

Estandarización de parámetros electrofisiológicos en estudios de neuroconducción y respuestas tardías en miembros pélvicos en sujetos adultos sanos en la UMFRSXXI 2010



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DELEGACIÓN SUR DEL DISTRITO FEDERAL
JEFATURA DE PRESTACIONES MÉDICAS
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI
DIRECCIÓN
COORDINACIÓN CLÍNICA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD
"UNIDAD CERTIFICADA POR EL CONSEJO DE SALUBRIDAD GENERAL"

**ESTANDARIZACIÓN DE PARÁMETROS ELECTROFISIOLÓGICOS
EN ESTUDIOS DE NEUROCONDUCCIÓN Y RESPUESTAS
TARDÍAS DEL MIEMBRO PÉLVICO EN SUJETOS ADULTOS
SANOS EN LA UMFRSXXI 2010**

TESIS DE POSGRADO
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN

P R E S E N T A

DRA. ALEJANDRA BORAU GARCÍA

ASESORES: DRA. ILIANA DE LA TORRE GUTIÉRREZ
DRA. GEORGINA HERNÁNDEZ CORDERO
DRA. MARÍA DEL CARMEN ROJAS SOSA



MÉXICO, D. F.

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DELEGACIÓN SUR DEL DISTRITO FEDERAL
JEFATURA DE PRESTACIONES MÉDICAS
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI
DIRECCIÓN
COORDINACIÓN CLÍNICA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD
“UNIDAD CERTIFICADA POR EL CONSEJO DE SALUBRIDAD GENERAL”

Título:

“ESTANDARIZACIÓN DE PARÁMETROS ELECTROFISIOLÓGICOS EN ESTUDIOS DE NEUROCONDUCCIÓN Y RESPUESTAS TARDÍAS DEL MIEMBRO PÉLVICO EN SUJETOS ADULTOS SANOS EN LA UMFRSXXI 2010”

Investigador principal:

ALEJANDRA BORAU GARCÍA

Residente de tercer año de la especialidad de Medicina de Rehabilitación

Asesores de materia:

DRA. ILIANA DE LA TORRE GUTIÉRREZ

Médico especialista en Medicina de Rehabilitación, Jefe de consulta externa turno matutino de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI

DRA. GEORGINA HERNÁNDEZ CORDERO

Médico especialista en Medicina de Rehabilitación, Médico adscrito al servicio de neurofisiología de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI

Asesor metodológico:

DRA. MARÍA DEL CARMEN ROJAS SOSA

Médico especialista en audiología y otoneurología

Médico adscrito al servicio de Comunicación Humana de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XXI**

HOJA DE AUTORIZACIÓN

DR. MARIO IZAGUIRRE HERNÁNDEZ

Médico especialista en audiología y otoneurología
Director Médico de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI

DR. JAIME ALFREDO CASTELLANOS ROMERO

Médico especialista en Medicina de Rehabilitación
Subdirector Médico de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI

DRA. ANGÉLICA ELIZABETH GARCÍA PÉREZ

Médico especialista en Medicina de Rehabilitación
Encargado de la Coordinación Clínica en Educación e Investigación en Salud de la
Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI

HOJA DE AUTORIZACIÓN DE ASESORES

DRA. ILIANA GUADALUPE DE LA TORRE GUTIÉRREZ

Médico especialista en Medicina de Rehabilitación
Jefe de consulta externa turno matutino de la Unidad de Medicina Física y
Rehabilitación Siglo XXI

DRA. GEORGINA HERNÁNDEZ CORDERO

Médico especialista en Medicina de Rehabilitación
Medico adscrito al laboratorio de neurofisiología de la Unidad de Medicina Física y
Rehabilitación Siglo XXI

DRA. MARÍA DEL CARMEN ROJAS SOSA

Médico especialista en audiología y otoneurología
Médico adscrito al servicio de Comunicación Humana de la Unidad de Medicina Física
y Rehabilitación Siglo XXI

DEDICATORIA

A MI FAMILIA QUE ME HA DADO SU APOYO INCONDICIONAL
EN TODOS LOS PROYECTOS QUE HE EMPRENDIDO EN MI VIDA

A FIMAPIZE QUIENES ME ENSEÑARON QUE LA AMISTAD
ES EL TESORO MÁS GRANDE DE ESTE UNIVERSO

A MIS HERMANAS DE RESIDENCIA: KARLA, ITZEL, CLAUDIA, ERI, MARY, HELEN,
ADRIANA, ANA LUISA, GABY, JANETH Y DIANA CON QUIENES ESTARÉ
ETERNAMENTE EN DEUDA POR SU AMISTAD Y APOYO INCONDICIONAL

AGRADECIMIENTOS

AGRADEZCO A TODO EL PERSONAL DE LA UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SIGLO XII POR ABRIRME LAS PUERTAS Y PERMITIRME FORMAR PARTE DE ESTA FAMILIA

AGRADEZCO AL DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN POR SIEMPRE BRINDARME ORIENTACIÓN Y APOYO EN ESTE ARDUO CAMINO DE AUTO-SUPERACIÓN, ESPECIALMENTE A LA DRA. BEATRIZ GONZÁLEZ CARMONA QUIEN SE CONVIRTIÓ EN UN EJEMPLO A SEGUIR, A LA DRA. ANGÉLICA ELIZABETH GARCÍA QUIEN SIEMPRE ME BRINDO UN CONSEJO EN TIEMPOS DIFÍCILES Y A LA DRA. GRISEL LUPERCIO POR SU TIEMPO Y DEDICACIÓN HACIA LA ENSEÑANZA.

AGRADEZCO A LA DRA. MARÍA DEL CARMEN ROJAS, DRA. ILIANA DE LA TORRE, DRA. GEORGINA HERNÁNDEZ Y DRA. ANGÉLICA ELIZABETH GARCÍA POR SU TIEMPO Y ASESORÍA EN LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO.

AGRADEZCO A MIS PROFESORES CLÍNICOS POR ENSEÑARME CON DEDICACIÓN Y PACIENCIA LO QUE IMPLICA EL MUNDO DE LA REHABILITACIÓN.

AGRADEZCO A MIS PROFESORES DE ELECTRODIAGNÓSTICO ESPECIALMENTE A LA DRA. ILIANA DE LA TORRE, DRA. GEORGINA HERNÁNDEZ Y DRA. VERÓNICA RAMÍREZ POR SUS ENSEÑANZAS Y PACIENCIA DURANTE MIS ROTACIONES EN SUS CONSULTORIOS.

AGRADEZCO A LA DRA. MARÍA DEL CARMEN GUTIÉRREZ ARRIOLA POR TODO EL TIEMPO QUE COMPARTIMOS TRABAJANDO JUNTAS Y A LA DRA. CLAUDIA GUIZAR SÁNCHEZ POR TODA SU AYUDA Y APOYO PERO SOBRE TODO POR SU AMISTAD INCONDICIONAL.

AGRADEZCO A LA DRA. SALOME FERIA Y LA DRA. LILIANA LEÓN POR AYUDARME DE MANERA INCONDICIONAL A LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO

AGRADEZCO A MIS COMPAÑEROS R1, R2 Y R3 ASÍ COMO A LOS PACIENTES QUE ACCEDIERON A PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO

INDICE

Resumen	1
Introducción	2
Antecedentes	3
a. Información general de los estudios de neuroconducción	6
b. Anatomía de nervios evaluados en este estudio	10
b.1. Sural	10
b.2. Tibial	11
b.3. Peroneo	13
c. Estudios especiales	15
c.1. Onda F	15
c.2. Reflejo H	17
Justificación	20
Pregunta de investigación	21
Objetivos	22
Variables	23
Criterios de Selección	28
Tipo y diseño de estudio	29
Aspectos estadísticos	29
a. Muestreo	30
b. Tamaño de muestra	30
c. Análisis estadístico	30
Material y métodos	30
a. Sujetos	31
b. Procedimiento	31
Aspectos ético legales	40
Resultados	41
Discusión	65
Conclusiones	71
Referencias	72
Anexos	74
a. Carta de consentimiento informado	75
b. Historia clínica y hoja de recolección de datos demográficos	76
c. Hoja de recolección de datos de neuroconducciones	77
d. Tablas de referencia de valores normales de neuroconducciones	78

RESUMEN

ESTANDARIZACIÓN DE PARÁMETROS ELECTROFISIOLÓGICOS EN ESTUDIOS DE NEUROCONDUCCIÓN Y RESPUESTAS TARDÍAS DEL MIEMBRO PÉLVICO EN SUJETOS ADULTOS SANOS EN LA UMFRSXXI 2010

Dra. Borau-García A¹, Dra. De la Torre-Gutiérrez I¹, Dra. Hernández-Cordero G1, Dra. Rojas-Sosa MC². ¹Servicio de Neurofisiología y Consulta externa UMFRSXXI; ²Servicio de Comunicación Humana; Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI; IMSS, Delegación sur; México DF.

Introducción. Los estudios de neuroconducción sirven para evaluar la integridad de músculos y nervios. La interpretación depende de los valores de normalidad, por lo que existe la necesidad de que cada laboratorio de neurofisiología cuente con valores de referencia propios.

Objetivos: **1)** Medir la latencia, amplitud, área, duración y velocidad de neuroconducción de los potenciales de acción de nervio sural, peroneo sensorial y motor, y tibial; reflejo H de raíz S1 y onda F de tibial y peroneo. **2)** Comparar estos valores con los de la literatura.

Material y Métodos. Diseño: transversal, analítico. Lugar: laboratorio de electrodiagnóstico, UMFRSXXI. Sujetos: voluntarios sanos entre 20 y 60 años. **Procedimientos:** Evaluación clínica: descartar trastornos clínicos que afecten los registros. Estudios electrofisiológicos: potenciales de acción del nervio sural, tibial, peroneo motor y sensorial, reflejo H de raíz S1 y onda F de nervio tibial y peroneo. **Estadística:** tablas de promedios \pm 1 y 2 desviaciones estándar, pruebas Kruskal-Wallis y Spearman ($p < 0.05$).

Resultados: Los valores de neuroconducción de nervio sural, tibial, peroneo motor y sensorial fueron similares a los de la literatura ($p > 0.05$; Kruskal-Wallis). El Reflejo H de raíz S1 y las ondas F de nervio tibial y peroneo mostraron latencias menores a la reportadas por otros autores ($p > 0.05$; Kruskal-Wallis). No hubo diferencias entre valores por grupos de edad ($p > 0.05$; Kruskal-Wallis).

Conclusiones: Los valores encontrados en este trabajo no son estadísticamente diferentes a los descritos en la literatura. Estas pequeñas variaciones pueden ser importantes en los diagnósticos, por lo que es importante la estandarización en cada laboratorio de neurofisiología.

Palabras clave. Neuroconducción, nervio tibial, nervio peroneo, nervio sural, reflejo H, Onda F, estandarización.

INTRODUCCIÓN

Entre los estudios de electrodiagnóstico se encuentran los estudios de conducción nerviosa, la estimulación nerviosa repetitiva, las respuestas tardías, el reflejo de parpadeo y la electromiografía con electrodo de aguja. Todos estos estudios son utilizados frecuentemente para diagnosticar patologías del sistema nervioso periféricos incluyendo aquellas que afectan a la neuronas primarias (células del asta anterior), neuronas sensoriales (ganglio de la raíz dorsal), raíz nerviosa, plexos (braquial y lumbosacro), nervio periférico, unión neuromuscular y músculos.

Los estudios de electrodiagnóstico han demostrado ser de ayuda a los profesionales de la salud como una herramienta más para la integración diagnóstica y dependen de los valores de normalidad para ser interpretados. Factores demográficos y antropométricos como la edad, el peso y la talla puede ocasionar una variación en los valores electrofisiológicos sin ser patológicos; así mismo factores ambientales como la temperatura ha demostrado variaciones en los valores registrados. En base a esto, diversos autores han recomendado que cada laboratorio de neurofisiología cuente con sus parámetros de normalidad basados en las características étnicas y demográficas de la población que atiende.

En la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI no se cuenta con una estandarización de sus parámetros de normalidad para la población que atiende y utiliza valores anglosajones para su interpretación creando así posibles sesgos diagnósticos, es por esto que se ha decidió realizar la estandarización de valores de neuroconducción de nervio sural, tibial, peroneo, reflejo H de raíz S1 y onda F de nervio tibial y peroneo.

ANTECEDENTES

Los estudios de electrodiagnóstico (EDX) juegan un papel clave en la evaluación integral de los pacientes con desordenes neuromusculares¹. Entre estos estudios se encuentran los estudios de conducción nerviosa, la estimulación nerviosa repetitiva, las respuestas tardías, el reflejo de parpadeo y la electromiografía con electrodo de aguja².

El término electromiografía fue acuñado por Weddell y cols. en 1943 al realizar por primera ocasión la exploración clínica de los músculos mediante electrodos de aguja. Con el fin de minimizar la confusión terminológica entre clínicos y otros profesionales de la salud, la denominación de estudios de electrodiagnóstico o electromiografía se utilizan indistintamente para considerar de manera implícita el estudio electrofisiológico completo del nervio y el músculo mediante los estudio de conducción nervios y la evaluación con electrodo de aguja sin embargo el término para certero y que en realidad engloba ambos procedimientos es electroneuromiografía. Otros estudios como la prueba de estimulación nerviosa repetitiva, las respuestas tardía y reflejo de parpadeo se denominan estudios especiales^{3,4}.

La electromiografía convencional fue introducida por Adrian y Bronk en 1929 y uno de los primeros reportes clínicos del estudio de enfermedades neurológicas con este método lo realizo Weddell en 1944⁵.

En la práctica los estudios de electrodiagnóstico sirven como una extensión de la revisión clínica y del examen neurológico de los pacientes y siempre deben de considerarse como una ayuda diagnóstica equiparable con una radiografía^{2,3}.

Ya en 1961 Lambert listó varias razones por las cuales los estudios de neuroconducción son valiosos₆:

- Proveen evidencia objetiva de las anormalidades de la unidad motora en pacientes histéricos, simuladores o con lesiones de la neurona motora superior
- Identifican y localizan lesiones focales a lo largo de los nervios
- Identifican a las polineuropatías separándolas de las miopatías y de las lesiones de neurona motora
- Detecta varios desordenes en la transmisión neuromuscular
- Nos dan evidencia subclínica de algunas patologías (Charcot-Marie Tooth tipo I)
- Revela anomalías de nervios periféricos (Anastomosis de Martin-Gruber)

Como se mencionó anteriormente la electromiografía consta de un grupo de pruebas que suelen complementarias entre sí y son todas necesarias para establecer el diagnóstico final₃:

- a) Estudios de conducción nerviosa (ECN): Consiste en el estudio de la conducción de nervios sensitivos, motores y mixtos determinando las amplitudes, las áreas, las latencias distales y proximales así como las velocidades de conducción.
- b) Evaluación con electrodo de aguja: Consiste en la evaluación del potencial de inserción, actividad espontánea anormal al reposo, activación y morfología de los potenciales de acción de la unidad motora (PAUM) durante la actividad mínima y máxima.
- c) Estudios especiales: Son utilizados para complementar a los estudios de neuroconducción y cada uno se realiza en caso de sospecha de un trastorno neuromuscular específico. Dentro de estos estudios especiales encontramos la onda F, el reflejo H, los reflejos supraorbitarios, la estimulación nerviosa repetitiva, la EMG en fibra aislada, entre otros.

Los estudios de electromiografía son utilizados más frecuentemente para diagnosticar patologías del sistema nervioso periférico (Tabla 1). Esto incluye patologías que afecten a las neuronas primarias (células del asta anterior), neuronas sensoriales (ganglio de la raíz dorsal), raíz nerviosa, plexo braquial o lumbosacro, nervio periférico, unión neuromuscular y músculos^{1,2,7}.

Tabla 1. Desordenes del sistema nervioso periférico

Neuropatía motora	Esclerosis lateral amiotrófica Atrofia muscular espinal Polio Amiotrofia monomielica
Neuropatía sensitiva	Paranoplasicos Autoinmune Toxico Infeccioso
Radiculopatías	Hernia de disco Espondilosis Neoplasico Infeccioso Inflamatorios
Plexopatía	Inducido por radiación Neoplasicos Atrapamientos Diabetes Hemorragico Inflamatorio
Neuropatía	Atrapamientos Polineuropatias (desmielinizante o axonal) Mononeuritis multiple
Patologías de la unión neuromuscular	Misatenia gravis Síndrome miasténico de Lambert-Eaton Botulismo Toxico Congénito
Miopatías	Hereditarias (Distrofia muscular, congénitas, metabólicas) Adquiridas (Inflamatorias, tóxicas, endocrinas)

Preston DC, Shapiro BE. Approach to Nerve Conduction Studies and Electromyography. En: Electromyography and neuromuscular disorders: Clinical-electrophysiologic correlation. 2a ed. Estados Unidos: Elsevier, 2005. Pp 4.

INFORMACIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE NEUROCONDUCCIÓN

Los estudios de neuroconducción asumen que si un nervio es estimulado eléctricamente debe de ocurrir una respuesta en alguna parte del nervio⁸. En base a esto podemos decir que la finalidad del estudio de neuroconducción es valorar la habilidad del sistema nervioso periférico para conducir un impulso eléctrico⁹. El registro puede ser realizado a lo largo de nervios motores, sensitivos o mixtos colocando los electrodos de registro sobre un músculo distal, un nervio sensorial cutáneo o en el nervio mixto respectivamente, existiendo técnica específicas para la realización de la neuroconducción de cada nervio².

a) Estudios de conducción motora

Las respuestas motoras evalúa de manera indirecta el sistema nervioso periférico y típicamente la respuesta se encuentran en el rango de los mV por lo que se ven menos afectadas por el ruido eléctrico y otras alteraciones técnicas^{2,3}.

Las especificaciones del electromiógrafo para la realización de las conducciones motoras dependen del nervio a evaluar sin embargo de forma general son: sensibilidad de 1000 a 5000 μ V por división y duración de pulso de 200 μ s con una corriente de estímulo de 20 a 50 mA².

La integridad nerviosa se evalúa mediante la obtención de una respuesta motora en el músculo inervado por el nervio a estudiar. La respuesta que se obtiene se denomina potencial de acción muscular compuesto (PAMC) que representa la sumación de los potenciales de las fibras musculares individuales^{2,3,8}.

A las respuestas motoras obtenidas tras la estimulación eléctrica se les puede evaluar^{2,9}:

- Latencia: Intervalo entre el estímulo y la respuesta. Es el tiempo que hay entre el estímulo y la deflexión del PAMC. Usualmente se mide en milisegundos (ms). La latencia representa tres procesos diferentes:
 - o El tiempo de conducción del sitio de estimulación a la unión neuromuscular
 - o El tiempo que tarda en atravesar la unión neuromuscular
 - o El tiempo de despolarización a través del músculo.
- Amplitud: Usualmente se mide de la línea base al pico negativo del potencial aunque también se puede medir de pico a pico. Esta representa el número de fibras musculares que fueron despolarizadas
- Área: Al igual que la amplitud se mide de la línea base al pico negativo del potencial y también es un indicador del número de fibras musculares que se despolarizaron
- Duración: Usualmente se mide de la primera deflexión al punto donde el potencial cruza de nuevo la línea base. Esta nos sirve para medir principalmente la sincronía de las fibras musculares
- Velocidad de neuroconducción (VNC): Es una medida de la velocidad con la que los axones motores conducen el impulso eléctrico. Para obtener esta medición es necesario realizar una estimulación distal y una proximal y a pesar de que el equipo la calcula automáticamente esta se puede calcular mediante la siguiente fórmula: $VNC = \text{distancia entre los estímulos} / (\text{latencia proximal} - \text{latencia distal})$

b) Estudios de conducción sensitiva

En los estudios de conducción sensitiva únicamente se evalúan las fibras sensitivas y como las respuestas son muy pequeñas (μV) los factores técnicos y el ruido eléctrico son de gran importancia₂.

Las especificaciones del electromiógrafo para la realización de las conducciones motoras dependen del nervio a evaluar sin embargo de forma general son: sensibilidad de 5 a 10 μ V por división y duración de pulso de 100 a 200 μ s con una corriente de estímulo de 5 a 30 mA₂.

La respuesta que vamos a obtener se denomina potencial de acción nervioso sensorial (PANS) y es un potencial compuesto que representa la sumación de los potenciales de las fibras sensoriales individuales₂.

A las respuestas sensoriales obtenidas tras la estimulación eléctrica se les puede evaluar_{2,9}:

- Latencia de inicio: El tiempo desde el estímulo a la primera deflexión negativa. Representa el tiempo de conducción nervios desde el sitio de estímulo al electrodo de registro por las fibras sensoriales más largas
- Latencia pico: Se mide en el punto medio de la deflexión negativa. A pesar de que no se conoce el tipo de fibras sensoriales representadas por esta latencia es la que se utiliza más frecuentemente por la facilidad que representa para su medición.
- Amplitud: Se mide comúnmente de la primera deflexión al pico del potencial. Representa la suma de todas las fibras sensoriales individuales que fueron despolarizadas
- Duración: Se mide de la primera deflexión al punto donde el potencial cruza nuevamente la línea base.
- Velocidad de conducción: Se puede medir con un solo estímulo a diferencia de la velocidad de conducción del potencial motor y representa la velocidad de las fibras sensoriales mielinizadas más rápidas.

Las indicaciones del electromiógrafo son:

1. Filtros: Los filtros establecidos para los potenciales motores son 10Hz y 10,000Hz; para el potencial sensorial 20Hz y 2000Hz
2. Velocidad de barrido: Para el potencial motor es de 2 a 5ms y para el potencial sensorial es 1 a 2ms por división horizontal de la pantalla
3. Sensibilidad: Para el potencial sensorial es de 5 a 10 μ V y para el potencial motor es de 1000 a 5000 μ V por cada división vertical de la pantalla

Las consideraciones técnicas en los estudios de neuroconducción para disminuir el número de errores son:

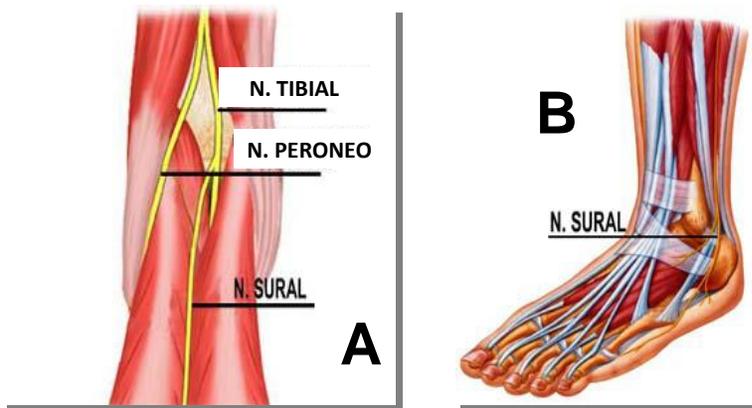
1. Todos los electrodos deben de estar limpios y se han de lavar en cada estudio
2. Todos los electrodos deben de ser eléctricamente evaluados y verificados para evitar que estén rotos o tengan defectos.
3. Se debe de colocar una capa de gel o un electrodo de gel en cada uso de los electrodos para maximizar la conducción
4. El sitio de colocación de los electrodos debe de estar limpio
5. Todos los electrodos deben de ser fijados al paciente con tela adhesiva
6. Se debe de localizar el punto de estimulación y las mediciones se deben de realizar con una cinta métrica lo mas exactas posibles
7. El cátodo (polo negativo) del electrodo de estimulación se debe de colocar próximo al electrodo activo (de registro)
8. Posición del paciente adecuada para la realización de cada técnica especifica asegurando que este lo más cómodo y relajado posible para facilitar el estudio

ANATOMÍA DE NERVIOS EVALUADOS EN ESTE ESTUDIO

NERVIO SURAL (Figura 1 y 2)

Es un nervio únicamente sensitivo. Tiene representación principalmente de la raíz nerviosa S1. Está formado por dos ramas, una proveniente del nervio tibial (nervio sural medial) y otra que proviene del nervio peroneo (nervio sural lateral); estas dos ramas se fusionan justo en la parte inferior de la cavidad poplíteica para formar propiamente el nervio sural. Al dejar el punto de fusión recorre el surco entre las dos cabezas del músculo gastrocnemio. Aproximadamente a la altura del tercio inferior de la pierna se vuelve subcutáneo y continúa distalmente hasta pasar por la parte posterior del maléolo lateral y terminar su recorrido en el borde lateral del pie. Las regiones inervadas por el nervio sural son la parte dorso lateral distal de la pierna y la porción lateral del pie^{9,10}.

Figura 1: Anatomía de nervio sural
A: Nervio sural a nivel de cavidad poplíteica
B: Nervios sural a nivel de tobillo



<http://www.imedar.com/portals/9/cursos%202004/pdf/Bloqueos%20perifericos%20del%20pie.%20Dr.%20Roques.pdf>

Figura 2: Territorio sensorial del nervio sural a nivel del pie.



<http://www.imedar.com/portals/9/cursos%202004/pdf/Bloqueos%20perifericos%20del%20pie.%20Dr.%20Roques.pdf>

NERVIO TIBIAL (Figura 3)

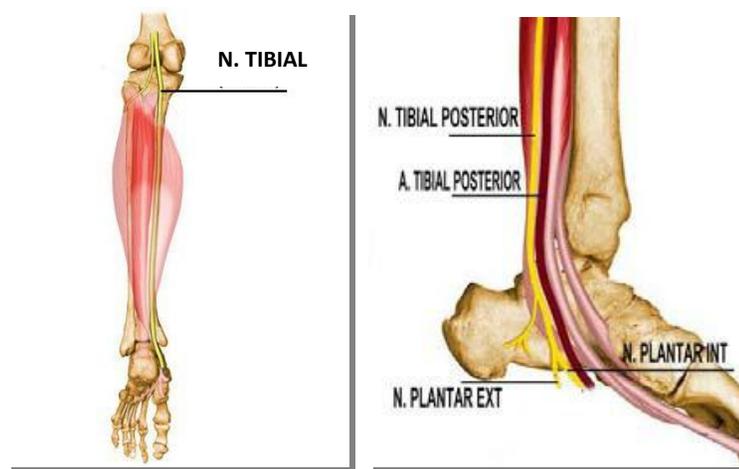
El nervio tibial (también denominado nervio ciático poplíteo interno) es la porción medial y más larga del nervio ciático que surge de las fibras nerviosas lumbosacras de L4 a S3. Aproximadamente a nivel de la cavidad poplítea la porción tibial del nervio ciático se convierte en un troco diferente (nervio tibial propiamente). En el punto de su bifurcación a la altura de la cavidad poplítea el nervio tibial se coloca superficialmente para luego descender en un plano más profundo hasta llegar a la parte posterior del maléolo medial donde nuevamente se coloca de manera superficial. Pasa por debajo del retináculo flexor en el tobillo (túnel tarsal) en donde se le da el nombre de nervio tibial posterior; a esta altura da dos ramas (nervio medial calcáneo seguido por el nervio calcáneo inferior). Después de dar estas dos ramas el nervio tibial posterior se divide dos ramas terminales (nervio plantar lateral y nervio plantar medial)^{9,10}.

El nervio tibial inerva a los músculos de la parte posterior de la pierna: poplíteo, gemelos, soleo, tibial posterior, plantar, flexor largo del dedo gordo, flexor largo de los dedos. Las ramas articulares inervan la articulación de la rodilla y las ramas calcáneas internas inervan la piel del tobillo en su porción interna y el talón.

El nervio plantar medial es la mayor de las dos ramas terminales inervando a los músculos abductor del pulgar, flexor corto de los dedos y ramas cutáneas para la cara interna del pie. Ramas para la articulación tarsiana y tarsometatarsiana. Terminando en dos ramas: interna que inerva al flexor corto del pulgar y piel del lado interno del pie. La rama externa inerva al I y II lumbricales y la piel de la planta del pie, cara plantar de los dedos y lechos ungueales.

El nervio plantar lateral inerva al abductor y flexor del dedo pequeño, músculos interóseos del cuarto interespacio, aductor del dedo gordo, los tres lumbricales externos y piel de la cara externa de la planta del pie.

Figura 3: Trayecto del nervio tibial



NERVIO PERONEO (Figura 4,5 y 6)

El nervio peroneo o nervio peroneo común es una de las dos grandes ramas del nervio ciático. Segmentos lumbosacros de L4 a S2 constituyen las fibras neurales que forman al nervio peroneo. Como ya se menciona con anterioridad el nervio ciático se divide a la altura de la cavidad poplíteica en donde la rama lateral se conoce como el nervio peroneo (nervio ciático poplíteico externo). Este discurre medial al bíceps femoral pero lateral a la cabeza lateral del gastrocnemio hacia la cabeza del peroné.

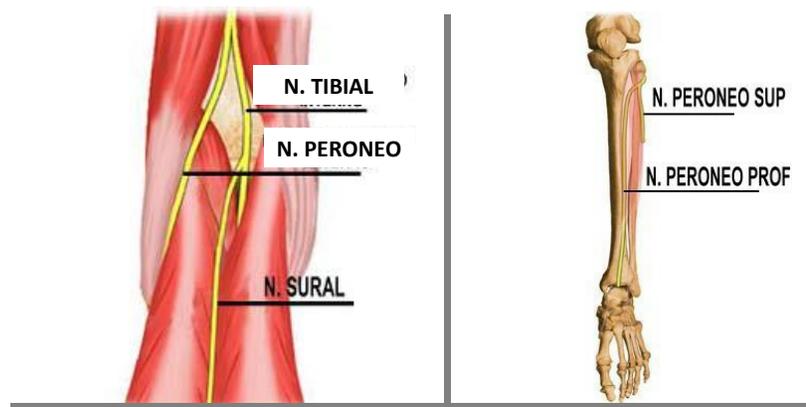
Al llegar a la cabeza del peroné el nervio cruza posterior a esta y profundo al músculo peroneo lateral largo. Ahí se divide en el nervio peroneo superficial y nervio peroneo profundo^{9,10}.

El nervio peroneo superficial inerva a los músculos peroneo lateral largo y corto y desciende para dar inervación sensorial a la región dorsal del pie excepto por la región entre el primer y segundo orjeo⁹.

El nervio peroneo profundo recorre la pierna en la membrana interósea para pasar por debajo del retináculo extensor del tobillo lateralmente a la arteria pedia. En el tobillo el nervio peroneo profundo se divide en dos ramas terminales, una motora y otra sensorial. La rama sensorial inerva la piel de la región entre el primer y segundo orjeo mientras la rama motora da inervación al músculo extensor corto de los dedos⁹.

Durante el trayecto del nervio peroneo profundo en la pierna va inervando a los siguientes músculos: Tibial anterior, extensor largo de los dedos, peroneo anterior, extensor largo del pulgar⁹.

Figura 4: Trayecto de nervio peroneo



<http://www.imedar.com/portals/9/cursos%202004/pdf/Bloqueos%20perifericos%20del%20pie.%20Dr.%20Roques.pdf>

Figura 5: Territorio sensorial de nervio peroneo superficial



<http://www.imedar.com/portals/9/cursos%202004/pdf/Bloqueos%20perifericos%20del%20pie.%20Dr.%20Roques.pdf>

Figura 6: Territorio sensorial de nervio peroneo profundo



<http://www.imedar.com/portals/9/cursos%202004/pdf/Bloqueos%20perifericos%20del%20pie.%20Dr.%20Roques.pdf>

ESTUDIOS ESPECIALES: ONDA F Y REFLEJO H

ONDA F

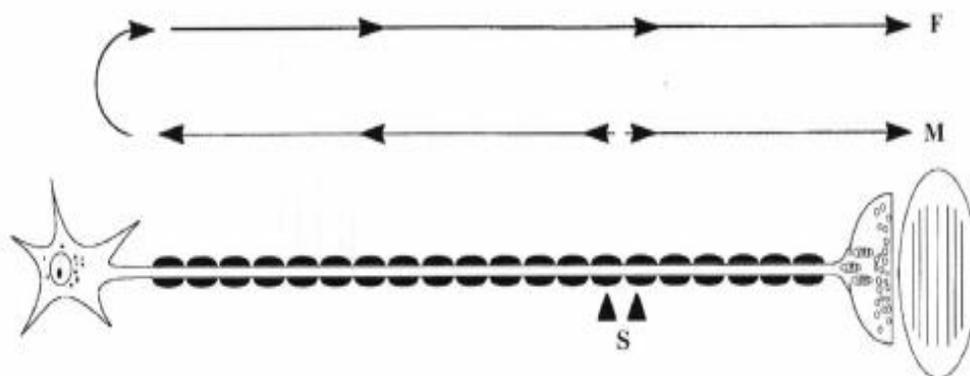
Magladery y MCDougal fueron los primeros en describir a detalle la onda F¹³. Es una respuesta motora tardía que ocurre tras el potencial de acción muscular compuesto. Recibe su nombre gracias al pie (foot en ingles) ya que se registró por primera vez en los músculos intrínsecos del pie^{2,9,11,12}.

Al aplicar un estímulo eléctrico este se propaga a través del nervio de manera antidrómica (en sentido contrario a la conducción fisiológica) y de manera ortodrómica (en sentido de la conducción fisiológica)^{2,8}.

La respuesta F es provocada por un estímulo supramáximo que viaja de manera antidrómica hacia las células del asta anterior donde se genera una pequeña respuesta de las células del asta anterior generando así un potencial ortodrómico que regresa por el nervio hasta el músculo (Figura 7). La respuesta F es un PAMC pequeño que representa únicamente del 1 al 5% de las fibras musculares^{2,13,14}.

Se ha visto la utilidad de las Onda F para el diagnóstico de enfermedades del sistema nervioso periférico como polineuropatías, mononeuropatías y enfermedad de la neurona motora; así mismo se ha mostrado su utilidad en patologías del sistema nervioso central como en las lesiones cerebrales agudas y en las lesiones de la médula espinal^{12,13}.

Figura 7: Esquema de la respuesta F



Preston DC, Shapiro BE. Late Responses. En: Electromyography and neuromuscular disorders: Clinical-electrophysiologic correlation. 2a ed. Estados Unidos: Elsevier, 2005. Pp 50.

REFLEJO H

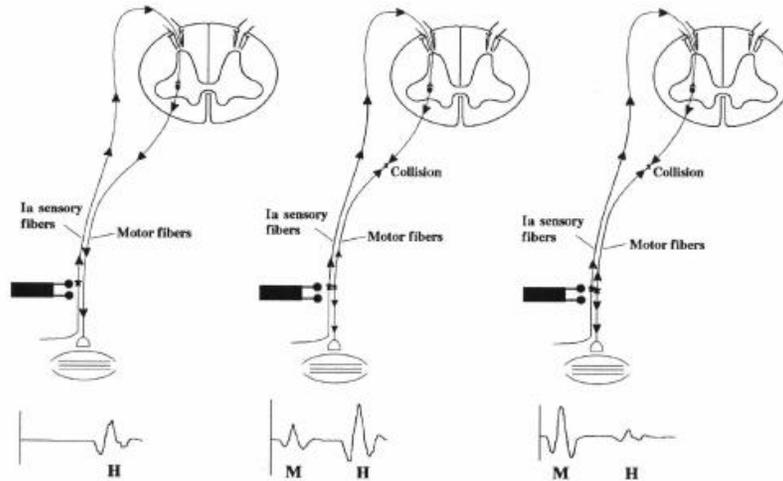
El reflejo H se denomina así porque Paul Hoffman en 1918 describió una respuesta refleja en el músculo de la pantorrilla tras la estimulación del nervio tibial que se comparaba en latencia con el reflejo aquileo¹².

El reflejo H involucra la conducción aferente de las fibras la tras el estímulo con una activación refleja subsecuente monosináptica en las neuronas motoras del asta anterior de la médula espinal y con una conducción eferente mediante una fibra motora alfa (Figura 8)^{2,9,12}.

Es importante comentar que a diferencia de la onda F que se registra tras un estímulo supramáximo, el reflejo H se obtiene tras un estímulo subumbral motor (Tabla 2) ya que a mayor estímulo mayor será la inhibición del reflejo H ya que se estimula una respuesta motora (onda M)^{2,9,12}.

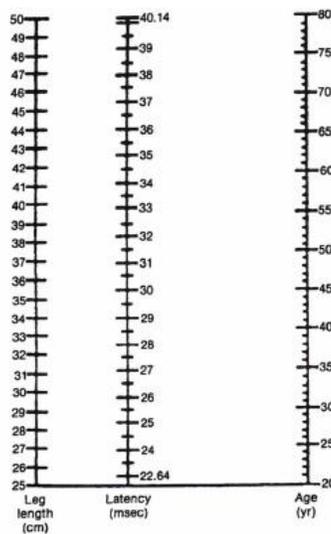
El uso clínico del reflejo H es para ayudar al diagnóstico de polineuropatías, radiculopatías, plexopatía, en lesiones del sistema nervioso central y en pacientes con datos de neurona motora superior y últimamente se ha visto su utilidad para investigar cambios en las vías de la médula espinal^{11,15}.

Figura 8: Fisiología del Reflejo H. En esta figura podemos apreciar que mientras mayor es la onda M menor es la respuesta del reflejo H



Preston DC, Shapiro BE. Late Responses. En: Electromyography and neuromuscular disorders: Clinical-electrophysiologic correlation. 2a ed. Estados Unidos: Elsevier, 2005. Pp 53.

Figura 9: Tabla para la medición de la latencia del Reflejo H



Preston DC, Shapiro BE. Late Responses. En: Electromyography and neuromuscular disorders: Clinical-electrophysiologic correlation. 2a ed. Estados Unidos: Elsevier, 2005. Pp 56.

Tabla 2: Diferencias entre la respuesta F y el Reflejo H

	Respuesta F	Reflejo H
Aferente	Motor	Sensorial (fibras Ia)
Eferente	Motor	Motor
Sinapsis	No	Si
Nervios estudiados	Todos	Tibial, mediano y femoral
Estimulación	Supramáximo	Submáximo (duración de 1ms)
Configuración	Normalmente polifásicos Amplitud del 1% - 5% del PAMC Varía con cada estímulo	Trifásico y estable
Mayor uso	Síndrome de Guillain Barre, Radiculopatías C8.T1 y L5-S1, polineuropatías Neuropatías por atrapamiento	Polineuropatías en etapas tempranas Guillain Barre en etapa temprana neuropatías del tibial y ciático radiculopatías S1, plexopatías sacras

Preston DC, Shapiro BE. Late Responses. En: Electromyography and neuromuscular disorders: Clinical-electrophysiologic correlation. 2a ed. Estados Unidos: Elsevier, 2005. Pp 48

Los estudios de electrodiagnóstico han demostrado ser de ayuda a los profesionales de la salud como una herramienta más para la integración diagnóstica. Kothari en 1988 encontró que como resultado de la aplicación de los estudios neurofisiológicos el 37% de los diagnósticos iniciales del paciente se cambiaron y en el 55% de los pacientes se cambio el tratamiento como consecuencia de los mismos llegando así a la conclusión de que los estudios son útiles e informativos¹⁹.

Tomando lo anterior en consideración hemos visto la necesidad de realizar una estandarización de los valores de neuroconducción del nervio sural, tibial, peroneo así como de las pruebas especiales del reflejo H y la onda F del nervio tibial y peroneo en sujetos sanos que acuden a la UMFRSXXI ya que son los nervios más comúnmente evaluados como protocolo para radiculopatías lumbares, uno de los diagnósticos de envío más frecuentes en el laboratorio de neurofisiología.

JUSTIFICACIÓN

Se ha descrito en diversos estudios la importancia que representa el que cada laboratorio de neurofisiología cuente con sus propios valores de normalidad ya que estos son fácilmente modificables por factores como la edad y la temperatura entre otros^{9,21}. La estandarización tiene la finalidad de lograr un diagnóstico más acertado y así poder brindar una mejor atención a la población atendida en cada laboratorio.

En el laboratorio de neurofisiología de la unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI no se cuenta con parámetros de normalidad propios para las neuroconducciones y respuestas tardías de miembro pélvico y es por esto que se crea la necesidad de realizar la estandarización de dichos valores en la población que se atiende.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los valores de latencia, amplitud, área y duración de la neuroconducción del nervio sural y peroneo sensorial en sujetos adultos sanos que acuden a la UMFRSXXI?

¿Cuáles son los valores de latencia, amplitud, área, duración y velocidad de neuroconducción del nervio tibial y peroneo en sujetos adultos sanos que acuden a la UMFRSXXI?

¿Cuáles son los valores de latencia y porcentaje de evocación de la onda F de nervio tibial y peroneo en sujetos adultos sanos que acuden a la UMRSXXI?

¿Cuáles son los valores de latencia del reflejo H de raíz S1 en sujetos adultos sanos que acuden a la UMFRSXXI?

¿Existen diferencias de los valores evaluados por grupo de edad y con los reportados por diversos autores en la literatura internacional?

OBJETIVOS

Medir los valores de latencia, amplitud, área y duración de la neuroconducción del nervio sural y peroneo sensorial en sujetos adultos sanos que acuden a la UMFRSXXI

Medir los valores de latencia, amplitud, área, duración y velocidad de neuroconducción del nervio tibial y peroneo en sujetos adultos sanos que acuden a la UMFRSXXI

Medir los valores de latencia y porcentaje de evocación de la onda F de nervio tibial y peroneo en sujetos adultos sanos que acuden a la UMFRSXXI

Medir los valores de latencia del reflejo H de raíz S1 en sujetos adultos sanos que acuden a la UMFRSXXI

Comparar los valores obtenidos en este estudio por grupos de edad y con los reportados por otros autores en la literatura internacional

VARIABLES

Latencia motora

Definición conceptual: intervalo de tiempo transcurrido entre el estímulo eléctrico y el inicio de la respuesta en un nervio motor^{8,9}

Definición operacional: en un equipo Nicolet Viking IV de cuatro canales (Madison Wisconsin, EU 1999) se consideró como latencia a la primera deflexión negativa del registro desplegado en la pantalla de rayos catódicos, obtenido después de aplicar un estímulo eléctrico a 8 cm del electrodo de registro colocado en el punto motor de un músculo inervado por el nervio a evaluar; el valor en milisegundos (ms) fue el marcado en el equipo al colocar el cursor en dicha deflexión.

Indicador: valor en ms de la primera deflexión negativa del registro.

Escala de medición: cuantitativa, de razón

Latencia motora de respuesta F

Definición conceptual: Intervalo de tiempo transcurrido entre el estímulo eléctrico y el inicio de la respuesta en un nervio motor, resultado de la promediación de varios estímulos eléctricos. ^{8,9,23}

Definición operacional: en el mismo equipo, se consideró como latencia de la respuesta F a la promediación de las primeras deflexiones negativas obtenidas después de varios estímulos eléctricos (en este estudio se decidió que fueran 10 debido al dolor de cada descarga), en el mismo punto de estímulo utilizado para evocar una respuesta motora distal con técnica convencional; el valor en milisegundos (ms) se obtiene mediante una promediación automática después de colocar el cursor al inicio de cada una de las deflexiones de las 10 respuestas provocadas.

Indicadores: Se despliega automáticamente la promediación en las tablas de valores una vez realizada la medición (ms) de cada respuesta.

Escala de medición: cuantitativa, de razón

Latencia sensorial

Definición conceptual: intervalo de tiempo transcurrido entre el estímulo eléctrico y el inicio de la respuesta en un nervio sensorial^{8,9}

Definición operacional: en el mismo equipo se consideró como latencia al pico del potencial obtenido en la pantalla de rayos catódicos después de aplicar un estímulo eléctrico a 14 cm del electrodo de registro colocado según la técnica convencional; el valor en milisegundos (ms) fue el marcado en el equipo al colocar el cursor en el pico de dicho potencial.

Indicador: valor en ms del pico del potencial obtenido

Escala de medición: cuantitativa, de razón

Latencia Reflejo H de raíz S1

Definición conceptual: intervalo de tiempo transcurrido entre el estímulo eléctrico y el inicio de de la respuesta^{8,9,23}

Definición operacional: en el equipo ya mencionado son los ms que se registren, en la pantalla de rayos catódicos tras el estímulo con técnica convencional, al colocar el cursor al inicio de la primera deflexión negativa o positiva del potencial evocado posterior a la respuesta m, tomando siempre el potencial con la latencia más corta.

Indicador: valor medido en ms después del estímulo eléctrico.

Escala de medición: cuantitativa, de razón

Amplitud

Definición conceptual: es la altura del potencial de acción que traduce el número de axones que conducen el impulso desde el punto de estimulación hasta el punto de registro^{8,9}

Definición operacional: en el equipo antes mencionado se considero como amplitud a la altura de potencial desde el punto donde este abandona la isoelectrica hasta su pico negativo obtenido en la pantalla de rayos catódicos tras la aplicación de un estímulo eléctrico según las técnicas convencionales

tanto para nervios motores como para nervios sensoriales. El valor en mV para componentes motores y en μV para los sensoriales se obtiene después de colocar un cursor en la base del potencial y el segundo cursor en el pico de la deflexión negativa del mismo.

Indicador: Se medirá en mV para los componentes motores y en μV para los componentes sensoriales

Escala de medición: cuantitativa, de razón

Duración

Definición conceptual: Es el intervalo de tiempo transcurrido desde la primera deflexión del potencial hasta que retorna a la línea basal_{8,9}

Definición operacional: En el mismo equipo es el tiempo en ms que tarda el potencial desde que se da la primera deflexión negativa hasta que regresa a la línea basal en el potencial obtenido en la pantalla de rayos catódicos tras la aplicación de un estímulo eléctrico según las técnicas convencionales tanto para nervios motores como para nervios sensoriales. El valor en ms se mide al colocar un cursor al inicio del potencial y un segundo cursor al final del mismo.

Indicador: valor en ms tras las dos mediciones al potencial

Escala de medición: cuantitativa, de razón

Área

Definición conceptual: es la superficie debajo de la curva y traduce el número de axones y fibras musculares despolarizadas_{8,9}

Definición operacional: en el equipo antes mencionado se considero como área a la zona que se ubica en la pantalla de rayos catódicos por abajo del potencial evocado tras la aplicación de un estímulo eléctrico según las técnicas convencionales tanto para nervios motores como para nervios sensoriales. El valor en $\mu\text{V}/\text{ms}$ se obtiene después de colocar un cursor en el inicio del potencial y el otro cursor al final del potencial.

Indicador: valor en $\mu\text{V}/\text{ms}$ tras la colocación de los cursores

Escala de medición: cuantitativa, de razón

Velocidad de conducción

Definición conceptual: Es la velocidad con la que se transmite el impulso nervioso^{8,9}

Definición operacional: en el equipo antes se calcula mediante la medición de la distancia entre el sitio de estimulación distal y proximal, este valor se divide entre la diferencia de las latencias proximal y distal. Los ms se reportan en las tablas de valores adjuntas en la pantalla de rayos catódicos tras la realización de las dos estimulaciones y el ingreso de la distancia en el equipo.

Indicador: valor en ms tras la realización de los dos estímulos

Escala de medición: cuantitativa, de razón

Porcentaje de evocación de la onda F

Definición conceptual: Es el porcentaje de ondas F que se logran obtener tras la estimulación repetitiva del nervio motor^{8,9}

Definición operacional: en el mismo equipo, se consideró como porcentaje de la respuesta F al número de respuestas obtenidas después de varios estímulos eléctricos (en este estudio se decidió que fueran 10 debido al dolor de cada descarga), en el mismo punto de estímulo utilizado para evocar una respuesta motora distal con técnica convencional; al colocar el cursor utilizado para medir la latencia de cada respuesta la maquina automáticamente nos calcula el porcentaje de evocación.

Indicador: El valor se medirá en porcentajes

Escala de medición: cuantitativa, de razón

Variables demográficas

Edad

Definición conceptual: tiempo en años que ha vivido un sujeto desde su nacimiento

Definición operacional: edad referida por el paciente o expediente clínico

Indicador: valor en años

Escala de medición: cuantitativa, de razón

Sexo

Definición conceptual: caracteres anatómicos y fisiológicos que distinguen a un macho de una hembra entre los individuos de una misma especie.

Definición operacional: lo referido por el paciente

Indicador: femenino o masculino

Tipo de variable: cualitativo, nominal.

Peso corporal

Definición conceptual: fuerza con la cual un cuerpo actúa sobre un punto de apoyo, a causa de la atracción de este cuerpo por la fuerza de la gravedad, depende de la intensidad del campo gravitatorio y la masa del cuerpo.

Definición operacional: el peso corporal registrado en la báscula del instituto tras solicitarle al paciente que se retire los zapatos y se coloque erguido en la báscula.

Indicador: valor en kilogramos establecido por la báscula del instituto

Escala de medición: cuantitativa, de razón

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

- Pacientes de 18 a 60 años de edad
- Cualquier sexo
- Pacientes autocalificados como clínicamente sanos
- Pacientes sin antecedentes patológicos y sin evidencia clínica durante la exploración de alteraciones que pudieran afectar los registros de neuroconducción.
- Pacientes que acepten participar mediante la firma de la carta de consentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Pacientes con antecedente de neuropatías de cualquier tipo
- Pacientes con enfermedades metabólicas, reumatológicas, neoplasias, VIH, etc.
- Pacientes con antecedentes de alcoholismo, contacto con solventes o adicciones

Criterios de eliminación

- Pacientes que por cualquier motivo no concluyan las pruebas de neuroconducción

TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO

TIPO DE ESTUDIO:

Clínico

DISEÑO DEL ESTUDIO:

Transversal, analítico

ASPECTOS ESTADÍSTICOS

MUESTREO.

No probabilístico de conveniencia, obtenidos entre familiares de pacientes, voluntarios y trabajadores de la unidad.

TAMAÑO DE MUESTRA.

Por tratarse de una estandarización, convencionalmente, se decidió aceptar para participar a 100 sujetos autocalificados como clínicamente sanos, con la finalidad de estratificar por grupos de edad para realizar el análisis estadístico.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se utilizó estadística descriptiva para las variables cualitativas, incluyendo tablas, frecuencias y porcentajes. Para las variables demográficas cuantitativas se utilizaron promedio y desviación estándar (distribución normal; Kolmogorov-Smirnov). Los valores de los diferentes parámetros electrofisiológicos (latencia, amplitud, área, duración, velocidad de neuroconducción y porcentaje de evocación, según correspondió al nervio o músculo inervado). Mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov se encontró que la gran mayoría de los valores no tenían distribución normal, por lo que el análisis inferencial se realizó utilizando la prueba de Kruskal-Wallis para buscar diferencias entre los diferentes grupos de edad y entre los valores encontrados en este trabajo y los reportados por diferentes autores de la literatura internacional.

MATERIAL Y MÉTODOS

SUJETOS.

Previa aceptación por el comité local de investigación con el número de registro y firma de la carta de consentimiento informado (anexo 1), mediante muestreo no probabilístico de conveniencia, se aceptaron para participar a personas voluntarias autocalificadas como sanas, que pertenecían al área de cobertura de la UMFRSXXI; incluyendo a familiares de pacientes, trabajadores de la unidad y pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión.

Para lograr los objetivos del trabajo se diseñó un estudio transversal analítico y la captación fue de junio a septiembre del 2010 en el laboratorio de neurofisiología de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI.

PROCEDIMIENTOS.

1. Valoración clínica: A cada voluntario se le realizó una breve historia clínica para obtener información demográfica y corroborar los criterios de selección. Toda la información fue recolectada en las hojas correspondientes; sobre todo clínica para verificar ausencia de signología que pudiera sugerir algún trastorno de fondo que pudiera afectar los registros (anexo 2).

2. Pruebas de neuroconducción. Se solicitó al paciente que se retirara la ropa de la cintura para abajo dejándose únicamente la ropa interior; se realizó la medición de la temperatura superficial de las piernas y en aquellos pacientes cuya temperatura fuera inferior a 36°C se les calentó por medio de una lámpara de luz infrarroja, se realizó una limpieza con alcohol y se procedió a realizar las técnicas en el siguiente orden:

a) *Neuroconducción de nervio sural*^{8,9}

- Posición del sujeto de estudio: en una camilla de exploración con el sujeto en decúbito prono lo más relajado posible con una almohada a nivel abdominal y otra a nivel de piernas dejando libres los pies
- Electrodo de registro-activo: se coloca posterior y por debajo del maléolo lateral
- Electrodo de Referencia: se coloca 3cm distal del electrodo de referencia (se puede utilizar un electrodo de barra)
- Tierra: se coloca entre el cátodo del estimulador y el electrodo activo
- Estimulación: se realiza con el cátodo a 14 cm hacia proximal del electrodo de registro por la parte posterior de la pierna ligeramente lateral a la línea media
- Calibración del equipo: velocidad de barrido de 1 o 2 ms/div con una sensibilidad de 10 μ V/div. Filtros de 10Hz y 2kHz.
- Duración del estímulo: 100 a 200 μ s (0.1 - 0.2 ms)

Figura 10: Técnica de neuroconducción de nervio sural

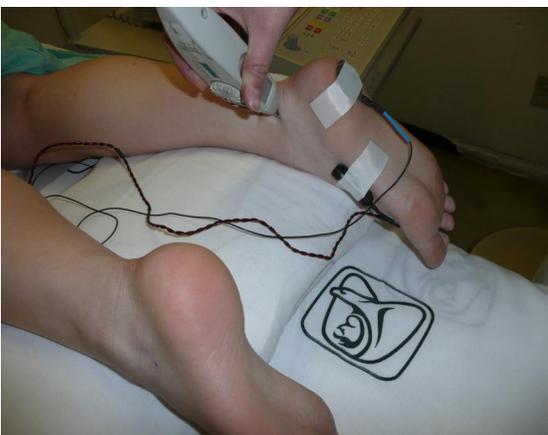


b) Neuroconducción de nervio tibial al músculo abductor del primer orjejo^{8,9}

- Posición del sujeto de estudio: en una camilla de exploración con el sujeto en decúbito prono lo más relajado posible con una almohada a nivel abdominal y otra a nivel de piernas dejando libres los pies
- Electrodo de registro-activo: se coloca un electrodo de superficie 1cm posterior e inferior al hueso navicular en la porción medial del pie
- Electrodo de referencia: se coloca en el primer orjejo. Se puede colocar a 3 cm del electrodo de registro por medio de un electrodo de barra
- Tierra: en el dorso del pie
- Estimulación: se debe de realizar una estimulación distal y una proximal. La estimulación distal se realiza con el cátodo a 8 cm del electrodo de registro siguiendo el trayecto del nervio 1cm posterior al maléolo medial con el tobillo en posición neutra. El estímulo proximal se realiza a nivel de la cavidad poplíteica en la unión del tercio medial con el tercio lateral, se debe de tener mucha precaución de no estimular muy lateralmente porque se puede estimular el nervio peroneo
- Calibración del equipo: velocidad de barrido de 5ms/div con una sensibilidad de 5mV/div. Filtros de 10Hz a 10kHz.
- Duración del estímulo: 100 μ s (0.1 ms)

Figura 11: Técnica de neuroconducción de nervio tibial

A Registro distal



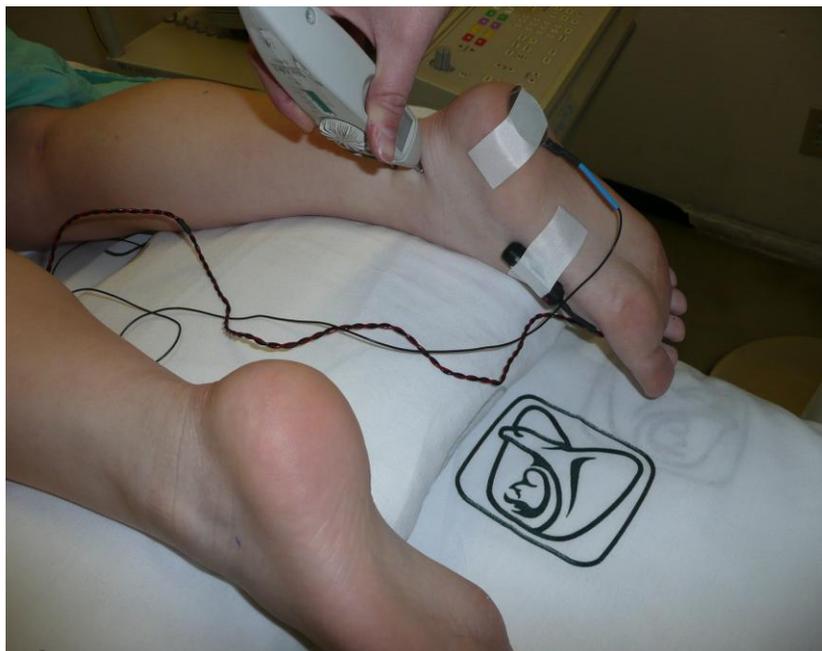
B Registro proximal



c) *Onda F de nervio tibial al músculo abductor del primer orjejo*^{8,9}

- Posición del sujeto de estudio: en una camilla de exploración con el sujeto en decúbito prono lo más relajado posible con una almohada a nivel abdominal y otra a nivel de piernas dejando libres los pies
- Electrodo de registro-activo: se coloca un electrodo de superficie 1cm posterior e inferior al hueso navicular en la porción medial del pie en el músculo abductor del primer orjejo
- Electrodo de referencia: se coloca a en el primer orjejo. Se puede colocar a 3 cm del electrodo de registro por medio de un electrodo de barra
- Tierra: en el dorso del pie
- Estimulación: se debe realizar mediante un tren de estímulos (10 estímulos) con el cátodo a 8 cm del electrodo de registro siguiendo el trayecto del nervio 1cm posterior al maléolo medial con el tobillo en posición neutra. Cada estímulo es supramáximo con una duración de estímulo de 100 μ s (0.1 ms)
- Calibración del equipo: velocidad de barrido de 10ms/div, sensibilidad de 100 a 200 μ V/div.

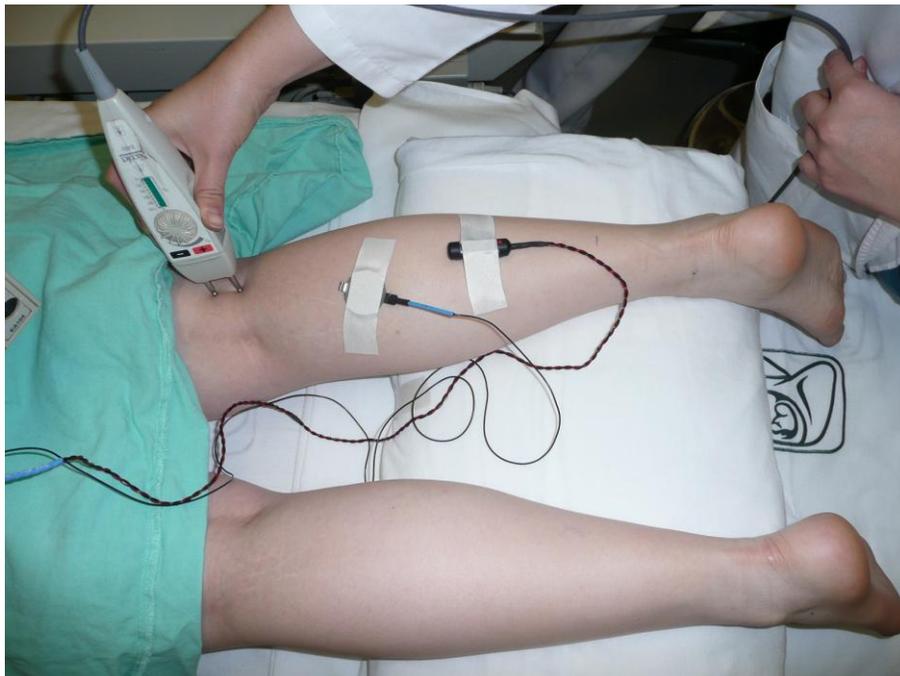
Figura 12: Técnica de prueba especial Onda F de nervio tibial



d) *Reflejo H en el músculo soleo*_{8,9}

- Posición del sujeto de estudio: en una camilla de exploración con el sujeto en decúbito prono lo más relajado posible con una almohada a nivel abdominal y otra a nivel de piernas dejando libres los pies
- Electrodo de registro-activo: se coloca sobre el músculo soleo
- Electrodo de Referencia: se coloca sobre el tendón de aquiles. Se puede colocar 3 cm distal al electrodo de registro si se utiliza un electrodo de barra.
- Tierra: se coloca entre el electrodo activo y el cátodo del estimulador
- Estimulación: se realiza sobre el nervio tibial en su porción superficial a la altura de la cavidad poplítea con el cátodo proximal. Se debe de realizar un estímulo subumbral (bajo) mediante impulsos individuales los cuales van aumentando en intensidad hasta obtener una respuesta. Este estímulo se realiza con una duración de pulso de 0.5 a 1ms
- Calibración del equipo: velocidad de barrido de 10ms/div, sensibilidad de 200 a 500 μ V/div. Filtros de 10Hz a 10kHz

Figura 13: Técnica de prueba especial de Reflejo H de raíz S1



e) *Neuroconducción sensorial de nervio peroneo superficial*^{8,9}

- Posición del sujeto de estudio: en una camilla de exploración con el sujeto en decúbito supino lo más relajado posible con una almohada en la cabeza y otra a nivel cavidad poplítea para permitir una semiflexión de rodillas
- Electrodo de registro-activo: 1 a 2 cm medial al maléolo lateral
- Electrodo de Referencia: a 3 cm distal del electrodo de registro (se puede utilizar una barra de registro)
- Tierra: se coloca entre el sitio de registro y el sito de estimulación
- Estimulación: el cátodo se coloca a 12cm aproximadamente del electrodo de registro anterior al margen del peroné.
- Calibración del equipo: velocidad de barrido de 1 o 2 ms/div con una sensibilidad de 10 μ V/div. Filtros de 10Hz y 2kHz
- Duración del estímulo: 100 a 200 μ s (0.1 – 0.2 ms)

Figura 14: Técnica de neuroconducción de nervio peroneo sensorial



f) *Neuroconducción motora de nervio peroneo al músculo extensor corto de los dedos*^{8,9}

- Posición del sujeto de estudio: en una camilla de exploración con el sujeto en decúbito supino lo más relajado posible con una almohada en la cabeza y otra a nivel cavidad poplítea para permitir una semiflexión de rodillas
- Electrodo de registro-activo: se coloca sobre el músculo extensor corto de los dedos en la cara antero-lateral de la zona proximal media tarsal
- Electrodo de Referencia: se coloca en el quinto ortejo. Se puede colocar a 3 cm del electrodo de registro por medio de un electrodo de barra
- Tierra: en el dorso del pie
- Estimulación: la estimulación distal se realiza a 8 cm proximal del electrodo de registro, lateral al tendón del músculo tibial anterior. El estímulo proximal es justo por debajo de la cabeza del peroné.
- Calibración del equipo: velocidad de barrido de 5ms/div con una sensibilidad de 5mV/div. Filtros de 10Hz a 10kHz
- Duración del estímulo: 100 μ s (0.1 ms)

Figura 15: Técnica de neuroconducción de nervio peroneo motor

A Registro distal



B Registro proximal



g) *Onda F de nervio peroneo al músculo extensor corto de los dedos*_{8,9}

- Posición del sujeto de estudio: en una camilla de exploración con el sujeto en decúbito supino lo más relajado posible con una almohada en la cabeza y otra a nivel cavidad poplítea para permitir una semiflexión de rodillas
- Electrodo de registro-activo: se coloca sobre el músculo extensor corto de los dedos en la cara antero-lateral de la zona proximal media tarsal
- Electrodo de referencia: se coloca a en el quinto ortejo. Se puede colocar a 3 cm del electrodo de registro por medio de un electrodo de barra
- Tierra: en el dorso del pie
- Estimulación: se debe realizar mediante un tren de estímulos (10 estímulos) con el cátodo a 8 cm proximal del electrodo de registro, lateral al tendón del músculo tibial anterior. Cada estímulo es supramáximo con una duración de estímulo de 100 μ s (0.1 ms)
- Calibración del equipo: velocidad de barrido de 10ms/div, sensibilidad de 100 a 200 μ V/div.

Figura 16: Técnica de prueba especial Onda F de nervio peroneo



3. Procesamiento de la información. El registro de valores de neuroconducción de cada parámetro (latencia, amplitud, área, duración, velocidad de neuroconducción y porcentaje de evocación, según el nervio o músculo evaluado) se concentró en las hojas en el anexo 3. Después se capturaron en una hoja de cálculo de Excel y finalmente se procesaron con el paquete estadístico SPSS 18.

ASPECTOS ÉTICOS LEGALES

Este estudio cumple con las normas y criterios establecidos por la ley general de salud en materia de investigación para la salud, en su título segundo sobre los aspectos éticos en la investigación con seres humanos. Así mismo cumple con los requisitos establecidos por la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial en los Principios Éticos para las investigaciones Médicas en seres Humanos adaptada por la 18va. Asamblea Médica Mundial, Helsinki Finlandia en Junio de 1964, modificada por la 29va Asamblea Médica Mundial en Tokio Japón en octubre de 1975, por la 35av Asamblea Mundial de Venecia Italia en Octubre de 1983, la 41aV Asamblea Médica de Hong Kong en septiembre de 1989 con última revisión en la 48aV Asamblea General de Summerset West Sudáfrica en octubre de 1996 y la 52aV Asamblea General de Edimburgo Escocia en octubre del 2000, Nota de Clarificación del Párrafo 29, agregada por la Asamblea General de la AMM, Washington 2002, Nota de Clarificación del Párrafo 30, agregada por la Asamblea General de la AMM, Tokio 2004, 59ª Asamblea General, Seúl, Corea, octubre 2008.

El presente estudio se sometió ante el comité local de investigación y fue aprobado para su realización así mismo fue aprobado ante el comité de investigación de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XII.

Todos los pacientes firmaron carta de consentimiento informada

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN:

Participaron 100 sujetos sanos, 75 femeninos (75%) y 25 masculinos (25%); con edad promedio de 37.3 años \pm 12.8. La distribución por grupos de edad se muestran en la tabla 3, donde se aprecia que la mayor cantidad de personas se ubicaron en el grupo de 21 a 30 años (38%). Los aspectos antropométricos pueden ser observados en la tabla 4. A cada participante se le evaluaron de manera bilateral el nervio sural, tibial, peroneo motor, peroneo sensorial, respuesta F de tibial y peroneo así como reflejo H de raíz S1 (14 procedimientos) teniendo así un total de 1200 nervios evaluados y 200 reflejos H de raíz S1.

Tabla 3. Distribución por grupo de edad

Grupo de edad	Frecuencia	Porcentaje
< 20	5	5.0
21 – 30	38	38.0
31 – 40	13	13.0
41 – 50	23	23.0
51 – 60	21	21.0
Total	100	100.0

Tabla 4. Aspectos antropométricos de la población estudiada

	X \pm DE
Temperatura (°C)	36.0 \pm 0.2
Peso corporal (kg)	67.59 \pm 14.2
Talla (m)	1.60 \pm 0.8
IMC	26.191 \pm 4.3

X: Promedio

DE: Desviación estándar

°C: grados centígrados

kg: kilogramos

m: metros

IMC: Índice de masa corporal

ESTUDIOS DE NEUROCONDUCCIÓN:

A. Nervios sensoriales

NERVIO SURAL

En la tabla 5 se puede apreciar que la latencia promedio fue de 3.2 ± 0.3 ms, la amplitud promedio fue de 17.4 ± 7.4 μ V, la duración promedio fue de 1.3 ± 0.2 ms y el área promedio fue de 11.6 ± 5.7 μ V/ms, todas con 1 y 2 desviaciones estándar. Como se muestra en la tabla 6 la diferencia interlado de la latencia y la duración fue menor a 0.3ms, de la amplitud fue menor al 12.6% (2.2 μ V) y del área fue menor al 18.9% (2.2 μ V/ms).

TABLA 5. Valores promedio y desviaciones estándar de latencia, amplitud, duración y área del nervio sural en 100 sujetos sanos

Componente		± 1 DE	± 2 DE
Latencia ms	x. 3.2 DE. 0.3	2.9 - 3.5	2.6 – 3.8
Amplitud μ V	x. 17.4 DE. 7.4	10.0 – 24.8	2.6 -32.2
Duración ms	x. 1.3 DE. 0.2	1.1 – 1.5	0.9 -1.7
Área μ V/ms	x. 11.6 DE. 5.7	5.9 – 17.3	0.2 – 23

x: Promedio
ms: Milisegundo

DE: Desviación Estándar
 μ V: microvoltios

Tabla 6. Diferencia interlado de la latencia, amplitud, duración y área del nervio sural en 100 sujetos sanos

Componente	Diferencia interlado
Latencia ms	0.2
Amplitud μ V	2.2
Duración ms	0.1
Área μ V/ms	2.2

ms. Milisegundo μ V. microvoltios

En la tabla 7 se puede observar que la diferencia en la latencia promedio del nervio sural entre los grupos etáreos fue de 0.2ms, en cuanto a la duración fue de 0.1ms. En esta misma tabla podemos notar una tendencia a la disminución de la amplitud y el área conforme el grupo de edad aumenta ya que podemos apreciar que en el grupo de <20 años la amplitud es de 18.8 (\pm 4.8) y en el grupo de 51 a 60 años esta disminuye a 14.8 (\pm 6.8); así mismo este patrón se logra observar en el área donde en el grupo de <20 años es de 12.6 (\pm 4.1) y en el de 51 a 60 años es de 9.0 (\pm 3.9).

Tabla 7. Promedio y desviación estándar de la latencia, amplitud, duración y área del nervio sural de 100 sujetos sanos por grupo de edad

Grupo de edad	Latencia ms $x \pm (DE)$	Amplitud μ V $x \pm (DE)$	Duración ms $x \pm (DE)$	Área μ V/ms $x \pm (DE)$
< 20	3.3 (\pm 0.3)	18.8 (\pm 4.8)	1.3 (\pm 0.1)	12.6 (\pm 4.1)
21-30	3.3 (\pm 0.3)	19.2 (\pm7.7)	1.3 (\pm 0.1)	13.3 (\pm5.5)
31-40	3.2 (\pm 0.3)	18.6 (\pm 8.2)	1.2 (\pm 0.2)	12.5 (\pm 6.7)
41-50	3.1 (\pm 0.2)	15.7 (\pm 6.4)	1.2 (\pm 0.1)	10.2 (\pm 5.8)
51-60	3.1 (\pm 0.3)	14.8 (\pm6.8)	1.2 (\pm 0.1)	9.0 (\pm3.9)

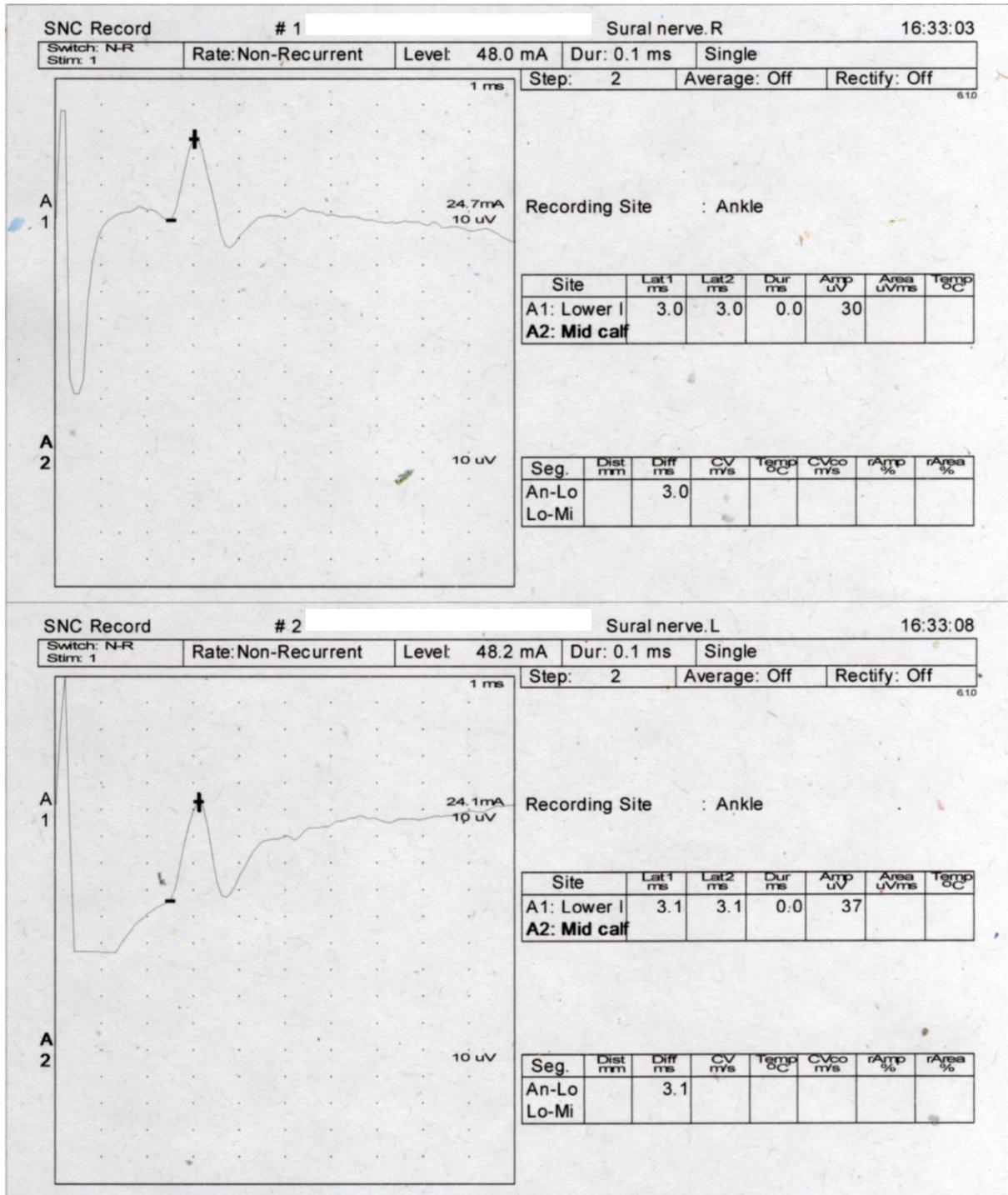
x: Promedio

DE: Desviación estándar

ms: milisegundos

μ V: microvoltios

Figura 17: Grafica del nervio sural



NERVIO PERONEO SENSORIAL

En la tabla 8 se observa que la latencia promedio fue de 3.2 ± 0.4 ms, la amplitud promedio fue de 16.9 ± 7.7 μ V, la duración promedio fue de 1.3 ± 0.2 ms y el área promedio fue de 11.9 ± 5.2 μ V/ms, todas con 1 y 2 desviaciones estándar. Podemos apreciar en la tabla 9 que la diferencia interlado de la latencia y duración fue menor a 0.3ms, la amplitud fue menor al 12.4% (2.1 μ V) y el área fue menor al 15.9% (1.9 μ V/ms).

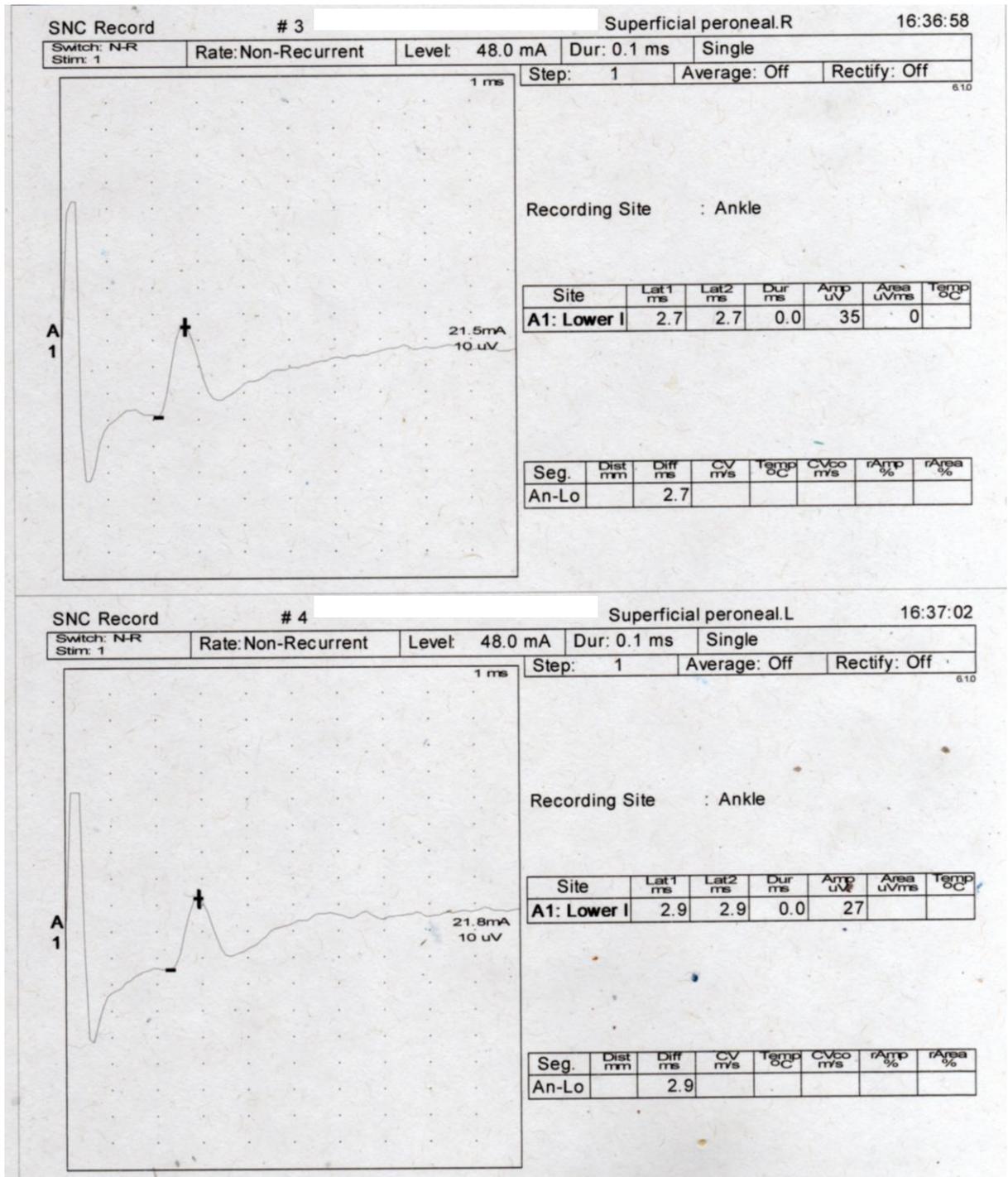
Tabla 8. Valores promedio y desviaciones estándar de latencia, amplitud, duración y área del nervio peroneo sensorial en 100 sujetos sanos

Componente		± 1 DE	± 2 DE
Latencia ms	x. 3.2 DE. 0.4	2.8 – 3.6	2.4 -4.0
Amplitud μ V	x. 16.9 DE. 7.7	9.2 – 24.6	1.5 -32.3
Duración ms	x. 1.3 DE. 0.2	1.1 – 1.5	0.9 – 1.7
Área μ V/ms	x. 11.9 DE. 5.2	6.7 – 17.1	1.5 - 22.3

x: Promedio
ms: milisegundo

DE: Desviación Estándar
 μ V: microvoltios

Figura 18: Grafica del nervio peroneo sensorial



B. Nervios motores

NERVIO TIBIAL

En la tabla 11 se puede apreciar que la latencia promedio fue de 3.7 ± 0.4 ms, la amplitud promedio fue de 7.8 ± 2.7 mV, la duración promedio fue de 7.9 ± 0.8 ms, el área promedio fue de 23.2 ± 9.7 μ V/ms y la velocidad de neuroconducción fue de 53 ± 4.3 ms, todas con 1 y 2 desviaciones estándar. Como se muestra en la tabla 12 la diferencia interlado de la latencia fue de 0.1ms, la duración fue menor a 1ms y la VNC fue de 1m/s. La diferencia interlado de la amplitud fue del 11.5% (0.9mV) y la del área fue del 9.9% (2.3 μ V/ms).

Tabla 11. Valores promedio y desviaciones estándar de latencia, amplitud, duración, área y velocidad de neuroconducción de nervio tibial en 100 sujetos sanos

Componente		± 1 DE	± 2 DE
Latencia ms	x. 3.7 DE. 0.4	3.3 – 4.1	2.9 – 4.5
Amplitud mV	x. 7.8 DE. 2.7	5.1 – 10.5	2.4 – 13.2
Duración ms	x. 7.9 DE. 0.8	7.1 – 8.7	6.3 – 9.5
Área μ V/ms	x. 23.2 DE. 9.7	13.5 – 32.9	3.8 – 42.6
VNC m/s	x. 53 DE. 4.3	48.7 – 57.3	44.4 – 61.6

x: Promedio
 μ V: microvoltios
 m/s: metro/segundo

DE: Desviación Estándar
 VNC: velocidad de neuroconducción

ms: milisegundo
 mV: milivoltios

Tabla 12. Diferencia interlado de latencia, amplitud, duración, área y VNC de nervio tibial en 100 sujetos sanos

Componente	Diferencia interlado
Latencia ms	0.1
Amplitud mV	0.9
Duración ms	0.8
Área $\mu\text{V}/\text{ms}$	2.3
VNC m/s	1.0

ms: milisegundo μV : microvoltios VNC: velocidad de neuroconducción
 mV: milivoltios m/s: metro/segundo

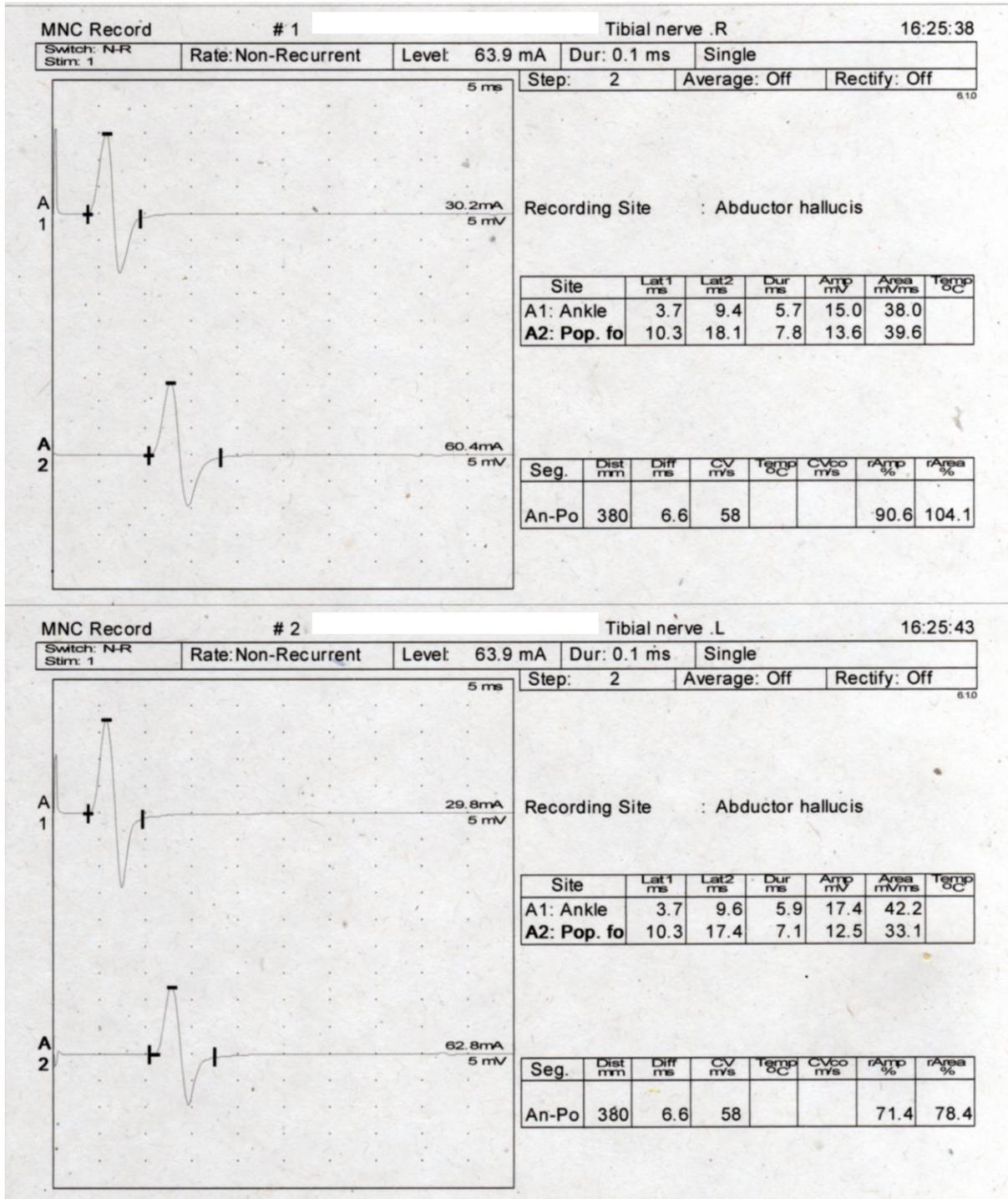
Al dividir a la población por grupos etáreos podemos ver que la distancia de pierna del estímulo distal al estímulo proximal varía de 347cm a 376cm, se encontró que las diferencias en la latencia fue de 0.1ms y en la duración fue menor de 0.8ms, la diferencia de la VNC fue menor de 2m/s. Al igual que en los nervios sensoriales se puede apreciar una tendencia a la disminución de la amplitud y el área en los sujetos mayores de 51 años como se observa en la tabla 13.

Tabla 13. Promedio y desviación estándar de la latencia, amplitud, duración y área de nervio tibial de 100 sujetos sanos por grupo de edad

Grupo de edad	Distancia pierna cm	Latencia ms $x \pm (\text{DE})$	Amplitud mV $x \pm (\text{DE})$	Duración ms $x \pm (\text{DE})$	Área $\mu\text{V}/\text{ms}$ $x \pm (\text{DE})$	VNC m/s $x \pm (\text{DE})$
< 20	376	3.7 (± 0.3)	7.6 (± 1.6)	7.5 (± 1.4)	25.1 (± 6.4)	54.4 (± 5.3)
21-30	377	3.7 (± 0.4)	7.8 (± 2.6)	7.9 (± 1.4)	22.0 (± 10.8)	53.4 (± 3.8)
31-40	376	3.6 (± 0.3)	9.9 (± 3.2)	7.5 (± 1.3)	28.4 (± 10.9)	53.5 (± 3.3)
41-50	353	3.6 (± 0.5)	7.6 (± 2.4)	7.8 (± 1.2)	24.7 (± 8.3)	52.1 (± 5.2)
51-60	347	3.6 (± 0.3)	6.7 (± 1.8)	8.3 (± 1.2)	20.1 (± 6.6)	52.4 (± 4.1)

x: Promedio DE: Desviación estándar ms: milisegundos μV microvoltios
 mV: milivoltios cm: centímetros VNC: velocidad de neuroconducción m/s: metro/segundo

Figura 19: Grafica del nervio tibial



NERVIO PERONEO MOTOR

En la tabla 14 se puede observar que la latencia promedio fue de 3.7 ± 0.6 ms, la amplitud promedio fue de 5.1 ± 2.4 mV, la duración promedio fue de 9.1 ± 1.6 ms, el área promedio fue de 19.1 ± 10.1 y la velocidad de neuroconducción fue de 54.7 ± 4.7 ms, todas con 1 y 2 desviaciones estándar. Como se puede apreciar en la tabla 15 la diferencia interlado de la latencia fue de 0.2ms, de la duración fue menor de 1ms y la VNC fue menor de 1.5m/s. En cuanto a amplitud la diferencia interlado fue de 11.7% (0.6 mV) y en el área se encontró una diferencia interlado del 11.5% (2.2 μ V/ms).

Tabla 14. Valores promedio y desviación estándar de latencia, amplitud, duración, área y VNC del nervio peroneo motor en 100 sujetos sanos

Componente		$\pm 1DE$	$\pm 2DE$
Latencia ms	x. 3.7 DE. 0.6	3.1 – 4.3	2.5 – 4.9
Amplitud mV	x. 5.1 DE. 2.4	2.7 – 7.5	0.3 – 9.9
Duración ms	x. 9.1 DE. 1.6	7.5 – 10.7	5.9 – 12.3
Área μ V/ms	x. 19.1 DE. 10.1	9.0 - 29.2	1.1 – 39.3
VNC m/s	x. 54.7 DE. 4.7	50.0 – 59.4	45.3 – 64.1

x: Promedio DE: Desviación Estándar ms: milisegundo
 μ V: microvoltios VNC: velocidad de neuroconducción mV: milivoltios
m/s: metro/segundo

Tabla 15. Diferencia interlado de latencia, amplitud, duración, área, VNC de nervio peroneo motor en 100 sujetos sanos

Componente	Diferencia interlado
Latencia ms	0.2
Amplitud mV	0.6
Duración ms	0.8
Área μ V/ms	2.2
VNC m/s	1.3

ms: milisegundo μ V: microvoltios VNC: velocidad de neuroconducción
mV: milivoltios m/s: metro/segundo

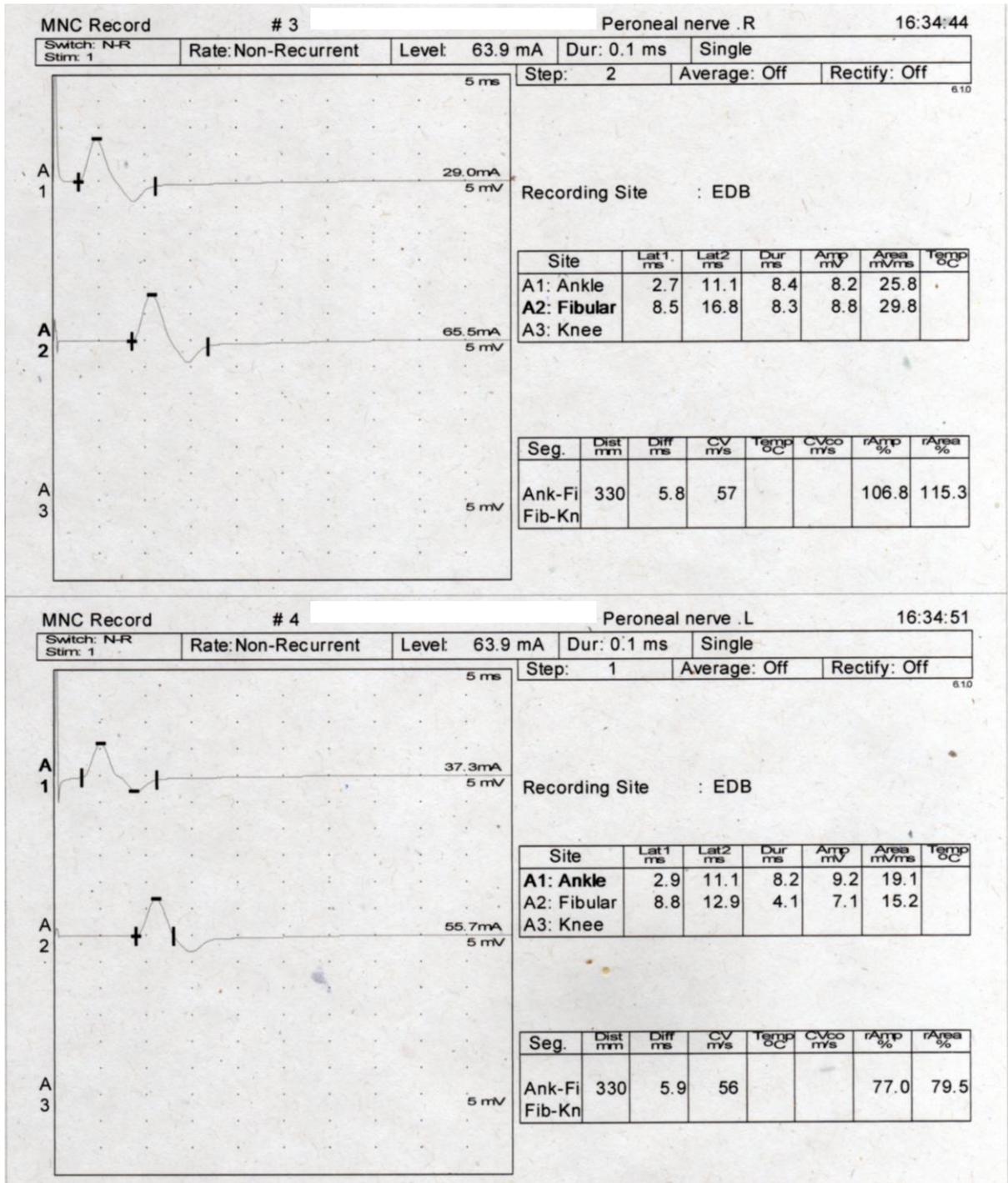
En la tabla 16 al dividir a la población por grupos etáreos podemos ver que la distancia de pierna del estímulo distal al estímulo proximal varía de 318cm a 346cm, se encontró que las diferencias en la latencia fue de 0.3ms y en la duración fue de menor de 1.5ms, la diferencia de la VNC fue menor de 2.5m/s. Nuevamente se puede apreciar una tendencia a la disminución de la amplitud y el área en los sujetos mayores de 51 años.

Tabla 16. Promedio y desviación estándar de latencia, amplitud, duración, área, VNC de nervio peroneo motor en 100 sujetos sanos

Grupo de edad	Distancia pierna cm	Latencia ms x \pm (DE)	Amplitud mV x \pm (DE)	Duración ms x \pm (DE)	Área μ V/ms x \pm (DE)	VNC m/s x \pm (DE)
< 20	338	3.7 (\pm 0.7)	4.8 (\pm 1.6)	9.8 (\pm 1.3)	22.6 (\pm 9.5)	53.4 (\pm 4.1)
21-30	338	3.8 (\pm 0.6)	5.4 (\pm 2.4)	9.4 (\pm 1.9)	20.2 (\pm 9.3)	54.5 (\pm 4.8)
31-40	346	3.4 (\pm 0.5)	6.0 (\pm2.0)	9.2 (\pm 1.5)	24.6 (\pm10.4)	55.5 (\pm 4.2)
41-50	327	3.4 (\pm 0.5)	4.9 (\pm 2.5)	8.7 (\pm 1.2)	18.6 (\pm 10.9)	54.7 (\pm 5.0)
51-60	318	3.5 (\pm 0.7)	3.8 (\pm2.0)	8.6 (\pm 1.2)	13.4 (\pm7.8)	54.4 (\pm 4.6)

x: Promedio DE: Desviación estándar ms: milisegundos μ V microvoltios
cm: centímetros VNC: velocidad de neuroconducción mV: milivoltios m/s: metro/segundo

Figura 20: Grafica del nervio peroneo motor



C. Respuestas especiales

REFLEJO H DE RAÍZ S1

Se encontró que la latencia promedio del reflejo H de raíz S1 fue de 26.6 ± 4.4 ms como se muestra en la tabla 17 junto con 1 y 2 desviaciones estándar. En la tabla 18 podemos observar que la diferencia interlado no es mayor a 0.5 ms y en la tabla 19 se puede apreciar que la diferencia de latencia por grupo etéreo es de 3.1ms.

Tabla 17. Promedio y desviación estándar de la latencia de Reflejo H de raíz S1 en 100 sujetos sanos

Componente		$\pm 1DE$	$\pm 2DE$
Latencia ms	x. 26.6 DE. 4.4	22.2 – 31.0	17.8 – 35.4
x: Promedio	DE: Desviación Estándar		ms: Milisegundo

Tabla 18. Diferencia interlado de latencia de Reflejo H de raíz S1 en 100 sujetos sanos

Componente	Diferencia interlado
Latencia ms	0.3
ms. Milisegundo	

Tabla 19. Promedio y desviación estándar de latencia de Reflejo H de raíz S1 en 100 sujetos sanos

Grupo de edad	Distancia pierna cm	Latencia H ms $X \pm (DE)$
< 20	376	26.4 (\pm 2.2)
21-30	377	27.0 (\pm 2.0)
31-40	376	27.9 (\pm 1.6)
41-50	353	25.8 (\pm 2.9)
51-60	347	24.8(\pm 2.0)

x: Promedio DE: Desviación estándar ms: milisegundos
cm: centímetros

ONDA F DE NERVIO TIBIAL Y NERVIO PERONEO

En la tabla 20 se encontró que la latencia promedio fue de 42.9 ± 3.8 ms y el porcentaje de evocación fue de 100% para la F del nervio tibial y para la F de nervio peroneo se encontró que la latencia promedio fue de 42.9 ± 3.9 ms y el porcentaje de evocación fue de 62%. Ambos mostraron una diferencia interlado menor a 1ms (tabla 21).

Tabla 20. Promedio y desviación estándar de latencias de las ondas F de nervio tibial y nervio peroneo en 100 sujetos sanos

Componente		$\pm 1DE$	$\pm 2DE$
F de tibial	x. 42.9	39.1 – 46.7	35.3 - 50.5
	DE. 3.8		
F de peroneo	x. 42.9	39.0 – 46.8	35.1 – 50.7
	DE. 3.9		

x. Promedio DE. Desviación Estándar ms. Milisegundo

Tabla 21. Diferencia interlado de latencias de Onda F de nervio tibial y peroneo en 100 sujetos sanos

Componente	Diferencia interlado
Onda F de nervio tibial ms	0.9
Onda F de nervio peroneo ms	0.7

ms. Milisegundo

En la tabla 22 se puede observar que al dividir por grupos etáreos la latencia de la onda F de tibial varia en menos de 1ms y la de peroneo varía en menos de 5ms.

Tabla 22: Promedio y desviación estándar de las latencias de la onda F de nervio tibial y peroneo en 100 sujetos sanos

Grupo de edad	Latencia F tibial ms $X \pm (DE)$	Latencia F peroneo ms $X \pm (DE)$
< 20	42.9 (± 3.1)	36.6 (± 13.0)
21-30	43.1 (± 3.4)	38.1 (± 14.5)
31-40	43.0 (± 2.6)	36.5 (± 16.1)
41-50	42.8 (± 4.2)	33.1 (± 18.1)
51-60	42.5 (± 4.5)	34.1 (± 17.1)

x: Promedio

DE: Desviación estándar

Figura 21: Grafica del reflejo H de raíz S1

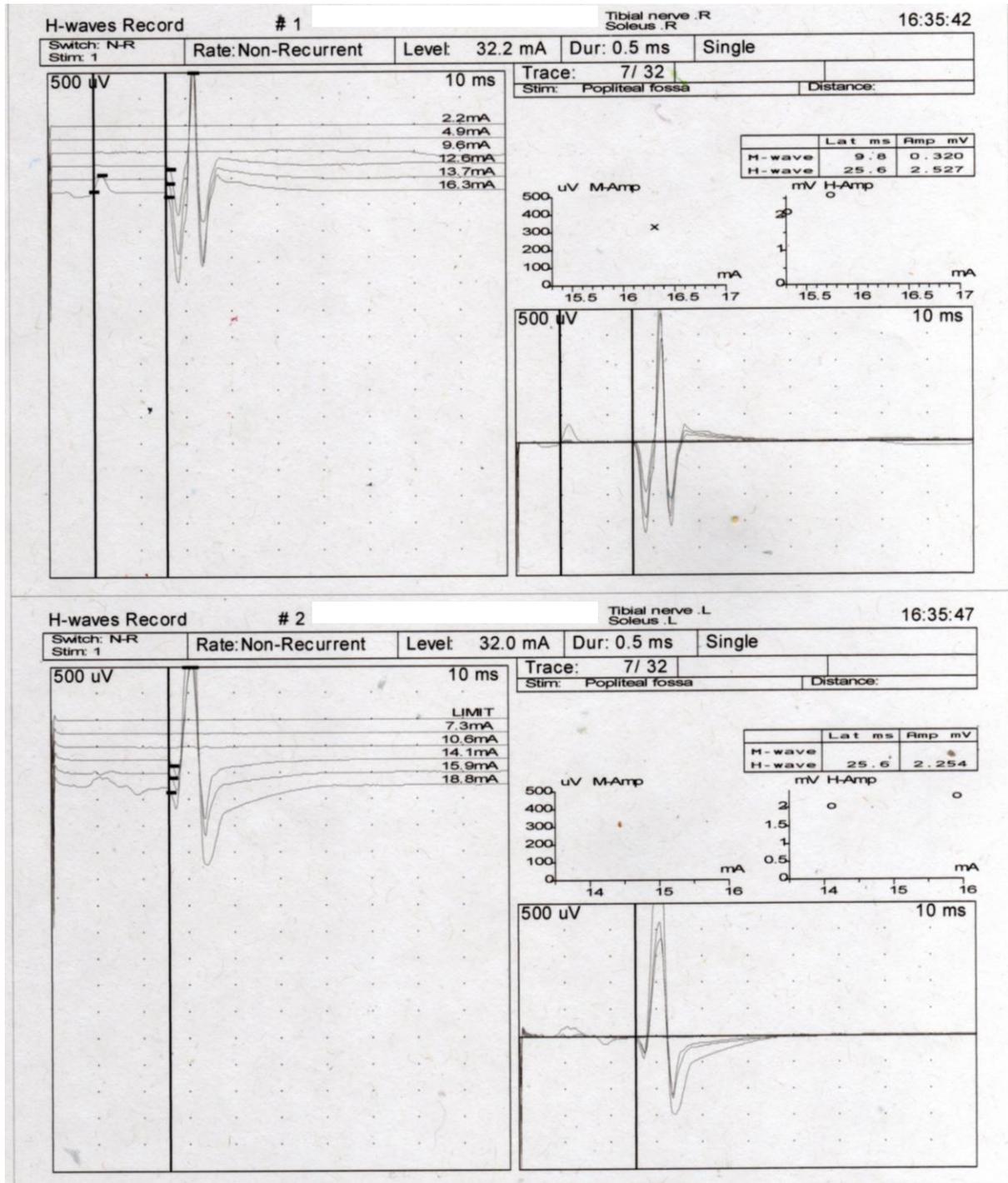


Figura 22: Grafica del Onda F de nervio tibial

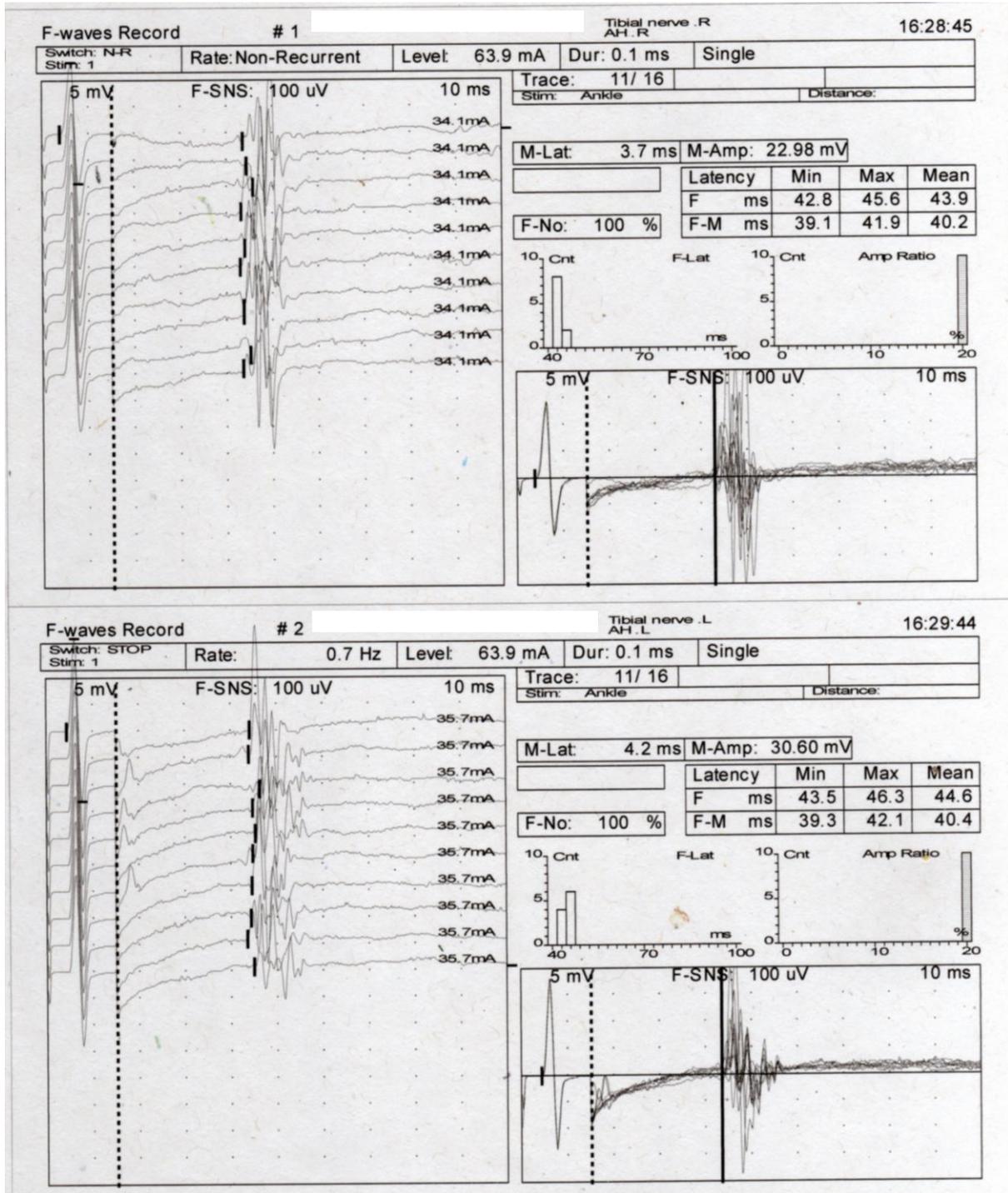
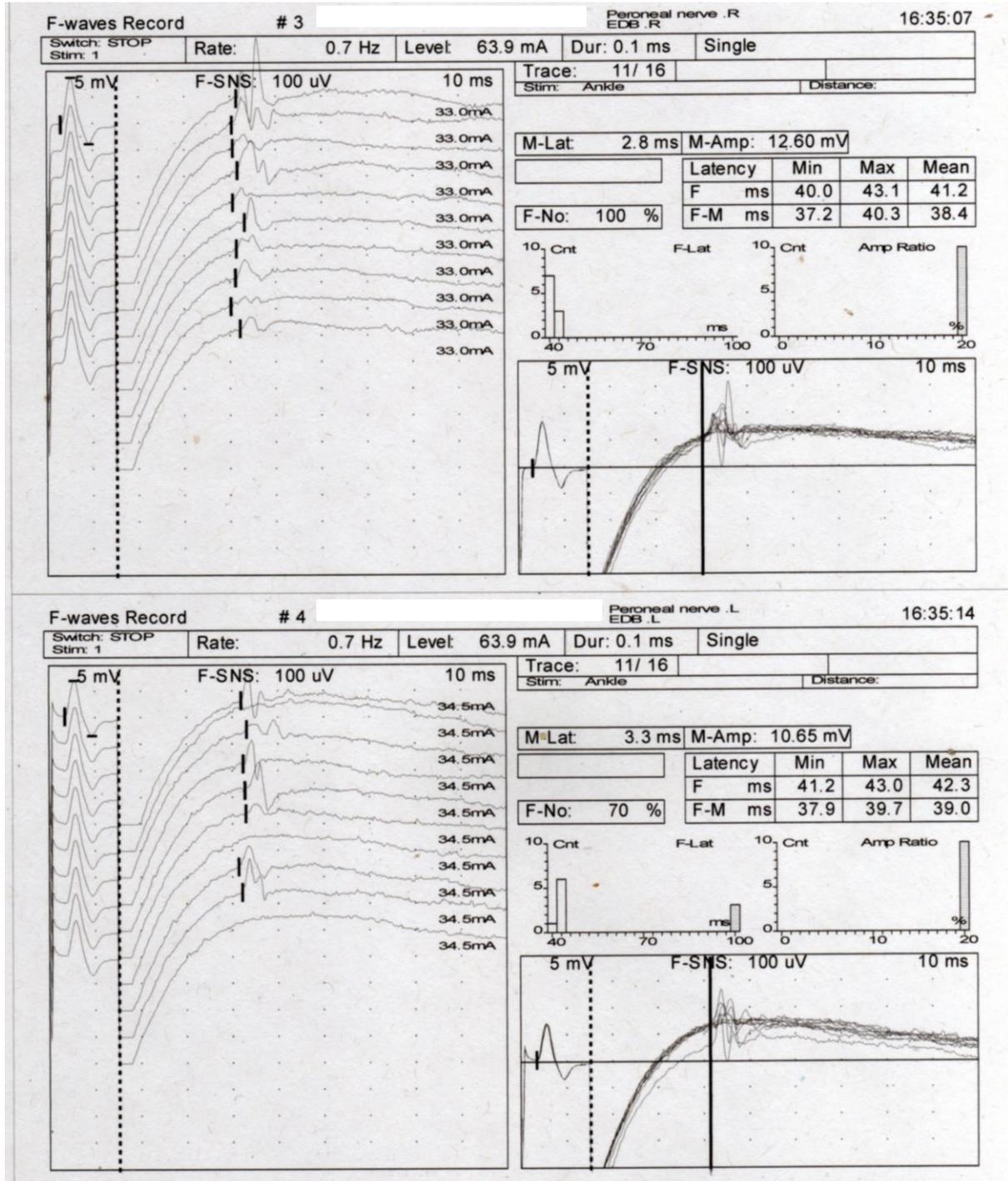


Figura 23: Grafica del Onda F de nervio peroneo



D. Análisis inferencial

Después de encontrar que la distribución de los valores fue no normal mediante la prueba de Kolmogorov-Sminov, se utilizó la prueba Kruskal Wallis para buscar diferencias entre los grupos de edad y entre los hallazgos de esta investigación con lo descrito por otros autores. (Tabla 23)

Comparación por grupos de edad: el análisis por grupos etáreos mostró una pequeña diferencia no significativa ($p > 0.05$; Kruskal Wallis), en todos los valores evaluados para el nervio sural, peroneo sensorial, tibial, peroneo motor, onda F de nervio tibial, onda F de nervio peroneo y reflejo H de raíz S1. (Tablas 7,10, 13,16, 19 y 22; valores destacados con negritas y sombreados).

Al analizar los valores de la amplitud y área del nervio sural, se observaron que estos incrementaban gradualmente conforme aumentaba la edad hasta llegar a un valor máximo a los 30 años, aunque las correlaciones fueron bajas y no significativas ($r_s < 0.016$; $p > 0.05$; Spearman) (Tabla7). A diferencia de estos grupos, la misma tabla muestra que los valores en los mismos parámetros del mismo nervio fueron disminuyendo gradualmente conforme aumentaba la edad a partir de los 41 años, pero en estos las relaciones, aunque bajas si fueron significativas (amplitud $r_s = -0.17$ - mínima-; $p = 0.026$; Spearman y área $r_s = -0.26$ -leve-; $p = 0.001$; Spearman). Este comportamiento a partir de los 41 años fue semejante para todos los nervios pero las correlaciones fueron bajas y no significativas. ($p > 0.05$; Spearman).

Comparación con otros autores: al realizar la prueba estadística se excluyó al autor Preston-Shapiro, debido a que sus valores fueron demasiado inespecíficos y ni siquiera proporciona promedios. También se utilizó para ello la prueba de Kruskal Wallis tomando como significancia una $p < 0.05$.

Nervio sural: En cuanto a la latencia se encontró una diferencia no significativa ($p > 0.05$); la amplitud mostro una diferencia significativa con Dumitru₉ y Kimura₂₃ ($p < 0.05$); la duración únicamente se puede comparar con Shin J Oh₂₅ sin ser significativa su diferencia ($p > 0.05$). El resto de los parámetros de los diferentes autores presentaron alguna pequeña diferencia pero sin significancia estadística ($p > 0.05$).

Nervio peroneo sensorial: En cuanto a la latencia no se encontró una diferencia significativa ($p > 0.05$); la amplitud mostro una diferencia significativa con Dumitru₉ ($p < 0.05$). El resto de los parámetros de los diferentes autores presentaron alguna pequeña diferencia pero sin significancia estadística ($p > 0.05$).

Nervio tibial: En cuanto a la latencia no se encontró una diferencia significativa ($p > 0.05$). Con el autor Shin J Oh₂₅ la amplitud, la duración y la velocidad de neuroconducción si mostraron una diferencia significativa ($p < 0.05$); al comparar los valores con Kimura₂₃ la velocidad de neuroconducción también muestra una diferencia significativa ($p < 0.05$). El resto de los parámetros de los diferentes autores presentaron alguna pequeña diferencia pero sin significancia estadística ($p > 0.05$).

Nervio peroneo motor: En cuanto a la latencia se encontró una diferencia significativa ($p < 0.05$) con Dumitru y DeLisa. Con el autor Shin J Oh la amplitud y la duración mostraron una diferencia significativa ($p < 0.05$). La velocidad de neuroconducción únicamente mostro una diferencia significativa con Kimura ($p < 0.05$). El resto de los parámetros de los diferentes autores presentaron alguna pequeña diferencia pero sin significancia estadística ($p > 0.05$).

Onda F de nervio tibial y nervio peroneo: Ambas latencias muestran una diferencia significativa con todos los autores revisados en este trabajo ($p < 0.05$)

Reflejo H de raíz S1: Las latencias muestran una diferencia significativa con todos los autores revisados en este trabajo ($p < 0.05$)

Algo que podemos destacar de este estudio es que el valor del área no es descrita por ningún otro autor, nosotros si tomamos en cuenta dicho parámetro el cual se puede observar en la tabla 23 y 24.

La tabla 24 muestra de manera concentrada los valores promedio obtenidos ± 1 desviación estándar en el presente trabajo con la finalidad de que sea una guía rápida de los valores de normalidad en la población adulta sana que pertenece al área de cobertura del laboratorio de neurofisiología en donde se realizó el estudio y así pueda ser implementada en la práctica clínica.

Estandarización de parámetros electrofisiológicos en estudios de neuroconducción y respuestas tardías en miembros pélvicos en sujetos adultos sanos en la UMFRSXXI 2010

Tabla 23. Comparación de valores de neuroconducción obtenidos en 100 sujetos sanos de nervio sural, peroneo sensorial, tibial, peroneo motor, onda F de tibial, onda F de peroneo y reflejo H de raíz S1 con la literatura internacional

NERVIO	PARÁMETRO	DELISA	DUMITRU	PRESTON	KIMURA	SHIN J OH	BORAU
Sural	Latencia _{ms}	3.5 ± 0.2 (3.0 – 4.0)	3.5 ± 0.2	≤ 4.4	2.7 ± 0.3	3.17 ± 0.3	3.2 ± 0.3
	Amplitud _{µV}	5 – 30	10 – 50	≥ 6	20.9 ± 8.0	18.1 ± 8.2	17.4 ± 7.4
	Duración _{ms}	----	----	----	----	1.72 ± 0.5	1.3 ± 0.2
	Área _{µV/ms}	----	----	----	----	----	11.6 ± 5.7
Peroneo sensorial	Latencia _{ms}	3.4 ± 0.4	2.9 ± 0.3	≤ 4.4	2.8 ± 0.3	----	3.2 ± 0.4
	Amplitud _{µV}	18.3 ± 8.0 (5 – 44)	20.5 ± 6.1	≥ 6	18.3	----	16.9 ± 7.7
	Duración _{ms}	----	----	----	----	----	1.3 ± 0.2
	Área _{µV/ms}	----	----	----	----	----	11.9 ± 5.2
Tibial	Latencia _{ms}	3.4 ± 0.5	3.4 ± 0.5	≤ 5.8	3.9 ± 1.0	3.8 ± 0.6	3.7 ± 0.4
	Amplitud _{mV}	11.6 ± 4.3	11.8 ± 4.5	≥ 4.0	5.8 ± 1.9	19.0 ± 7.2	7.8 ± 2.7
	Duración _{ms}	----	----	----	----	12.3 ± 3.2	7.9 ± 0.8
	Área _{µV/ms}	----	----	----	----	----	23.2 ± 9.7
	VNC _{m/s}	54.9 ± 7.6	54.9 ± 7.6	≥ 41	48.5 ± 3.6	49.8 ± 4.6	53 ± 4.3
Peroneo motor	Latencia _{ms}	4.5 ± 0.8	4.5 ± 0.8	≤ 6.5	3.89 ± 0.87	3.7 ± 0.5	3.7 ± 0.6
	Amplitud _{mV}	4.4 ± 1.2	4.4 ± 1.4	≥ 2	5.1 ± 2.3	10.0 ± 4.8	5.1 ± 2.4
	Duración _{ms}	----	----	----	----	11.84 ± 2.22	9.1 ± 1.6
	Área _{µV/ms}	----	----	----	----	----	19.1 ± 10.1
	VNC _{m/s}	41.6 – 64.6	53.9 ± 4.3	≥ 44	48.3 ± 3.9	53.9 ± 7.11	54.7 ± 4.7
Onda F de tibial	Latencia _{ms}	52.3 ± 4.3	52.3 ± 4.3	≤ 56	47.7 ± 5.0	48.8 ± 4.1	42.9 ± 3.8
Onda F de peroneo	Latencia _{ms}	51.3 ± 4.7	51.3 ± 4.7	≤ 56	48.4 ± 4.0	46.8 ± 4.2	42.9 ± 3.9
Reflejo H	Latencia _{ms}	28.46 ± 1.8	29.8 ± 2.74	≤ 34	29.5 ± 2.4	28.0 ± 1.9	26.6 ± 4.4

ms: milisegundos mV: milivoltios µV: microvoltios m/s: metro/segundos

Tabla 24. Tabla general de valores de neuroconducción promedio \pm 1 desviación estándar de nervio sural, peroneo sensorial, tibial, peroneo motor, onda F de tibial, onda F de peroneo y reflejo H de raíz S1 realizados en 100 sujetos sanos para ser utilizada en nuestro laboratorio.

NERVIO	PARÁMETRO	BORAU
Sural	Latencia _{ms}	3.2 \pm 0.3
	Amplitud _{μV}	17.4 \pm 7.4
	Duración _{ms}	1.3 \pm 0.2
	Área _{μV/ms}	11.6 \pm 5.7
Peroneo sensorial	Latencia _{ms}	3.2 \pm 0.4
	Amplitud _{μV}	16.9 \pm 7.7
	Duración _{ms}	1.3 \pm 0.2
	Área _{μV/ms}	11.9 \pm 5.2
Tibial	Latencia _{ms}	3.7 \pm 0.4
	Amplitud _{mV}	7.8 \pm 2.7
	Duración _{ms}	7.9 \pm 0.8
	Área _{μV/ms}	23.2 \pm 9.7
	VNC _{m/s}	53 \pm 4.3
Peroneo motor	Latencia _{ms}	3.7 \pm 0.6
	Amplitud _{mV}	5.1 \pm 2.4
	Duración _{ms}	9.1 \pm 1.6
	Área _{μV/ms}	19.1 \pm 10.1
	VNC _{m/s}	54.7 \pm 4.7
Onda F de tibial	Latencia _{ms}	42.9 \pm 3.8
Onda F de peroneo	Latencia _{ms}	42.9 \pm 3.9
Reflejo H	Latencia _{ms}	26.6 \pm 4.4
ms: milisegundos mV: milivoltios μ V: microvoltios m/s: metro/segundos		

DISCUSIÓN

Los estudios de neuroconducción nerviosa sirven para diagnosticar patologías del sistema nervioso periférico incluyendo aquellas que afectan a las neuronas primarias, neuronas sensoriales, raíz nerviosa, plexos, nervio periférico, unión neuromuscular y músculos^{2,9}. Dichos estudios dependen de los valores de normalidad para ser interpretados. Factores antropométricos como el peso y la talla pueden ocasionar una variación en los valores electrofisiológicos sin ser patológicos; así mismo factores ambientales como la temperatura han demostrado variación en los valores registrados⁹ y debido a esto se ha recomendado que cada laboratorio de neurofisiología cuente con sus parámetros de normalidad.

En el presente trabajo de investigación se estudiaron un total de 100 sujetos sanos que se invitaron a participar de manera voluntaria. La literatura menciona que el tamaño de muestra ideal para la estandarización de valores en parámetros electrofisiológicos debe ser de 100 o más ya que entre mayor es la muestra los valores tienden a tener una distribución de normalidad; el número de sujetos en los artículos revisados osciló entre 30 y 200 sujetos, y la mayoría se abocó a números inferiores a los 100 sujetos^{19,28,29}.

Al igual que en reportes de la literatura, en este estudio conjuntamos los valores obtenidos para las extremidades pélvicas derechas e izquierdas de manera que en se amplía la muestra al doble de los sujetos evaluados.

Neuroconducción de nervio sural, tibial, peroneo sensorial y motor

En cuanto a la latencia de los nervios evaluados pudimos observar que su comportamiento fue muy similar con los reportados en la literatura internacional. Este hallazgo era predecible ya que este valor depende directamente de la mielina del

nervio evaluado y tomando en consideración que únicamente se evalúa el tiempo que tarda el impulso eléctrico en recorrer la distancia desde el punto estimulado hasta el electrodo de registro (8 cm para nervios motores y 14 para nervios sensoriales), los factores antropométricos (peso y talla) no son significativamente relevante para la modificación de este valor.

A diferencia de lo antes mencionado, la temperatura ha demostrado ser un factor importante en el comportamiento de la latencia ya que se ha reportado que una disminución de la temperatura puede causar un enlentecimiento de la velocidad con la cual se transmite el impulso, traduciéndose en una prolongación de la latencia. Específicamente Dumitru menciona que puede haber una variación de $0.28\text{ms}/^{\circ}\text{C}$.

La edad también es un factor que se ha documentado puede provocar una prolongación de la latencia debido a que conforme aumenta la edad hay una pérdida de la correlación lineal de la distancia internodal sugiriendo un acortamiento de la misma y por lo tanto un enlentecimiento de la transmisión eléctrica. Para corroborar este hecho la literatura utiliza como punto de corte la edad de 65 años y debido a que este estudio únicamente se base en sujetos de 20 a 60 años nosotros no logramos observar dicho comportamiento, contrario a esto nosotros apreciamos que la latencia se disminuía conforme al grupo de edad incrementaba aunque fue una disminución no significativa (0.2ms como máximo entre los diferentes grupos) que puede estar en relación a que la mayoría de nuestra población se concentraba en los pacientes menores de 40 años.

La velocidad de neuroconducción se midió únicamente para los nervios motores encontrando que la diferencia fue no significativa hecho que está directamente relacionado con lo descrito anteriormente para la latencia ya que este valor también depende estrechamente de la mielina de los nervios evaluados.

La amplitud de los nervios motores y sensoriales evaluados mostro un comportamiento menos homogéneo con los autores revisados. Esta variabilidad puede deberse a que no toda la literatura revisada presenta una media con sus desviaciones estándar como se realizó en el presente estudio, sino que maneja rangos demasiado inespecíficos por lo cual es difícil realizar una comparación. Cabe mencionar que los resultados obtenidos en este trabajo permanecen dentro de los rangos de normalidad manejados por los diversos autores.

Una de las razones por las cuales se podría justificar el uso de rangos tan grande es que la amplitud varía conforme aumenta la edad de los sujetos, hecho que pudimos demostrar en este estudio ya que a partir de los 41 años de edad se notó una disminución de la misma (tablas 7, 10, 13 y 16 donde se sombrearon las diferencias). Algunos autores describen que este fenómeno es debido a que la cantidad de fibras mielinizadas va disminuyendo a partir de la segunda década de la vida y después de los 60 años se calcula que solo un 50% de las fibras inervando la porción distal de las extremidades inferiores sobreviven⁹. Otra posible explicación para la variabilidad de la amplitud que se debe de considerar siempre es la colocación del electrodo de registro ya que con una mínima diferencia de ubicación la amplitud del potencial se puede ver afectado.

El área bajo la curva, al igual que la amplitud, es un parámetro que sirve para valorar el número de axones despolarizados, sin embargo es un valor que no se encontró documentado en la literatura internacional. Este hecho podría ser causado debido a que el área no es inmune a la dispersión temporal que ocurre tras un incremento de la distancia entre el sitio de estímulo y el sitio de registro por lo cual podría estar más propenso a sesgos.

A pesar de lo antes descrito, en este estudio se realizó la medición del área y se encontró que, al igual que la amplitud, esta tiende a disminuir conforme la edad aumento principalmente después de los 41 años de edad, dato que corrobora su relación con el volumen axonal.

La duración de los potenciales de acción únicamente se pudo comparar con el autor Shin J OH y solo se encontró documentada para el nervio sural, tibial y peroneo motor. Es de importancia mencionar que no se encontró una diferencia con lo reportado para el nervio sural sin embargo si para los dos nervios motores. Este comportamiento podría ser causado a consecuencia de las características de la población estudiada ya que no sabemos el rango de edades que utilizó este autor y se ha descrito en la literatura que la duración del potencial se incrementa en un 10 a 15% en los pacientes de entre 40 y 60 años y hasta un 20% en los pacientes mayores de 70 años, y si su población tuvo una predominancia de sujetos mayores de 40 años explicaría la diferencia con nuestros datos en los cuales se consideró a pacientes desde los 20 años de edad y la mayor población se concentró entre los 21 y 30 años.

Pruebas especiales: Reflejo H de raíz S1 y Onda F de tibial y peroneo

Se realizó el registro del reflejo H de raíz S1 donde se midió su latencia la cual mostró ser menor a la reportada por los autores revisados. Hay que considerar que esta prueba especial depende de dos factores principales: la edad y el largo de pierna. La edad es importante por razones ya comentadas previamente sobre el comportamiento de la mielina conforme se incrementa la edad. El largo de pierna es relevante ya que la distancia que debe de recorrer el impulso eléctrico de manera ortodrómica por las fibras la aferentes hasta la raíz posterior con su consecuente sinapsis en la motoneurona alfa y su recorrido ortodrómico por fibras motoras hasta el electrodo de registro es menor en una persona de baja estatura con una pierna corta al recorrido que debe de realizar alguien con una pierna más larga. Debido a

esto podría ser que la diferencia que existe entre nuestros resultados y el obtenido por los autores sea secundario a estas dos características, principalmente al largo de la pierna ya que la población mexicana es comparativamente más baja que la anglosajona, población utilizada por la mayoría de los autores.

De manera similar a la expresado en el Reflejo H la Onda F de nervio tibial y nervio peroneo mostraron una latencia menor a la reportada por la literatura y nuevamente la explicación es el recorrido que debe de realizar el impulso a lo largo de las fibras motoras mediante una conducción antidrómica, su intercambio de voltaje en el asta anterior y su regreso de manera ortodrómica por las fibras motoras. Así como se expresó anteriormente el largo de la pierna es lo que podría ser el determinante de que nuestras latencias sean menores.

La literatura ha mencionado como parámetro de normalidad que la diferencia interlado en cuanto a la latencia de las neuroconducciones no debe ser mayor a 0.5ms , parámetro con el cual nosotros coincidimos ya que las diferencias interlado encontradas fueron menores a 0.2ms . En cuanto a la amplitud se toma como parámetro de normalidad una diferencia interlado no mayor al 50% misma con la cual coincidimos encontrando una diferencia interlado no mayor al 13%. Estos dos datos eran predecibles ya que a todos los sujetos se les valoró de forma bilateral y con los mismos parámetros de medición (mínima variabilidad de técnica). Estos resultados también nos hablan de la homogeneidad de la población, así como de que, efectivamente, eran sanos destacando la exigencia del presente estudio en la selección de sujetos ya que no se aceptaron aquellos con patologías crónico-degenerativas asociadas aun cuando estas fueran de reciente diagnóstico y de igual forma se descartaron a los que tenían antecedentes de ingesta medicamentosa, alcohol y tabaco crónico que pudiera condicionar una neuropatía subclínica.

Existen reportes que establecen sus límites tomando en consideración 2 e incluso 3 desviaciones estándar para conformar sus valores de normalidad por lo que en el presente trabajo de investigación reportamos nuestros datos con 2 desviaciones estándar. Cabe recalcar que los valores referidos en la literatura internacional por algunos autores presentan unos rangos muy amplios como Dumitru quien, a forma de ejemplo, marca la amplitud del nervio sural de 5 a 30 μ V haciéndonos deducir que su media es de 17.5 con una desviación estándar de 12.5 lo cual es mayor a la encontrada en el presente estudio que es de 7.4. Este es solo un ejemplo pero existen varias mediciones descritas por los autores que presentan un comportamiento similar y al no contar con sus bases de datos completas no se puede ser más preciso en la comparación estadística, no obstante con esto se ratifica la necesidad de que cada laboratorio cuente con valores propios estandarizados en la población que atiende normalmente. Ya que como se mencionó, rangos tan amplios pueden tomar como normales, a personas con procesos neuropáticos incipientes.

CONCLUSIONES

1. Los valores de latencia, duración y velocidad de neuroconducción motora de los nervios sural, tibial, peroneo motor y sensorial no muestran diferencia con los reportados por la literatura.
2. Los valores de amplitud se muestran diferentes a los reportados por la literatura internacional.
3. La latencia de Reflejo H de raíz S1, onda F de tibial y peroneo se encontraron menores a los reportados por la literatura
4. Acorde a lo reportado la amplitud y el área disminuyen gradualmente a partir de los 41 años de edad
5. El área no es un valor que se encuentre documentado en ninguna de la literatura revisada por lo cual se considera como una aportación de este estudio.

Sugerencias

Se sugiere llevar acabo más estudios de estandarización de los diferentes parámetros y/o estudios electrofisiológicos utilizados en el laboratorio de neurofisiología de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación siglo XXI, para tener referencias de normalidad acorde a las características antropométricas de nuestra población.

REFERENCIAS

1. Barboi A, Barkhaus P. Electrodiagnostic testing in neuromuscular disorders. *Neurol Clin* 22 (2004). Pp 619-641.
2. Preston DC, Shapiro BE. Electromyography and neuromuscular disorders: clinical-electrophysiologic correlation. 2ª ed. Estados Unidos: El Savier, 2005.
3. Bashar K. Clínicas neurológicas de Norteamérica. Electromiografía clínica. España: McGraw Hill; 2002. Pp 281-354
4. Ellison D, Williams ML, Moodt G, Cisneros F. Electrodiagnostic Studies. *Crit Care Nurs Clin N Am* 22 (2010). Pp 7-18
5. Alvarez R, Santos C, Medina E. Desarrollo histórico y fundamentos teóricos de la electromiografía como medio diagnóstico. *Rev Cubana Med Milit* 2006, 34(4)
6. Wilbourn AJ. Nerve Conduction studies Types, components, abnormalities, and value in localization. *Neurol Clin N Am* 20 (2002). Pp 305-338
7. Marciniak C, Armon C, Wilson J, Miller R. Practice Parameter: Utility of electrodiagnostic technique in evaluating patients with suspected peroneal neuropathy: an evidence-based review. *Muscle and nerve* 31 (2005). Pp 520-527
8. DeLisa J, Lee H, Baran E, Spielholz N, McKenzie K. Manual of Nerve Conduction Velocity and clinical neurophysiology. 3ª ed. Washington: Lippincott Williams and Wilkins, 1994
9. Dumitru D. Electrodiagnostic medicine. Philadelphia: Hanley and Belfus, 1995
10. <http://www.imedar.com/portals/9/cursos%202004/pdf/Bloqueos%20perifericos%20del%20pie.%20Dr.%20Roques.pdf> (revisada el 25-05-2010)
11. Blum A, Rutkove S. The Clinical Neurophysiology Primer. New Jersey: Human Press, 2007. Pp 221-222
12. Fisher MA. H reflexes and F waves: Fundamentals, normal and abnormal patterns. *Neurol Clin N Am* 20 (2002). Pp 339-360
13. Mesrati F, Vecchiernini MF. F-waves: neurophysiology and clinical value. *Neurophysiologie clinique* 34 (2004). Pp 217-243
14. Fisher M, Zhu J, Uddin M, Grindstaff P. Submaximal stimulation and F wave parameters. *J Clin Neurophysiol* 25 (2008). Pp 299-303
15. Chen Y-S, Zhou S, Cartwright C, Crowley Z, Baglin R, Wang F. Test-retest reliability of the soleus H-reflex is affected by joint position and muscle force levels. *J Electromyogr Kinesiol* (2009)
16. Fisher M. Electrophysiology of radiculopathies. *Clinical Neurophysiology* 113 (2002). Pp 317-335

17. Jin X, Zhu Y, Zhou Lu F, Dong Wu X, Qing ZhuD, Weber R, et al. H reflex to S1-root stimulation improves utility for diagnosing S1 radiculopathy. Clin Neurophysiol (2010)
18. Velazquez L, Medina E. Evaluación neurofisiológica en la enfermedad discal lumbar. Rev Cubana Med Milit 27:2 (1998). Pp 94-100
19. Gomez G. Estandarización de parámetros electrofisiológicos en los estudios de neuroconducción del miembro torácico en sujetos sanos de la UFRSXXI Región Sur (Tesis) México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, (2010) Pp53.
20. Dorfman L, Robinson L. AAEM Minimonograph #47: Normative data in electrodiagnostic medicine. Muscle and nerve 20 (1997) Pp 4-14.
21. Denys E. AAEM Minimonograph #14: The influence of temperature in clinical neurophysiology. Muscle and nerve 14 (1991). Pp 795-811.
22. Wilbourn A. AAEM Minimonograph 32. The electrodiagnostic examination in patients with radiculopathies. Muscle and nerve 21 (1998). Pp 1612-1631.
23. Kimura J. Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle: Principles and practice. New York: Oxford, (2001) Pp991
24. Pease W, Lew H, Johnson E. Johnson's Practical Electromyography. 4^a ed. Philadelphia. Lippincott Williams and Wilkins, (2007)
25. Shin J. Oh. Clinical Electromyography: Nerve Conduction Studies. Baltimore, Maryland, (1993)
26. World Medical Organization. Declaration of Helsinki. Br Med J (7 Dec) 1996; 313 (7070):1448-1449
27. Francisco J. Informe Belmont. Principios y Guías éticas para la protección de los sujetos. Abril 1979.
28. González L, Sanchez A. Pérez M. Estandarización de la onda F del nervio facial y su valor pronóstico en la parálisis facial. Revista mexicana de medicina física y rehabilitación 13 (2001), Pp 113-115.
29. Hernández OR. Estandarización de los potenciales evocados cognitivos en el laboratorio de electrodiagnóstico de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación región norte del IMSS (Tesis). México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 1996. Pp 40
30. Blum-Andrew S, Rutkove-Seward B. The Clinical Neurophysiology Primer; Humana Press Inc (2007), Pp 221-222, 315-321

ANEXOS

ANEXO 1

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

LUGAR Y FECHA: _____

Yo _____
acepto participar en el proyecto de investigación medica titulado “estandarización de parámetros electrofisiológicos en los estudios de neuroconducción y respuestas tardías del miembro pélvico en sujetos sanos en la UMFRSXXI región sur”.

Los objetivo del estudio son 1) determinar los valores de normalidad de los diferentes parámetros electrofisiológicos en los estudios de neuroconducción de miembro pélvico en sujetos sanos que acuden a la UMFRSXXI y 2) determinar los valores de normalidad de la onda F de nervio tibial y peroneo así como el reflejo H de sujetos sanos que acuden a la UMFRSXXI

Se me ha explicado que mi participación consiste en que permita que se me realicen los estudios de neuroconducción en mis piernas en el laboratorio de electrofisiología de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Siglo XXI.

También se me ha explicado que el estudio consiste en que me harán una revisión general, después se me realizará un estudio de electrodiagnóstico el cual consiste en medir la forma en que tres de mis nervios en las piernas (tibial, peroneo y sural) transmiten un impulso eléctrico, así mismo se me realizara el estudio de dos técnicas más también a través de impulsos eléctricos en las piernas. Este estudio se me realizara en un consultorio, me harán unas mediciones en mis piernas, después me aplicarán unos estímulos eléctricos de diversas intensidades que se espera que yo los tolere sin molestia.

Se me ha informado que el estudio no ocasiona ninguna consecuencia y los beneficios derivados de mi participación en el estudio será que se tendrá una referencia de la función normal que servirá para medir a otros pacientes que si puedan tener alteraciones.

El investigador principal se ha comprometido a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevaran a cabo, los riesgos y beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención medica que recibo del instituto. El investigador principal me ha dado seguridades de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial.

NOMBRE Y FIRMA DEL PACIENTE

NOMBRE, MATRICULA Y FIRMA
DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL

Número telefónico para comunicarse en caso de emergencia, dudas o preguntas relacionadas con el estudio: _____

ANEXO 2

Historia clínica / Hoja de recolección de datos demográficos

Folio: _____

Nombre: _____

Edad: _____ Sexo: _____

No. de afiliación _____

Antecedentes personales no patológicos que pueden alterar las neuroconducciones

Lugar de origen _____

Residencia actual _____

Ocupación _____

Exposición a tóxicos (cuales) _____

Antecedentes personales patológicos que pueden alterar las neuroconducciones

Tabaquismo (si) (no)

Alcoholismo (si) (no)

Enfermedades heredofamiliares _____

Enfermedades metabólicas _____

Toma de medicamentos _____

Traumatismos _____

Exploración física

Peso: _____

IMC: _____

Talla: _____

Longitud de pierna _____

Miembro pélvico:

Tono: _____

Trofismo: _____

Arcos de movilidad: _____

Reflejos de estiramiento muscular: _____

Examen manual muscular: _____

Concluyo el estudio (si) (no) porque _____

Realizó la recolección de datos: _____

ANEXO 3

Hoja de recolección de datos individuales de neuroconducciones

Folio: _____

Temp: _____

Nervio evaluado	Extremidad	Latencia	Amplitud	Duración	Área bajo la curva	VNC
Sural	Derecha					
	Izquierda					
Tibial	Derecha					
	Izquierda					
Peroneo sensorial	Derecha					
	Izquierda					
Peroneo motor	Derecha					
	Izquierda					

Respuesta tardía	Extremidad	Latencia	% de evocación
Onda F Tibial	Derecha		
	Izquierda		
Onda F Peroneo	Derecha		
	Izquierda		

Respuesta tardía	Extremidad	Latencia
Reflejo H	Derecha	
	Izquierda	

ANEXO 4

Tablas de referencia de valores normales en la literatura internacional

NERVIO SURAL (SENSORIAL)				
Referencia	Latencia (ms)	Amplitud (μ V)	VNC (m/s)	Duración (ms)
DeLisa	3.5 ± 0.2 Rango (3.0 – 4.0)	5 - 30	----	----
Dumitru	3.5 ± 0.2	10 - 50	39.6 ± 2.3	----
Preston/Shapiro	≤ 4.4	≥ 6	≥ 40	----
Kimura	2.7 ± 0.3	20.9 ± 8.0	52.5 ± 5.6	----
Shin J. Oh	3.17 ± 0.3	18.1 ± 8.2	43.2 ± 4.2	1.72 ± 0.5

NERVIO TIBIAL (MOTOR)				
Referencia	Latencia distal (ms)	Amplitud (mV)	VNC (m/s)	Duración (ms)
DeLisa	3.4 ± 0.5	11.6 ± 4.3	54.9 ± 7.6	----
Dumitru	3.4 ± 0.5	11.8 ± 4.5	54.9 ± 7.6	----
Preston/Shapiro	≤ 5.8	≥ 4.0	≥ 41	----
Kimura	3.9 ± 1.0	5.8 ± 1.9	48.5 ± 3.6	----
Shin J. Oh	3.8 ± 0.6	19.0 ± 7.2	49.8 ± 4.6	12.3 ± 3.2

NERVIO PERONEO (SENSORIAL)				
Referencia	Latencia (ms)	Amplitud (μ V)	VNC (m/s)	Duración (ms)
DeLisa	3.4 ± 0.4	18.3 ± 8.0 Rango 5 - 44	51.2 ± 5.7	----
Dumitru	2.9 ± 0.3	20.5 ± 6.1	65.7 ± 3.7	----
Preston/Shapiro	≤ 4.4	≥ 6	≥ 40	----
Kimura	2.8 ± 0.3	18.3	51.2 ± 5.7	----
Shin J. Oh	----	----	media 53 a 57	----

NERVIO PERONEO (MOTOR)				
Referencia	Latencia distal (ms)	Amplitud (mV)	VNC (m/s)	Duración (ms)
DeLisa	4.5 ± 0.8	4.4 ± 1.2	$31.6 \pm 3.5 \text{ cm}^*$: 49.9 ± 5.9 Rango de 41.6 – 64.6	----
Dumitru	4.5 ± 0.8	4.4 ± 1.4	53.9 ± 4.3	----
Preston/Shapiro	≤ 6.5	≥ 2	≥ 44	----
Kimura	3.89 ± 0.87	5.1 ± 2.3	48.3 ± 3.9	----
Shin J. Oh	3.7 ± 0.5	10.0 ± 4.8	53.9 ± 7.11	11.84 ± 2.22

*Centímetros de longitud de pierna (del estímulo distal al estímulo proximal)

Estandarización de parámetros electrofisiológicos en estudios de neuroconducción y respuestas tardías en miembros pélvicos en sujetos adultos sanos en la UMFRSXXI 2010

ONDA F DE NERVIO TIBIAL	
Referencia	Latencia (ms)
DeLisa	52.3 ± 4.3
Dumitru	52.3 ± 4.3
Preston/Shapiro	≤ 56
Kimura	47.7 ± 5.0
Shin J. Oh	48.8 ± 4.1

ONDA F DE NERVIO PERONEO	
Referencia	Latencia (ms)
DeLisa	51.3 ± 4.7
Dumitru	51.3 ± 4.7
Preston/Shapiro	≤ 56
Kimura	48.4 ± 4.0
Shin J. Oh	46.8 ± 4.2

REFLEJO H	
Referencia	Latencia (ms)
DeLisa	147 – 160 cm* : 28.46 ± 1.8
	163 – 175 cm* : 29.9 ± 2.1
	178 – 193 cm* : 31.5 ± 1.2
Dumitru	29.8 ± 2.74
Preston/Shapiro	≤ 34
Kimura	29.5 ± 2.4
Shin J. Oh	28.0 ± 1.9

*Centímetros que hay del electrodo de registro al punto de estímulo en cavidad poplítea