muy importantes para obtener valores que sirvan de guía en la interpretación de los estudios de conducción nerviosa en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, y con esto poder brindar una mejor atención a los pacientes de esta institución.

En caso de estar de acuerdo en participar en el estudio: *“Autorizo a los médicos y equipo de investigación para incluirme en dicho proyecto y puedo decidir interrumpir el estudio en cualquier momento sin tener que dar justificación alguna”*. Todos los datos obtenidos serán estrictamente confidenciales para fines de este estudio.

Por medio de la presente, certifico que he sido informado ampliamente y a mi entera satisfacción por el (la) Dr(a) _____ del servicio de Neurofisiología Clínica del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.

Nombre y firma del paciente

Nombre y firma del médico responsable

Testigo 1

Testigo 2

Lugar y fecha _____