



UMAE HOSPITAL DE PEDIATRÍA
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



Distancia interelectrodo óptima para el registro de los potenciales de acción nerviosos sensitivos en el nervio mediano en escolares

TESIS DE POSGRADO

Para obtener el grado en:

NEUROFISIOLOGÍA CLÍNICA

Presenta

DR. JAIME ARANGO AGUILAR

Asesores:

DRA. MARÍA INÉS FRAIRE MARTÍNEZ⁽¹⁾

DRA. ANA CAROLINA SEPÚLVEDA VILDOSOLA⁽²⁾

⁽¹⁾Médico adscrito al Servicio de Neurofisiología. Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI.

⁽²⁾Asesor Metodológico. Directora de Educación en Investigación y Salud. Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI.

PROTOCOLO AUTORIZADO POR LA COMISION LOCAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA No. 3603 CON No. DE FOLIO F-2011-3603-9.

México, D.F.

Agosto 2011.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

SE AUTORIZA EL PRESENTE TRABAJO COMO TESIS DE POSGRADO DEL
DR. JAIME ARANGO AGUILAR

Dra. María Inés Fraire Martínez

Tutor de Tesis

Médico adscrito al Servicio de Neurofisiología Clínica, Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI, IMSS.

Dra. Ana Carolina Sepulveda Vildosola

Asesor Metodológico

Directora de Educación en Investigación y Salud. Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI.

Dr. Héctor Jaime González Cabello

Jefe de la División de Enseñanza e Investigación del Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI.

Dr. Sergio de Jesús Aguilar Castillo

Jefe del Servicio de Neurofisiología del Hospital de Especialidades CMN Siglo XXI.

Dr. Luis Antonio Arenas Aguayo

Médico adscrito al Servicio de Neurología Pediátrica. Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI.

Dra. Juan Pablo Muñoz Montúfar

Médico adscrito al Servicio de Neurología Pediátrica. Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI.

AGRADECIMIENTOS

A todos los participantes que hicieron posible la realización de este trabajo:

Dra. María Inés Fraire Martínez
Dr. Sergio de Jesús Aguilar Castillo
Dra. Cristina Martínez Ruiz
Dr. Sabino Hortiales Suárez

DEDICATORIA

A mis padres

A mamá Elsa

INDICE

PORTADA	1
AGRADECIMIENTOS	3
DEDICATORIA.....	4
INDICE.....	5
RESUMEN	6
MARCO TEÓRICO	7
ANTECEDENTES.....	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	14
JUSTIFICACION	15
OBJETIVO ESPECÍFICO E HIPÓTESIS.....	16
METODOLOGÍA (Diseño del estudio y Criterios de selección).....	17
VARIABLES.....	19
DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO	20
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	23
ASPECTOS ÉTICOS	25
RESULTADOS.....	27
DISCUSIÓN	28
CONCLUSIONES	29
LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS	31
A N E X O S	32
GLOSARIO	51

Distancia interelectrodo óptima para el registro de los potenciales de acción nerviosos sensitivos en el nervio mediano en escolares

RESUMEN

Antecedentes: Estudios realizados en adultos han mostrado que con distancias interelectrodo de 3 a 4 cm se obtienen los valores máximos para amplitud y latencia. Sin embargo en escolares, en quienes está activo todavía el proceso de mielinización y maduración de las fibras nerviosas se utiliza dicha distancia como parámetro de referencia. Es necesario saber si en escolares de 5 a 9 años el proceso de maduración modifica este parámetro y los valores de latencia y amplitud obtenidos.

Objetivos: Determinar la distancia interelectrodo óptima para el registro de potenciales nerviosos sensitivos (PANS) del nervio mediano en escolares.

Métodos: Se realizó una modificación a la técnica para la obtención de PANS que consistió en la colocación de 4 referencias ubicadas a 1, 2, 3 y 4 cm del electrodo activo, el electrodo activo estableció puente físico en los 4 canales por lo que simultáneamente se obtuvieron los PANS correspondientes a cada referencia. Se analizaron las diferencias interlado para amplitud y latencia, determinándose si existía normalidad en la distribución de los datos. Se analizaron las diferencias interdistancia a través de las pruebas de Wilcoxon y T pareada.

Resultados: A 4 cm se obtuvo la amplitud máxima y la menor latencia. En cuanto a la latencia pico no hay diferencia significativamente estadística con el uso de referencia a 3 y 4 cm. Respecto a la amplitud los conjuntos de valores obtenidos a 2 y 3 cm son similares a los obtenidos a 4 cm, sin embargo no se pueden considerar equivalentes.

Conclusiones: La distancia interelectrodo óptima para el registro de PANS en escolares es de 4 cm.

Palabras clave: Distancia interelectrodo, potencial nervioso sensitivo, amplitud, latencia pico, escolares.

MARCO TEÓRICO

Generalidades

Anatomía del nervio Mediano

El nervio mediano se origina del plexo braquial y deriva de las raíces nerviosas correspondientes a los niveles C6, C7, C8 y T 1, mismas que se integran posteriormente a las curvas lateral y medial. El nervio desciende siguiendo el trayecto de la arteria humeral en posición medial a esta, en el segmento distal del húmero atraviesa el ligamento de Struthers a nivel del epicóndilo medial del codo. Desciende por la cara anterior del antebrazo siguiendo el trayecto de la línea media, finalmente atraviesa el túnel del carpo para inervar la mano ¹.

El componente sensitivo inerva la piel de los aspectos laterales de la palma y la cara dorsal de las falanges distales del pulgar, índice, medio y la mitad lateral del anular, así como las superficies volares de estos mismos. (Figura 1) Las fibras sensitivas del pulgar e índice derivan principalmente de C6 mientras que las del dedo medio se derivan principalmente del nivel C7. Inerva la mayoría de los músculos flexores del antebrazo y la eminencia tenar ².

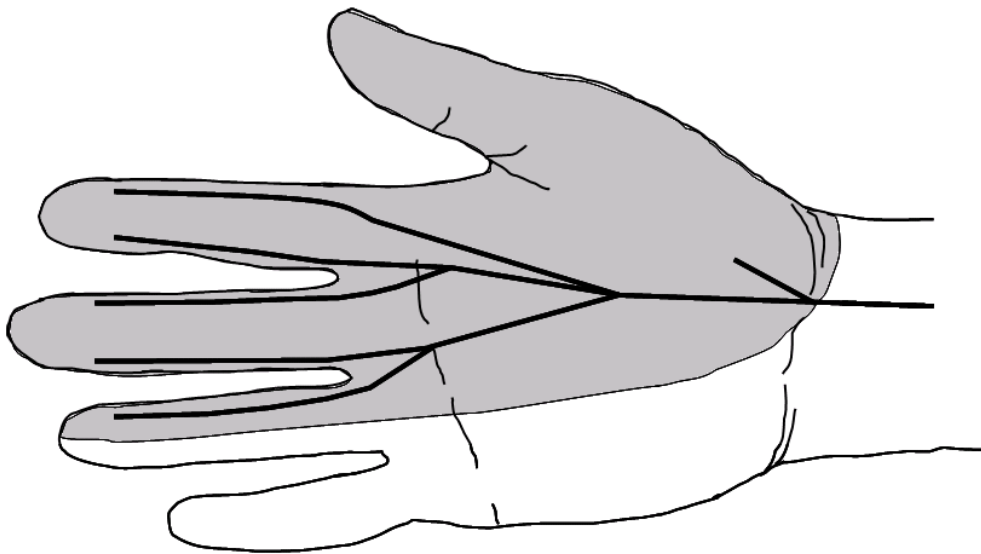


Figura 1. Distribución del nervio mediano y territorio que inerva. Obsérvese que en los dedos las ramas recorren el borde lateral y medial, en el dedo anular solo está presente la rama que recorre el borde lateral.

Fisiología de las fibras nerviosas

En las membranas celulares existe una diferencia de carga eléctrica entre el interior y exterior, a esta diferencia se le llama potencial de membrana en reposo. El potencial de membrana en reposo es negativo y oscila entre 70 y 90 mV, siendo el interior negativo con respecto al exterior.

Al aplicar un estímulo a la membrana, se modifica la permeabilidad de tal forma que partículas cargadas positivamente (iones) ingresan al interior de la célula modificando el potencial a través de ella, si el número de iones que ingresa llega al valor umbral la membrana se despolariza (se hace más positivo el potencial eléctrico de membrana), entonces el cambio en el potencial de membrana alcanza el valor umbral del segmento axonal contiguo y también se despolariza, la despolarización de segmentos contiguo propaga el cambio en el potencial de membrana a lo largo del axón, a este fenómeno se le denomina "Potencial de acción" ³.

Cuando se estimula a un nervio, se debe llegar al umbral del conjunto de fibras nerviosas, por lo que se le llama potencial de acción nervioso compuesto.

La propagación del potencial en las fibras nerviosas es bidireccional o unidireccional dependiendo del sitio donde se estimulen y el tipo de nervio ya que el segmento que se despolariza primero entra en un periodo refractario e impide transitoriamente que se vuelva a despolarizar y por lo tanto impide la propagación de un nuevo potencial de acción a través de dicho segmento.

Se denomina propagación ortodrómica a la que sigue el sentido fisiológico que recorre el impulso, es decir, viaja de los receptores periféricos hacia la médula en las fibras sensitivas, y viaja de las raíces a los músculos en las fibras motoras. La propagación antidrómica sigue el sentido opuesto al descrito para cada tipo de fibra.

La velocidad de conducción de las fibras nerviosas depende de los siguientes factores ^{4,5}:

Diámetro axonal. De acuerdo a la ley de Ohm a mayor resistencia menor el flujo de corriente y mayor el tiempo para lograr el movimiento de cargas que permite la generación del potencial de acción. La resistencia es función directa del diámetro axonal, a mayor diámetro axonal menor resistencia axial y por lo tanto mayor velocidad de propagación. Una velocidad de propagación óptima requiere que del diámetro total de la fibra el 40% corresponda a mielina y 60% al axón.

Mielinización. A mayor capacitancia de membrana mayor es la cantidad de carga necesaria para cambiar el potencial de membrana. La capacitancia es inversamente proporcional al grosor del material aislante, por lo que la presencia de mielina la disminuye, aumentando la velocidad de conducción. La mielina se organiza en pequeños segmentos de 1 a 2 mm de longitud separadas por segmentos libres de mielina de 2 μ m llamado nodos de Ranvier los cuales son zonas ricas en canales de sodio voltaje dependientes que al despolarizarse permiten la propagación del potencial de acción.

Distancia internodal. En las fibras mielinizadas la corriente generada por el potencial de acción se desplaza rápidamente entre las regiones internodales ya que estas carecen de canales de sodio y la capacitancia de membrana es baja. A mayor distancia internodal mayor velocidad de conducción. El potencial de acción se propaga por contigüidad en las fibras amielínicas, al despolarizarse un segmento de la membrana la diferencia de

potencial generada despolariza al segmento inmediatamente contiguo lo cual hace lenta y poco eficiente la propagación del potencial de acción.

Potencial de Acción Nervioso

Los potenciales de acción que se registran en los estudios neurofisiológicos convencionales son producidos por la sumatoria de la actividad eléctrica del grupo de axones que integran una fibra nerviosa.

Potencial de acción nervioso sensitivo (PANS). Es un registro de la actividad eléctrica de un nervio sensitivo después de la aplicación de un estímulo eléctrico, tanto el sitio de estimulación como el de registro se encuentran sobre el trayecto del nervio estudiado. La medición de los PANS requiere de un equipo especial que conste de un preamplificador al cual se conectan los electrodos y de un amplificador, después de que la señal eléctrica ha sido registrada los datos obtenidos son procesados por un ordenador.

Técnica Antidrómica (figura 2). El estímulo se aplica a 14 cm del electrodo activo en sentido contrario a como normalmente viaja el impulso (de proximal a distal). El registro se realiza en un sitio distal.

Cuando se aplica la técnica antidrómica el potencial registrado tiene una amplitud mayor respecto al observado con la técnica ortodrómica, lo que facilita la obtención del mismo, pero no hay variabilidad en el resto de los parámetros⁶.

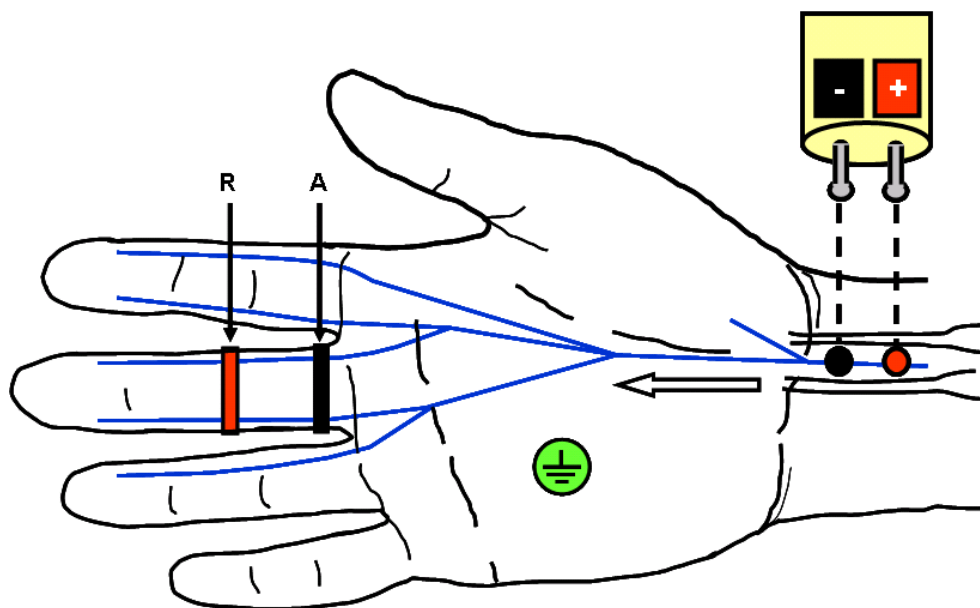


Figura 2. Técnica antidrómica. El sitio de estimulación es proximal, el punto sobre el cual se coloca el cátodo (-) se ubica a 14 cm del electrodo de registro entre los tendones del flexor carpi radialis y el del palmaris longus. El sitio de registro es distal. El electrodo activo o electrodo de registro (identificado por el color negro y signo "-") se coloca en la base del dedo. El electrodo de referencia (identificado por el color rojo y signo positivo "+") se coloca convencionalmente 4 cm distal al electrodo activo. El electrodo de "tierra" (color verde) se aplica al dorso de la mano. Los electrodos se conectan al preamplificador en la conexión correspondiente a su función.

Parámetros medidos en el potencial de acción nervioso sensitivo ⁷

Amplitud. Se refiere al tamaño del potencial de acción medido en microvolts, se mide desde la deflexión inicial de la línea basal (base-pico) o pico positivo hasta el siguiente pico negativo (pico-pico).

Latencia pico. Es el tiempo transcurrido desde el inicio del estímulo hasta el punto en el que la onda registrada alcanza su amplitud máxima.

Latencia inicial. Es el tiempo en milisegundos transcurrido desde la aplicación del estímulo hasta la aparición de la deflexión inicial de la línea basal. El principal problema técnico en la medición de este parámetro es que al ser el PANS de muy baja amplitud es propenso a contaminarse con ruido por lo que no es posible marcar de manera confiable el punto de inicio del potencial de acción .

Duración. Se refiere a la duración del potencial negativo o de toda la onda medida en milisegundos.

Área. Se refiere al área bajo la curva que describe la onda negativa del potencial y es representativa del número de axones despolarizados.

Los parámetros medidos son presentados de manera gráfica como se muestra en la figura 4.

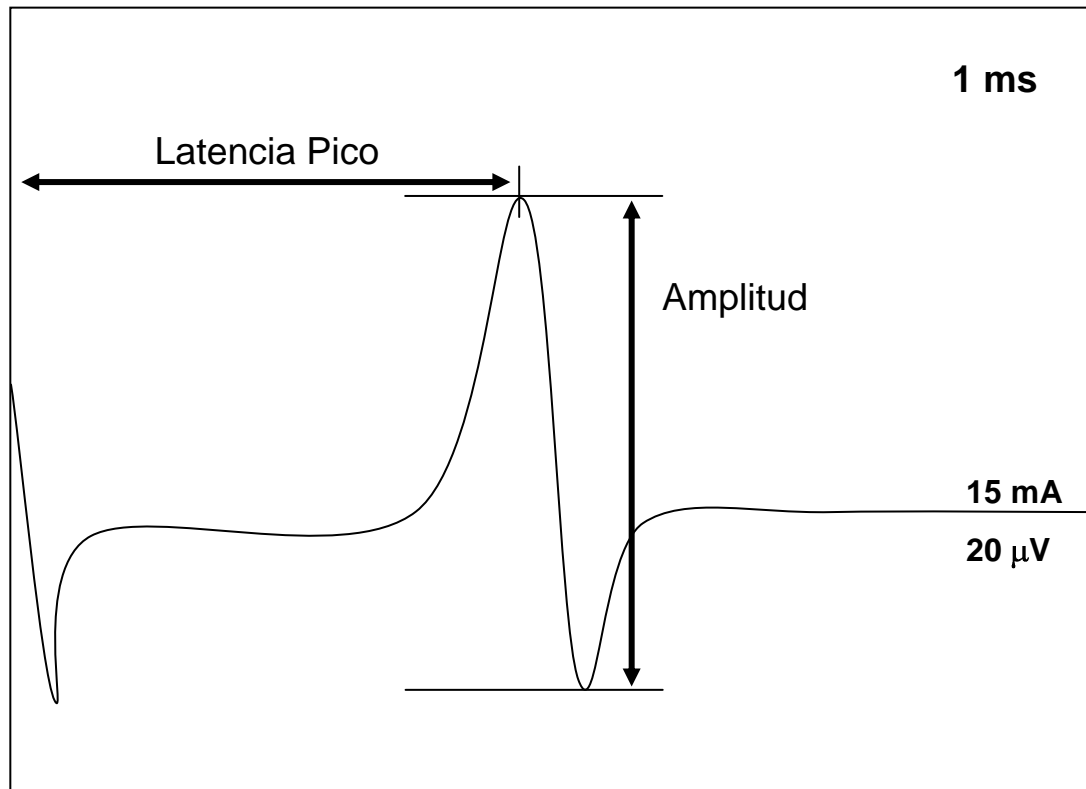


Figura 3. Características del potencial de acción nervioso sensitivo.

Factores que afectan la medición de potenciales de acción nerviosos sensitivos

Aún cuando a la edad de 5 años se considera completo el proceso de mielinización del sistema nervioso periférico los valores obtenidos para velocidades de conducción, latencias y las amplitudes en estudios de conducción nerviosa son diferentes en niños en comparación con los observados en adultos. Estas diferencias son atribuidas a los siguientes factores:

Aumento progresivo en la densidad y diámetro de las fibras, los cuales alcanzan su máximo alrededor de los 20 años (aproximadamente 6480 fibras/mm²) para declinar progresivamente en etapas posteriores. Se obtiene la mayor velocidad de conducción nerviosa cuando se alcanza una relación entre diámetro del axón y diámetro de la fibra de 0.6 a 0.7. Al ser menor el diámetro de las fibras en los niños esto implica mayor resistencia y puede verse reflejado como obtención de amplitudes de menor voltaje en comparación con los adultos ⁸.

Distancia internodal la cual aumenta progresivamente durante toda la primera década de la vida, alcanzando su máximo al lograrse una proporción distancia internodal/diámetro del axón de 100 a 200.

Temperatura. Una disminución en la temperatura prolonga la latencia de los potenciales pero aumenta su amplitud. Si el área que circunda al nervio se mantiene debajo de los 36 °C la velocidad de conducción disminuye 2 m/s/°C y la latencia motora aumenta 0.3 ms/°C ⁹.

Distancia interelectrodo. En un estudio del PANS antidrómico en adultos, Dumitru observó que al aumentar la distancia entre los electrodos de registro y referencia se incrementa la amplitud del potencial de acción de manera paulatina, teniendo poca variabilidad después de 4 cm ^{10, 11}.

ANTECEDENTES

Varghese y Rogoff estudiaron en 25 sujetos sanos potenciales sensitivos ortodrómicos y antidrómicos con separaciones entre los electrodos de registro y referencia de 1 y 5 cm. Encontraron que a 5 cm se obtenía el valor máximo para la latencia pico, así como una diferencia significativa de la amplitud entre distancias de 1 y 3 cm, sin embargo reportaron que no había mayor incremento en la amplitud después de 3 cm, por lo que recomendaron la realización de dichos estudios con distancia interelectrodo de 3 o más cm ¹².

Dumitru y Walsh demostraron en muestras pequeñas que una distancia de 4 cm entre los electrodos activo y de referencia es óptima para el registro de potenciales sensitivos y compuestos, ya que con dicha separación los potenciales registrados alcanzan la amplitud máxima ¹³.

Wee y Ashley realizaron un estudio en 15 adultos sanos, evaluaron el efecto de diferentes distancias entre los electrodos de registro y referencia en la medición de potenciales de acción nerviosos sensitivos antidrómicos. Encontraron que con una separación de 4 cm o más se alcanzan los valores máximos para latencia y amplitud de los potenciales sin que se observe incremento adicional ¹⁴.

Hasegawa et al estudiaron 12 nervios medianos sanos con las técnicas ortodrómica y antidrómica utilizando una separación entre los electrodos de registro y referencia de 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm y 5 cm. Observaron que la amplitud máxima se obtiene con distancias interelectrodo mayores a 3 cm. Concluyeron que esa es la distancia mínima que debe utilizarse en estudios de neuroconducción sensitivos para obtener la mayor amplitud y mejor definición de los picos ¹⁵.

La distancia entre los electrodos de registro y referencia determina la amplitud, latencia y morfología de los potenciales de acción sensoriales y compuestos como se ha demostrado en varios estudios. Van Evanoff y Buschbacher demostraron que con el uso de electrodo de barra de 3 y 4 cm, respectivamente, la variabilidad en los potenciales de acción nerviosos motores y sensitivos es insignificante en cuanto a la latencia, y aunque registraron amplitudes discretamente mayores con distancia de 4 cm, dicha diferencia es clínicamente insignificante ¹⁶.

Plastaras et al analizaron las diferencias observadas en la medición del potencial de acción nervioso sensitivo en el nervio sural en 22 adultos sanos comparando los registros con distancias interelectrodo de 3 y 4 cm

encontrando que la diferencia media para latencia pico era de 0.06 ms (SD 0.09, P 0.0073), mientras que la diferencia de amplitud (0.027 μ V) no fue significativa; los resultados observados no fueron atribuibles a diferencias en sexo, edad e índice de masa corporal. Las diferencias observadas no se consideraron clínicamente significativas ¹⁷.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al realizar estudios de conducción nerviosa la obtención de potenciales nerviosos sensitivos plantea una serie de problemas técnicos que condicionan una variabilidad significativa en su morfología, amplitud, latencia y duración. Uno de estos factores es la distancia entre el electrodo de referencia y el electrodo activo (distancia interelectrodo) la cual modifica la amplitud y latencia de los potenciales. Aún cuando se acepta convencionalmente una distancia interelectrodo de 4 cm en adultos, en los niños está pendiente el crecimiento de las fibras nerviosas en longitud y diámetro así como el aumento de la distancia internodal, dichos factores modifican los valores de PANS observados en niños. Por esto es necesario determinar en escolares cuál será la distancia interelectrodo óptima para realizar estudios de neuroconducción.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la distancia interelectrodo óptima para el registro de potenciales de acción sensitivos en escolares?.

JUSTIFICACION

Esta investigación es relevante ya que no se ha realizado en población pediátrica. Los estándares convencionales plantean que la distancia interelectrodo óptima para la obtención de potenciales es de 3 a 4 cm, sin embargo dicha referencia solo se ha realizado en sujetos adultos. El proceso de crecimiento y maduración de las fibras nerviosas en los niños no ha concluido por lo que es probable que estas diferencias modifiquen la relación entre la amplitud de los potenciales y la distancia interelectrodo. Las técnicas para la obtención de potenciales de acción nerviosos sensitivos varían entre los distintos laboratorios de neurofisiología clínica, por lo que la estandarización de la distancia interelectrodo podría contribuir a disminuir la variabilidad de los resultados obtenidos. Esta investigación contribuirá a la estandarización del parámetro “distancia interelectrodo” en escolares lo cual favorecerá la obtención medidas más precisas y mayor reproducibilidad de las mismas. Como producto secundario se obtendrá una tabla de valores de referencia de estudios de neuroconducción sensitivos para el nervio mediano.

OBJETIVO ESPECÍFICO

Determinar la distancia interelectrodo* “óptima”† para el registro de los potenciales de acción nerviosos sensitivos, a la cual no existe diferencia significativa entre amplitud y latencia pico.

HIPÓTESIS

La distancia interelectrodo con la que se obtiene la menor variabilidad en los valores de amplitud y latencia es igual a 4 cm.

* Distancia interelectrodo. Distancia en centímetros entre el electrodo activo y de referencia.

† Distancia interelectrodo óptima. Distancia interelectrodo a la cual no existe variabilidad significativa entre los valores de amplitud y latencia pico.

METODOLOGÍA

Diseño del estudio

Cuasi experimental.

Analítico.

Transversal.

Prolectivo.

Lugar donde se realizó el estudio:

Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional siglo XXI en el periodo comprendido de febrero a agosto de 2011. Se puede consultar el cronograma de actividades en el anexo 9.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

a. Criterios De Inclusión

Hombres y mujeres.

Edad de 5 a 9 años.

Exploración neurológica normal.

b. Criterios De Exclusión

Antecedentes familiares de neuropatías hereditarias.

Antecedentes personales patológicos:

- Diagnóstico de enfermedades sistémicas que afecten al sistema nervioso periférico (autoinmunes, vasculitis, metabólicas, genéticas, etc.).
- Ser portador de enfermedad infecciosa, neurodegenerativa o estática que afecte la función neuromuscular.
- Pacientes de la consulta externa de neurología.
- Padecer o haber padecido alguna neuropatía aguda o crónica remitida.
- Antecedente de exposición a metales o toxinas que alteren la neuroconducción.
- Lesión o amputación total o parcial del miembro a estudiar que impida la correcta aplicación de la técnica de estudio.

c. Criterios De Eliminación

Que se demuestre durante la obtención de los potenciales datos diagnósticos o sugestivos de neuropatía axonal, desmielinizante o mixta.

Negativa o indisposición del paciente para concluir el estudio neurofisiológico.

Retiro del consentimiento informado o retiro del asentimiento informado.

La hoja de evaluación del paciente puede consultarse en el anexo 9.

VARIABLES

a. DEPENDIENTES

Amplitud

Latencia pico

b. INDEPENDIENTES

Distancia interelectrodo

c. CONFUSORAS

Diferencia interlado

CUADRO DE VARIABLES

Variable	Tipo	Definición operacional	Escala de medición	Unidades
Amplitud del PAS	Dependiente	Voltaje del PANS medido de pico a pico.	Continua	Microvolts (mcV)
Latencia pico del PAS	Dependiente	Lapso entre la aplicación del estímulo y el pico positivo del PANS.	Continua	Milisegundos (ms)
Distancia interelectrodo	Independiente	Distancia entre el electrodo activo y el electrodo de referencia.	Continua	Centímetros (cm)

TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se integró una muestra de 33 sujetos seleccionados por conveniencia. Los sujetos fueron familiares de trabajadores del hospital y familiares de pacientes que acudían al servicio de consulta externa.

DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

Se trata de un estudio cuasi experimental, analítico, transversal y prolectivo en el cual se incluyeron un total de 33 sujetos en un solo grupo según los criterios de inclusión ya comentados en el apartado correspondiente.

Preparación del paciente

Se realizó en los sujetos limpieza con una torunda alcoholada los sitios de colocación de electrodos y de estimulación. El estudio se realizó con el paciente sentado con el antebrazo en posición supina y la muñeca en posición neutra.

Técnica para la comparación de distancias interelectrodo en PANS del nervio mediano

Se utilizó la técnica antidrómica con las siguientes modificaciones:

1. Selección del sitio de registro. El registro de PANS se realizó en el dedo medio.
2. Parámetros técnicos para la configuración del equipo: impedancia menor a 5000 ohms, Filtros bajo 2 Hz, filtro alto 3000 Hz. Ventana de análisis 10 ms. Velocidad de barrido 1 ms/división. Sensibilidad 20 μ V/división.
3. Colocación de electrodos con técnica modificada (Figura 4). El electrodo activo o electrodo de registro se colocó en la base del dedo. Se utilizaron 4 electrodos de referencia se colocaron distales al electrodo activo a 1,2, 3 y 4 cm respectivamente.

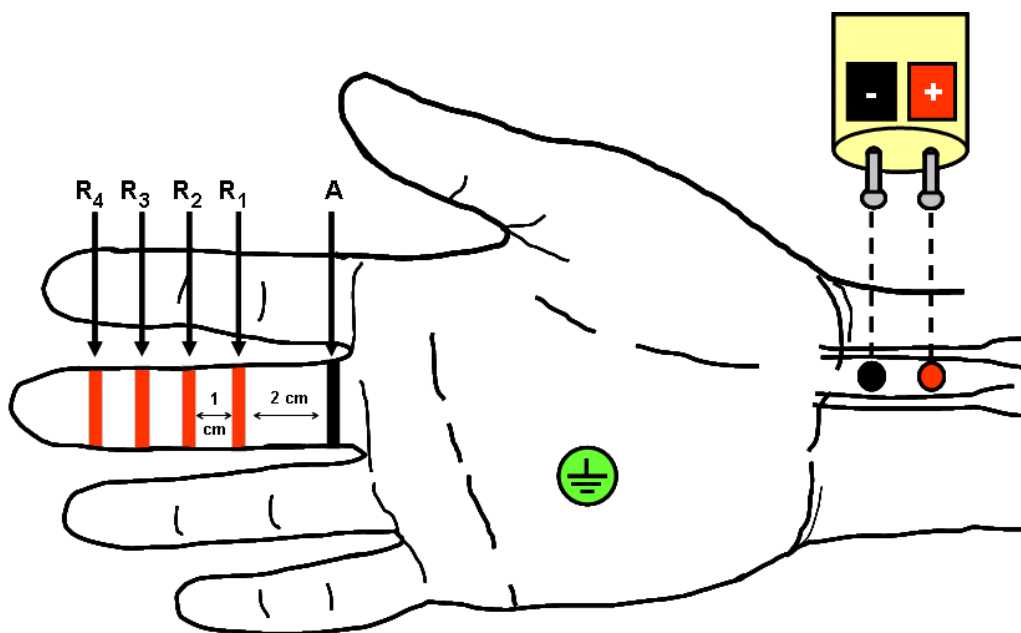


Figura 4. Colocación de electrodos para la comparación de distancias interelectrodo en PANS del nervio mediano.

4. Conexión de los electrodos (Figura 5). La consola Viking Quest cuenta con un preamplificador de 4 canales. El modo en que se conectarán los electrodos es el siguiente:
- Electrodo activo. Se conecta en el canal 1. Se estableció un puente físico para interconectarlo simultáneamente con los canales 1, 2, 3 y 4.
 - Electrodos de referencia. Los electrodos dispuestos a 1, 2, 3 y 4 cm distales al electrodo de registro se conectaron a los canales 1, 2, 3 y 4 respectivamente.
 - Electrodo de tierra. Dorso de la mano.

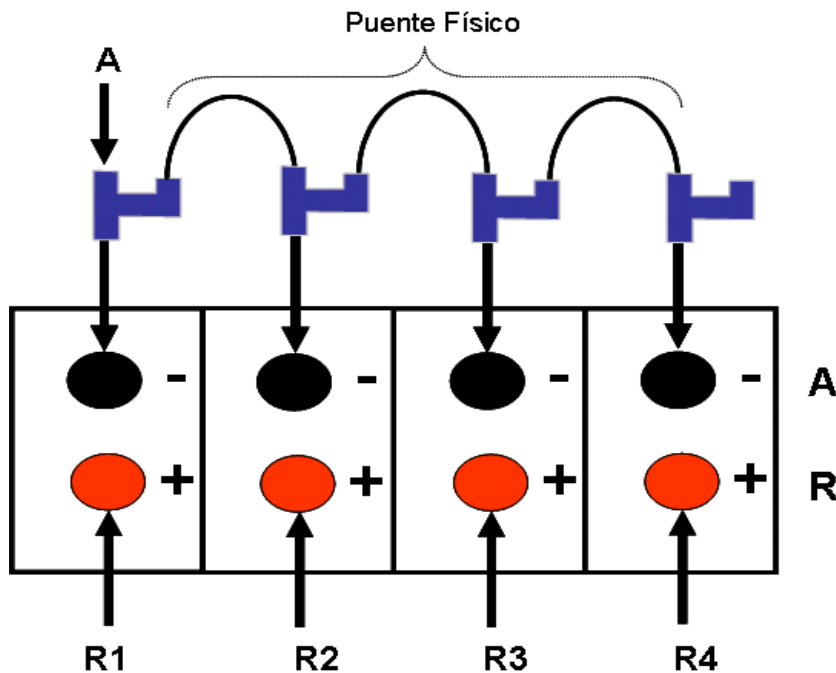


Figura 5. Configuración del preamplificador para la comparación de distancias interelectrodo en PANS del nervio mediano. Los electrodos de referencia se conectan a los canales de manera.

- Estimulación. Antidrómica con sitio de estimulación a 11 cm del electrodo activo para todos los casos. El registro se realizó en ambos miembros superiores. El estímulo se aplicó con una intensidad de 10 a 25 mA. con el fin de evitar provocar un potencial motor. El ancho de pulso fue de 100 ms.
- Procesamiento de datos. El equipo midió las diferencias de potencial de manera individual para cada canal. La configuración permitió obtener los valores de amplitud y latencia pico de manera simultánea para cada distancia interelectrodo evaluada obteniéndose un reporte cuantitativo como el que se muestra en la figura 6. Los datos se concentraron en una tabla para su análisis (Anexo 1).

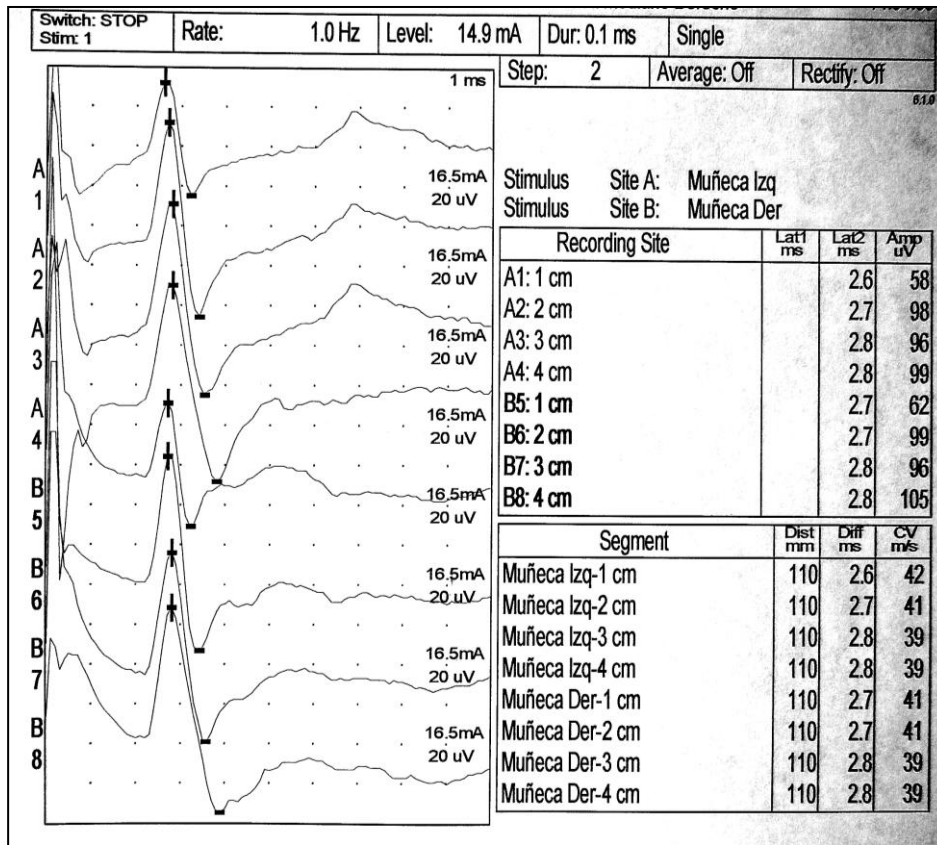


Figura 6. La configuración de la consola Viking permitió obtener un reporte cuantitativo y gráfico que muestra los valores de latencia pico y amplitud, los primeros 4 canales muestran la configuración de los PANS de la mano izquierda y los siguientes 4 los de la mano derecha.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se capturaron en Microsoft Excel, las tablas fueron importadas a SPSS para realizar el análisis estadístico. Se analizó una muestra total de 33 sujetos.

Las 2 variables dependientes (latencia y amplitud) se midieron con distancias interelectrodo de 1, 2, 3 y 4 cm en cada mano. Obteniéndose un total de 8 conjuntos de datos para cada variable (4 por cada lado).

La descripción de las variables demográficas se expresó en porcentajes (Anexo 2).

El algoritmo para el análisis de los datos fue el siguiente (Figura 7):

1. Determinación del tipo de distribución de los datos. Se aplicó la prueba no paramétrica de Shapiro-Wilk para cada lado y distancia interelectrodo por cada variable (Anexo 3). Para ambas variables por lo menos un conjunto de datos presentaba una distribución diferente a la normal por lo que se eligió una prueba no paramétrica para la siguiente fase.
2. Análisis de las diferencia interlado para amplitud y latencia. A través de la prueba de Wilcoxon se compararon los valores obtenidos a 1, 2, 3 y 4 cm para cada variable en la mano derecha comparados contra sus respectivos contralaterales (Anexo 4).
3. No se realizó análisis estratificado por sexo y edad por el tamaño de la muestra que fue muy pequeño para realizar dicho análisis.
4. Al no encontrarse diferencia significativa interlado para cada una de las variables estudiadas se tomo al conjunto de datos de lado izquierdo y derecho como un solo conjunto para el análisis posterior integrándose series con $n = 66$ para cada distancia interelectrodo.
5. Determinación del tipo de distribución para series sin diferencia interlado. Se aplicó a estas series la prueba de Kolmogorov –Smirnov para una muestra determinándose normalidad para la variable amplitud y distribución no normal para latencia (Anexo 5). La distribución de cada muestra ($n=66$) se representó con gráficos Q-Q (Anexo 6).
6. La descripción de las variables cuantitativas se realizó de acuerdo al tipo de distribución (Anexo 7).
7. Determinación de la distancia interelectrodo óptima. Se registraron los valores máximos para amplitud y mínimos para latencia con una distancia interelectrodo de 4 cm, por lo que ésta se definió como la “distancia máxima”. Se compararon los valores de amplitud y latencia obtenidos a 4 cm contra las demás distancias interelectrodo (1, 2 y 3 cm) seleccionando el tipo de prueba de acuerdo al tipo de distribución de los datos. Para valorar la diferencia de las medias se aplicó la prueba de T pareada para amplitud y prueba de Wilcoxon para latencia (Anexo 8).

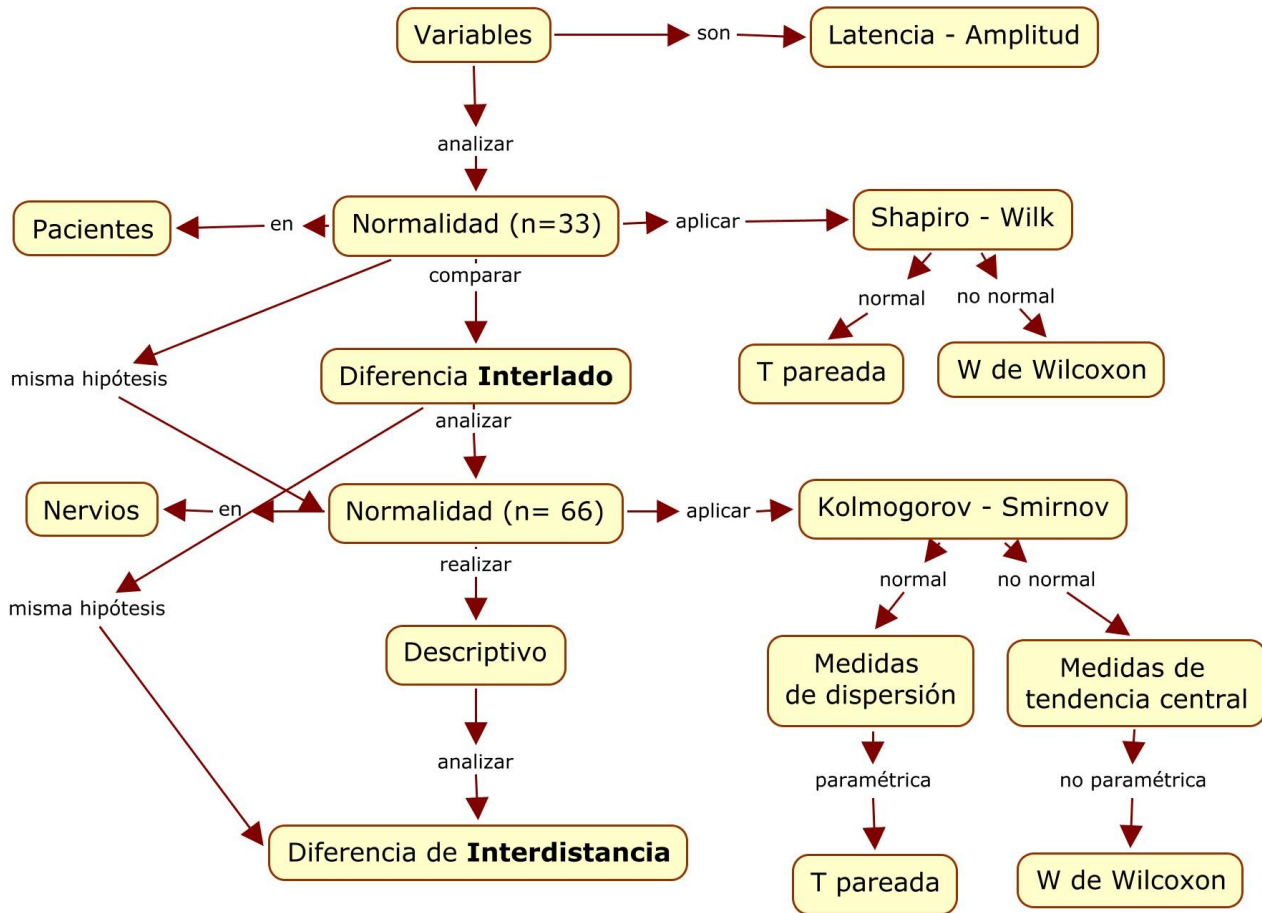


Figura 7. Algoritmo para el análisis estadístico.

ASPECTOS ÉTICOS

Riesgo de la investigación

De acuerdo a lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud en el artículo 17 fracción II se considera al presente proyecto de investigación con riesgo mínimo. Sin embargo, la probabilidad de lesión cutánea es leve, puede consistir en irritación local debida a la administración de pasta abrasiva, esto se explicará al participante y a sus familiares antes de iniciar el procedimiento. El estímulo eléctrico que se aplicará será de baja intensidad de entre 8 a 14 miliamperios, es indoloro y en caso de que el paciente refiera alguna molestia se suspenderá el estudio. El riesgo de daño por variaciones en los niveles de voltaje de la toma de corriente son bajos ya que los equipos se encuentran aterrizados.

Contribuciones y beneficios del estudio para los participantes y la sociedad en su conjunto

El presente proyecto contribuirá en la estandarización de los procedimientos técnicos para el registro de los estudios de neuroconducción en escolares lo cual favorecerá el logro de medidas con mayor precisión y mayor reproducibilidad de las mismas. Como producto secundario se obtendrá una tabla de valores de referencia de estudios de neuroconducción sensitivos para el nervio mediano.

Confidencialidad

Los resultados del estudio serán analizados únicamente por el grupo de investigadores, las tablas y gráficos serán guardados en formato electrónico en un único equipo de cómputo protegido por contraseña personalizada y sólo los investigadores responsables tendrán acceso a los resultados. No se divulgará de modo alguno la información concerniente a los datos personales de los participantes en el estudio.

Condiciones en las cuales se solicita el consentimiento

Se solicitará consentimiento informado por escrito a los padres de los participantes. A los pacientes mayores de 8 años también se solicitará, además del consentimiento informado, una hoja de asentimiento que ha sido redactada con lenguaje sencillo para los niños y niñas participantes. Las cartas de consentimiento y asentimiento se encuentran en el anexo.

En el caso de que alguno de los participantes esté vinculado con alguno de los investigadores en el sentido de dependencia o subordinación, el consentimiento y asentimiento informado será explicado y tomado por otro miembro distinto del equipo de investigación.

Se explicarán todos y cada uno de los procedimientos de forma clara y comprensible a los participantes y sus padres, para que no queden dudas acerca de los mismos y de las razones por las cuales se está llevando a cabo la investigación.

Forma de selección de los participantes:

Los participantes potenciales del presente proyecto de investigación serán aquellos pacientes que acudan a consulta externa de la Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional siglo XXI, y en quienes no se haya realizado diagnóstico de neuropatía o enfermedad neuromuscular o sistémica que afecte la neuroconducción. El muestreo realizado será por conveniencia.

También serán considerados para este estudio niños sanos que sean familiares o compañeros de grado de los niños reclutados en consulta externa.

El presente trabajo de investigación se someterá a revisión y aprobación del comité local de investigación de la Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional siglo XXI.

Las hojas de consentimiento informado y asentimiento informado pueden ser consultadas en el anexo 9.

RESULTADOS

De acuerdo a los criterios de selección se incluyeron en este estudio un total de 33 pacientes de los cuales el 45.5% eran mujeres (n=15) y el 54.5% hombres (n=18); por grupos de edad la muestra fue constituida por 6 sujetos de 5 años (18.2%), 3 de 6 años (9.1%), 10 de 7 años (30.3%), 8 de 8 años (24.2%) y 6 de 9 años (18.2%). Ya que la muestra es muy pequeña para realizar análisis estratificado por sexo y grupo de edad se omitió dicho análisis en este estudio.

Para el análisis de diferencias interlado se comparó a través de la prueba de Wilcoxon cada conjunto de datos por distancia interelectrodo contra su contralateral respectivo, asumiendo la existencia de una diferencia si el valor $\alpha < 0.05$. Los valores de α obtenidos para latencia pico fueron: a 1 cm 0.616, 2 cm 0.891, 3 cm 0.958, 4 cm 0.985; para amplitud se obtuvieron a 1 cm 0.888, a 2 cm 0.630, 3 cm 0.608 y 4 cm 0.985.

Al no haber diferencias internado se integró una muestra de 66 nervios medianos, aplicándose nuevamente pruebas de normalidad. La latencia se describe en función de la mediana (rango, mínimo y máximo) como a continuación se describe:

1 cm 2.7 (0.9, 2.3-3.2)

2 cm 2.7 (0.9, 2.3-3.2)

3 cm 2.8 (0.8, 2.4-2.8)

4 cm 2.8 cm (0.8, 2.4-2.8)

La amplitud se describe en función de su media y desviación estándar e intervalo de confianza al 95% (valor inferior y valor superior):

1 cm 40.89 ± 14.86 (37.24-44.55)

2 cm 73.71 ± 21.86 (68.34-79.09)

3 cm 76.83 ± 22.16 (71.39-82.28)

4 cm 85.21 ± 24.21 (79.26-91-16)

Los valores máximos de latencia pico y amplitud se observaron a 4 cm, por lo que se utilizaron dichos valores para compararse contra el resto de los observados a otras distancias. La selección de la prueba para la comparación se realizó de acuerdo al tipo de distribución de frecuencias. Se consideró que había una diferencia estadísticamente significativa si el valor $\alpha < 0.05$. Para valorar las diferencias en latencia pico se utilizó la prueba de Wilcoxon encontrándose los siguientes valores de α : 4 versus 1 cm 0.000, 4 versus 2 cm 0.013 y 4 versus 3 cm 0.266. Para amplitud se utilizó la prueba de T pareada obteniendo los siguientes valores de α : 4 versus 1 cm 0.000, 4 versus 2 cm 0.017 y 4 versus 3 cm 0.040.

DISCUSIÓN

Latencia pico. No existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores obtenidos entre 3 y 4 cm ($p > 0.266$), sin embargo la diferencia observada en las medianas comparando las distancias de 2 y 3 cm contra 4 cm es de tan solo 0.1 ms. Estos hallazgos sugieren que la distancia interelectrodo afecta mínimamente a la latencia pico por lo que no debe ser considerada para elegir la distancia interelectrodo óptima. Los resultados son similares a los reportados por otros autores, quienes mencionan que las diferencias de latencia atribuibles a la distancia interelectrodo son insignificantes y sin impacto clínico en la valoración del paciente^{14, 15, 16, 17}.

Amplitud. Esta variable mostró ser afectada en mayor medida por la distancia interelectrodo. El análisis con la prueba de T pareada arroja como resultado con significancia estadística que los valores obtenidos con distancia interelectrodo de 1, 2 y 3 cm no son equivalentes a los obtenidos con una distancia interelectrodo de 4 cm. Existe una diferencia menor entre las medias de amplitud a 4 cm versus 2 y 3 cm que las observadas a 4 cm versus 1 cm. Se calcularon intervalos de confianza para la media al 95%; los valores de la media y límite inferior del intervalo de confianza con distancias de 2 y 3 cm son menores que el límite inferior del IC con distancia interelectrodo de 4 cm (79.6 μV), de lo cual se deriva que utilizando una distancia interelectrodo de 2 cm podemos obtener valores de 5.5 a 10.9 μV menores que los observados a 4cm, y de 2.4 a 7.8 μV utilizando distancia interelectrodo de 3 cm.

Mientras Dumitru y Hasegawa coinciden en que el registro óptimo de la amplitud requiere una distancia interelectrodo de 4 cm^{14, 15}, otros autores describieron que 3 cm es una distancia interelectrodo óptima para el registro de amplitud^{12, 15, 16, 17}. Van Evanoff y Buschbacher reportan que a pesar de encontrar amplitudes ligeramente menores con distancia interelectrodo de 3 cm, el uso de dicha distancia no implica diferencias clínicas significativas¹⁶.

Es importante comentar que la variación en la técnica para el registro de los potenciales aplicada en este estudio permitió el registro simultáneo en 4 canales de un electrodo activo contra las 4 referencias utilizadas. Este montaje eliminó como factor confusor la variabilidad interestímulo que se observa cuando el estímulo se administra en momentos separados. La implementación de esta técnica aumenta la validez interna de nuestro estudio.

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que no hay diferencia significativa en cuanto a la variabilidad por distancia interelectrodo respecto a la observada en los adultos, por lo que el proceso de maduración no afecta a esta variable en escolares de 5 a 9 años.

CONCLUSIONES

1. La distancia interelectrodo condiciona poca variabilidad en la latencia pico.
2. La distancia interelectrodo “óptima” para el registro de potenciales de acción nerviosos sensitivos en escolares es igual a 4 cm.
3. La distancia interelectrodo de 1 cm es inapropiada ya que puede condicionar la obtención de valores con amplitud hasta 50% menores que los observados con la distancia interelectrodo óptima. Con el uso de distancias interelectrodo de 2 y 3 cm se obtienen con magnitud hasta 10% menor que los obtenidos a 4 cm.
4. El proceso de mielinización y maduración del nervio periférico no produce diferencias significativas en la distancia interelectrodo óptima observada entre escolares y adultos.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO Y RECOMENDACIONES

Este estudio sugiere como propuesta para la estandarización del parámetro distancia interelectrodo en potenciales de acción nerviosos sensitivos una distancia interelectrodo “óptima” de 4 cm. El tamaño de la muestra es pequeño lo cual limita la validez externa de los hallazgos así como la realización de un análisis estratificado que considere las diferencias intersexo y entre los grupos de edad estudiados; un estudio multicéntrico es la opción ideal para aumentar el tamaño de muestra y disminuir el tiempo necesario para su recolección. La validez interna aumentará si la selección de pacientes se realizara aleatoriamente y no por conveniencia, además es necesario realizar por lo menos 2 mediciones a cada sujeto de estudio como método para el control de calidad. En cuanto a los aspectos técnicos es importante considerar el uso de un equipo con más de 4 canales para estudiar el efecto con distancias interelectrodo mayores a 4 cm. La precisión de las mediciones podría aumentar con el uso de electrodos de anillo desechables autoadheribles. Se requiere controlar otras variables como temperatura, adiposidad y longitud de los segmentos estudiados, además es conveniente estudiar el efecto de estas variables en nervios motores. Es necesario realizar nuevos estudios que consideren las limitaciones del presente para la estandarización del parámetro “distancia interelectrodo”.

REFERENCIAS

- 1 Cuccurullo S: Electrodiagnostic Medicine And Clinical Neuromuscular Physiology. En: Cuccurullo S. Physical Medicine and Rehabilitation Board Review. Demos, New York; 2004: 350.
- 2 Kimura J: Anatomic basis for localization. En: Kimura J. Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle. Oxford University Press, New York; 2001: 14.
- 3 Purves D: Electrical Signals of Nerve Cells. En: Purves D. Neuroscience. Sinauer Associates, Massachusetts; 2004: 31-33.
- 4 Buschbacher: Median nerve. En: Buschbacher R, Prahlow N. Manual of Nerve Conduction Studies. Demos, New York; 2006: 112-114.
- 5 Kandel E: Transmisión local de señales, propiedades pasivas de la neurona. En: Kandel E. Neuroscience. McGraw Hill-Panamericana, España; 2000: 147-148.
- 6 Kimura J: Peripheral Nerve Diseases. En: Kimura J. Handbook of Clinical Neurophysiology, Vol. 7 Peripheral nerve disease. Elsevier, Philadelphia; 2006: 155.
- 7 Dauber J: Nerve conduction studies. En: Aminoff M. Electrodiagnosis in clinical neurology. Elsevier, Philadelphia; 2005: 295-297.
- 8 Toghi H, Tsukagoshi H, Toyokura Y: Cuantitativa changes in sural nerve with age in normal sural nerve. Acta neuropath (berl) 1977;38:213-220
- 9 García A., Calleja J.: Neurofisiología del desarrollo y la maduración del sistema nervioso. Rev Neurol 2004;38(1): 79-83.
- 10 Dumitru D, Amato A, Machiel Z: Nerve conduction studies. En: Dumitru D, Amato A, Machiel Z. Electrodiagnostic Medicine. Hanley & Belfus, Philadelphia; 2002: 182-183.
- 11 Eduardo E, Burke D: The optimal recording electrode configuration for compound sensory action potentials. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1988;51:684-687.
- 12 Varghese G, Rogoff JB. Influence of inter-electrode distance on antidromic sensory potentials. Electromyogr Clin Neurophysiol 1983;23:297-301.
- 13 Dumitru D, Walsh NE. Practical instrumentation and common sources of error. Am J Phys Med Rehabil 1988;67:55-65.
- 14 Wee AS, Ashley RA. Effect of interelectrode recording distance on morphology of the antidromic sensory action potentials at the finger. Electromyogr Clin Neurophysiol 1990;30:93-6.
- 15 Hasegawa O, Iino M, Matsumoto S, Yoshii T, Shimamura M: Effects of interelectrode separation in sensory nerve conduction studies. No To Shinkei. 1999 Aug;51(8):699-702.
- 16 Van Evanoff Jr, MD, Ralph M. Buschbacher: Optimal Interelectrode Distance in Sensory and Mixed Compound Nerve Action Potentials: 3- Versus 4-Centimeter Bar Electrodes. Arch Phys Med Rehabil 2004;85:405-8.
- 17 Plastaras CT, Marciniak CM, Sipple DP, D'Amore KG, Garvan C, Zaman SM: Effect of interelectrode distance on sural nerve action potential parameters. Am J Phys Med Rehabil. 2008 Mar;87(3):183-8.

ANEXOS

Distancia interelectrodo óptima para el registro de los potenciales de acción nerviosos sensitivos en el nervio mediano en escolares



Protocolo de investigación: Distancia interelectrodo óptima para el registro de los potenciales de acción nerviosos sensitivos en el nervio mediano en escolares



HOJA PARA EL CONCENTRADO DE DATOS

IDENTIFICACIÓN			LADO IZQUIERDO									LADO DERECHO								
No.	Sexo*	Edad (años)	1 cm		2 cm		3 cm		4 cm		Int	1 cm		2 cm		3 cm		4 cm		Int
			L	A	L	A	L	A	L	A		L	A	L	A	L	A	L	A	
1	1	8	2.7	46	2.7	84	2.7	82	2.8	75	33.7	2.9	47	2.9	85	2.9	86	2.9	92	12.6
2	1	5	2.8	75	2.8	111	2.8	124	2.9	134	18.8	2.6	56	2.6	86	2.7	87	2.7	97	25.9
3	1	9	2.8	64	2.9	110	2.9	114	3.0	123	18.8	2.8	66	2.8	125	2.9	110	2.9	110	15.7
4	2	7	2.5	41	2.5	85	2.6	87	2.6	96	32.2	2.6	31	2.6	57	2.7	56	2.7	50	33.0
5	2	7	2.7	38	2.7	66	2.8	74	2.8	81	37.7	2.8	33	2.8	58	2.9	58	2.9	54	30.6
6	1	7	2.4	47	2.8	64	2.8	67	2.9	65	35.3	2.9	35	2.9	51	2.9	58	3.0	64	25.9
7	1	7	3.1	55	3.2	97	3.2	97	3.2	104	18.1	3.0	62	3.1	111	3.1	121	3.1	139	12.6
8	1	9	2.5	45	2.6	77	2.6	77	2.7	83	16.5	2.5	36	2.6	88	2.6	83	2.7	70	16.5
9	2	8	2.8	40	2.9	66	2.9	67	3.0	79	17.3	2.7	42	2.8	96	2.9	99	2.9	116	17.3
10	2	7	2.8	49	2.9	78	2.9	84	2.9	88	13.3	2.8	42	2.9	83	2.9	85	3.0	83	14.1
11	2	8	3.1	49	3.1	106	3.1	113	3.2	93	10.2	2.8	37	2.8	62	2.8	65	2.9	74	11.8
12	2	9	2.6	53	2.7	83	2.7	80	2.7	93	13.3	2.8	68	2.8	78	2.8	73	2.8	59	15.7
13	2	8	2.8	53	2.8	67	2.9	68	2.8	70	12.6	2.7	36	2.8	55	2.8	72	2.9	79	12.6
14	1	8	3.2	35	3.2	51	3.2	53	3.2	69	14.9	3.0	25	3.0	51	3.1	46	3.0	52	15.7
15	1	8	2.6	40	2.6	84	2.6	94	2.7	105	16.5	2.3	46	2.3	90	2.4	94	2.4	111	17.3
16	2	9	2.4	44	2.4	91	2.5	107	2.5	111	17.3	2.5	51	2.5	78	2.6	94	2.6	108	20.4
17	1	7	2.8	53	2.8	106	2.9	114	2.9	123	13.3	2.8	56	2.8	111	2.9	123	2.9	135	13.3
18	1	5	2.8	23	2.9	41	3.1	46	3.1	54	17.3	2.9	24	2.9	50	2.9	59	3.0	66	17.3
19	1	5	2.5	20	2.6	36	2.6	39	2.9	29	15.7	2.7	20	2.8	39	2.8	42	2.9	49	15.7
20	1	9	2.5	43	2.6	79	2.7	79	2.7	87	17.3	2.6	63	2.7	83	2.7	89	2.8	84	17.3
21	2	7	2.7	38	2.7	64	2.8	70	2.8	73	13.3	2.7	36	2.7	60	2.8	64	2.8	88	19.6
22	2	8	2.6	45	2.7	64	2.7	62	2.7	46	15.7	2.6	45	2.7	52	2.7	44	2.7	43	15.7
23	1	6	2.6	58	2.7	98	2.8	96	2.8	99	16.5	2.7	62	2.7	99	2.8	96	2.8	105	16.5
24	2	6	2.6	53	2.6	82	2.7	84	2.7	110	14.9	2.6	54	2.7	86	2.7	86	2.7	97	14.9
25	1	7	2.4	36	2.4	84	2.5	72	2.5	75	14.1	2.5	31	2.6	57	2.6	65	2.7	82	14.1
26	2	7	2.6	45	2.6	86	2.7	87	2.7	107	20.4	2.5	62	2.5	93	2.6	89	2.6	111	22.0
27	1	9	2.5	32	2.5	64	2.6	75	2.6	91	16.5	2.5	33	2.6	57	2.6	61	2.6	106	17.3
28	2	7	2.6	13	2.7	61	2.7	63	2.8	95	15.7	2.7	13	2.7	40	2.7	51	2.7	98	18.8
29	2	8	2.8	15	2.8	32	2.8	48	2.9	51	16.5	2.5	21	2.5	51	2.6	63	2.6	87	16.5
30	2	5	3.1	15	3.1	34	3.1	37	3.1	59	16.5	3.1	12	3.0	52	3.0	33	3.0	52	16.5
31	2	6	2.6	22	2.5	59	2.5	62	2.5	80	18.1	2.7	24	2.8	56	2.9	64	2.9	68	18.1
32	2	5	3.0	35	3.0	74	3.1	86	3.1	92	19.6	2.8	33	2.7	108	2.7	109	2.7	111	19.6
33	2	5	2.5	31	2.7	64	2.8	66	2.8	68	17.3	2.6	46	2.7	69	2.8	72	2.8	76	17.3

No.: Número de paciente, L: Latencia pico (ms), A: Amplitud (mV), Int: intensidad (mA). *Sexo: 1 = mujer, 2 = hombre.

Anexo 1. Tabla con el concentrado de datos. Se recolectó la latencia pico y amplitud con cada distancia interelectrodo para cada lado.

Datos demográficos (n=33)

Edad (años)	Mujeres		Hombres		Total	
	n	%	n	%	n	%
5	3	9,1	3	9,1	6	18,2
6	1	3,0	2	6,1	3	9,1
7	4	12,1	6	18,2	10	30,3
8	3	9,1	5	15,2	8	24,2
9	4	12,1	2	6,1	6	18,2
Total	15	45%	18	55%	33	100%

Anexo 2. Resumen de los datos demográficos de los pacientes.

Prueba de normalidad para variables a distinta DI

Latencia Pico (ms)

	Lado Izquierdo		Lado Derecho	
	Estadístico	Sig.	Estadístico	Sig.
1 cm	0,908	0,009	0,965	0,347
2 cm	0,946	0,101	0,964	0,334
3 cm	0,928	0,030	0,946	0,104
4 cm	0,946	0,100	0,944	0,090

Amplitud (µV)

	Lado Izquierdo		Lado Derecho	
	Estadístico	Sig.	Estadístico	Sig.
1 cm	0,970	0,478	0,965	0,347
2 cm	0,962	0,290	0,933	0,043
3 cm	0,978	0,719	0,973	0,575
4 cm	0,994	0,999	0,967	0,408

Se aplicó en ambas la prueba de Shapiro-Wilk. Grados de libertad = 33, n = 33. Se rechazó normalidad si $\alpha < 0.05$.

DI: distancia interelectrodo, sig: significancia.

Anexo 3. Pruebas de normalidad para variables por cada distancia interelectrodo y cada lado. La prueba utilizada en ambos casos fue Shapiro-Wilk.

Diferencia Interlado para cada DI (n=33)

DI	Latencia Pico			Amplitud		
	Estadístico	Z	Sig.	Estadístico	Z	Sig.
1 cm	1067,00	-0,50	0,62	1094,50	-0,14	0,89
2 cm	1095,00	-0,14	0,89	1068,00	-0,48	0,63
3 cm	1101,50	-0,05	0,96	1065,50	-0,51	0,61
4 cm	1079,00	-0,35	0,73	1104,00	-0,02	0,98

Prueba W de Wilcoxon. Sig.: significancia asintótica (bilateral); DI: Distancia Interelectrodo.

Anexo 4. Análisis de las diferencias interlado. Se aplicó para ambas variables la prueba de Wilcoxon, no se demostró diferencia interlado significativa.

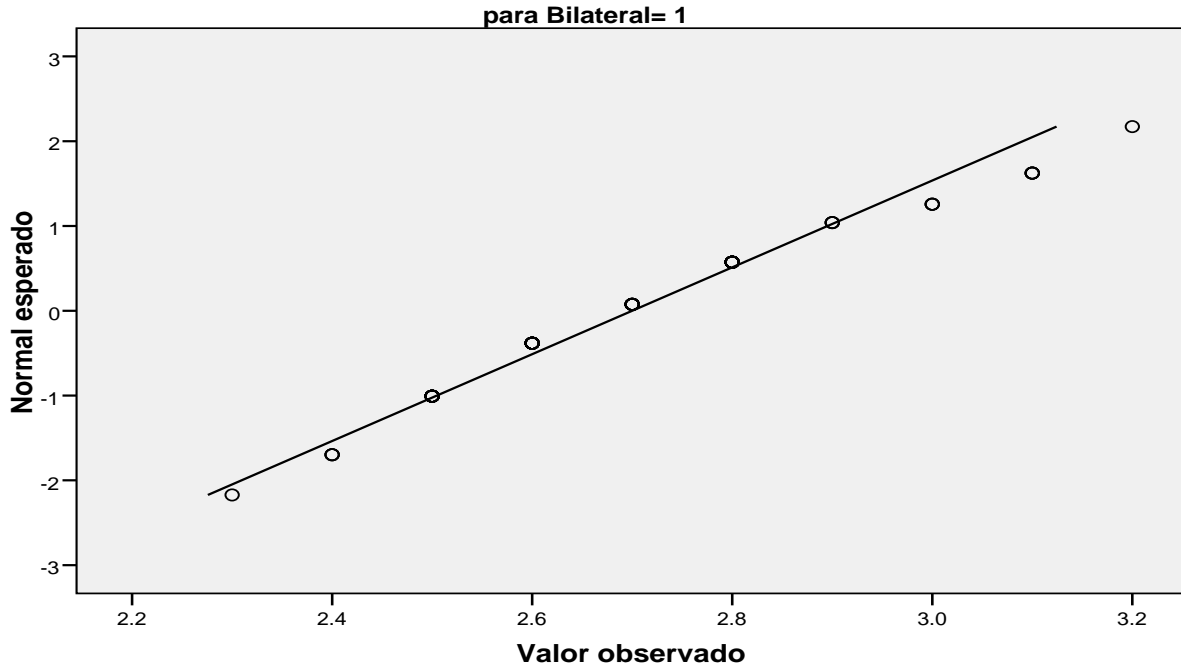
Prueba de normalidad para una n = 66

	Latencia Pico		Amplitud	
	Estadístico	Sig.	Estadístico	Sig.
1 cm	0,1502	0,0008	0,0558	0,2000
2 cm	0,1369	0,0037	0,0958	0,2000
3 cm	0,1324	0,0059	0,0653	0,2000
4 cm	0,1279	0,0092	0,0538	0,2000

Prueba de Kolmogorov-Smirnov de una muestra con corrección de la significación de Lilliefors. n=66 y grados de libertad 66. Se rechazó normalidad si $\alpha < 0.05$.

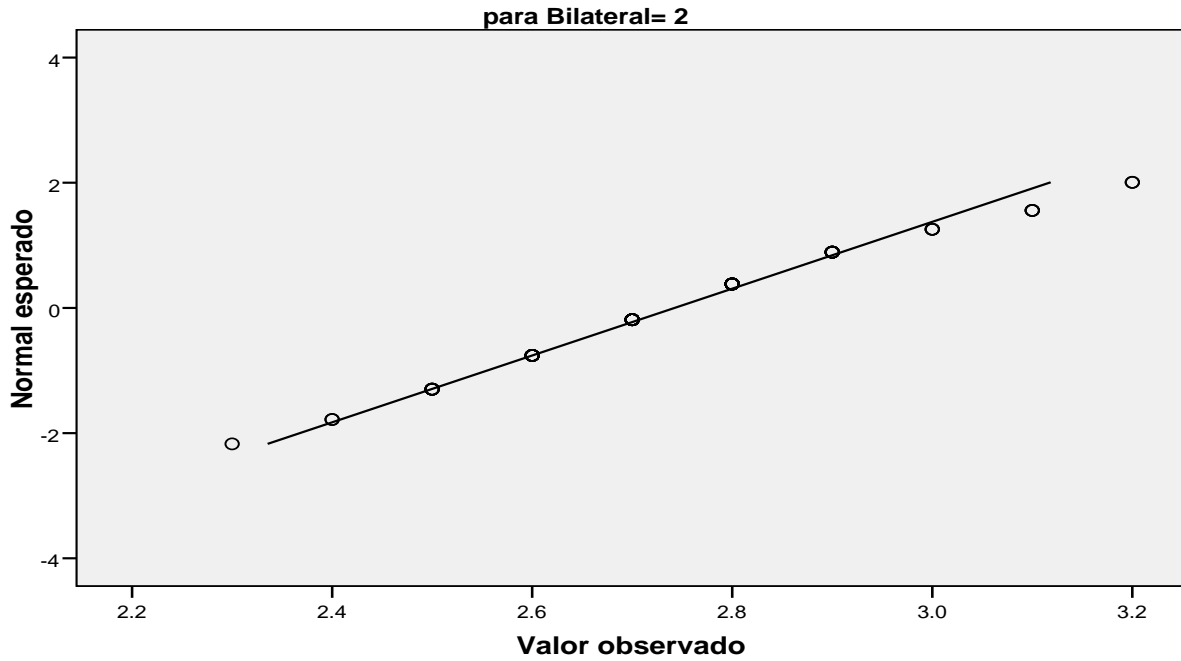
Anexo 5. Prueba de normalidad para cada variable considerando una muestra de 66 nervios medianos. Dos conjuntos de datos no presentaron distribución normal para la variable latencia pico.

Gráfico Q-Q normal de L



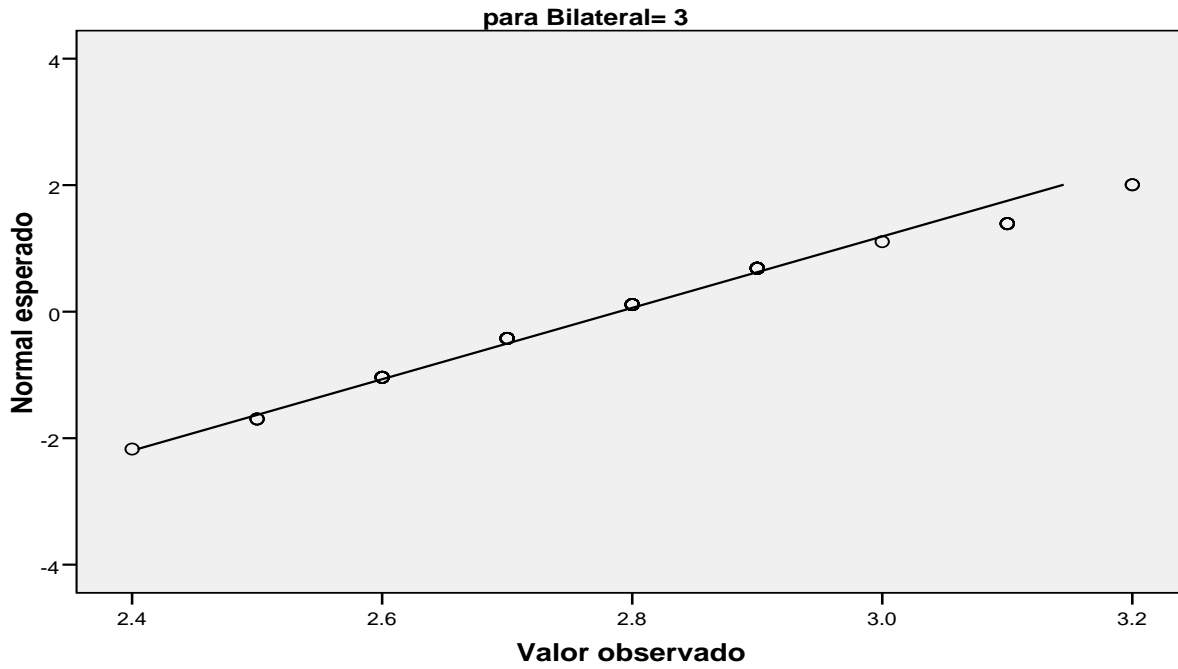
Anexo 6-a1. Gráfico Q-Q de distribución para latencia pico con distancia interelectrodo de 1 cm.

Gráfico Q-Q normal de L



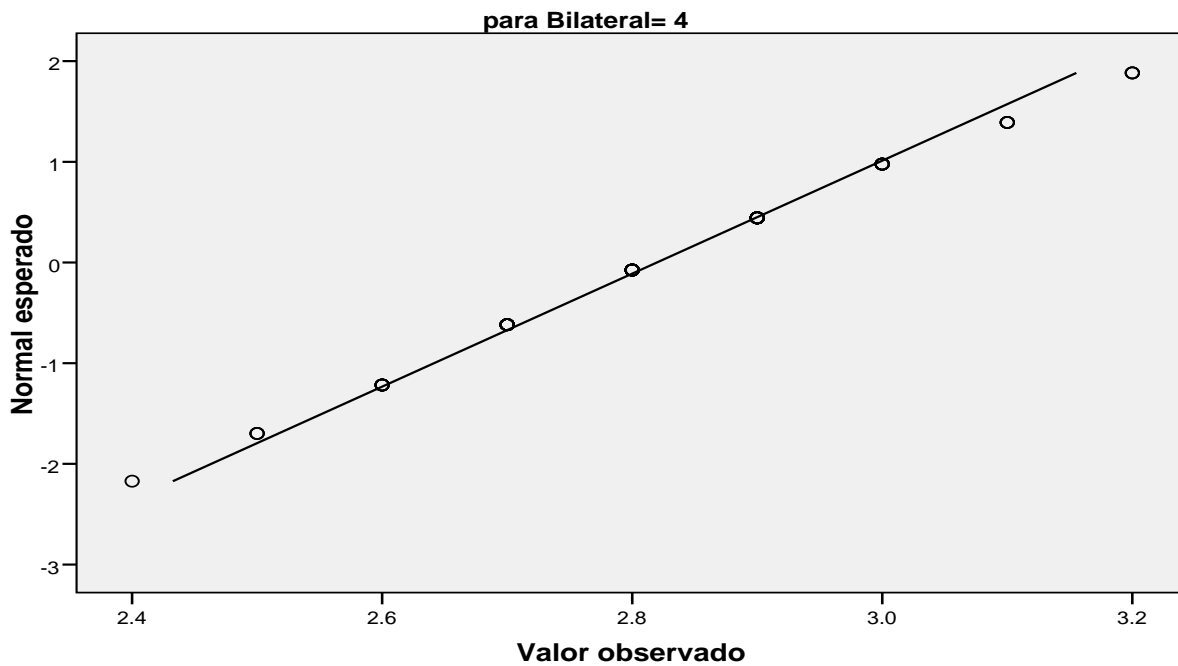
Anexo 6-a2. Gráfico Q-Q de distribución para latencia pico con distancia interelectrodo de 2 cm.

Gráfico Q-Q normal de L



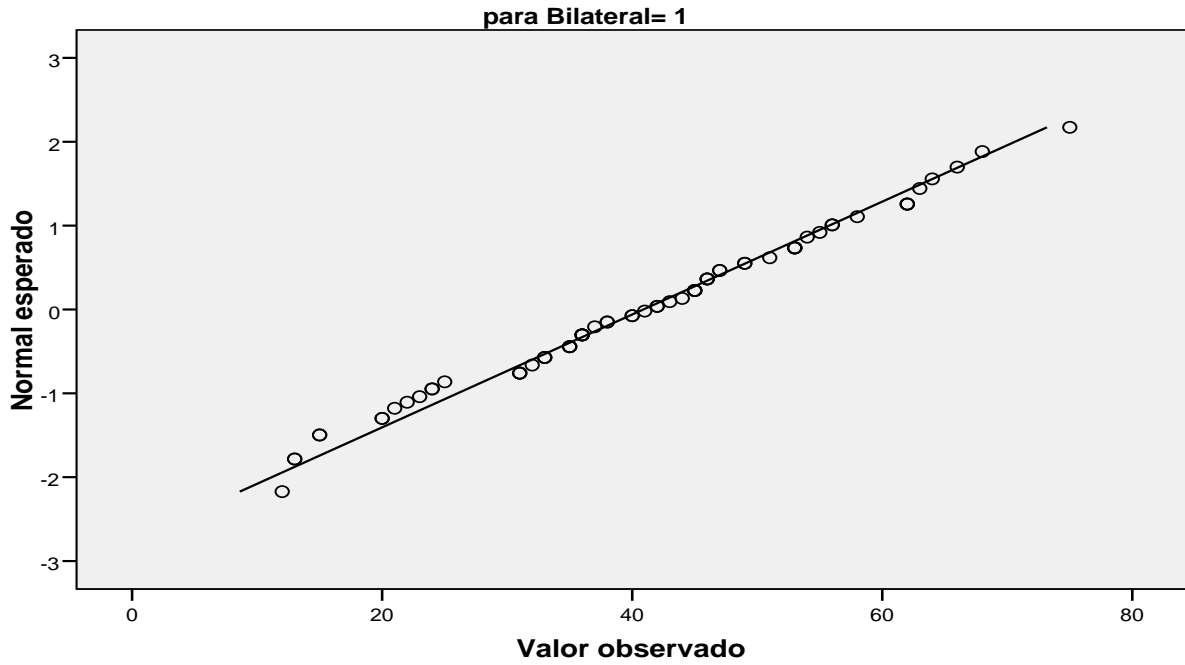
Anexo 6-a3. Gráfico Q-Q de distribución para latencia pico con distancia interelectrodo de 3 cm.

Gráfico Q-Q normal de L



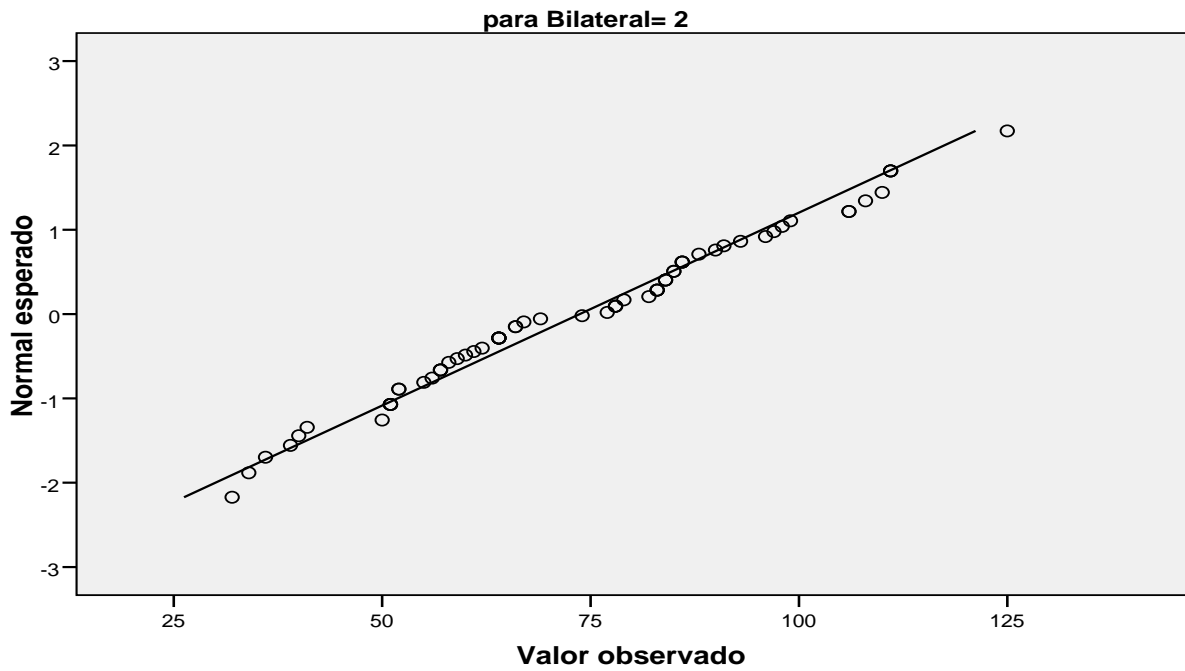
Anexo 6-a4. Gráfico Q-Q de distribución para latencia pico con distancia interelectrodo de 4 cm.

Gráfico Q-Q normal de A



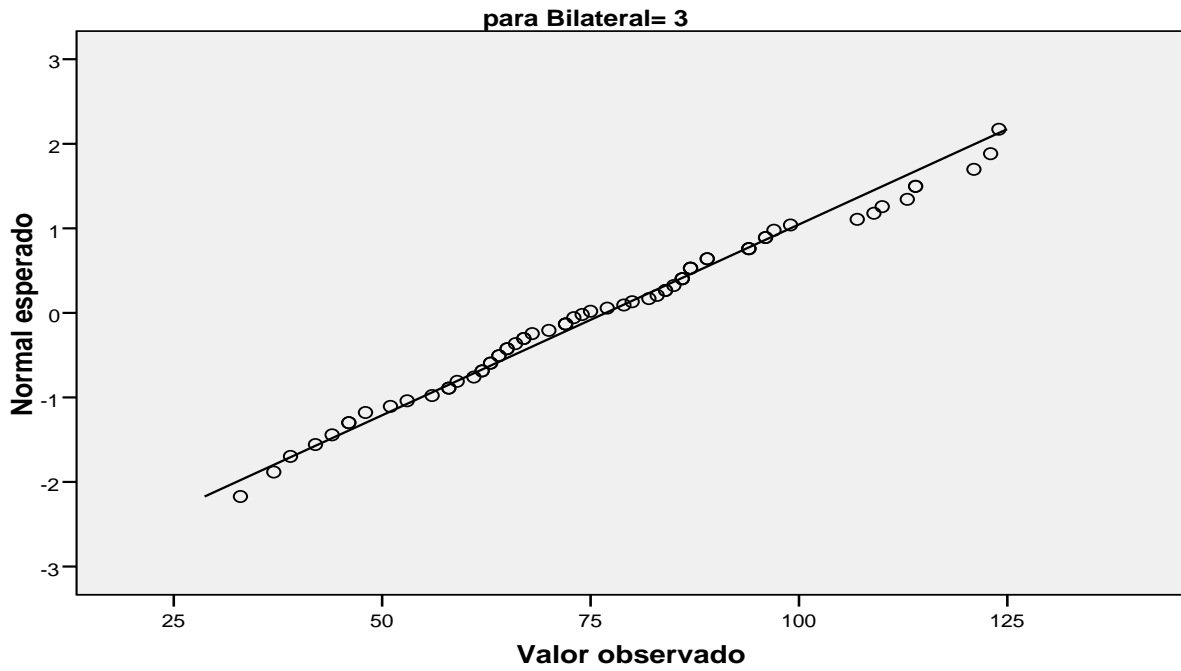
Anexo 6-b1. Gráfico Q-Q de distribución para amplitud con distancia interelectrodo de 1 cm.

Gráfico Q-Q normal de A



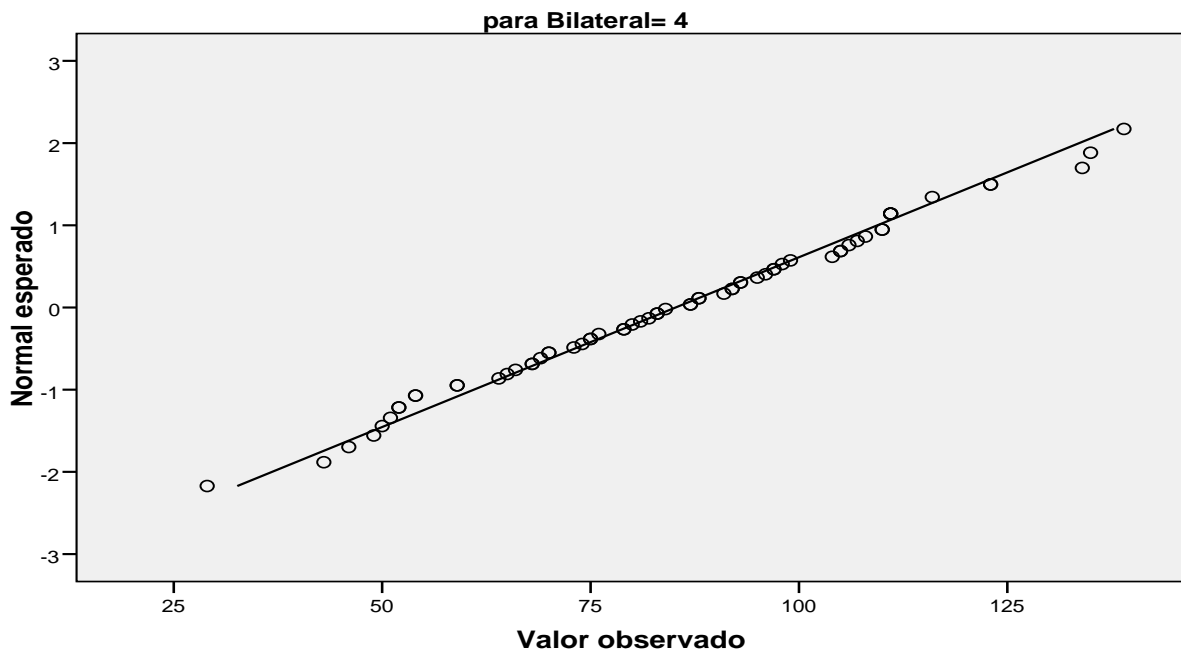
Anexo 6-b2. Gráfico Q-Q de distribución para amplitud con distancia interelectrodo de 2 cm.

Gráfico Q-Q normal de A



Anexo 6-b3. Gráfico Q-Q de distribución para amplitud con distancia interelectrodo de 3 cm.

Gráfico Q-Q normal de A



Anexo 6-b4. Gráfico Q-Q de distribución para amplitud con distancia interelectrodo de 4 cm.

Descriptivo: Latencia

DI	Md	Min	Max	Rango
1 cm	2.7	2.3	3.2	0.9
2 cm	2.7	2.3	3.2	0.9
3 cm	2.8	2.4	3.2	0.8
4 cm	<u>2.8</u>	2.4	3.2	0.8

Md: mediana.

Descriptivo: Amplitud

DI	Media	DS ± 1	Inf.*	Sup.*
1 cm	40.9	14.9	37.2	44.5
2 cm	73.7	21.9	68.3	79.1
3 cm	76.8	22.2	71.4	82.3
4 cm	<u>85.2</u>	24.2	79.3	91.2

*Límites inferior y superior con IC al 95%.

Anexo 7. Descripción de las variables de estudio de acuerdo al tipo de distribución. Se expresan los valores calculados para cada distancia interelectrodo. Los valores máximos se obtuvieron a 4 cm para cada variable.

Diferencias interdistancia para latencia (n = 66)

DI	W	Z	Sig.
4 vs 1 cm	3589	-36.844	0.0002
4 vs 2 cm	3852.5	-24.778	0.0132
4 vs 3 cm	4148.5	-11.123	0.2660

Prueba W de Wilcoxon. Sig: significancia asintótica (bilateral). Se rechazó similitud entre muestras si $\alpha < 0.05$.

Diferencias interdistancia para amplitud (n=66)

DI	Levene †		Prueba T para la igualdad de medias					
	F	Sig.	t	gl	Sig.	Dif.	E	Inf.*
4 vs 1 cm	14.67	0.00	12.67	107	0.00	44.32	3.50	37.3
4 vs 2 cm	0.32	0.57	2.86	130	0.00	11.50	4.02	3.56
4 vs 3 cm	0.48	0.49	2.07	130	0.04	8.38	4.04	0.39

† Prueba de Levene para la igualdad de varianzas; Sig.: Significancia (bilateral); Dif.: Diferencia de medias; E: Error típico de la diferencia; *Límites del intervalo de confianza al 95%. Se rechazó similitud entre muestras si $\alpha < 0.05$.

Anexo 8. Resumen de pruebas estadísticas para evaluar la diferencia interdistancia para cada variable. Las pruebas fueron seleccionadas de acuerdo al tipo de distribución.

A N E X O 9

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades 2011	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Revisión y aprobación del protocolo de investigación por los comités Hospitalarios	X	X	X				
Inclusión de pacientes y recolección de datos			X	X	X		
Captura y análisis de los datos					X		
Presentación de Tesis						X	
Redacción e impresión del trabajo						X	X



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
 UMAE HOSPITAL DE PEDIATRÍA
 CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE MEDICINA



Protocolo de investigación: Distancia interelectrodo óptima para el registro de los potenciales de acción nerviosos sensitivos en el nervio mediano en escolares

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y EVALUACIÓN DEL PACIENTE

No. de paciente: _____

Nombre: _____ Sexo: _____
 Fecha de nacimiento: _____ Edad: _____
 Teléfono: _____ Afiliación: _____
 Escolaridad: _____ Peso: ____ kg Talla: ____ cm

Antecedentes familiares

¿Ha tenido familiares con alguna(o) de las(los) siguientes?	SÍ	NO
Enfermedad de Charcot-Marie-Tooth, Dejerine-Sottas, otras.		
Debilidad muscular o parálisis de piernas y/o brazos.		
Alteraciones en la sensibilidad.		
Alteraciones del equilibrio.		
Enfermedades autoinmunes		

Antecedentes personales

¿Ha padecido o padece alguna(o) de las(los) siguientes?	SÍ	NO
Enfermedad de Charcot-Marie-Tooth, Dejerine-Sottas, otras.		
Síndrome de Guillain-Barré.		
Intoxicación por plomo o metales pesados		
Enfermedades autoinmunes o reumáticas (Lupus, vasculitis, etc)		
Fracturas o trauma en el miembro superior		
Debilidad muscular o parálisis de piernas y/o brazos.		
Alteraciones en la sensibilidad.		
Pérdida progresiva del equilibrio.		
Sensación de hormigueo o adormecimiento de algún miembro		
Otras enfermedades de importancia:		

Desarrollo psicomotor

¿Presentó retraso psicomotor? Explique en qué consistió:



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
 UMAE HOSPITAL DE PEDIATRÍA
 CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE MEDICINA



Señalar los hallazgos en:

Motricidad	Trofismo	Normal	Disminuido	Fibrosis
	Tono muscular	Normal	Aumentado	Disminuido
	Fuerza muscular	Normal	Paresia	Pleja
	Reflejos	Normal	Aumentados	Disminuidos
	Marcha	Normal	Anormal	
Sensibilidad	Tacto	Normal	Disminuida	Alterada
	Temperatura	Normal	Disminuida	Alterada
	Dolor	Normal	Disminuida	Alterada
	Propiocepción	Normal	Disminuida	Alterada

En caso de haber encontrado alguna alteración caracterizarla: _____

Paciente candidato como sujeto de estudio: **SI** **NO**

Registro de potenciales de acción nerviosos sensitivos de nervio mediano

LADO IZQUIERDO

DI (cm)	A (µV)	LP (ms)	VCN (m/s)	Parámetros
1				Intensidad (mA)
2				
3				Ancho de pulso (ms)
4				

LADO DERECHO

DI (cm)	A (µV)	LP (ms)	VCN (m/s)	Parámetros
1				Intensidad (mA)
2				
3				Ancho de pulso (ms)
4				

DI: Distancia Interelectrodo, A: Amplitud, LP: Latencia al pico.

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Distancia interelectrodo óptima para el registro de los potenciales de acción nerviosos sensitivos en el nervio mediano en escolares

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL.

UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD. HOSPITAL DE PEDIATRIA.

CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI.

PROPOSITO DEL ESTUDIO

Se invita a su hijo (a) o familiar a participar en un estudio de investigación clínica en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS, en el cual se incluirán pacientes de ambos sexo, con edad iguala 5 años y menor a 11 sin diagnóstico de enfermedad neurológica o sistémica que afecte la función del sistema nervioso periférico. La prueba diagnóstica a realizar, denominada “estudio de conducción nerviosa”, sirve para valorar la función de los nervios periféricos. El estudio que realizaremos tiene como propósito evaluar un parámetro técnico denominado “distancia interelectrodo”, el cual modifica la calidad de los “estudios de conducción nerviosa”. Esta variable no ha sido estudiada en niños, por lo que determinar su impacto nos ayudará a obtener resultados de mayor calidad en “estudios de conducción nerviosa” realizados a niños.

Al igual que su hijo (a) o familiar, se invitará un total de 24 personas más a participar en esta investigación. Consideramos que su hijo (a) reúne los requisitos para ser incluido en el estudio ya que no se ha documentado en él alguna enfermedad neurológica o sistémica que afecte la función del sistema nervioso periférico.

Su participación es completamente voluntaria, por favor lea la información que le proporcionamos y haga las preguntas que desee antes de decidir si su hijo ingresa a este proyecto de investigación.

PROCEDIMIENTOS A REALIZAR

Antes que nada es importante que usted sepa que no se realizará ningún tipo de procedimiento que dañe la integridad física de las personas. El estudio consiste en colocar 5 electrodos sobre la piel del dedo medio, estos electrodos rodean al dedo a manera de anillo sin presionarlo. Posteriormente se aplica un estímulo eléctrico de baja intensidad en el antebrazo, dicho estímulo viaja por el nervio mediano y se capta en los electrodos mencionados. Hacemos notar que el estímulo aplicado no es doloroso ni lesionará de algún modo a su familiar. En caso de reportar alguna molestia el participante el estudio se suspenderá si a sí lo solicita.

Si usted acepta participar ocurrirá lo siguiente:

Acudirá al servicio de Neurofisiología Clínica del Hospital de Pediatría donde se entrevistará con el investigador asociado para evaluar si su familiar es un candidato para ingresar a este estudio. La evaluación consistirá en: a) Aplicación de cuestionario sobre el estado de salud actual de su familiar y antecedentes familiares y personales de enfermedades que afecten al sistema nervioso; y b) exploración física para descartar patología neurológica en su familiar. De manera conjunta ambos procedimientos tendrán una duración aproximada de: 20 minutos. En caso de que su familiar no sea candidato por tener datos sugestivos de patología neurológica procederemos a referir a la consulta de neurología pediátrica y a programar los estudios neurofisiológicos que amerite para su atención.

Si su familiar es candidato se procederá a la realización de la prueba diagnóstica denominada “estudio de conducción nerviosa” que se describe a continuación:

Se realiza limpieza con una torunda alcoholada en el dedo medio, cara anterior del antebrazo y el dorso de la mano. Luego se marcará con un plumón de agua los siguientes sitios: 1) base del dedo medio, 2) 3 marcas

adicionales sobre el dedo medio a 2, 3, 4 y 5 cm, y 3) a 8 cm de la primera marca en el antebrazo. Sobre las líneas descritas se colocarán los electrodos de anillo, los cuales rodean el dedo (no se perforará la piel ni se estrangulará en momento alguno) aplicándoles una delgada capa de gel conductivo. Posteriormente se colocará sobre el sitio de estimulación un dispositivo con el que se aplicará un estímulo eléctrico de baja intensidad, el cual es indoloro, no produce molestias y dura menos de un segundo. El procedimiento descrito se realiza en los 2 brazos. La duración aproximada de todo este procedimiento es alrededor de 10 minutos. Se estima que la estancia total de su familiar en el servicio de electrodiagnóstico de este hospital no será mayor a 20 minutos. Todo el proceso descrito se realizará en presencia del familiar acompañante.

Su paciente no requiere de preparación previa para el estudio, solo se solicita que no utilice prendas que causen compresión excesiva de los brazos antes del estudio. No es necesario que el paciente se encuentre desvelado para el estudio, ni se requieren cambio en los hábitos, higiene, ni en la dieta del paciente, previos a la realización del estudio.

Los datos requeridos durante la entrevista serán interrogados al familiar acompañante, por lo que es muy importante que dicha persona sea un familiar cercano (preferentemente los padres) que conozca al paciente adecuadamente.

En caso de no ser posible la realización de la entrevista, evaluación y procedimiento en el momento en el que acuda se le programará una nueva cita para completar el estudio.

El estudio será realizado en el servicio de Electrodiagnóstico de la Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional siglo XXI, ubicado en la planta baja del mismo en el edificio de consulta externa.

En caso de que por alguna razón se requiera una segunda cita se le avisará oportunamente. La atención posterior del paciente en caso de requerirse será brindada en Servicio de Neurofisiología del hospital de Pediatría del Centro Médico nacional Siglo XXI y en el Servicio de Neurología del mismo Hospital.

La medición tomada de manera computarizada será guardada de forma electrónica. Si se llegase a requerir esa información para utilizarla en una investigación distinta se le contactará para que autorice el acceso a los datos.

POSIBLES RIESGOS Y MOLESTIAS

El único riesgo que pudiera presentarse es reacción de la piel al contacto con alcohol manifestada como comezón, urticaria o ardor en cuyo caso se suspenderá su aplicación y se realizará lavado con abundante agua, en caso de persistir las molestias se suspenderá el procedimiento y se dará una nueva cita. La posibilidad de que ocurra una reacción con alcohol es mínima y no se presenta en la mayoría de las personas, no tiene repercusiones graves y remite en la mayoría de los casos con limpiar la zona de aplicación y lavar con agua abundante. La intensidad del estímulo eléctrico es muy baja, alrededor de 10 a 25 miliamperes, y es completamente indolora en la mayoría de los pacientes, en caso de reportar alguna molestia o incomodidad se suspenderá el estudio.

POSIBLES BENEFICIOS QUE RECIBIRAN LOS PARTICIPANTES DEL ESTUDIO.

No recibirá un pago por su participación en este estudio, ni este estudio implica gasto alguno para usted. Los resultados de este estudio nos proporcionarán información de la función de uno de los nervios sensitivos, y en caso de identificar alguna anomalía procederemos a realizar los estudios de neuroconducción necesarios para complementar el abordaje diagnóstico en caso de que se sospechara que su familiar sea portador de una enfermedad de los nervios. Aunque si bien los beneficios directos para usted y su paciente pudieran ser escasos,

el presente proyecto también contribuirá a mejorar las técnicas para la obtención de los potenciales de acción nerviosos sensitivos, lo cual se reflejará en una mejor calidad y precisión de los estudios de neuroconducción, contribuyendo mejorar la certeza diagnóstica en pacientes sospechosos de una enfermedad de los nervios sensitivos.

LIBERTAD DE PARTICIPACION O RETIRO.

En el caso de que por alguna razón usted o su hijo no deseen participar o seguir participando en el estudio, aún y cuando se haya firmado la presente autorización, podrá solicitar su salida del mismo sin que por esto haya repercusiones en la atención que se le brinda en el IMSS, es decir, su decisión, no afectará su relación con el IMSS y su derecho a obtener los servicios de salud u otros servicios que recibe en esta institución.

Si en un principio desea participar y posteriormente cambia de opinión, usted puede abandonar el estudio en cualquier momento. El abandonar el estudio en momento que quiera no modificará de ninguna manera los beneficios que usted tiene como derechohabiente del IMSS. Para los fines de esta investigación sólo utilizaremos la información que usted nos ha brindado desde el momento en que aceptó participar hasta el momento en el cual nos haga saber que ya no desee participar. Se garantiza asimismo que su tratamiento farmacológico seguirá siendo proporcionado por la institución.

Privacidad y confidencialidad.

La información que nos proporcione que pudiera ser utilizada para identificar a su familiar (como su nombre, teléfono y dirección) será guardada de manera confidencial y por separado de los resultados del estudio de neuroconducción, para garantizar su privacidad.

El equipo de investigadores, su médico tratante en el Hospital de Pediatría de Centro Médico Nacional Siglo XXI y las personas que estén involucradas en el cuidado de su salud sabrán que usted está participando en este estudio. Sin embargo, nadie más tendrá acceso a la información que usted nos proporcione durante su participación en este estudio, al menos que usted así lo desee. Sólo proporcionaremos su información si fuera necesario para proteger sus derechos o su bienestar o si lo requiere la ley.

Cuando los resultados de este estudio sean publicados o presentados en conferencias, por ejemplo, no se dará información que pudiera revelar su identidad. Su identidad será protegida y ocultada. Para proteger su identidad le asignaremos un número que utilizaremos para identificar sus datos, y usaremos ese número en lugar de su nombre en nuestras bases de datos.

Personal de contacto para dudas y aclaraciones sobre el estudio

Si tiene preguntas o quiere hablar con alguien sobre este estudio de investigación puede comunicarse de 9:00 a 14:00 hrs, de lunes a viernes con la Dra. María Inés Fraire Martínez que es la investigadora responsable del estudio o con el Dr. Jaime Arango Aguilar (Investigador asociado), a los teléfonos: **56 27 69 00 EXTENSIÓN 22357 y 22359**, en el Servicio de Neurofisiología ubicado en la planta baja del edificio de consulta externa en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI. Av. Cuauhtémoc 330 Colonia Doctores, C.P. 06725, México D.F. o si lo prefiere al correo electrónico dr.jarango@gmail.com.

Personal de contacto para dudas sobre sus derechos como participante en un estudio de investigación

Si usted tiene dudas o preguntas sobre sus derechos al participar en un estudio de investigación, puede comunicarse con los responsables de la Comisión de Ética en Investigación del IMSS, a los Tel. 56276900-21216, de 9 a 16:00 hrs.; o si así lo prefiere al correo electrónico: conise@cis.gob.mx. La Comisión de Ética se



encuentra ubicada en el Edificio del Bloque B, Unidad de Congresos piso 4, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Av. Cuauhtémoc 330 Colonia Doctores, C.P. 06725, México D.F.

Declaración de consentimiento

Se me ha explicado con claridad en qué consiste este estudio, además he leído (o alguien me ha leído) el contenido de este formato de consentimiento. Se me ha dado la oportunidad de hacer preguntas y todas mis preguntas han sido contestadas a mi satisfacción. Se me ha dado una copia de este formato.

Al firmar este formato estoy de acuerdo en que mi hijo(a) participe en la investigación que aquí se describe.

NOMBRE DEL PARTICIPANTE

Nombre y firma del padre del participante _____

Nombre y firma de la madre del participante _____

Firma del encargado de obtener el asentimiento

Le he explicado el estudio de investigación al participante y a sus padres, asimismo he contestado todas sus preguntas. Considero que comprendieron la información descrita en este documento y libremente dan su consentimiento para participar en este estudio de investigación.

Nombre del encargado de obtener el consentimiento informado

Firma del encargado de obtener el consentimiento informado

Fecha

Firma de los testigos

Mi firma como testigo certifica que el/la participante firmó este formato de consentimiento informado en mi presencia, de manera voluntaria.

Nombre y dirección del Testigo 1

Parentesco con el participante

Firma del Testigo 1

Fecha

Nombre y dirección del Testigo 2

Parentesco con el participante

Firma del Testigo 2

Fecha

CARTA DE ASENTIMIENTO PARA PARTICIPANTES MAYORES DE 8 AÑOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION:

Distancia interelectrodo óptima para el registro de los potenciales de acción nerviosos sensitivos en el nervio mediano en escolares

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL.

UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD. HOSPITAL DE PEDIATRIA.

En este estudio vamos a ver cómo funciona uno de tus nervios, buscaremos algo que se llama “potencial de acción” y le mediremos el tamaño y el tiempo que tarda en aparecer.

Si decides participar serás parte de un grupo de niños en quienes mediremos el mismo potencial. Tu colaboración es muy importante para nosotros ya que al realizar este estudio mejoraremos la calidad de este tipo de estudios para realizarlos en otros niños con enfermedades de los nervios que requieran diagnóstico para poder darles tratamiento.

Si deseas participar visitarás el servicio de Electrodiagnóstico de este hospital en el cual tardarás aproximadamente 30 minutos o menos. Primero haremos preguntas a tu familiar acerca de tu estado de salud, después de ello uno de los médicos investigadores realizará una exploración para ver si tienes algún problema de salud en los nervios o en los músculos. En caso de que seas candidato te lo diremos al final de la evaluación, y si estás de acuerdo te realizaremos el estudio con un equipo especial.

El estudio consiste en hacer una limpieza con alcohol o con una crema especial, que se aplican en el dedo medio y el antebrazo de ambos lados, algunos niños son sensibles y pueden sentir irritación o comezón con la crema, si tuvieras alguna molestia puedes pedir que suspendamos el estudio. Se harán unas marcas con un plumón de agua y se colocarán unos cables, llamados “electrodos” con los cuales se mide el “potencial de acción”. Por último se da un estímulo eléctrico en el antebrazo y se registra el “potencial”. Se te dará un solo estímulo eléctrico en cada antebrazo, este estímulo no es doloroso. Si en algún momento sintieras incomodidad puedes pedir que se suspenda el estudio.

Ninguna persona excepto nosotros los médicos que participamos en esta investigación y tus padres o tutores, conocerán el resultado de la prueba.

Tus papás ya están enterados de este estudio y se les ha pedido que firmen otra carta. Si no quieres participar aunque tus padres ya hayan firmado la otra carta, no te preocupes, tu decisión será respetada y no pasará nada, tu atención médica será la misma de siempre.

Si estás de acuerdo en participar, por favor pon tu nombre en la línea de abajo.

NOMBRE DEL PARTICIPANTE: _____

FECHA: _____

GLOSARIO

Amperio. Unidad patrón de medida de la corriente eléctrica que corresponde a la cantidad de corriente que pasa por un circuito con un ohmio de resistencia cuando se aplica una diferencia de potencial de un voltio.

Amplificador. Dispositivo que incrementa de manera proporcional una señal para facilitar su registro.

Amplitud del PANS. Medida de la desviación de una onda con respecto a su nivel cero o eje normal; grado en el que la corriente o voltaje oscila alrededor de cero o de un valor promedio.

Anión. Ión con carga negativa.

Ánodo. Electrodo hacia el cual fluye la corriente principal de electrones; electrodo positivo de un dispositivo eléctrico o electrónico.

Aterrizar. Hecho de conectar intencional o accidentalmente un circuito o artefacto eléctrico o electrónico a la tierra o cualquier otro cuerpo conductor que haga las veces de tierra.

Canal. Sistema completo de detección, amplificación y visualización de las diferencias de potencial entre un par de electrodo.

Capacitancia. Propiedad de un cuerpo para retener carga eléctrica. Las membranas celulares se comportan como capacitores aislando 2 compartimientos muy próximos entre los cuales existe una diferencia de potencial eléctrico.

Carga. Es la carga de electricidad almacenada en un condensador o en la superficie de un objeto aislado.

Catión. Molécula con carga positiva.

Cátodo. Electrodo del que parte el flujo principal de electrones. Electrodo negativo.

Despolarización. Proceso que consiste en la inversión del potencial de reposo de una membrana celular, aumenta la cantidad de cargas positivas en el interior y en el exterior aumentan las cargas negativas.

Distal. Dícese de aquellas estructuras que se alejan de la línea media o al tronco.

Distancia interelectrodo óptima. Distancia (entre el electrodo de registro y el electrodo de referencia) a la cual no existe variabilidad significativa entre los valores de amplitud y latencia pico registrados, comparándolos con la distancia interelectrodo a la cual se observan los valores máximos para dichas variables.

Distancia interelectrodo. Distancia que separa los electrodos de registro y referencia.

Electrodo. Conductor por el cual entra o sale una corriente de un aparato eléctrico o electrónico. Superficie por la cual la corriente pasa de un medio a otro.

Estímulo catódico. Tipo de estimulación en la que el cátodo está orientado en el sentido en el que se medirá la despolarización.

Estímulo máximo. Estímulo capaz de desencadenar un potencial de acción.

Estímulo supramáximo. Estímulo de intensidad mayor al umbral para desencadenar un potencial de acción.

Filtro. Dispositivo que permite separar unos componentes de otros. Dispositivo eléctrico que permite el paso de corriente continua o alterna que se encuentra dentro de una determinada banda de frecuencia.

Impedancia. Oposición total ofrecida por un circuito al flujo de corriente alterna a una determinada frecuencia.

Interferencia. Efecto producido en un receptor por ondas o campos eléctricos extraños a la señal que desea recibir, que producen ruidos de fondo u otras señales indeseables en el receptor.

Ión. Átomo que ha perdido o ganado temporalmente un electrón, de manera que sus cargas eléctricas quedan desequilibradas.

Latencia inicial. Es el tiempo en milisegundos transcurrido desde la aplicación del estímulo hasta la aparición de la deflexión inicial de la línea basal.

Latencia pico. Es el tiempo transcurrido desde el inicio del estímulo hasta el punto en el que la onda registrada alcanza su amplitud máxima.

Miliamperio (mA). Milésima parte de un Amper.

Nodo de Ranvier. En las fibras mielinizadas

PANS. Potencial de acción nervioso sensitivo.

Preamplificador. Circuito de un receptor que amplifica la señal de entrada antes que actúe el amplificador

principal.

Proximal. Dícese de aquellas estructuras que se aproximan a la línea media o al tronco.

Pulso. Señal transitoria que por lo general es de corta duración y amplitud constante.

Puente de conexión. Alambre usado para unir provisionalmente dos puntos entre sí.

Ruido. Es la interferencia cuya energía es distribuida sobre una gama amplia de frecuencias, contaminando la señal de salida de un aparato electrónico.

Registro. Procedimiento de grabación.

Señal. Cantidad eléctrica, como una corriente o voltaje, que se utiliza para transmitir información para fines de cálculo, control, etc.

Superficie volar. Cara anterior o palmar de la mano.

Técnica Antidrómica. El estímulo se aplica en un sitio proximal y el registro se realiza en un punto distal sobre el trayecto del nervio. El impulso se desplaza en sentido opuesto al fisiológico.

Técnica Ortodrómica. El estímulo se aplica en un sitio distal y el registro se realiza en un punto proximal sobre el trayecto del nervio. El impulso se desplaza en sentido fisiológico.

Tierra. Condición que tiene un aparato o circuito de estar conectado a la tierra ya sea directamente como en el caso de un pararrayos, o en forma indirecta a través de metales que lleguen a la tierra.

Umbral. Intensidad de un estímulo necesaria para despolarizar una membrana celular.

Voltaje. Sinónimo de fuerza electromotriz, potencial o diferencia de potencial. Designa la presión eléctrica entre 2 puntos y que es capaz de producir el flujo de una corriente cuando se forma un circuito cerrado entre esos 2 puntos.