



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO E INVESTIGACIÓN

CENTRO MÉDICO ABC
"THE AMERICAN BRITISH COWDRAY MEDICAL CENTER"

"ECUACIÓN PREDICTIVA Y NORMOGRAMA DEL REFLEJO H DE NERVIO
MEDIANO"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:
NEUROFISIOLOGÍA CLÍNICA

PRESENTA:
DRA. CLAUDIA VANNESA QUIROZ SERNA

TUTOR:
DR. ARMANDO TORRES GÓMEZ. MSc, FACS
DRA. CECILIA ALEJANDRA CARRANZA ALVA

JEFE DE SERVICIO:
DR. PAUL SHKUROVICH BIALIK

CIUDAD DE MÉXICO, 2020



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.

"ECUACIÓN PREDICTIVA Y NORMOGRAMA DEL REFLEJO H DE NERVIO MEDIANO"

DR. JUAN OSVALDO TALEVERA PIÑA
DIRECTOR DE ENSEÑANZA

DR. PAUL SHKUROVICH BIALIK
PROFESOR TITULAR DEL CURSO

DR. ARMANDO TORRES GÓMEZ, MSc, FACS
ASESOR DE TESIS

DRA. CECILIA ALEJANDRA CARRANZA ALVA
ASESOR DE TESIS

AGRADECIMIENTOS

Contenido	
RESUMEN.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
MARCO TEÓRICO	7
ANTECEDENTES.....	10
JUSTIFICACIÓN.....	12
OBJETIVOS.....	12
Objetivo primario	12
Objetivos secundarios.....	12
MÉTODOS.....	13
Descripción general del diseño	13
Operalización de las variables	13
Sitio de realización del estudio.....	13
Tipo de muestreo	13
Consideraciones éticas	14
Análisis estadístico.....	14
RESULTADOS	15
DISCUSIÓN.....	19
CONCLUSIONES	19
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
ANEXOS.....	22

RESUMEN

Introducción: El reflejo H es una técnica valiosa de electrodiagnóstico para evaluar la conducción nerviosa a través de vías aferentes y eferentes, especialmente en segmentos proximales del nervio periférico, así como cambios neurofisiológicos en raíces nerviosas comprometidas. El reflejo H fue descrito inicialmente en 1918 por Paul Hoffmann, de quien deriva su nombre. Se introdujo en estudios de control motor por Paillard en 1955. Y ha sido el tema de numerosas revisiones desde entonces. La respuesta H es un verdadero reflejo con una aferencia, un centro integrador o sinapsis y una eferencia. **Objetivo:** Formular una ecuación predictiva y Normograma para la latencia del reflejo H de nervio mediano en sujetos sanos con respecto a la longitud de la extremidad superior y del brazo. **Métodos:** Se realizó un estudio observacional; Tipo de estudio: Descriptivo, prospectivo, transversal, comparativo. Con aplicación de estudios neurofisiológicos a sujetos sanos. **Resultados:** el coeficiente de regresión modelo lineal simple mostró para la variable longitud del brazo, un valor predictivo para el 15.1% de manera individual con significancia estadística $p < 0.000$. Más alto que para la longitud de la extremidad superior que mostró un coeficiente de regresión modelo lineal simple de manera individual $p < 0.000$; y un valor predictivo para el 12.6%. **Conclusiones:** de tal manera que la fórmula predictiva para reflejo H que se recomienda es la siguiente: Latencia H (mseg) = constante (4.865) + (0.225*longitud del brazo).

Palabras clave:

- Reflejo H
- Normograma
- Latencia
- Longitud extremidad
- Longitud

INTRODUCCIÓN

El reflejo H es una técnica valiosa de electrodiagnóstico para evaluar la conducción nerviosa a través de vías aferentes y eferentes, especialmente en segmentos proximales del nervio periférico, así como cambios neurofisiológicos en raíces nerviosas comprometidas. ⁽¹⁵⁾ Los estudios de electrodiagnóstico son a menudo una extensión del examen neurológico, ya que proporcionan evidencia de disfunción nerviosa. ⁽²⁸⁾

La vía aferente del reflejo H implica la activación eléctrica de las fibras nerviosas la que se originan en el músculo, después de entrar en el asta dorsal de la médula espinal las fibras la hacen sinapsis con las neuronas motoras. La vía eferente involucra la conducción motora ortodrómica a través de fibras motoras en el mismo segmento espinal homólogo que la vía aferente. ⁽³⁶⁾ En los recién nacidos, se pueden registrar reflejos H en músculos ampliamente distribuidos. Después de los 2 años de edad, están principalmente presentes en los músculos gastrocnemio, sóleo y flexor radial del carpo. La distribución más restringida de los reflejos H en adultos refleja el refinamiento de la activación del grupo de neuronas motoras con la maduración del sistema nervioso central. ⁽³⁷⁾ En el 90% de todos los sujetos, se obtiene un reflejo H claramente identificable mediante la estimulación y registro correcto. ^(28, 38,39)

Una inducción óptima del reflejo H requiere una estimulación máxima de las fibras aferentes la sin activación concomitante de las fibras motoras. ⁽¹⁵⁾

El reflejo H mide el nivel de excitabilidad de la neurona motora. ⁽³⁷⁾ Es evocado en los músculos del antebrazo, con mayor frecuencia es registrado el flexor carpis radialis estimulando al nervio mediano, ⁽²⁴⁾ que esta mediado por las raíces C6/C7. ⁽³³⁾ Se ha demostrado que este reflejo tiene una sensibilidad del 82% y especificidad del 50%, con un valor predictivo positivo de 85% y negativo de 45%, en el diagnóstico de radiculopatía cervical de C5 a T1. ⁽¹²⁾ La especificidad y la sensibilidad del reflejo H son 86% y 50% en radiculopatía C6; 86% y 75% en C7, respectivamente. ⁽¹⁷⁾

La anormalidad del reflejo H se correlaciona bien con la patología de raíz, que se traduce con ⁽¹²⁾ latencia prolongada o ausencia del reflejo en el lado afectado. ⁽¹⁰⁾

El propósito de este estudio es calcular una ecuación predictiva del reflejo H de nervio mediano en sujetos sanos conociendo la longitud de la extremidad superior y la longitud del brazo, es decir, la trayectoria del nervio. Con enfoque en la creación de una aplicación web para la estimación de la latencia del reflejo.

Schimsheimer et al, utilizaron una ecuación de regresión lineal para calcular la latencia esperada del reflejo H y un normograma basado en literatura disponible como referencia. ⁽³²⁾

El reflejo H es tan sensible en radiculopatía cervical como la imagen de resonancia magnética para población altamente selectiva. ⁽¹⁴⁾ Debido a que el RH es un examen que puede realizarse tempranamente en el curso de la enfermedad, por tanto, que las neuroconducciones y la electromiografía con aguja traducen alteraciones de degeneración axonal hasta una evolución mínima de tres semanas. ^(12, 17)

MARCO TEÓRICO

Los estudios de neuroconducción y electromiografía son una gran herramienta para el abordaje diagnóstico de enfermedades del sistema nervioso periférico. Específicamente, toma en cuenta la velocidad de conducción, latencia, amplitud y forma de la onda. ⁽¹⁾ Otras pruebas especiales como el Reflejo H (RH) permiten al clínico estudiar la conducción a través de segmentos proximales, es decir, plexos y raíces nerviosas. ^(2,3) Las pruebas electrodiagnósticas pueden sugerir, en cierta medida, la gravedad o el alcance del trastorno más allá de los síntomas clínicos. ⁽⁴⁾

La precisión y la utilidad diagnóstica de las pruebas se correlacionan directamente con el diagnóstico clínico de referencia apropiado. ⁽⁵⁾

Los reflejos H se han utilizado en laboratorios de neurofisiología clínica durante algún tiempo para evaluar pacientes con trastornos neuromusculares. ⁽⁶⁾

El RH puede depender de la excitación monosináptica, pero no es exclusivamente un reflejo monosináptico, y se ha convertido en un instrumento estándar en estudios de control motor. Es un análogo eléctrico del reflejo de estiramiento muscular, solo difiere en que el RH evita el mecanismo del huso muscular. ⁽²⁾ Es una técnica no invasiva para estudiar las vías reflejas y la actividad asociada en el circuito espinal. ⁽⁷⁾ Es inducido por estímulos submáximos de larga duración y tiene una latencia y amplitud constante. ⁽⁸⁾

Los reflejos H se pueden registrar de prácticamente todos los músculos que tienen husos musculares. Sin embargo, en práctica clínica el reflejo H del flexor carpis radialis ha sido subutilizado, basado en la idea errónea de que solo se puede registrar de manera confiable para el músculo soleo. ⁽²⁾

El RH de extremidades superiores fue estudiado por Sabbahi, quien lo obtuvo en el músculo flexor carpis radialis (FCR), ⁽⁹⁾ y se puede replicar de manera factible. ⁽¹⁰⁾

El FCR actúa sinérgicamente con otros músculos para producir desviación radial y flexión de la muñeca. ⁽⁷⁾ El reflejo H evocado en el FCR evalúa el nivel de motoneurona C7 y la función del nervio mediano. ^(9, 11) Se validó el uso de este reflejo para el estudio de la integridad y conducción del arco reflejo monosináptico espinal al nivel mencionado y se postuló su utilidad en neuropatías y radiculopatías ⁽¹²⁾ C6/C7. ^(8, 9)

Algunos estudios describen demasiado simple la fisiología de este reflejo donde se entiende que es "un reflejo de dos neuronas". Sin embargo, para obtener una respuesta refleja, la descarga aferente debe sincronizarse cuando alcanza un grupo de motoneuronas, para producir un potencial postsináptico excitador compuesto (EPSP) suficiente para descargar las motoneuronas del umbral más bajo. La dispersión patológica de la descarga aferente retrasará una respuesta refleja y reduce su tamaño, cuando es extrema la dispersión podría abolir el reflejo completamente incluso si todos los axones aferentes fueran capaces de conducir. ⁽²⁾

Las terminaciones primarias de los husos musculares Ia, son la vía aferente, tienen una fuerte conexión monosináptica con las motoneuronas del grupo homónimo, pero también hay proyecciones monosinápticas y oligosinápticas más débiles a los grupos heterónimos. No es posible estimular de forma aislada el grupo aferente Ia, los aferentes Ib de los órganos tendinosos de Golgi son del mismo tamaño e, incluso con estímulos débiles, se activarán con la misma eficacia. Sin embargo, hay una serie de circuitos de inhibición del grupo Ib. En consecuencia, la respuesta refleja estará determinada por el equilibrio entre la excitación Ia y la inhibición Ib. A medida que la onda M crece, cualquier crecimiento adicional de el reflejo H se evitará por la colisión entre la descarga del reflejo ortodrómico y la descarga antidrómica en los axones motores. ⁽²⁾ Se cree que esta supresión del reflejo H está mediada por la excitación corticoespinal de las interneuronas inhibitorias de Ia y/o interneuronas que afectan la inhibición presináptica de las aferentes de Ia. ⁽¹³⁾

La medición del umbral del reflejo H manifiesta la excitabilidad de las neuronas motoras de umbral más bajo. El número de fibras aferentes Ia reclutadas aumenta a medida en función de la intensidad de estimulación y causa un reflejo proporcional activación de las motoneuronas. ⁽⁷⁾ La necesidad de evitar una tasa de estímulo demasiado alta es porque la descarga motora en sí produce inhibición recurrente que impide la descarga refleja de las motoneuronas de umbral superior. Todos los reflejos se habitúan cuando se producen de forma repetitiva, debido al agotamiento del transmisor almacenado presinápticamente en terminales aferentes Ia, a menos que la tasa de estímulo sea baja. ⁽²⁾

El reflejo H es bifásico o trifásico en la mayoría de los sujetos y con morfología semejante a la respuesta M. La velocidad de conducción promedio de 70 m/s en todo el arco reflejo en la extremidad superior, es el tiempo que tarda el estímulo eléctrico en viajar desde el sitio de estimulación al segmento espinal y de regreso al sitio de estimulación, esencialmente es la diferencia de latencia entre la respuesta M y el reflejo H. ⁽¹⁰⁾

Si bien el RH evalúa los componentes aferentes y eferentes del arco reflejo, los reflejos H son particularmente sensibles a las anomalías aferentes. La pérdida de axones sensoriales o la dispersión de la descarga aferente disminuirá el potencial postsináptico excitador compuesto producido en el grupo de motoneuronas, provocando ausencia del reflejo. Mientras que una pérdida de los axones motores no podría abolir la respuesta refleja a menos que la lesión afectara a todas las unidades motoras accesibles, teóricamente tendría poco efecto sobre la respuesta refleja, a lo más prolongaría ligeramente su latencia. ⁽¹⁴⁾

Actualmente se consideran como parámetros de anomalía la latencia de inicio prolongado y/o la ausencia de RH en el lado afectado. ^(15, 16) La latencia se considera como la duración de tiempo entre el artefacto de estímulo y el inicio de la onda. ⁽¹⁷⁾

En el estudio realizado por Rojas et al, el valor obtenido en población mexicana del reflejo H de nervio mediano registrando en el músculo Flexor carpi radialis tiene una latencia media de 15 mseg $\pm$ 1.78 desviación estándar (DE). ⁽³⁾ La latencia del RH FCR es bien correlacionada con la longitud del brazo ^(8, 18) y la longitud de la extremidad. ^(10, 15, 19)

La amplitud es menos útil clínicamente en comparación con la latencia debido a que el rango normal es extremadamente grande entre niños y adultos. Algunos factores que alteran la amplitud del RH incluyen la arquitectura muscular, longitud del músculo, temperatura, ubicación del electrodo de registro, postura, entre otros. ^(20, 21)

Hesham et al, demostraron en su estudio amplitudes mayores del reflejo H de FCR durante la pronación del antebrazo, ⁽²²⁾ así como una posición a la neutra del cuello, ya que la flexión disminuye la amplitud y prolonga la latencia, ⁽¹⁹⁾ asimismo posiciones de extensión ⁽²³⁾ y lateralización del cuello provocan disminución de la amplitud al causar compresión radicular en el foramen. ⁽²⁴⁾ Se observan respuestas de mayor amplitud realizando una contracción isométrica, ⁽⁸⁾ o movimientos rítmicos de la muñeca que facilitan significativamente el reflejo H, ⁽²⁵⁾ la vibración en el tendón también provoca un aumento en la excitabilidad del grupo de neuronas motoras inferiores en el nervio mediano. ⁽²⁶⁾ La aplicación de frío suprime notablemente la respuesta y prolonga la latencia del RH FCR. ⁽²⁷⁾

Existen cambios relacionados con la edad en el reflejo H. La excitabilidad del reflejo H del sóleo y del FCR disminuye con el envejecimiento. Los reflejos H simétricamente ausentes no es un dato de anormalidad, y el reflejo H a menudo está ausente en personas normales mayores de 60 años. ⁽¹⁵⁾

El nervio espinal se compone de fibras sensoriales que viajan a través de la raíz dorsal y las fibras motoras desde la raíz ventral. Los ganglios de la raíz dorsal (DRG) se encuentran en las raíces nerviosas dorsales, generalmente en el agujero intervertebral. Conocer la anatomía sobre la posición del ganglio de la raíz dorsal es fundamental para comprender los resultados de la evaluación electrodiagnóstica de la radiculopatía cervical. La radiculopatía surge de un proceso que afecta la raíz nerviosa, ⁽²⁸⁾ el sitio de la lesión es proximal al ganglio de la raíz dorsal y, por lo tanto, los estudios de conducción nerviosa sensorial serán normales. ^(29,30)

Los estudios de neuroconducción motor y sensitivo ordinarios pueden dar resultados falsos negativos hasta en el 14%, ya que pueden reportarse como normales aun existiendo patología de segmentos proximales. Utilizando la técnica del RH es posible valorar indirectamente los segmentos proximales de las raíces cervicales, así como su inervación segmentaria desde C5 a T1. ⁽¹²⁾

ANTECEDENTES

El reflejo H fue descrito inicialmente en 1918 por Paul Hoffmann, de quien deriva su nombre. Se introdujo en estudios de control motor por Paillard en 1955. Y ha sido el tema de numerosas revisiones desde entonces. ⁽³¹⁾ La respuesta H es un verdadero reflejo con una aferencia, un centro integrador o sinapsis y una eferencia. ⁽¹⁵⁾

En 1976, Deschuytere y colaboradores en su publicación titulada reflejos monosinápticos en los flexores superficiales del antebrazo en el hombre, encontraron respuesta del reflejo H en reposo en el músculo flexor radial del carpo (FCR) y palmar largo en adultos sanos, es decir, sin ninguna patología neurológica. ⁽³²⁾

En 1985, Schimsheimer et al. En la revista de Neurología, Neurocirugía y Psiquiatría publicaron su estudio sobre la alteración del reflejo H del FCR en las lesiones de raíces nerviosas de C6 y C7. Estudiaron múltiples músculos inervados por diferentes raíces y nervios cada uno de ellos. Encontrando que la lesión de las raíces C6 o C7 mostraron un cambio del RH FCR, presentando ausencia o prolongación de la latencia del reflejo, lo que indica que los impulsos se conducen a lo largo de estas raíces. También describieron que probablemente debido a la pérdida axonal, la amplitud se encontraba claramente disminuida. Ecuaciones de

regresión múltiple y ecuaciones de regresión simple fueron utilizadas. Descubrieron que estas ecuaciones pueden usarse para predecir la latencia del reflejo H de FCR. (18) En un estudio subsecuente publicado en 1987, Schimsheimer y colaboradores demuestran alteración de este mismo reflejo en polineuropatía. Tanto el reflejo H de soleo, como el de FCR, se correlacionaron bien con la longitud de la extremidad, la altura del cuerpo y la edad. La mayoría de los pacientes con diversas polineuropatías mostraron anormalidades en ambos reflejos, lo que ilustra que los segmentos nerviosos proximales están frecuentemente involucrados. (33)

En 1999, Sabbahi y colegas determinaron el efecto de la modificación postural de la cabeza sobre el RH FCR en sujetos sanos, concluyeron que la posición de la cabeza influye significativamente en la amplitud del reflejo H pero no en la latencia, causado por mecanismos de compresión-descompresión de la raíz espinal. (34)

Khosrawi y colaboradores en 2015 realizan un estudio en población iraní normal, su objetivo fue investigar la relación entre los valores normales de la latencia del RH FCR, la longitud de la extremidad superior y la edad en sujetos normales, y determinar si existe alguna ecuación de regresión entre ellos. El reflejo H de FCR se obtuvo mediante técnicas electrodiagnósticas estándar y se registró su latencia de inicio. (35) La longitud de la extremidad se midió desde la apófisis espinosa C6 hasta la punta del tercer dígito con el brazo en pronación y el hombro abducido a 90°, (33) codo en extensión completa, antebrazo en pronación y dígitos en extensión. La longitud del brazo se midió desde la apófisis espinosa de C7 hasta la punta del olécranon. Se encontró que la latencia media del reflejo H de FCR era 15.88 ± 1.27 ms. La longitud media de la extremidad superior de los sujetos fue de 88.5 ± 3.6 cm con un rango de 81.3-95.7 cm y longitud media del brazo fue de 45.8 ± 2.3 cm con un rango de 41.3-50.3 cm. Hubo una correlación lineal directa entre la latencia del reflejo H de FCR y la longitud de la extremidad superior ($r = 0.647$) y también la longitud del brazo ($r = 0.574$), pero no hubo una correlación significativa entre la edad y la latencia del reflejo H FCR ($P = 0.260$). Basado en el análisis de regresión lineal, las fórmulas para la estimación de latencia del reflejo H de FCR fueron: Latencia del reflejo H FCR (ms) = $0.23 \times$ longitud de la extremidad superior (cm) – 4,3. Latencia del reflejo H FCR (ms) = $0,32 \times$ longitud del brazo (cm) + 1.1. (35)

En 2018 Khosrawi y colaboradores, en su estudio más reciente. Evaluaron la relación entre los valores normales de la latencia del reflejo H en el músculo extensor digitorum communis (EDC), la longitud del miembro superior, la longitud del brazo y la edad en participantes normales, esto para determinar si hay alguna ecuación de regresión entre ellos, una fórmula para calcular y estimar la latencia óptima de reflejo H EDC basada en estos parámetros. Concluyen que existe una correlación positiva significativa entre la latencia del reflejo H en EDC y otros

músculos como sóleo y flexor carpi radialis con la longitud de su trayecto, pero no significativamente con la edad. ⁽¹⁵⁾

JUSTIFICACIÓN

El reflejo H del músculo flexor carpi radialis (FCR) es sensible a cambios sutiles y puede estar ausente cuando no hay déficit clínicamente detectable, ⁽²⁾ es fácilmente obtenible. ⁽¹⁸⁾ Y con respecto al RH en las extremidades superiores, existen estudios muy limitados publicados en la literatura. ⁽¹⁵⁾

Schimsheimer trato de introducir ecuaciones para la estimación de latencia óptima de reflejo H de FCR, sin embargo, las ecuaciones no han ganado popularidad debido a su complejidad. ^(15, 40) Por lo que se pretende crear una fórmula simple para su mejor aplicación.

En el Centro Médico ABC, el departamento de neurofisiología clínica establece diagnósticos y pronósticos de diversas patologías en base a valores estandarizados. El reflejo H desempeña un papel fundamental en la evaluación de pacientes con síntomas y signos de radiculopatía cervical. En este centro cuenta con sujetos que presentan valores normales y se puede obtener una ecuación predictiva de latencia del reflejo.

Por lo expuesto anteriormente pretendemos obtener una ecuación predictiva de la latencia del reflejo H de nervio mediano adaptada a la población y lograr una mayor aceptación de su uso a través de la implementación de medios digitales.

OBJETIVOS

Objetivo primario

Formular una ecuación predictiva y Normograma para la latencia del reflejo H de nervio mediano en sujetos sanos con respecto a la longitud de la extremidad superior y del brazo.

Objetivos secundarios

1. Describir las características de los participantes respecto a edad, género, talla y peso
2. Cifrar los registros neurofisiológicos del nervio mediano, en relación a la longitud de la extremidad superior, la longitud del brazo y la longitud del antebrazo; y en las N. Motoras al obtener latencia, amplitud y velocidad de conducción y en N Sensitivas obteniendo latencias sensitivas pico y su amplitud. Y por último la obtención de la latencia H.

3. Correlacionar las variables cuantitativas de estudio con significancia estadística y la latencia H,
4. Aplicar el modelo de regresión lineal para determinar su asociación y establecer el modelo predictivo en la obtención de la latencia H.
5. Desarrollar un normograma para la aplicación móvil como herramienta diagnóstica para la latencia del reflejo H del nervio mediano.

HIPÓTESIS No aplica

MÉTODOS

Descripción general del diseño

Se realizó un estudio observacional; Tipo de estudio: Descriptivo, prospectivo, transversal, comparativo. Con aplicación de estudios neurofisiológicos a sujetos sanos.

Operalización de las variables

Variable independiente: Latencia del reflejo H

Variable dependiente: Longitud de la extremidad superior y longitud del brazo

Variable	Tipo	Unidad de Medición
Edad	Continua	Años
Género	Categórica	F/M
Longitud de la extremidad superior	Continua	Centímetros
Longitud del brazo	Continua	Centímetros
Lateralidad	Categórica	D/I

Sitio de realización del estudio

Centro Médico ABC campus Santa Fe y campus Observatorio. Ciudad de México

Tipo de muestreo

Muestro no probabilístico por conveniencia del investigador.

Tamaño de la muestra

Se obtuvo un tamaño total de muestra de 89 extremidades ajustado a pérdidas, para un nivel de confianza del 95% esta proporción fue estimada para un total de 120 extremidades tomando en cuenta la afluencia promedio de los estudios de extremidades superiores realizados en un período de tiempo.

Configuración y participantes

Todos los participantes fueron sujetos de estudio que se encontraran en el Centro Médico ABC y que desearan participar en el estudio. Los criterios de inclusión para el estudio fueron: (1) Pacientes que acudan a Centro Médico ABC y que deseen participar en el estudio; (2) Pacientes de edad mayor o igual a 20 años y menor o igual a 60 años; (3) Pacientes con valores de neuroconducción motora y sensitiva dentro de parámetros normales; (4) Pacientes que hayan firmado el consentimiento informado. Los criterios de exclusión: (1) Pacientes con antecedentes de polineuropatía hereditaria o adquirida; (2) Pacientes con síndrome del túnel del carpo o con valores fuera del rango normal del nervio mediano al realizar las neuroconducciones; (3) Paciente con cicatriz a nivel del túnel carpiano; (4) Pacientes con antecedentes de fractura en extremidad superior. Los criterios de eliminación: (1) Paciente que decida durante la prueba suspender el estudio. (2) Sujetos de estudio que no tengan presente reflejo H.

Los participantes fueron reclutados principalmente por invitación. Todos los pacientes eran elegibles basados en la hoja de recolección de datos, para completar el proceso se firmaba la carta de consentimiento informado y se procedió a realizar el estudio de neuroconducción. El reclutamiento inició en octubre 2019 y se completó en marzo 2020.

Recolección de datos

Se habilitó una hoja de recolección de datos y archivo digital para cada paciente.

Consideraciones éticas

Investigación basada en los principios de la Declaración de Helsinki. Respetando los principios de autonomía, justicia, respeto, beneficencia y no maleficencia, estableciendo una carta de consentimiento, así como la confidencialidad de los participantes y su libertad de retiro del estudio del mismo en caso de así decidirlo, a pesar de considerarse investigación de riesgo menor al mínimo, según la ley general de salud en material de investigación

Análisis estadístico

El análisis estadístico descriptivo consistió aplicar a las variables cualitativas frecuencias absolutas y relativas. Y a las variables cuantitativas se determinó coeficiente de asimetría para determinar el tipo de medidas de tendencia central y de dispersión que debe aplicarse, calculando mediana y percentiles 25 y 75 en aquellas con curva anormal y media y desviación estándar a aquellas con distribución normal; además de calcular valor máximo y valor mínimo; el análisis inferencial consistió en aplicar coeficiente de correlación de Pearson a las variables paramétricas y posteriormente aplicar el modelo de regresión lineal múltiple y el

modelo de regresión lineal simple, además de obtener el coeficiente de regresión lineal simple correspondiente, todas con valor de significancia estadística de $p < 0.05$. Se elaboró una base de datos en el programa Microsoft Excel y se analizó con el programa SPSS versión 22.

RESULTADOS

Se captaron 112 extremidades superiores, fueron incluidas 101; excluidas 9 y eliminadas 2.

El tamaño total de la muestra fue de 52 sujetos de estudio. La edad promedio de los participantes fue de 35.9 ± 9.4 años, con una edad mínima de 20 años y edad máxima de 60 años. El género más frecuente fue el femenino con 63.5%.

La tabla 1, muestra la descripción estadística del peso y talla, con su correspondiente valor mínimo y máximo. Se aprecia en el 68.4%, talla y complexión media. Ver tabla 1.

Tabla 1. Características de la Muestra (N=52)

Característica	Valor
Edad	35.9 ± 9.4 (11.25, 20 – 60)
Sexo	
Femenino	33 (63.5%)
Masculino	19 (36.5%)
Talla	1.63 ± 0.1 (1.42 - 1.84)
Peso	69.0 ± 13.4 (42 - 105)

Valores expresados como: Media (RIC, min – max), media (DE) y frecuencias absolutas (%).

Respecto a las variables neurofisiológicas se resumen en la tabla 2. Se muestran los descriptivos correspondientes a las variables paramétricas de estudio.

Tabla 2. Variables Neurofisiológicas (N=101)

Variable	Valor
Longitud de la extremidad superior (cm)	86.32 ± 5.8 (69 - 98)
Longitud del brazo (cm)	44.6 ± 2.9 (38 - 50)
Longitud del antebrazo (cm)	26.9 ± 2.3 (22 - 31)
N. Motora: latencias (ms)	3.1 ± 0.4 (2.2 - 3.8)
N. Motora: amplitud (mV)	11.8 ± 2.7 (5.5 - 17.9)
N. Motora: velocidades (m/s)	60.3 ± 6.3 (47 - 78)
N. Sensitiva: latencia pico (ms)	2.9 ± 0.3 (2.2 - 3.5)
N. Sensitiva: amplitud (μ V)	100.0 ± 37.7 (23.4 - 216.0)
Latencia H (ms)	14.9 ± 1.7 (11.7 – 20.5)

Valores expresados como: Media, DE (min – max).

Todas con coeficiente de asimetría < 1 .

Se realizaron correlaciones entre las variables de estudio con la finalidad poder realizar análisis de regresión lineal; todas de manera bi-variada mostraron correlación estadísticamente significativa $p < 0.000$. A excepción de la edad con ninguna de las mediciones realizadas, es decir que la edad no representa influencia con las mismas. Tabla 3.

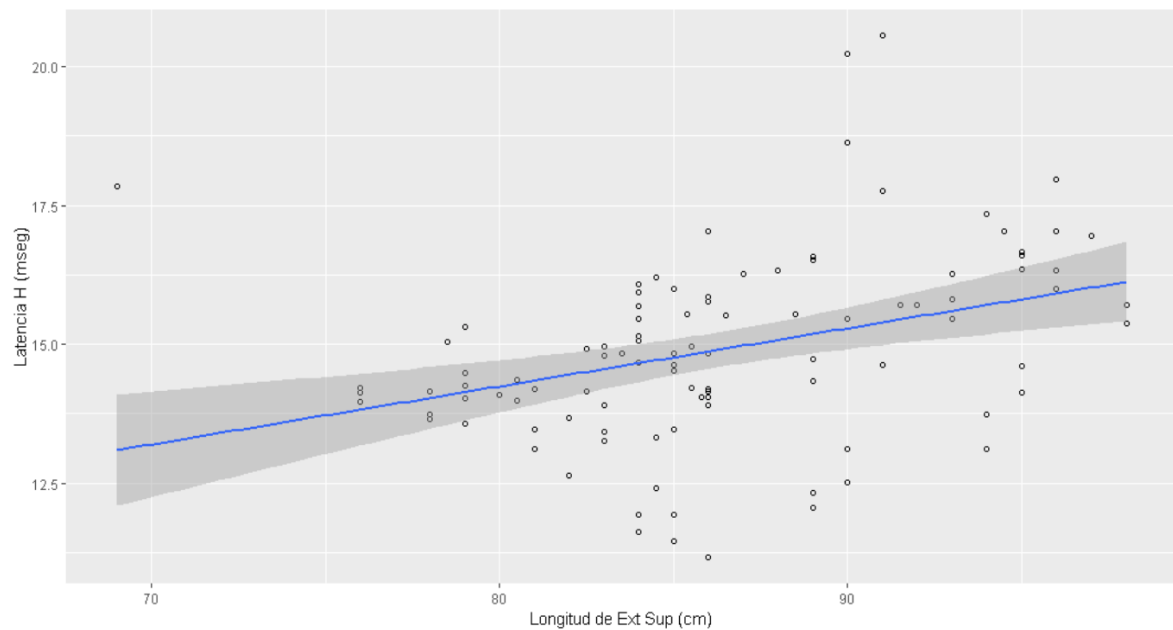
Tabla 3. Correlaciones entre variables paramétricas

		Edad	Longitud del Brazo (cm)	Longitud de la Extremidad	Latencia H (mseg)
Edad	Correlación de Pearson	1	-.141	-.035	-.082
	Sig. (bilateral)		.161	.726	.414
	N	101	101	101	101
Longitud del Brazo (cm)	Correlación de Pearson		1	.837**	.389**
	Sig. (bilateral)			.000	.000
	N		101	101	101
Longitud de la Extremidad	Correlación de Pearson			1	.355**
	Sig. (bilateral)				.000
	N			101	101
Latencia H (mseg)	Correlación de Pearson				1
	Sig. (bilateral)				
	N				101

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

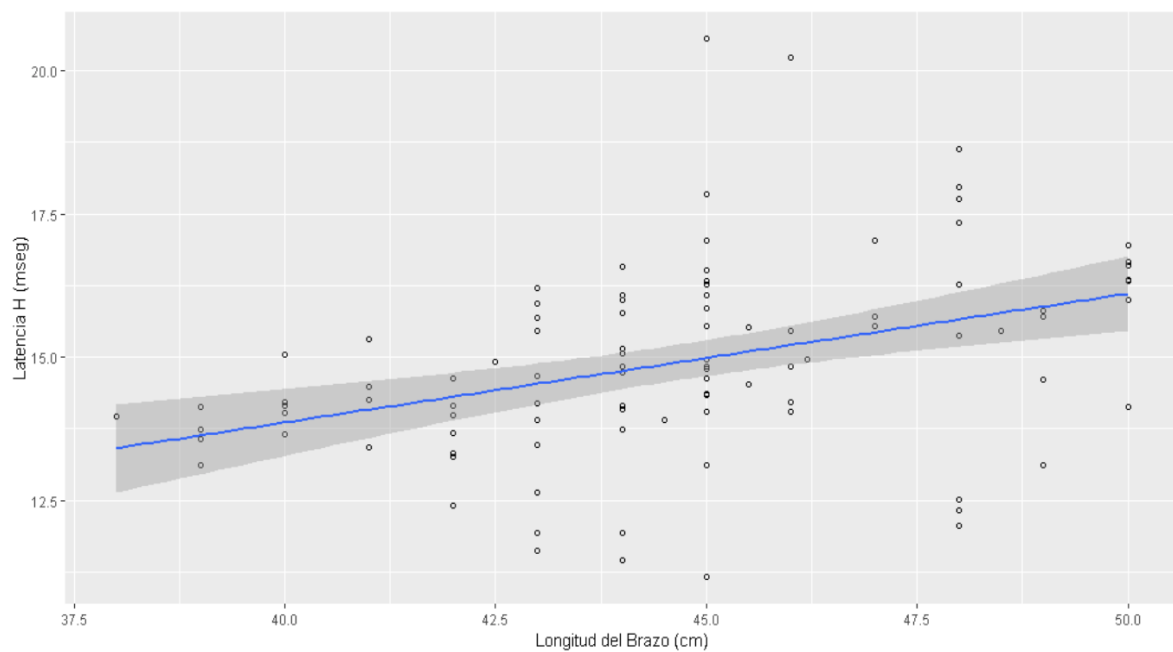
En el grafico 2, se muestra la correlación de la latencia con la latencia H vs longitud de la extremidad superior, muestra dirección positiva y media “ $r=0.355$ ”, es decir que a mayor longitud mayor latencia. Ver gráfico 2.

Gráfico 2. Dispersograma. Correlación entre Longitud de Extremidad Superior y Latencia de Reflejo H



Así mismo, en el gráfico 3, se muestra la correlación de la latencia con la latencia H vs longitud del brazo, con dirección positiva y media “ $r=0.389$ ”, ligeramente mayor que la anterior, es decir que a mayor longitud mayor latencia. Ver gráfico 3.

Gráfico 3. Dispersograma. Correlación entre Longitud del brazo y Latencia del Reflejo H



Para las variables longitud de extremidad superior y longitud del brazo se aplicó el modelo de regresión lineal múltiple a fin de demostrar su asociación entre las variables y la latencia del reflejo H, demostrándose significancia estadística $p < 0.001$ y un 15.4% de valor predictivo. (Tabla 4)

Tabla 4. Resumen del modelo de regresión lineal. Variables: Longitud del brazo y longitud de la extremidad superior.

Error estándar residual	R cuadrado múltiple	R cuadrado ajustada	F	P
1.578	0.154	0.164	8.925	<0.001

Sin embargo. Al aplicar el coeficiente de regresión lineal para obtener la fórmula de predicción, no se demuestra significancia estadística entre ellas. $P > 0.05$ Ver tabla 5

Tabla 5. Coeficientes de regresión del modelo de regresión lineal. Variables explicativas: Longitud del brazo y longitud de la extremidad superior.

	Beta	Error Estándar	t	p
(Constante)	4.489 (-0.45 – 9.43)*	2.491	1.802	0.075
Long Extremidad Sup. (cm)	0.029 (-0.07 – 0.13)*	0.050	0.574	0.568
Long Brazo (cm)	0.178 (-0.02 – 0.37)*	0.098	1.813	0.073

*Valor min y valor máximo

De tal manera que se aplicó el coeficiente de regresión modelo lineal simple para la variable longitud de la extremidad superior se muestra de manera individual significancia estadística $p < 0.000$; y un valor predictivo para el 12.6% .Ver Tabla 6.

Tabla 6. Coeficientes de regresión del modelo de regresión lineal. Variable explicativa: Longitud de la extremidad superior.

	Beta	Error Estándar	t	p
(Constante)	5.879 (1.12 – 10.64)*	2.397	2.452	0.016
Long Extremidad Sup. (cm)	0.104 (0.05 – 0.16)*	0.028	3.773	<0.001
Error estándar residual	R cuadrado múltiple	R cuadrado ajustada	F	p
1.596	0.126	0.117	14.23	<0.001

*Valor min y valor máximo

De tal manera que la fórmula predictiva con esta variable explicativa es:

Latencia H (mseg). = constante (5.879) + (0.104*Longitud de la Extremidad Superior)

De la misma manera que se aplicó el coeficiente de regresión modelo lineal simple ahora para la variable longitud del brazo, mostrando de igual manera individual significancia estadística $p < 0.000$; y un valor predictivo para el 15.1% . es decir más alto que la anterior. Ver Tabla 7.

Tabla 7. Coeficientes de regresión del modelo de regresión lineal. Variable explicativa: Longitud del brazo.

	Beta	Error Estándar	t	p
(Constante)	4.865 (0.112 – 9.618)*	2.395	2.031	0.045
Long Brazo (cm)	0.225 (0.119 – 0.331)*	0.053	4.200	<0.001

Error estándar residual	R cuadrado múltiple	R cuadrado ajustada	F	p
71.57	0.151	0.143	17.64	<0.001

*Valor min y valor máximo

De tal manera que la fórmula predictiva con esta variable explicativa es:

Latencia H (mseg).= constante (4.865) + (0.225*longitud del brazo)

Solo faltarían las evidencias del objetivo 5, aplicación móvil como herramienta diagnóstica para la latencia Debería empezar así:

El normograma para la aplicación consiste en:

DISCUSIÓN

RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La comparación entre el modelo de regresión lineal considerando la longitud de extremidad superior y la longitud del brazo, muestra resultados significativos $p < 0.000$, para ambos parámetros con respecto a la latencia del reflejo H. Al comparar estas dos, el resultado es mejor para la longitud del brazo por lo que se recomienda su utilización de manera preferentemente, con la siguiente fórmula predictiva: Latencia H (mseg).= constante (4.865) + (0.225*longitud del brazo)
El uso de tecnologías de la información disminuye el tiempo de cálculo y el error humano generando servicios más eficientes y resultados más confiables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Proper performance and interpretation of electrodiagnostic studies. *Muscle & Nerve*. 2006;33(3):436-439.
2. Burke D. Clinical uses of H reflexes of upper and lower limb muscles. *Clinical Neurophysiology Practice*. 2016;1:9-17.
3. Rojas Martínez, K. N. (2019). *REFLEJO H DE NERVIO MEDIANO. EXPERIENCIA EN EL CENTRO MÉDICO ABC*. CENTRO MÉDICO ABC "THE AMERICAN BRITISH COWDRAY MEDICAL CENTER".
4. Dillingham T. Evaluating the Patient With Suspected Radiculopathy. *PM&R*. 2013;5:S41-S49.
5. Nikolic A, Stevic Z, Peric S, Stojanovic V, Lavrnjic D. Evaluation of the adequacy of requests for electrodiagnostic examination in a tertiary referral center. *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2016;148:130-136.
6. Leppanen R. Monitoring Spinal Nerve Function With H-Reflexes. *Journal of Clinical Neurophysiology*. 2012;29(2):126-139.
7. Phadke C, Robertson C, Condliffe E, Patten C. Upper-extremity H-reflex measurement post-stroke: Reliability and inter-limb differences. *Clinical Neurophysiology*. 2012;123(8):1606-1615.
8. Bodofsky E. Contraction-induced upper extremity H reflexes: Normative values. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1999;80(5):562-565.
9. Zheng C, Zhu Y, Lv F, Ma X, Xia X, Wang L et al. Abnormal Flexor Carpi Radialis H-Reflex as a Specific Indicator of C7 as Compared With C6 Radiculopathy. *Journal of Clinical Neurophysiology*. 2014;31(6):529-534.
10. Jaberzadeh S, Scutter S, Warden-Flood A, Nazeran H. Between-days reliability of H-reflexes in human flexor carpi radialis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2004;85(7):1168-1173.
11. Lin K, Chen Y, Luh J, Wang C, Chang Y. H-Reflex, Muscle Voluntary Activation Level, and Fatigue Index of Flexor Carpi Radialis in Individuals With Incomplete Cervical Cord Injury. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2011;26(1):68-75.
12. Alvarez-Solis G, Estañol-Vidal B, Delgado-García G, et al. Registro simultáneo del reflejo H en el músculo flexor carpi radialis y del potencial de acción compuesto de nervio sensoriomotor en el punto de Erb. *Rev Mex Neuroci*. 2016;17(2):3-12.
13. Thompson A, Carruth H, Haywood R, Hill N, Sarnacki W, McCane L et al. Effects of Sensorimotor Rhythm Modulation on the Human Flexor Carpi Radialis H-Reflex. *Frontiers in Neuroscience*. 2018;12.
14. Miller T, Pardo R, Yaworski R. Clinical utility of reflex studies in assessing cervical radiculopathy. *Muscle & Nerve*. 1999;22(8):1075-1079.
15. Ahmadi M, Khosrawi S, Vahdatpour B. Evaluation of Relationship between Extensor Digitorum Communis Hoffmann-reflex Latency and Upper Limb Length and Age. *Advanced Biomedical Research*. 2018;7(1):65.
16. Sekiguchi Y, Misawa S, Shibuya K, Mitsuma S, Hirano S, Ohmori S et al. Patterns of sensory nerve conduction abnormalities in Fisher syndrome: More predominant involvement of group Ia afferents than skin afferents. *Clinical Neurophysiology*. 2013;124(7):1465-1469.
17. Eliaspour D, Sanati E, Hedayati Moqadam M, Rayegani S, Bahrami M. Utility of Flexor Carpi Radialis H-Reflex in Diagnosis of Cervical Radiculopathy. *Journal of Clinical Neurophysiology*. 2009;26(6):458-460.
18. Schimsheimer R, de Visser B, Kemp B. The flexor carpi radialis H-reflex in lesions of the sixth and seventh cervical nerve roots. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 1985;48(5):445-449.

19. Alrowayeh H, Sabbahi M, Etnyre B. Flexor Carpi Radialis H-Reflex Modulation During Spinal Loading and Unloading With Varied Forearm Postures. *Journal of Clinical Neurophysiology*. 2010;27(2):116-119.
20. Falco F, Hennessey W, Goldberg G, Braddom R. H reflex latency in the healthy elderly. *Muscle & Nerve*. 1994;17(2):161-167.
21. Jimenez S, Mordillo-Mateos L, Dileone M, Campolo M, Carrasco-Lopez C, Moitinho-Ferreira F et al. Effects of patterned peripheral nerve stimulation on soleus spinal motor neuron excitability. *PLOS ONE*. 2018;13(2):e0192471.
22. Alrowayeh H. Intra- and intersession reliabilities of the flexor carpi radialis H-reflex while sitting with forearm pronation. *International Journal of Neuroscience*. 2019;130(3):213-217.
23. Hegazy M, Gomaa E, Abd El Mageed S, El Habashy H. H-reflex latency changes after combined application of traction and neural mobilization in cervical radiculopathy. *The Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*. 2019;55(1).
24. Domínguez-García JC, Estañol B. Valoración de los reflejos H de las extremidades superiores en el diagnóstico de radiculopatías cervicales de C5 a T1. *Arch Neurocién (Mex)* 2003; 8 (1) 8-15.
25. Solopova I, Selionov V, Blinov E, Zhvansky D, Ivanenko Y. Rhythmic wrist movements facilitate the soleus H-reflex and non-voluntary air-stepping in humans. *Neuroscience Letters*. 2017;638:39-45.
26. Tenan M, Tweedell A, Haynes C, Passaro A. The effect of imperceptible Gaussian tendon vibration on the Hoffmann reflex. *Neuroscience Letters*. 2019;706:123-127.
27. Uysal H, Kızılay F, İnel Ş, Özen H, Pek G. Medium-latency reflex response elicited from the flexor carpi radialis by radial nerve stimulation. *Experimental Brain Research*. 2011;217(2):223-235.
28. Hakimi K, Spanier D. Electrodiagnosis of Cervical Radiculopathy. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2013;24(1):1-12.
29. Greathouse D, Joshi A. Radiculopathy of the Eighth Cervical Nerve. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2010;40(12):811-817.
30. Hassan A, Hameed B, Islam M, Khealani B, Khan M, Shafqat S. Clinical Predictors of EMG-confirmed Cervical and Lumbosacral Radiculopathy. *Canadian Journal of Neurological Sciences / Journal Canadien des Sciences Neurologiques*. 2013;40(2):219-224.
31. BURKE D, ADAMS R, SKUSE N. THE EFFECTS OF VOLUNTARY CONTRACTION ON THE H REFLEX OF HUMAN LIMB MUSCLES. *Brain*. 1989;112(2):417-433.
32. Deschuytere J, Rosselle N, De Keyser C. Monosynaptic reflexes in the superficial forearm flexors in man and their clinical significance. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 1976;39(6):555-565.
33. Schimsheimer R, Ongerboer de Visser B, Kemp B, Bour L. The flexor carpi radialis H-reflex in polyneuropathy: relations to conduction velocities of the median nerve and the soleus H-reflex latency. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 1987;50(4):447-452.
34. Sabbahi M, Abdulwahab S. Cervical Root Compression Monitoring by Flexor Carpi Radialis H-Reflex in Healthy Subjects. *Spine*. 1999;24(2):137-141.
35. Khosrawi S, Taheri P, Hashemi SH. Proposed equation between flexor carpi radialis H-reflex latency and upper limb length. *Iran J Neurol* 2015; 14(1): 41-6.
36. Dumitru D, Amato A, Zwarts M. *Electrodiagnostic medicine*. Philadelphia: Hanley & Belfus; 2002.
37. Leppanen R. Monitoring Spinal Nerve Function With H-Reflexes. *Journal of Clinical Neurophysiology*. 2012;29(2):126-139.
38. Jabre J. Surface recording of the H-reflex of the flexor carpi radialis. *Muscle & Nerve*. 1981;4(5):435-438.
39. Jabre J, Stålberg E. Single-fiber EMG study of the flexor carpi radialis H reflex. *Muscle & Nerve*. 1989;12(7):523-527.

40. Burke D. Clinical uses of H reflexes of upper and lower limb muscles. Clinical Neurophysiology Practice. 2016;1:9-17.

ANEXOS

Consentimiento informado

Hoja de recolección de datos

Cálculadora móvil: Link y Código QR