

**DETERMINACIÓN DE LOS VALORES NORMALES DEL REFLEJO H-
L4 MEDIANTE TÉCNICA ELECTRODIAGNÓSTICA EN UNA
POBLACIÓN COLOMBIANA.**

Dra. Maryuri Liseth Duarte Amorocho

Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Medicina Física y Rehabilitación

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

Facultad de Medicina – División de Postgrados

Programa de Medicina Física y Rehabilitación

Bogotá (Colombia), Noviembre de 2023

Nota de salvedad de Responsabilidad Institucional

“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

Determinación de los valores normales del reflejo H-L4 mediante técnica electrodiagnóstica en una población colombiana.

Agradecimiento

Agradezco a el Dr. Carlos Rangel Galvis por aconsejarme, apoyarme e impulsarme en mi crecimiento profesional y el desarrollo de esta investigación.

Agradezco a el Dr. Fernando Yaacov Peña por ser mi tutor en el proceso de esta tesis.

Agradezco a todos los participantes de la IPS Rangel por hacer posible este trabajo que enriquece mi formación personal y profesional.

“Alcanzar este sueño es la forma de perpetuar el servicio al prójimo, mi Ikigai.

Tres años suficientes para aprender mis límites, lo que quiero, lo que soy capaz y hasta donde quiero llegar. Agradezco a Dios por guiarme y concederme tesón. Para mi fortuna, conocí a seres humanos increíbles y vi al verdadero amor agarrar mi mano; fueron mi fuerza y combustible para llegar a la meta; Gracias Mamá, Bella y mi amado Carlos”.

Lis

Tabla de contenido

1. Introducción	19
2. Planteamiento de problema.....	22
2.1 Pregunta de investigación.....	22
3. Justificación	23
4. Marco teórico.....	24
4.1 Estado del arte	27
5. Objetivos.....	29
5.1 Objetivo General	29
5.2 Objetivos específicos.....	29
6. Materiales y métodos	30
6.1 Protocolo para realizar H Reflex vasto lateral.....	33
6.2 Protocolo para realizar H-Reflex recto femoral	33
7. Propósito.....	34
8. Aspectos metodológicos	36
8.1 Tipo de estudio	36
8.2 Planteamiento de hipótesis	36
8.3 Población.....	36
8.4 Criterios de selección	37
8.5 Variables.....	39
8.6 Técnica de recolección de la información.....	42

8.7	Almacenamiento y tabulación de los datos	42
8.8	Limitaciones y control de posibles sesgos	42
9.	Aspectos estadísticos o plan de análisis.....	44
10.	Aspectos éticos	45
11.	Organigrama.....	48
12.	Cronograma.....	49
13.	Presupuesto.....	52
14.	Resultados	55
15.	Discusión.....	63
16.	Conclusiones y recomendaciones.....	68
17.	Referencias bibliográficas	70
18.	Anexos.....	72
18.1	Anexo 1. Carta de intención para participar en el estudio.....	72
18.2	Anexo 2. Autorización y soporte de recursos por parte de la IPS Rangel	73
18.3	Anexo 3. Certificación de investigador con entrenamiento	74
18.4	Anexo 4. Consentimiento informado.	75
18.5	Anexo 5. Instrumento para recolección de datos.	83
18.6	Anexo 6. Certificado de habilitación IPS Carlos Eduardo Rangel Galvis S.A.S.	85
18.7	Anexo 7. Certificado de habilitación Electrodiagnóstico IPS Rangel.....	86
18.8	Anexo 8. Registro invima del equipo Sierra® Summit Cadwell Laboratories.	87
18.9	Anexo 9. Autorización de Comité de Ética Médica	89

Lista de tablas

Tabla 1	<i>Matriz de variables</i>	39- 41
Tabla 2	<i>Características sociodemográficas de la población de estudio. (n=25)</i>	55
Tabla 3	<i>Características clínicas de la población de estudio. (n=25).</i>	57
Tabla 4	<i>Diferencias en la latencia y amplitud del reflejo H-L4 de los músculos recto femoral y vasto lateral entre el MID y el MII</i>	58
Tabla 5	<i>Diferencias en la latencia y amplitud del reflejo H-L4 entre los músculos recto femoral y vasto lateral</i>	59
Tabla 6	<i>Correlación entre la latencia y la amplitud del reflejo H con la talla y temperatura de los participantes</i>	60

Lista de gráficos

- Gráfico 1.** *Morfología de onda correspondiente al reflejo H-L4, captando en el músculo vasto lateral.* 61
- Gráfico 2.** *Morfología de onda correspondiente al reflejo H-L4, captando en el recto femoral* 62

Lista de siglas

ms	Milisegundos
mV	Milivoltios
Kg	Kilogramos
cm	Centímetros
Max	Máximo
Min	Mínimo
DE	Desviación estándar
MID	Miembro inferior derecho
MII	Miembro inferior izquierdo
MMII	Miembros inferiores

Resumen

Introducción: El reflejo de Hoffman, descrito en 1918, es un reflejo inducido eléctricamente, análogo al reflejo de estiramiento espinal que es inducido mecánicamente; para generarlo se utiliza un estímulo eléctrico débil percutáneo por debajo del umbral motor, la despolarización aferente produce un potencial de acción que llega a las motoneuronas alfa y crea un potencial postsináptico excitatorio, que se observa como un reflejo H en la señal electrodiagnóstica. Por lo tanto, el reflejo H se utiliza en entornos clínicos y de investigación como una técnica de medición indirecta de la excitabilidad espinal, principalmente en los músculos cuádriceps y sóleo, con el objetivo de investigar la respuesta del sistema nervioso. Cuando la estimulación eléctrica se realizó en el ligamento inguinal de Poupart en yuxtaposición a la arteria femoral palpable y captando en el recto femoral y / o vasto lateral; músculos inervados por el nervio femoral raíz L4, se evocó el reflejo H-L4. Su utilidad radica en el diagnóstico de la radiculopatía L4 y otros trastornos del nervio femoral; siendo una técnica electrodiagnóstica novedosa, inocua, poco invasiva y económica. Hasta la fecha, no se evidencian estudios ejecutando la técnica en dos reparos anatómicos y sus respectivos valores de referencia en la población adulta colombiana en edades entre 20 a 60 años.

Objetivos: Determinar valores normales del reflejo H-L4 en una población sana colombiana mediante técnica electrodiagnóstica.

Métodos: Estudio transversal descriptivo con componente analítico. Se realizó el reflejo H-L4 en 25 participantes, hombres y mujeres sanos, con edades comprendidas entre 20-60 años de edad, nacidos en Colombia; Se obtuvieron valores normales para latencia y amplitud en músculo vasto lateral y recto femoral, derecho e izquierdo.

Resultados: La población estudiada incluyó 25 participantes sanos; en cuanto a las características sociodemográficas de la población en estudio, con un rango de edad entre los 20 y 60 años y un promedio de edad de 29.8 ± 7.6 años. Se encontró que la

distribución de la población por sexo fue 48.0% (n=12) femenino y 52.0% (n=13) masculino, la talla de los participantes tuvo un promedio de 166 ± 10.64 cm, con un rango entre 150 - 192 cm, la temperatura corporal en piel de los participantes en promedio fue de $36.46^\circ \pm 0.29$, mínimo de 36.0° y máximo de 37.0° . Acerca de la latencia del reflejo H-L4 en el músculo vasto lateral bilateral tuvo un promedio de 13.29 ± 1.51 ms, mínima de 10.23 ms, máxima de 15.86 ms y la amplitud promedio fue de 1.55 ± 0.46 mV, mínima de 0.81 mV y máxima de 2.85 mV. Por lo que corresponde a la latencia del reflejo H-L4 en el músculo recto femoral bilateral tuvo un promedio de 13.14 ± 1.48 ms con mínima de 11.08 ms, máxima de 15.66 ms y la amplitud promedio fue de 1.52 ± 0.35 mV, mínima de 0.82 mV y máxima de 2.47 mV.

Conclusiones: Aunque la excitabilidad de los arcos reflejos espinales correspondientes al músculo vasto lateral y recto femoral fueron similar, se logro apreciar una diferencia en la morfología y arquitectura del reflejo H-L4. Se pudo determinar que, aunque hay una variación en las características sociodemográficas con poblaciones en otras latitudes, los resultados del reflejo H-L4 del actual estudio son consistentes con una investigación previa a lo que se hace referencia a la latencia y la amplitud. Se logro estandarizar los valores de referencia en la población adulta sana colombiana, así como sugerir seleccionar como registro activo al vientre del músculo recto femoral para la captación del reflejo H-L4 independiente de la lateralidad.

Se pudo establecer los valores de referencia para la población adulta sana colombiana, teniendo en cuenta que existe una disminución en la amplitud del reflejo H-L4 en relación a la variable temperatura corporal, cuando progresivamente aumenta. Se pudo determinar, que no hay diferencia significativa en los valores de la latencia y la amplitud en relación a la lateralidad de las extremidades inferiores. Se recomienda para estudios futuros ampliar la diversidad de pacientes teniendo en cuenta las variables peso, sexo, edad y se sugiere aumentar el número de participantes, obteniendo así valores de referencia más precisos para la población colombiana, convirtiendo el reflejo

H-L4 es una herramienta útil para el diagnóstico de patologías del nervio periférico y radiculopatías lumbares a este nivel.

Se recomienda seguir los protocolos de la técnica electrodiagnóstica descrita, que incluye parámetros e instrucciones para la configuración del equipo, así como recomendaciones para los profesionales que desean realizarla, logrando un adecuado análisis con resultados fiables y aplicables clínicamente.

Se considera importante para estudios futuros tener en cuenta la influencia facilitadora de las contracciones musculares remotas sobre las respuestas reflejas en la variación de la amplitud del reflejo H-L4.

Palabras clave: Reflejo H, adulto sano, miembros inferiores, cuádriceps, latencia, amplitud, potencial de acción, radiculopatía, vía eferente, vía aferente.

Abstract

Introduction: *The Hoffman reflex, described in 1918, is an electrically induced reflex, analogous to the mechanically induced spinal stretch reflex; a weak percutaneous electrical stimulus below the motor threshold is used to generate it, afferent depolarization produces an action potential that reaches alpha motoneurons and creates an excitatory postsynaptic potential, which is observed as an H-reflex in the electrodiagnostic signal. Therefore, the H-reflex is used in clinical and research settings as a technique for indirect measurement of spinal excitability, mainly in the quadriceps and soleus muscles, with the aim of investigating the response of the nervous system. When electrical stimulation was performed on Poupart's inguinal ligament in juxtaposition to the palpable femoral artery and capturing on the rectus femoris and/or vastus lateralis; muscles innervated by the femoral nerve L4 root, the H-L4 reflex was evoked. Its usefulness lies in the diagnosis of L4 radiculopathy and other disorders of the femoral nerve; being a novel, innocuous, minimally invasive and inexpensive electrodiagnostic technique. To date, there is no evidence of studies performing the technique in two anatomical repairs and their respective reference values in the Colombian adult population between 20 and 60 years of age.*

Objectives: *To determine normal values of the H-L4 reflex in a healthy Colombian population using an electrodiagnostic technique.*

Methods: *Descriptive cross-sectional study with analytical component. The H-L4 reflex was performed in 25 participants, healthy men and women, aged between 20-60 years old, born in Colombia; normal values were obtained for latency and amplitude in the vastus lateralis and rectus femoris muscles, right and left.*

Results: *The population studied included 25 healthy participants; as for the sociodemographic characteristics of the study population, with an age range between 20 and 60 years and an average age of 29.8 ± 7.6 years. It was found that the distribution of the population by sex was 48.0% (n=12) female and 52.0% (n=13) male, the height of the participants had an average of 166 ± 10.64 cm, with a range between 150 - 192 cm, the temperature of the participants on average was $36.46^\circ \pm 0.29$, minimum of 36.0° and maximum of 37.0° . The latency of the H-L4 reflex in the bilateral vastus lateralis muscle had an average of 13.29 ± 1.51 ms, minimum of 10.23 ms, maximum of 15.86 ms and the average amplitude was 1.55 ± 0.46 mV, minimum of 0.81 mV and maximum of 2.85 mV. The latency of the H-L4 reflex in the bilateral rectus femoris muscle averaged 13.14 ± 1.48 ms with a minimum of 11.08 ms, a maximum of 15.66 ms and the average amplitude was 1.52 ± 0.35 mV, a minimum of 0.82 mV and a maximum of 2.47 mV.*

Conclusions: *Although the excitability of the spinal reflex arcs corresponding to the vastus lateralis and rectus femoris muscles were similar, a difference in the morphology and architecture of the H-L4 reflex was appreciated. It was possible to determine that, although there is a variation in the sociodemographic characteristics with populations in other latitudes, the results of the H-L4 reflex of the current study are consistent with previous research regarding latency and amplitude. It was possible to standardize the reference values in the Colombian healthy adult population, as well as to suggest selecting the belly of the rectus femoris muscle as the active register for the capture of the H-L4 reflex independent of laterality.*

It was possible to establish the reference values for the Colombian healthy adult population, taking into account that there is a decrease in the amplitude of the H-L4 reflex in relation to the variable body temperature, when it progressively increases.

It was determined that there is no significant difference in the values of latency and amplitude in relation to the laterality of the lower extremities. It is recommended for future studies to broaden the diversity of patients taking into account the variables

Determinación de los valores normales del reflejo H-L4 mediante técnica electrodiagnóstica en una población colombiana.

weight, sex, age and it is suggested to increase the number of participants, thus obtaining more accurate reference values for the Colombian population, making the H-L4 reflex a useful tool for the diagnosis of peripheral nerve pathologies and lumbar radiculopathies at this level.

It is recommended to follow the protocols of the electrodiagnostic technique described, which includes parameters and instructions for the configuration of the equipment, as well as recommendations for the professionals who wish to perform it, achieving an adequate analysis with reliable and clinically applicable results. It is considered important for future studies to take into account the facilitating influence of remote muscle contractions on reflex responses in the variation of the amplitude of the H-L4 reflex.

Key words: *H-reflex, adult healthy, lower limbs, quadriceps, latency, amplitude, action potential, radiculopathy, efferent pathway, afferent pathway.*

1. Introducción

El reflejo de Hoffman, descrito en 1918, es un reflejo inducido eléctricamente, análogo al reflejo de estiramiento espinal que es inducido mecánicamente; para generarlo se utiliza un estímulo eléctrico débil percutáneo por debajo del umbral motor, la despolarización aferente produce un potencial de acción que llega a las motoneuronas alfa y crea un potencial postsináptico excitatorio, que se observa como un reflejo H en la señal electrodiagnóstica. Por lo tanto, el reflejo H se utiliza en entornos clínicos y de investigación como una técnica de medición indirecta de la excitabilidad espinal, principalmente en los músculos cuádriceps y sóleo, con el objetivo de investigar la respuesta del sistema nervioso [1].

Es importante conocer la neuroanatomía y de esta manera identificar el trayecto del nervio y los músculos respectivamente involucrados en el reflejo H-L4. El nervio a evaluar es el femoral, que surge de las raíces lumbares L2- L3- L4 y pasa a través del músculo psoas, luego a través del triángulo femoral justo lateral a la arteria y distal al ligamento inguinal y en su recorrido emite ramos destinados a cada una de las porciones del músculo cuádriceps. La palabra “cuádriceps” proviene del latín y significa “músculo de cuatro cabezas”, se denomina de esta forma porque está constituido por cuatro músculos individuales: El recto femoral, el vasto medial, el vasto lateral y el vasto intermedio [2].

De estos cuatro músculos, el vasto lateral y recto femoral tienen el mayor número de ramos en su inervación específica de la raíz L4 [3]. Solo el músculo recto femoral cruza las articulaciones de la cadera y la rodilla, los demás músculos solamente la articulación de la rodilla. Estos músculos tienen inserciones de origen diferente, pero comparten un tendón común (tendón del músculo cuádriceps femoral) tendón rotuliano, el cual se inserta en la rótula; la acción principal del cuádriceps es la extensión de la rodilla,

así como la estabilización de la rótula [2, 3]. Cuando la estimulación eléctrica se aplica en el nervio femoral justo debajo de la región inguinal captando en una de las cuatro cabezas del músculo cuádriceps, se provoca el reflejo H y se capta específicamente en el músculo vasto lateral y/o recto femoral, esta respuesta correspondería a la raíz L4.

La morfología macroscópica del músculo vasto medial se ha descrito minuciosamente, sin embargo, no hay pruebas suficientes de diferenciación fisiológica entre el vasto lateral, vasto medial y recto femoral [4, 5]. Basándose en este reparo anatómico se implementa el reflejo H de la raíz L4, pero su utilidad clínica es limitada debido a la dificultad técnica y su inherente variabilidad en amplitud; pero se considera útil para el diagnóstico de compresión radicular L4 y otros trastornos del nervio femoral [6]. Por lo tanto, se pretende que la técnica electrodiagnóstica reflejo H-L4, se convierta en un examen complementario al uso de otras técnicas de electrofisiología, ayudando al diagnóstico de patologías del nervio periférico y radiculopatía L4.

Esta técnica electrodiagnóstica es un procedimiento novedoso, inocuo, poco invasivo, cuya colocación de elementos para la realización de la prueba, como los electrodos de referencia, activo y tierra, no generan molestia alguna en su ubicación. Sin embargo, podría haber un poco de dificultad para la estimulación eléctrica por la ubicación del nervio femoral, para lo cual los criterios de inclusión y exclusión se enfocan en alejar estas barreras. El estímulo es de baja intensidad y evoca el reflejo en cada extremidad inferior sin problema alguno [4].

Hasta la fecha, no se evidencian estudios en nuestro país que tengan valores de referencia para la población, por esta razón se decide realizar el siguiente trabajo, que incluye obtener los valores de referencia de la población adulta colombiana, ejecutando la técnica en dos reparos anatómicos, en participantes con edades entre 20 a 60 años, que cumplan con los criterios de inclusión propuestos.

2. Planteamiento de problema

La radiculopatía L4 es una patología poco frecuente asociada a un abombamiento, protrusión y/o extrusión que genera un efecto compresivo sobre la emergencia de las raíces lumbares L4. Su diagnóstico se realiza en la actualidad con imágenes tomográficas y/o resonancia magnética nuclear mas hallazgos al examen físico que identifican déficit motor y/o sensitivo, es poco usual hacer estudios más profundos y especializados como los del laboratorio de electrofisiología, al parecer porque no hay una técnica estandarizada en Colombia. A otras latitudes, como el estudio realizado en Osaka, Japón, determinaron en una población adulta, valores normales del reflejo H-L4 captados en los músculos vasto lateral y recto femoral, con latencias y amplitudes útiles como patrones de referencia [5-7]. En Colombia, no se estudia de ninguna manera el reflejo H-L4, sin embargo, se considera muy importante estudiarlo de manera detallada y amplia en mujeres y hombres en edades comprendidas entre los 20 a 60 años, con el objetivo de facilitar el diagnóstico, así como las posibilidades terapéuticas.

2.1 Pregunta de investigación

¿Cuáles son los valores normales del reflejo H-L4 con la técnica electrodiagnóstica captando en músculos recto femoral y vasto lateral en hombres y mujeres colombianos con edades entre 20 a 60 años?

3. Justificación

Ante la sospecha de radiculopatía L4, se recomienda estudiar el músculo recto femoral y/o vasto lateral que pertenecen al grupo muscular cuádriceps; basados en la neuroanatomía podría medirse con el reflejo H, la raíz L4 [2]. La ubicación ideal para registrar los potenciales H en el cuádriceps es el tercio distal del músculo, sobre el borde del vasto lateral y el recto femoral [8].

Se sabe que la arquitectura muscular influye en la forma y amplitud de la unidad motora de los potenciales H, partiendo de esta premisa el músculo recto femoral es bipeniforme es decir, con forma de pluma y fibras que se originan proximalmente en un tendón largo y delgado para posteriormente insertarse en una amplia aponeurosis que conduce al tendón rotuliano. Esta distribución de las fibras musculares al parecer son el resultado de una mayor amplitud de pico a pico de la onda H [8].

Como no se conoce la técnica ideal, se podría explorar la mejor manera de medirlo comparando la técnica descrita en vasto lateral con la técnica en el músculo recto femoral, ubicación que se considera ideal según referencias bibliográficas [8]. Consiguiendo mediante la aplicación de estas dos técnicas valores normales para una población colombiana y a su vez datos que permitan identificar la técnica con mayor amplitud del reflejo H de la raíz L4.

4. Marco teórico

En 1918, Paul Hoffmann reseñó originalmente el reflejo H indicando que se genera en los músculos de la pantorrilla de los seres humanos al estimular el nervio tibial en el hueso poplíteo. Más tarde, Hugon, desarrolló una técnica estandarizada para reflejo H del sóleo. Desde entonces, se han reconocido variedad de técnicas en más de 20 músculos de todo el cuerpo, incluidos los de la mandíbula, el brazo, la mano, la pierna y el pie [9].

Se conoce que la forma del reflejo H y especialmente el último segmento, tiene resultados oligosinápticos de los aferentes del huso muscular, así como la participación de los efectos inhibidores Ib de los órganos tendinosos de Golgi, lo que da soporte a la naturaleza monosináptica de este reflejo [12].

Posiblemente, la aplicación clínica más frecuente sea la de evaluar el estado de las vías de conducción nerviosa a lo largo de toda la longitud de los nervios aferentes y eferentes del sistema nervioso periférico en relación a la conducción nerviosa periférica proximal y la probabilidad de atrapamiento de las raíces nerviosas, por ejemplo, las radiculopatías [13-15].

El reflejo H es el resultado de una estimulación ortodrómica submáxima de las fibras sensoriales IA, los registros documentan que se han obtenido sobre músculos como el flexor radial del carpo, cuádriceps y sóleo correlacionándose clínicamente con la raíz nerviosa que inerva cada músculo respectivamente (C6, C7, L4, S1) y patologías como la plexopatía y neuropatía periférica generalizada [14]. Este estudio

electrodiagnóstico, es un criterio fundamental y complementario en el diagnóstico de radiculopatía principalmente cuando hay ausencia de signos clínicos y electrofisiológicos que no identifican compresión de la raíz motora [16].

La hernia discal L3-L4 y L5-S1 ocurre en el 2,55 y 43 % respectivamente. Se debe tener en cuenta que el trayecto intrarraquídeo de las raíces lumbosacras es mas largo, siendo su origen a nivel vertebral T12 y L1 donde finaliza la médula espinal e inicia el cono medular. Desde ahí las raíces descienden formando la cola de caballo hasta el foramen neural por el cual emergen; por esta razón, la raíz puede ser comprimida en diferentes niveles intervertebrales [2, 16].

Existen algunos informes de reflejo H evocado en la musculatura del cuádriceps y se consideró útil para el diagnóstico de la compresión de la raíz L4 y otras alteraciones del nervio femoral, es técnicamente más difícil que evocar la respuesta del tríceps sural, porque el nervio femoral esta profundo en el triángulo inguinal; razón por la cual el reflejo del cuádriceps no ha sido ampliamente utilizado. Por lo cual, se crearon preguntas como, si influye la posición de la cabeza o el cierre de los ojos durante la toma del estudio electrodiagnóstico, concluyendo que hay cambios en la amplitud sin lograr una asociación directa con estas variables [6, 15].

La dificultad de este estudio electrofisiológico es, su baja especificidad ante una buena sensibilidad, además de presentar limitaciones en la aplicación de toda la población, ya que es usual no encontrar registro en paciente mayores de 60 años, y difícil de obtener en pacientes obesos, en miembros inferiores muy gruesos y/ o edematizados [2].

El reflejo H en algunas oportunidades es normal en presencia de una compresión radicular de S1 comprobada; la razón es que al realizarlo en el sóleo mediante la estimulación del tibial requiere una transmisión a través de segmentos largos del nervio, por lo cual, si solo tenemos afectada una porción de la vía, no será específico el resultado ya que el resto de la vía esta normal. La ausencia de reproducción del potencial de acción bilateral tiene un significado inespecífico, pero la ausencia unilateral siempre se considera patológico, sin estimar como diagnóstico principal la radiculopatía si sólo tenemos este hallazgo [6, 11, 16].

Los hallazgos de asimetría en la amplitud del reflejo H con latencia normal en pacientes con radiculopatía se asocian como consecuencia quizá del bloqueo de la conducción en algunos axones nerviosos de gran diámetro [17, 18]. La variabilidad de la amplitud puede ser el resultado de varios mecanismos centrales y periféricos como las fluctuaciones de la excitabilidad de las motoneuronas y el diámetro de las fibras musculares [19]. Uno de los mecanismos es el bloqueo de la conducción que reduce la señal neural que viaja en la raíz nerviosa y provoca la desincronización en la señal de entrada, disminuyendo el reclutamiento de las motoneuronas y la amplitud; sin embargo, la comparación entre la amplitud y la latencia podría ser un signo/parámetro de afectación inicial de la raíz nerviosa en pacientes con radiculopatía. La latencia prolongada fue la alteración con mayor frecuencia en un estudio que se realizo con 25 pacientes con radiculopatía [17, 18].

Se debe tener en cuenta que, la altura del paciente está ampliamente ligada con la longitud del músculo [8]. Por esta razón, la medición de la longitud del muslo es importante en la ubicación de los electrodos,

así como la ubicación anatómica del músculo recto femoral y vasto lateral durante el estímulo y posterior respuesta, al evocar el reflejo H-L4 en esta prueba.

4.1 *Estado del arte*

En los últimos estudios se ha documentado que el reflejo H del sóleo puede ser evocado por estimulación magnética o eléctrica de alto voltaje de la raíz S1 en el foramen S1, denominándose reflejo H del foramen S1. Con este enfoque buscan proporcionar información con mayor exactitud al dividirlo en segmentos de conducción intra y extraespinal. La estimulación foraminal acorta en gran cantidad el segmento aferente del reflejo, asegurando así una mejor localización de la patología en un sitio interno frente al extraespinal y, por lo tanto, optimizando la evaluación de la radiculopatía S1 [9].

Dentro de las ventajas de la estimulación eléctrica de alto voltaje de la raíz nerviosa S1 en el foramen es la sensibilidad hasta de un 98.2 % para diagnosticar radiculopatías [9]. Además, mayor sensibilidad al compararla con la estimulación eléctrica convencional para evaluar radiculopatía compresiva S1 en paciente con diabetes mellitus [10]. Los pacientes con diabetes mellitus dentro de sus complicaciones, con frecuencia presentan síndromes neuropáticos, siendo más frecuente la polineuropatía distal crónica y/o polineuropatía diabética. Un amplio estudio relacionado con esta patología, demostró que los reflejos H tibiales bilaterales desaparecen en el 22% de los pacientes diabéticos, con una población estudiada de 22 pacientes donde los reflejos estuvieron ausentes bilateralmente en un tercio de los casos es decir 8/22 que equivale al 36.4 % [10].

En relación a la estimulación magnética se demostró que no tiene ventaja particular sobre la estimulación eléctrica para obtener el reflejo H en el músculo cuádriceps, teniendo en cuenta que esta técnica sigue siendo limitada por la ubicación anatómica del nervio femoral [11].

En un estudio de reflejo H en la musculatura del cuádriceps, donde a los pacientes les aplicaron variables como la posición de la cabeza y el cierre de los ojos, se consideró que cuando tomaron diferentes posiciones de la cabeza, hubo aumento en la amplitud de la onda H y durante el cierre de los ojos la tendencia fue la disminución de la amplitud [6].

5. Objetivos

5.1 *Objetivo General*

Determinar valores normales del reflejo H-L4 en una población sana colombiana mediante técnica electrodiagnóstica.

5.2 *Objetivos específicos*

- Determinar los valores del reflejo H-L4 captando en el músculo recto femoral y vasto lateral.
- Comparar latencias y amplitudes del reflejo H-L4 captando en el músculo recto femoral vs vasto lateral.
- Describir las características sociodemográficas de la población de estudio.
- Describir los valores del reflejo H-L4 de acuerdo con la medida antropométrica de talla.
- Comparar los valores obtenidos en el estudio electrodiagnóstico del reflejo H-L4 en el miembro inferior derecho e izquierdo.
- Determinar los valores del reflejo H-L4 de acuerdo con la temperatura corporal en piel.

6. Materiales y métodos

A las personas que desearon participar en el proyecto de investigación, se les llevo a un lugar apartado en compañía de un testigo y se les explico de manera sencilla y completa en que consistía el estudio, se les pregunto si contaban con el tiempo suficiente para su realización, los que aceptaron y cumplían con los criterios de inclusión, teniendo en cuenta los protocolos actuales frente a la pandemia del Covid-19 se les entrego medidas de protección, así como el investigador también las uso. Posteriormente, se procedió a entregar la documentación necesaria para que detenidamente leyeran, contando con espacio y tiempo para explicar y resolver dudas sobre el consentimiento informado ver anexo 4, páginas 75-82, sin ningún tipo de coacción. Los participantes que estuvieron de acuerdo, diligenciaron y firmaron el consentimiento informado y se dio inicio al examen electrodiagnóstico H-Reflex L4, los participantes que desearon realizar la prueba otro día, se programaron para la realización del estudio en la IPS Rangel, agendando la cita el día de preferencia y los costos de transporte fueron asumidos por la investigación; aplico de la misma manera para el participante que tuvo que asistir otro día a la IPS Rangel para la realización el examen electrodiagnóstico.

Los participantes que aceptaron la realización de la prueba, previa firma de consentimiento informado, se les diligencio el formulario de recolección de datos, consecutivamente se empezó a realizar la prueba H-Reflex L4. Se le indico al participante pasar al vestier del consultorio de electrofisiología de la IPS Rangel, y ahí se le entrego una bata desechable, para que se retirara las prendas de vestir que cubrían los miembros inferiores, dejándose únicamente la ropa interior, también se indico retirarse cualquier

elemento que pueda interferir en la prueba, permitiendo el fácil acceso a las extremidades inferiores desde el área inguinal hacia la zona más distal.

El examen electrodiagnóstico H-Reflex L4, se realizo con el equipo Sierra® Summit Cadwell Laboratories, Inc. 19027203AC0914036 modelo 2017 EEUU, que cuenta con registro de mantenimiento preventivo y carta INVIMA ver anexo 8, páginas 87-88.

Los electrodos de registro de disco que utilizaron son marca Cadwell Laboratories, Inc. Modelo 302139-200 del año 2021, el electrodo de tierra que se uso es marca Cadwell Laboratories, Inc. Modelo 302150-200 del año 2021, se utilizo cinta transpore marca 3M para adosar los electrodos de disco y de tierra a la piel durante el estudio de neuroconducciones, aplicando gel conductor como interface entre la piel y los electrodos de disco y de tierra [4]. Una vez la persona estuvo con la bata desechable y listo para la realización del procedimiento se llevo a pesar y tallar, luego se le pedio seguir a la camilla y ubicarse en decúbito supino, explicándole el paso a seguir; en este caso señalar con un marcador (Sharpie) las áreas de colocación de los electrodos de disco y de tierra previa a la respectiva medición con una cinta métrica.

Cuando el participante estuvo listo para proseguir, se le explico que parte del estudio consistía en ubicarse en decúbito supino y que se llevará a cabo la aplicación de dos técnicas electrodiagnósticas en ambas extremidades inferiores.

Durante la realización del estudio H-Reflex L4 se le fue explicando al participante que podía sentir una sensación de dolor o molestia leve en el área de realización del estímulo eléctrico, logrando quedar ruborizada, la cual pasados unos minutos desapareció y no genero lesión alguna, por lo anterior se requirió de reproducibilidad y repetición del estímulo con espacio de 2-5 segundos de espera mientras se evocaba el reflejo. Ante cualquier eventualidad médica durante el estudio, por ejemplo, disnea, lipotimia, síncope, caída etc. Se atenderá y manejará según los protocolos de atención a emergencias de la IPS

Rangel. Si la persona por alguna razón se siente incómoda o deseaba dar por terminada la prueba, no se harían más estímulos, se retirará los electrodos, se procederá a limpiar la extremidad además de decirle al participante que ya se ha terminado y se puede vestir.

El procedimiento tuvo una duración aproximada de 30 minutos.

Al terminar el estudio de H-Reflex Raíz L4 (vasto lateral y recto femoral) el cual se describe a continuación, se le informo al participante que la prueba finalizo y podía regresar al vestier por sus objetos personales, cambiarse.

6.1 *Protocolo para realizar H-Reflex vasto lateral.*

Se debe ajustar en el equipo Summit Sierra de Cadwell los parámetros:

Protocolo: H-Reflex L4 VL

Filtro: 20-10.000 Hz

Verificar la velocidad de barrido de 5-10 ms/div

Sensibilidad: Variable inicia con Swith 500-1000 uV

Sitio de captación: Electrodo activo en el músculo vasto lateral vientre muscular. Se toma la distancia desde la cresta iliaca anterosuperior a la cabeza del cóndilo femoral, la mitad de la medida será el punto donde se coloca el electrodo.

Electrodo de referencia: Tendón rotuliano de la extremidad a evaluar

Electrodo tierra: Colocación 5 cm distal a electrodo activo

Sitio de estimulación: Región Inguinal en la extremidad a evaluar, con el cátodo en sentido proximal sobre el nervio femoral, inferior al ligamento inguinal de Poupart y en yuxtaposición a la arteria femoral palpable.

Estímulo: Submáximo entre 10- 15 μ V

Series: Diez / Capturas: Diez / respuestas: Diez.

6.2 *Protocolo para realizar H-Reflex recto femoral*

Se debe ajustar en el equipo Summit Sierra de Cadwell los parámetros:

Protocolo: H-Reflex L4 RF

Filtro: 20-10.000 Hz

Verificar la velocidad de barrido de 5-10 ms/div

Sensibilidad: Variable inicia con Swith 500-1000 uV

Sitio de captación: Electrodo activo en el músculo recto femoral vientre muscular. Se toma la distancia desde la cresta iliaca anterosuperior hasta la base de la patela, la mitad de la medida será el punto donde se coloca el electrodo.

Electrodo de referencia: Tendón rotuliano de la extremidad a evaluar

Electrodo tierra: Colocación 5 cm distal a electrodo activo

Sitio de estimulación: Región Inguinal en la extremidad a evaluar, con el cátodo en sentido proximal sobre el nervio femoral, inferior al ligamento inguinal de Poupart y en yuxtaposición a la arteria femoral palpable.

Estímulo: Submáximo entre 10- 15 μ V

Series: Diez / Capturas: Diez / respuestas: Diez.

7. Propósito

Determinar los valores de referencia correspondientes a la técnica electrodiagnóstica reflejo H-L4, en la población adulta colombiana, ya que, hasta el momento, solo se conoce valores de latencia y amplitud en la literatura japonesa, teniendo en cuenta la diferencias sociodemográficas y antropométricas, despierta un interés especial en tener valores para la población en Colombia. En la actualidad no se cuenta con estudios de referencia en nuestro país, lo que hace importante a este trabajo; ya que el reflejo H-L4 es una alternativa diagnóstica en patologías del nervio periférico y polineuropatías desmielinizantes.

Con una técnica idónea, la configuración adecuada de los equipos y unos valores de referencia concordantes a la población evaluada, se convierte en una opción diagnóstica para la compresión radicular L4 y otros trastornos del nervio femoral.

En el contexto del reflejo H-L4 la finalidad es comparar latencias y amplitudes entre los músculos vasto lateral y recto femoral para argumentar la preferencia del músculo en donde se va a captar el reflejo H-L4, así como los valores obtenidos que garanticen una morfología con las mejores latencias y amplitudes para la población colombiana en relación a lo reportado en la literatura.

En función de los valores de referencia se puede plantear desde el punto investigativo, variedad de estudios a futuro que sean coadyuvantes en el diagnóstico del sistema nervioso periférico y potencialmente una alternativa diagnóstica, inocua, económica y de fácil acceso a la población colombiana.

8. Aspectos metodológicos

8.1 Tipo de estudio

Estudio transversal descriptivo con componente analítico.

8.2 Planteamiento de hipótesis

No corresponde por la naturaleza descriptiva del estudio

8.3 Población

Universo: Participantes sanos sin síntomas en columna, rodilla y cadera.

Población objeto: La población a estudio fueron hombres y mujeres sanos, con edades comprendidas entre 20-60 años de edad, nacidos en Colombia, que no presentaban síntomas o enfermedades que comprometieran el sistema nervioso periférico, ni alteraciones en la columna lumbar, tampoco daño en el mecanismo osteoarticular de la rodilla y cadera (ejemplo: patología reumatológica, hipotiroidismo, diabetes mellitus, osteoporosis y lumbalgias entre otros).

Tipo de muestreo: Aleatorio hasta completar la muestra.

Marco muestral La población total fueron de 24,01 participantes.

Cálculo de la muestra. Dentro de las consideraciones para seleccionar el número de la muestra se tuvo, la ausencia de estudios del reflejo H-L4 en Colombia y la muestra del estudio de referencia que se llevó a cabo en Japón con un total de 11 pacientes.

El tamaño de la muestra seleccionado es $n=25$ pacientes, usando la fórmula del tamaño de la muestra: $n = (z/b)^2 * P*(1-P)$. Donde $z= 1,96$ correspondiente al 95% de confianza, $b= 0,20$ de precisión definida, $P= 0.5$ proporción de valores de referencia en adultos sanos atendidos en la IPS Rangel hasta completar el número de participantes según la fórmula. La muestra total fue 24,01 participantes. Se tomaron 25 participantes para llevar a cabo el cálculo, a cada participante se le tomaron valores de la extremidad derecha e izquierda, obteniendo así latencia y amplitud. La muestra total de mediciones fueron 50.

8.4 Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Hombres y mujeres, edad entre 20 y 60 años.
- Pacientes con IMC entre 18.5 y 24.9 kg/m².
- Deseo de participar en el estudio.
- Firma de consentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Si el participante no está de acuerdo con firmar el consentimiento informado.
- Participantes menores de 20 años de edad.
- Diagnóstico de radiculopatía de miembros inferiores.
- Diagnóstico de neuropatía en miembros inferiores.

- Patologías endocrinológicas, hipotiroidismo, diabetes mellitus, osteoporosis.
- Lesiones de plexo lumbosacro.
- Diagnóstico de enfermedades neurodegenerativas.
- Antecedente de cirugías de columna o rodilla.
- Lumbago crónico.
- Antecedente de cáncer o quimioterapia.
- Antecedente de neuropatía hereditaria / genética.
- Antecedente enfermedad reumática.
- Antecedente enfermedad tóxicas / metabólicas.
- Enfermedades de la motoneurona.
- Antecedente lesión del nervio periférico.
- Impedimento para el decúbito supino.
- Amputación de miembros inferiores.
- Pacientes que requieran algún aditamento para la marcha.
- Atrofia de músculo cuádriceps femoral.
- Quemaduras en región lumbar o miembros inferiores.
- Paciente con parálisis cerebral.
- Mujeres en gestación.
- Paciente con consumo de medicamentos de uso crónico.

8.5 Variables

Tabla 2. Matriz de variables

Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición
Edad	Duración de existencia de un individuo.	Último año cumplido.	Cuantitativa discreta: por años.
Género	Conjunto de características diferenciadas que cada sociedad asigna a hombres y mujeres.	Sexo con el que se identifica un individuo.	Cualitativa nominal: *Masculino *Femenino
Peso	Masa o cantidad de peso de un individuo.	Se expresa en unidades de libras o kilogramos	Cuantitativa continua: *kilogramo
Talla	Mide el tamaño del individuo desde la coronilla de la cabeza hasta los talones.	Longitud que establece el tamaño de un individuo.	Cuantitativa continua: *Centímetros

IMC	Es la relación entre el peso y la talla.	Peso en kilogramos dividido por el cuadrado de la talla en metros.	Cuantitativa continua: *Peso/talla x talla
Nacionalidad	País de nacimiento de una persona	País de nacimiento de la persona presente en el estudio	Cualitativa
Temperatura corporal	Medida relativa de calor o frío asociado al metabolismo del cuerpo humano	Magnitud escalar relacionada con la energía interna del individuo medida en grados centígrados en el momento del procedimiento	*Cuantitativa
Latencia	Es el tiempo de conducción desde el punto de estímulo hacia y desde la médula.	Tiempo en milisegundos (ms) entre el inicio del estímulo eléctrico sobre el nervio, y el inicio de la línea de base hasta el inicio de la primera deflexión del potencial de acción.	*Cuantitativa

Amplitud	Medida de pico a pico, se relaciona con el número de motoneuronas activadas.	Medida en milivoltios (mV) de pico a pico.	*Cuantitativa
-----------------	--	--	---------------

8.6 Técnica de recolección de la información

Previo autorización por parte de la IPS Rangel, se procedió a elegir los participantes que fueron invitados al estudio, cumpliendo con los criterios de inclusión. La selección de los participantes, se hizo de manera aleatoria, invitando a formar parte del estudio, a población colombiana que asistan a la IPS Rangel en calidad de acompañantes de pacientes, familiares, personas que laboran en la instalaciones, médicos especialistas, auxiliares de enfermería, enfermeras jefes, terapeutas físicas, ocupacional, servidores del área administrativa, con el fin de dar mayor variabilidad al estudio, garantizando completar la muestra y la obtención de datos necesarios para el análisis y resultados de la prueba realizada.

8.7 Almacenamiento y tabulación de los datos

La privacidad y confidencialidad de sus datos personales fueron manejados bajo el código de ética médica, protegiendo su identidad e información personal. El consentimiento informado y los resultados de la prueba quedaron en custodia en el área de archivo de la IPS Rangel, a la cual solo tienen acceso los investigadores.

Se creó un formulario para recolectar los datos obtenidos del paciente (ver anexo 5, páginas 83-84). Se diseñó una hoja de cálculo en Office Excel para incluir la información y realizar el análisis, se obtuvieron resultados que posteriormente se tabularon y graficaron en tablas.

8.8 Limitaciones y control de posibles sesgos

El estudio lo realizó Maryuri Liseth Duarte Amorocho investigador con entrenamiento en electrodiagnóstico específicamente en técnicas para obtener reflejo H-L4, minimizando limitaciones

asociadas a la técnica, ver anexo 3, página 74; y con el fin de evitar el sesgo de medición se aplicaron los protocolos por parte de los investigadores, de esta manera se realizó una toma estricta de datos, así como de las muestras de cada participante. Para evitar el sesgo de selección, se estipuló con los investigadores y cada participante fue reconfirmado por el especialista y residente, como una persona que cumplía con los criterios de inclusión de la investigación.

9. Aspectos estadísticos o plan de análisis

Se realizó un análisis descriptivo de las diferentes variables planteadas, teniendo en cuenta que hay datos obtenidos con variables cualitativas (nominales, ordinales), cuantitativas (discretas, continuas) y categóricas. Con las variables cualitativas se obtuvieron frecuencias absolutas y relativas, con variables cuantitativas se obtuvieron medidas de centralización como la media y medidas de dispersión como la desviación estándar y en el caso de las variables categóricas se calcularon proporciones; para cada una de las variables numéricas se estimó la media y desviación estándar (DE). (Ver tabla 2. Matriz de variables página 29,30). Además, se usó la prueba t pareada para comparar la latencia y amplitud del reflejo H de los músculos vasto lateral y recto femoral entre los dos miembros inferiores; así mismo se utilizó esta misma prueba estadística para comparar la latencia y amplitud del reflejo H entre los músculos vasto lateral y recto femoral para cada miembro inferior, así como para los músculos vasto lateral y recto femoral en los miembros inferiores. Finalmente, se usaron modelos de regresión lineal simple para evaluar las diferencias en la amplitud y latencia del reflejo H según la talla y temperatura de los participantes. Todo lo anterior se analizó estadísticamente con el programa Software estadístico IBM-SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 30.

Para el manejo de datos ausentes por parte de los investigadores se reconfirmará los datos de cada participante asegurando variables completas.

10. Aspectos éticos

El investigador declaro que está familiarizado con las normas para investigación en seres humanos basados en el Código de Núremberg, el Reporte Belmont y la Declaración de Helsinki.

Teniendo las normas claras para la investigación es de vital importancia, como médico promover y proteger la salud, estando en el debido cumplimiento del deber siempre se debe salvaguardar la salud, recordando que es la primera consideración que se debe tener.

De acuerdo con la Resolución 8430 para investigación en seres humanos en Colombia, esta es una investigación catalogada con riesgo mínimo. Por lo tanto, requiere un consentimiento informado, explícito, claro e informativo, para poder ser diligenciado por la persona a participar en el estudio. El anteproyecto se debe presentar ante el Comité de Ética de la Universidad El Bosque para su respectiva aprobación.

En medicina, la investigación está ampliamente ligada a los diferentes avances que trae consigo, para garantizar que sea correcta la investigación y la participación del ser humano, se debe tener en cuenta el respeto, la protección de la salud y sus derechos. Para que esto se cumpla, el participante tuvo información completa del procedimiento que se realizo, el rol que juego en la investigación, así como el manejo de sus datos personales y los resultados de su prueba, aval del paciente para poder compartirlos y publicarlos. Los profesionales de la salud deben salvaguardar los principios de ética, a pesar de que el paciente haya dado el consentimiento para la realización de la misma, no se debe en ningún momento obligar o coaccionar al paciente para el desarrollo de esta.

Los investigadores declaran que no tienen ningún conflicto de interés financiero y no financiero para llevar a cabo el desarrollo de esta investigación.

Para evitar la subordinación de participantes, principalmente: Funcionarios (y familiares) de la IPS Rangel y residentes de Medicina Física y Rehabilitación; Nos basamos en el principio de la autonomía donde cada persona es autodeterminante para optar por las propias escogencias en función de las razones del mismo y teniendo en cuenta que por medio del consentimiento informado tanto verbal como escrito, los participantes de manera libre decidieron participar en el estudio así como si en algún momento deseaban abandonarlo, estaban en todo su derecho. Aunque el estudio considero la participación del personal que trabaja en la IPS Rangel, siendo el presidente de esta el Dr. Carlos Eduardo Rangel Galvis, así como coinvestigador, la selección de participantes lo hizo Maryuri Liseth Duarte Amorocho investigadora y de esta manera se evito la subordinación.

Es importante considerar los cuatro principios básicos que contemplan la ética dentro de la investigación con seres humanos:

1. Beneficencia

El propósito inicial de la investigación médica en seres humanos, es el de mejorar los procedimientos ya sean preventivos, diagnósticos y terapéuticos. La investigación médica dentro de las normas éticas promueve el respeto a todos los seres humanos protegiendo su salud y sus derechos individuales. El fin de este proyecto es crear una herramienta que facilite el diagnóstico y un inicio precoz del tratamiento, lo que a su vez va a disminuir costos en el tratamiento, impacto en la vida personal y laboral del paciente

permitiendo el reintegro a la sociedad desde la parte personal y laboral [20].

2. No maleficencia

Este proyecto no ocasiono daño alguno al paciente que se realizo el examen de electrodiagnóstico y cuestionarios propuestos. Regularmente no representa riesgo alguno y en este caso el paciente tuvo la opción de decidir en qué momento finalizar la prueba.

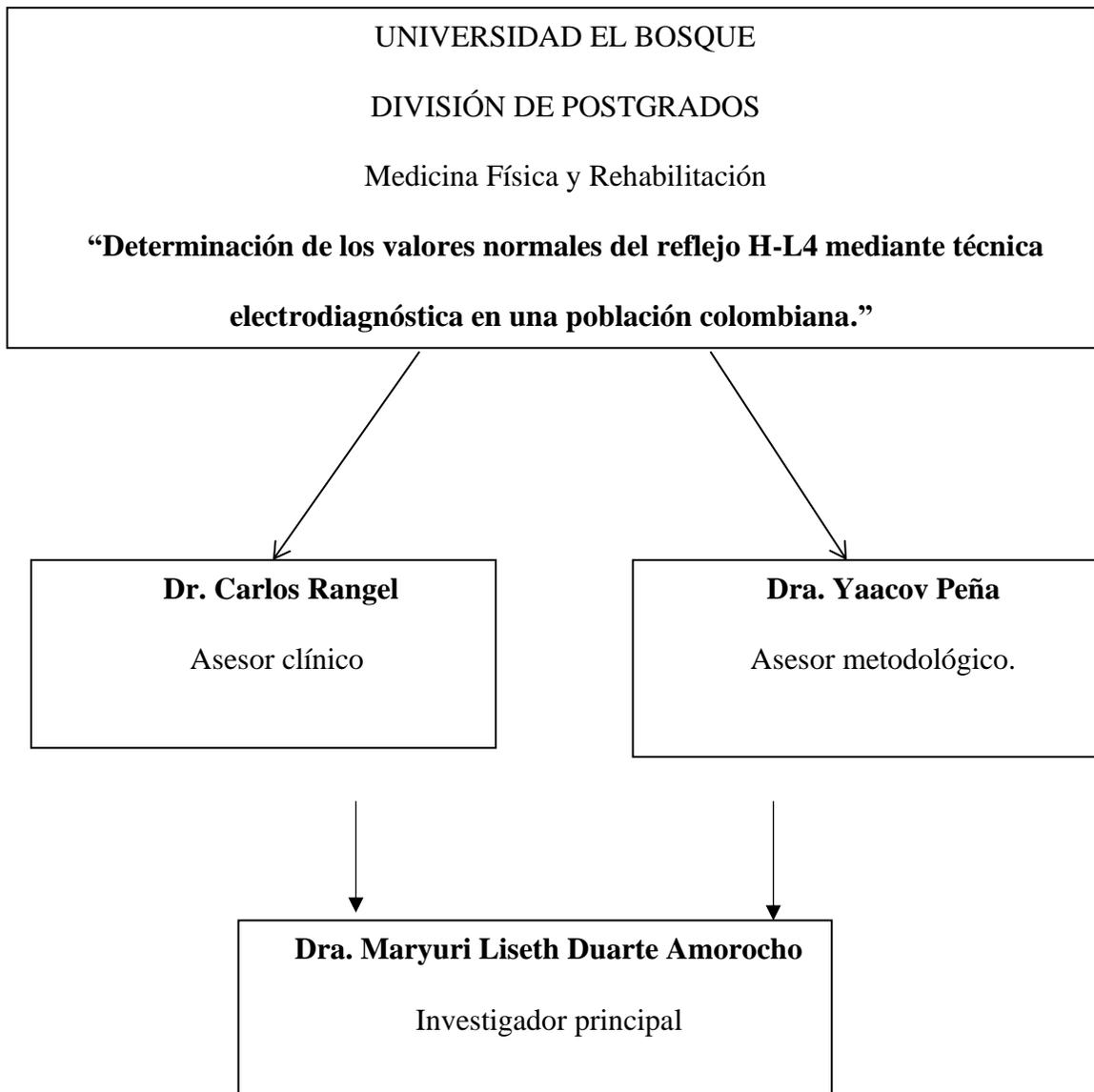
3. Justicia

La investigación en seres humanos sólo se debe realizar cuando la importancia de su objetivo sea mayor que el riesgo, en este contexto es importante contar con valores de normalidad para analizar los datos obtenidos en la prueba.

4. Autonomía

La autonomía fue evaluada por medio del consentimiento informado tanto verbal como escrito, por tanto, en este trabajo de investigación con seres humanos, se informo a los pacientes acerca de los objetivos, métodos y los posibles riesgos inherentes al estudio, así como de las incomodidades que este podría ocasionar. Es necesario que el paciente esté informado, y si lo desea podrá renunciar a participar en el estudio y estará en plena libertad de cancelar su consentimiento de participación en cualquier momento. Por tanto quiénes participaron en el estudio, tuvieron la información tanto verbal como escrita del consentimiento, y firmaron para autorizar el desarrollo del examen y todo lo que incluyo pertenecer a este estudio [20].

11. Organigrama



12. Cronograma

No.	Descripción de la actividad	Mes de inicio	Duración
1	Revisión bibliográfica de la literatura	1	3 meses
2	Preparación anteproyecto	4	2 meses
3	Aprobación	6	3 meses
4	Recolección datos	8	2 meses
5	Análisis	10	1 mes
6	Resultados	10	1 mes
7	Preparación manuscrito tesis	11	1 mes
8	Publicación	12	1 mes

Determinación de los valores normales del reflejo H-L4 mediante técnica electrodiagnóstica en una población colombiana.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	MES AGOSTO 2021- AGOSTO 2022	MES OCTUBRE 2022 -ABRIL 2023	MES MAYO 2023	MES JUNIO JULIO 2023	MES AGOSTO- NOVIEMBRE 2023
Realización de anteproyecto					
Presentación a comité de investigación					
Construcción de instrumento de recolección final					
Recolección de la información					
Análisis					

Discusión y conclusiones					
Presentación					
Difusión y utilización de los resultados					

13. Presupuesto

Investigador	Función dentro del proyecto	Dedicación (horas/semana)	Tiempo de Dedicación
Maryuri Liseth Duarte Amorocho	Investigador	5 horas / semanales	22 meses
Carlos Eduardo Rangel	Asesor temático	1 hora semanal	12 meses
Total salario			\$ 7.625.000

Equipo	Justificación	Valor depreciación
Sierra® Summit Cadwell Laboratories, Inc.	Uso para la toma de señales del estudio	\$14.000.000 (10% del valor del equipo)
Computador Dell EC1052	Uso para el registro, análisis y base de datos del estudio	\$ 300.000 (10% del valor del equipo)
Total		\$ 14.300.000

Materiales y/o Reactivos	Valor
1 termómetro infrarrojo corporal	\$ 50.000
Sharpie	\$ 5.000
25 Batas desechables	Unidad \$ 5.000
Cinta métrica	\$ 2.000
Gel conductor	\$20.000
Transpore 3m	\$ 14.000
Fotocopias formatos de consentimiento informado, criterios de inclusión y exclusión	\$ 50.000
Papelería para archivo de estudio (carpetas, hojas blancas para impresión)	\$ 80.000
1 cartucho negro para impresora	Unidad \$ 50.000
Total	\$276.000

Servicios Técnicos	Justificación	Valor
Creación y ajuste de equipo para ingresar protocolo de H - Reflex	Requiere configuración de valores para poder realizar protocolo de H-reflex	\$ 100.000
Mantenimiento a los 50 procedimientos completos de Neuroconducciones del estudio	Calibración del equipo para evitar errores en el resultado del equipo durante el estudio	\$ 100.000
Total		\$ 200.000

Determinación de los valores normales del reflejo H-L4 mediante técnica electrodiagnóstica en una población colombiana.

Cita médica / Transporte	Justificación	Valor
Apoyo económico a los participantes	Participantes que soliciten una cita adicional para la realización del examen clínico.	\$100.000
Costos de transporte	En caso que se tenga que citar nuevamente al participante en la IPS.	\$ 150.000
Total		\$ 2.650.000
Gran total		Valor
Total		\$ 25.051.000

14. Resultados

La población estudiada incluyó 25 participantes sanos; en cuanto a las características sociodemográficas de la población en estudio, el 100 % de los pacientes eran colombianos, en su mayoría profesionales, con un rango de edad entre los 20 y 60 años y un promedio de edad de 29.8 ± 7.6 años. Se encontró que la distribución de la población por sexo fue 48.0% (n=12) femenino y 52.0% (n=13) masculino, con un IMC (Peso/talla x talla) en promedio de 22.96 ± 1.82 , mínimo 18.7, máximo 24.9, los cuales se clasifican como normal en el 100% de los participantes, con peso mínimo de 48.0 Kg, máximo de 90.0 Kg y en promedio de 64.1 Kg, la talla de los participantes tuvo un promedio de 166 ± 10.64 cm, con un rango entre 150 - 192 cm, la temperatura corporal en piel de los participantes en promedio fue de $36.46^\circ \pm 0.29$, mínimo de 36.0° y máximo de 37.0° . Los resultados son presentados en la (**tabla 2**).

Tabla 2. Características sociodemográficas de la población de estudio.

(n=25)

Característica	Media \pm DE	n	%
<i>Sexo femenino</i>	-	12	48
<i>Edad</i>	29.88 ± 7.59	-	-
<i>Ocupación</i>			
Estudiante	-	5	20
Profesional	-	15	60
Trabajador no profesional	-	5	20

En cuanto a las características clínicas de la población en estudio, la latencia del reflejo H-L4 en el músculo vasto lateral derecho tuvo un promedio de 13.29 ± 1.51 ms, con latencia mínima de 10.23 ms y máxima de 15.86 ms y en el músculo vasto lateral izquierdo la latencia promedio fue 13.52 ± 1.56 ms, con latencia mínima de 10.12 ms y máxima de 15.55 ms; en relación a la amplitud del reflejo H-L4 en el músculo vasto lateral derecho el promedio fue 1.55 ± 0.46 mV, con mínima de 0.81 mV y máxima de 2.85 mV, la amplitud en el músculo vasto lateral izquierdo tuvo un promedio de 1.47 ± 0.34 mV, mínima de 0.87 mV y máxima de 2.17 mV; respecto a la latencia del reflejo H-L4 en el músculo recto femoral derecho tuvo un promedio de 13.14 ± 1.48 ms, latencia mínima de 11.08 ms y máxima de 15.66 ms y en el músculo recto femoral izquierdo la latencia promedio fue 13.25 ± 1.49 ms, mínima de 11.0 ms y máxima de 15.73 ms; en relación a la amplitud del reflejo H-L4 en el músculo recto femoral derecho el promedio fue 1.52 ± 0.35 mV, mínima de 0.82 mV y máxima de 2.47 mV, y la amplitud promedio en el músculo recto femoral izquierdo fue 1.51 ± 0.40 mV, con mínima de 1.02 mV y máxima de 2.60 mV.

Acerca de la latencia del reflejo H-L4 en el músculo vasto lateral bilateral tuvo un promedio de 13.29 ± 1.51 ms, mínima de 10.23 ms, máxima de 15.86 ms y la amplitud promedio fue de 1.55 ± 0.46 mV, mínima de 0.81 mV y máxima de 2.85 mV. Por lo que corresponde a la latencia del reflejo H-L4 en el músculo recto femoral bilateral tuvo un promedio de 13.14 ± 1.48 ms con mínima de 11.08 ms, máxima de 15.66 ms y la amplitud promedio fue de 1.52 ± 0.35 mV, mínima de 0.82 mV y máxima de 2.47 mV.

Los resultados de latencia y amplitud del reflejo H-L4 de los músculos vasto lateral y recto femoral para cada miembro inferior son presentados en la **(tabla 3)**.

Tabla 3. Características clínicas de la población de estudio. (n=25)

Característica	Media ± DE	Mínimo	Máximo
Talla (cm)	166 ± 10.64	150	192
IMC (Kg/m ²)	22.96 ± 1.82	18,7	24.9
Temperatura (°C)	36.46 ± 0.29	36	37
<i>Vasto lateral derecho</i>			
Latencia (ms)	13.29 ± 1.51	10.23	15.86
Amplitud (mV)	1.55 ± 0.46	0.81	2.85
<i>Vasto lateral izquierdo</i>			
Latencia (ms)	13.52 ± 1.56	10.12	15.66
Amplitud (mV)	1.47 ± 0.34	0.87	2.17
<i>Recto femoral derecho</i>			
Latencia (ms)	13.14 ± 1.48	11.08	15.66
Amplitud (mV)	1.52 ± 0.35	0.82	2.47
<i>Recto femoral izquierdo</i>			
Latencia (ms)	13.25 ± 1.49	11	15.73
Amplitud (mV)	1.51 ± 0.40	1.02	2.60
<i>Vasto lateral bilateral</i>			
Latencia (ms)	13.29 ± 1.51	10.23	15.86
Amplitud (mV)	1.55 ± 0.46	0.81	2.85
<i>Recto femoral bilateral</i>			
Latencia (ms)	13.14 ± 1.48	11.08	15.66
Amplitud (mV)	1.52 ± 0.35	0.82	2.47

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la latencia y amplitud del reflejo H-L4 de los músculos vasto lateral y recto femoral entre el miembro inferior derecho y el miembro inferior izquierdo (**tabla 4**). De manera similar, no hubo diferencias estadísticamente significativas al comparar la latencia y amplitud del reflejo H-L4 entre los músculos vasto lateral y recto femoral al evaluarlo de manera independiente para cada miembro inferior, ni de manera bilateral para los miembros inferiores (**tabla 5**).

Tabla 4. *Diferencias en la latencia y amplitud del reflejo H-L4 de los músculos recto femoral y vasto lateral entre el MID y el MII*

Característica	MID	MII	Diferencia	p
<i>Vasto lateral</i>				
Latencia (ms)	13.29	13.52	-0.23	0.147
Amplitud (mV)	1.55	1.47	0.08	0.237
<i>Recto femoral</i>				
Latencia (ms)	13.14	13.25	-0.11	0.365
Amplitud (mV)	1.52	1.51	0.01	0.215

Comparaciones realizadas mediante el test de t pareada

MID= Miembro inferior derecho; MII: Miembro inferior izquierdo; ms: milisegundo; mV: milivoltio

Tabla 5. *Diferencias en la latencia y amplitud del reflejo H-L4 entre los músculos recto femoral y vasto lateral*

Característica	Vasto lateral	Recto femoral	Diferencia	p
<i>MID</i>				
Latencia (ms)	13.29	13.14	0.15	0.504
Amplitud (mV)	1.55	1.52	0.03	0.459
<i>MII</i>				
Latencia (ms)	13.52	13.25	0.26	0.257
Amplitud (mV)	1.47	1.51	-0.04	0.326
<i>MMII</i>				
Latencia (ms)	13.29	13.14	0.15	0.504
Amplitud (mV)	1.55	1.52	0.03	0.359

Comparaciones realizadas mediante el test de t pareada

MID= Miembro inferior derecho; MII: Miembro inferior izquierdo; ms: milisegundo; mV: milivoltio

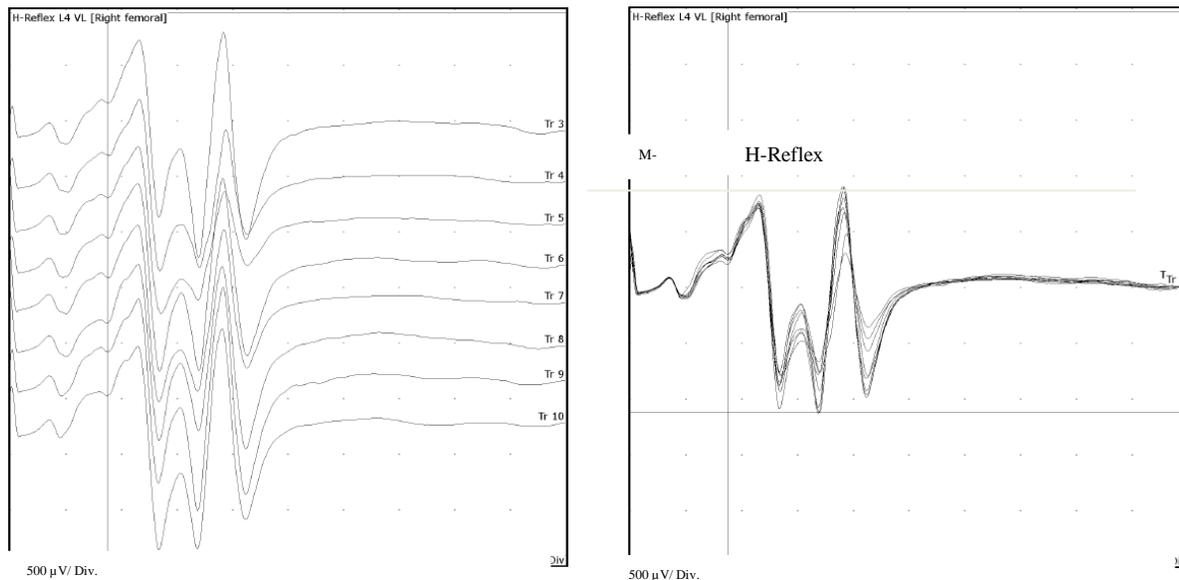
Por último, se encontró una correlación inversa y estadísticamente significativa entre la temperatura corporal en piel y la amplitud del reflejo H-L4 para los músculos vasto lateral derecho (coeficiente de correlación de Pearson ρ : -0,62; $p= 0,001$), vasto lateral izquierdo ($\rho= -0,53$; $p= 0,006$), vasto lateral bilateral ($\rho= -0,62$; $p= >0,001$), recto femoral derecho ($\rho= -0,68$; $p= >0,001$), recto femoral izquierdo ($\rho= -0,51$; $p= 0,008$), recto femoral bilateral ($\rho= -0,68$; $p= >0,001$). Lo que significa que a medida que aumenta la temperatura corporal, la amplitud del reflejo H-L4 disminuye en estos músculos.

No se encontraron correlaciones estadísticamente significativas entre la talla y las variables de electrodiagnóstico para ninguno de los músculos evaluados (**tabla 6**).

Tabla 6. Correlación entre la latencia y la amplitud del reflejo H-L4 con la talla y temperatura de los participantes

Característica	Talla		Temperatura	
	Coefficiente de Pearson (ρ)	p-valor	Coefficiente de Pearson (ρ)	p-valor
<i>Vasto lateral derecho</i>				
Latencia (ms)	0,11	0,587	-0,09	0,678
Amplitud (mV)	-0,11	0,607	-0,62	0,001
<i>Vasto lateral izquierdo</i>				
Latencia (ms)	0	0,986	-0,12	0,568
Amplitud (mV)	0,01	0,965	-0,53	0,006
<i>Vasto lateral bilateral</i>				
Latencia (ms)	0,11	0,587	-0,09	0,678
Amplitud (mV)	-0,11	0,607	-0,62	>0,001
<i>Recto femoral derecho</i>				
Latencia (ms)	0,26	0,208	0,01	0,959
Amplitud (mV)	0,18	0,399	-0,68	>0,001
<i>Recto femoral izquierdo</i>				
Latencia (ms)	0,28	0,175	0,16	0,447
Amplitud (mV)	-0,02	0,932	-0,51	0,008
<i>Recto femoral bilateral</i>				
Latencia (ms)	0,26	0,208	0,01	0,959
Amplitud (mV)	0,18	0,399	-0,68	>0,001

Gráfico 1. Morfología de onda correspondiente al reflejo H-L4, captando en el músculo vasto lateral.

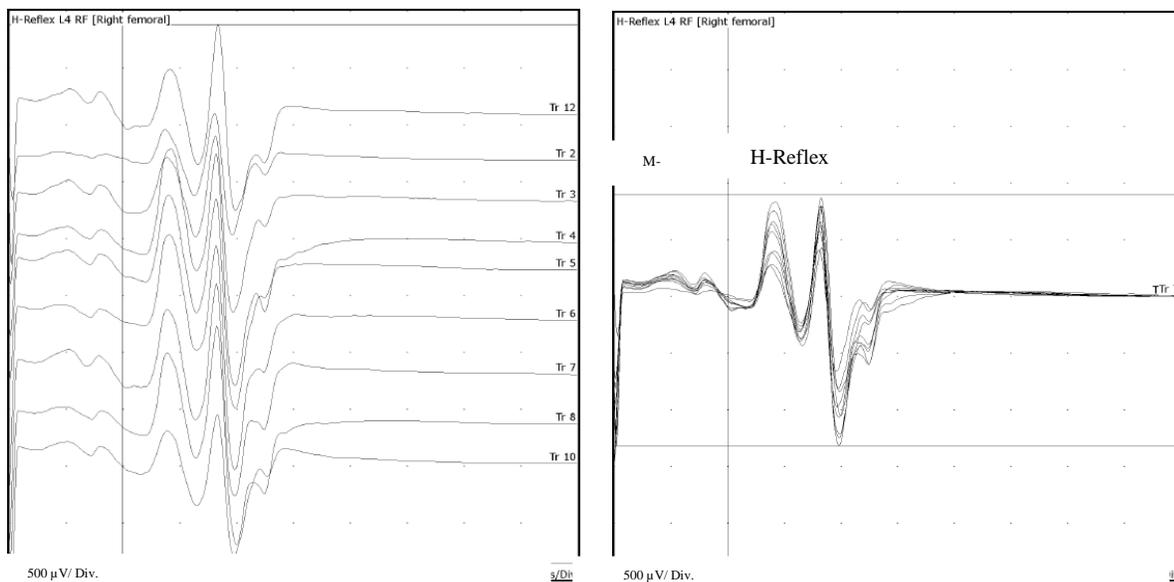


Cortesía Equipo Sierra® Summit Cadwell Laboratories, Inc. 19027203AC0914036 modelo 2017 EEUU.

Para el reflejo H-L4 del músculo vasto lateral y recto femoral de manera bilateral, el potencial de acción comienza con una fase inicial positiva seguida de una o dos fases negativas denominadas onda M, sucesivo de la forma característica de los potenciales de la unidad motora bifásicos que representan el reflejo H. En el presente estudio se analizó la latencia y la amplitud promedio de 10 registros para considerar un potencial de acción reproducible y fiable; se identificó la onda M no tan prologada como para fusionarse con el inicio del reflejo H; la latencia se midió al inicio de la deflexión ya fuera positiva o negativa y la amplitud del pico negativo al pico positivo. **(Ver gráfico 1)**

Determinación de los valores normales del reflejo H-L4 mediante técnica electrodiagnóstica en una población colombiana.

Gráfico 2. *Morfología de onda correspondiente al reflejo H-L4, captando en el recto femoral.*



Cortesía Equipo Sierra® Summit Cadwell Laboratories, Inc. 19027203AC0914036 modelo 2017 EEUU.

En cuanto a la morfología del reflejo H-L4, los registros captados en el músculo recto femoral se consideraron los mas cercanos a la arquitectura referida en estudios previos, pese a que no existe diferencias significativas en la latencia y la amplitud entre los dos músculos, así como no influye la lateralidad. **(Ver gráfico 2)**

15. Discusión

La utilidad clínica del reflejo H del cuádriceps se ha informado anteriormente. En particular, este estudio se considera apropiado en el diagnóstico de la compresión de la raíz L4 y otros trastornos de las raíces nerviosas proximales. No obstante, la utilidad ha sido limitada debido a la dificultad técnica de estimular el nervio femoral por la profundidad en el triángulo inguinal, sin embargo para la realización de este estudio se tuvo en cuenta como criterio de exclusión valores en el IMC iguales o superiores a 25 kg/m², lo que clasifica a los participantes con sobrepeso y obesidad según corresponda, facilitando la estimulación del nervio femoral; además los investigadores tenían experiencia en la aplicación de esta técnica electrodiagnóstica, considerando que existen algunas cuestiones metodológicas importantes a la hora de evocar la respuesta del reflejo H-L4, por ende el valor de aplicar los protocolos previamente descritos [6, 15].

Este es el primer estudio en Colombia que determina los valores de referencia de las características (latencia y amplitud) propias del reflejo H-L4 (raíz L4) estimulando el nervio femoral y captando en el músculo vasto lateral y recto femoral de manera bilateral en los miembros inferiores, técnica electrodiagnóstica poco usual [2, 3]. En comparación, los resultados del reflejo H-L4 del actual estudio son consistentes con una investigación previa a otras latitudes, con la latencia promedio para el músculo vasto lateral de 18.1 ± 1.7 ms y amplitud máxima de 2.73 ± 1.06 mV, sin valores promedio en relación a la lateralidad; en cuanto a la latencia promedio para el músculo recto femoral fue 17.7 ± 1.8 ms y amplitud máxima de 2.33 ± 1.41 mV, sin valores promedio en relación a la lateralidad en esa investigación. [1, 6]. Por ejemplo, la latencia del reflejo H-L4 tuvo un promedio de 13.29 ms y 13.14 ms para el músculo vasto

lateral y recto femoral respectivamente; en cuanto a la amplitud tuvo un promedio de 1.55 mV y 1.52 mV en el orden dado.

Adicionalmente se realizó el análisis por subgrupos con las variables evaluadas encontrando una disminución significativa en la amplitud pico a pico del reflejo H-L4 en los músculos vasto lateral y recto femoral a medida que aumenta la temperatura corporal de los sujetos evaluados, la temperatura promedio fue de 36.46°, mínima de 36° y máxima de 37°. Esto observado tanto en la evaluación de cada miembro inferior de manera independiente, como al considerar las mediciones de los dos miembros inferiores juntos; por lo anterior se debe tener en cuenta la temperatura corporal en piel como un factor fisiológico importante ya que disminuye significativamente la amplitud del potencial de acción ($p < 0.001$). Ahora bien, en un paciente asintomático con asimetría en la amplitud y latencia normal se debe considerar el valor de la temperatura corporal en piel; en contraste estos hallazgos en un paciente sintomático podría ser un signo de afectación inicial de la raíz nerviosa en radiculopatías [17, 18].

Inicialmente, se describieron las características sociodemográficas y clínicas de los participantes. La muestra estuvo conformada por 25 adultos (48% mujeres y 52% hombres), en su mayoría profesionales y con una media de edad de 30 años, semejante a lo que reporta la literatura previamente; en relación a la talla el promedio fue 166 cm, 13 cm por debajo de lo reportado en la literatura a otras latitudes, compatible con las características fisiológicas de los nacidos en el extremo norte de Suramérica; En relación a esta no hubo diferencia significativa en el presente estudio, ni documentada en la literatura previamente [6].

Por lo que corresponde al resto de las variables no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la latencia y amplitud del reflejo H-L4 en los músculos vasto lateral y recto femoral entre el miembro inferior derecho y el miembro inferior izquierdo así como no hubo diferencias estadísticamente significativas al comparar la latencia y amplitud del reflejo H-L4 entre los músculos vasto lateral y recto femoral al evaluarlo de manera independiente para cada miembro inferior, ni de manera bilateral para los miembros inferiores. No se observaron diferencias en la latencia y amplitud entre hombres y mujeres. La falta de diferencias significativas para las amplitudes del reflejo H-L4 en los músculos vasto lateral y recto femoral descritas en nuestro presente estudio pueden respaldar investigaciones previas [1].

Es importante tener en cuenta que Osamu Kameyama et al [6], en su estudio en Japón, tuvieron en cuenta la influencia facilitadora de las contracciones musculares remotas sobre las respuestas reflejas (es decir, el fenómeno de Jendrassik), la influencia de la postura de la cabeza y el cierre de los ojos que incide en la variabilidad de la respuesta evocada; mostrando como resultado un aumento significativo de la amplitud del reflejo cuando la cabeza del participante se giraba hacia la derecha y un ligero cambio en la amplitud, cuando los participantes miraron hacia la izquierda, hacia arriba y hacia abajo; el potencial evocado propendió a disminuir cuando los participantes cerraron los ojos. Por lo cual se recomienda considerar estas variables en la práctica clínica.

Con respecto a los efectos secundarios, ningún participante presentó uno relacionado con la realización del estudio electrodiagnóstico.

Se sabe que la arquitectura muscular influye en la forma y amplitud de la unidad motora y en los potenciales H registrados en la superficie de la piel; en este caso el músculo cuádriceps tiene una

arquitectura compleja, por esta razón se escogió al vientre muscular del recto femoral y vasto lateral como referencia para registrar el reflejo H-L4, de la misma forma como lo describe S. Jayne Galand et al [8], en su estudio; siendo un objetivo determinar la ubicación y el método para medir los reflejos H de máxima amplitud. La ubicación para registrar los potenciales H máximos fue entre el vasto lateral y los extremos proximales de las fibras del recto femoral [8].

En lo que se refiere a la forma de los potenciales, puede explicarse mediante la arquitectura descrita en estudios previos [6, 8]. El potencial de acción comienza con una fase inicial negativa seguida de una o dos fases positivas denominadas onda M, sucesivo de la forma característica de los potenciales de la unidad motora bifásicos que representan el reflejo H. En el presente estudio se analizó la latencia y la amplitud promedio de 10 registros para considerar un potencial de acción reproducible y fiable; se identificó la onda M no tan prologada como para fusionarse con el inicio del reflejo H; la latencia se midió al inicio de la deflexión ya fuera positiva o negativa y la amplitud del pico negativo al pico positivo. En cuanto a la morfología del reflejo H-L4, los registros captados en el músculo recto femoral se consideraron los más cercanos a la arquitectura referida en estudios previos, pese a que no existe diferencias significativas en la latencia y la amplitud entre los dos músculos, así como no influye la lateralidad.

Es considerable tener en cuenta el valor mínimo y máximo obtenido de la latencia y la amplitud del músculo vasto lateral y recto femoral bilateral; dado que, esto permite un rango más amplio en los valores normales para la población colombiana. Por ejemplo, la latencia mínima del vasto lateral bilateral fue de 10.23 ms y la máxima de 15.86 ms con amplitud mínima de 0.81 mV y máxima de 2.85 mV; para el

músculo recto femoral bilateral la latencia mínima fue de 11.08 ms y máxima de 15.66, con amplitud mínima de 0.82 mV y máxima de 2.47 mV. Pese a que, en estudios previos no se informa de estos datos, siendo este un rango que nos permite una aplicación clínica mas amplia en lo referente a la variabilidad del reflejo H-L4.

16. Conclusiones y recomendaciones

Aunque la excitabilidad de los arcos reflejos espinales correspondientes al músculo vasto lateral y recto femoral fueron similar, se logro apreciar una diferencia en la morfología y arquitectura del reflejo H-L4.

Se pudo determinar que, aunque hay una variación en las características sociodemográficas con poblaciones en otras latitudes, los resultados del reflejo H-L4 del actual estudio son consistentes con una investigación previa a lo que se hace referencia a la latencia y la amplitud.

Se logro estandarizar los valores de referencia en la población adulta sana colombiana, así como sugerir seleccionar como registro activo al vientre del músculo recto femoral para la captación del reflejo H-L4 independiente de la lateralidad.

Se pudo establecer los valores de referencia para la población adulta sana colombiana, teniendo en cuenta que existe una disminución en la amplitud del reflejo H-L4 en relación a la variable temperatura corporal, cuando progresivamente aumenta.

Se pudo determinar, que no hay diferencia significativa en los valores de la latencia y la amplitud en relación a la lateralidad de las extremidades inferiores.

Se recomienda para estudios futuros ampliar la diversidad de pacientes teniendo en cuenta las variables peso, sexo, edad y se sugiere aumentar el número de participantes, obteniendo así valores de referencia más precisos para la población colombiana, convirtiendo el reflejo H-L4 en una herramienta útil para el diagnóstico de patologías del nervio periférico y radiculopatías lumbares a este nivel.

Se recomienda seguir los protocolos de la técnica electrodiagnóstica descrita, que incluye parámetros e instrucciones para la configuración del equipo, así como recomendaciones para los profesionales que desean realizarla, logrando un adecuado análisis con resultados fiables y aplicables clínicamente.

Se considera importante para estudios futuros tener en cuenta la influencia facilitadora de las contracciones musculares remotas sobre las respuestas reflejas en la variación de la amplitud del reflejo H-L4.

17. Referencias bibliográficas

1. Tanino, Y. and T.J.J.o.P.T.S. Suzuki, Spinal reflex arc excitability corresponding to the vastus medialis obliquus and vastus medialis longus muscles. 2014. **26**(1): p. 101-104.
2. DOLOR, P.C., GUÍA DE ATENCIÓN DOLOR LUMBAR.
3. Alveal-Mellado, D., C. Sousa-Rodrigues, and E.J.I.J.o.M. Olave, Ramos de inervación y distribución del nervio femoral en el músculo cuádriceps femoral de individuos brasileños. 2019. **37**(2): p. 712-718.
4. Ališauskienė, M., et al., Electrophysiological evaluation of motor pathways to proximal lower limb muscles: a combined method and reference values. 2007. **118**(3): p. 513-524.
5. Doguet, V. and M.J.E.j.o.a.p. Jubeau, Reliability of H-reflex in vastus lateralis and vastus medialis muscles during passive and active isometric conditions. 2014. **114**(12): p. 2509-2519.
6. Kameyama, O., et al., Methodological considerations contributing to variability of the quadriceps H-reflex. 1989. **68**(6): p. 277-282.
7. Leung, H., et al., The reliability of neurological measurement in the vastus medialis: Implications for research and practice. 2018. **9**: p. 1857.
8. Garland, S.J., et al., Association between muscle architecture and quadriceps femoris H-reflex. 1994. **17**(6): p. 581-592.
9. Jin, X., et al., H-reflex to S1-root stimulation improves utility for diagnosing S1 radiculopathy. 2010. **121**(8): p. 1329-1335.

10. Yokogawa, N., et al., Differences in gait characteristics of patients with lumbar spinal canal stenosis (L4 radiculopathy) and those with osteoarthritis of the hip. 2015. **10**(4): p. e0124745.
11. Zhu, Y., et al., The H-reflex to magnetic stimulation of lower-limb nerves. 1992. **49**(1): p. 66-71.
12. Brinkworth, R.S.A., et al., Standardization of H-reflex analyses. 2007. **162**(1-2): p. 1-7.
13. Zheng, C.J., et al., Potential advantages of the H-reflex of the biceps femoris-long head in documenting S1 radiculopathy. 2014. **31**(1): p. 41-47.
14. Emad, M.R., et al., A comparison of H-reflex in the triceps surae muscle group in patients with S1 radiculopathy. 2017. **34**(4): p. 213-218.
15. Hopkins, J.T., N.J.E. Wagie, and c. neurophysiology, Intrasession and intersession reliability of the quadriceps Hoffmann reflex. 2003. **43**(2): p. 85-89.
16. Mazzocchio, R., et al., Recruitment curve of the soleus H-reflex in chronic back pain and lumbosacral radiculopathy. 2001. **2**(1): p. 1-8.
17. Alrowayeh, H.N. and M.A.J.B.r.n. Sabbahi, H-reflex amplitude asymmetry is an earlier sign of nerve root involvement than latency in patients with S1 radiculopathy. 2011. **4**(1): p. 1-6.
18. Yousif, S., et al., Electrodiagnostic evaluation of lumbosacral radiculopathy caused by lumbar intervertebral disc herniation. 2017. **381**: p. 1089.
19. Alrowayeh, H.N. and M.A.J.J.o.c.n. Sabbahi, Vastus medialis H-reflex reliability during standing. 2006. **23**(1): p. 79-84.
20. Siurana Aparisi, J.C.J.V., Los principios de la bioética y el surgimiento de una bioética intercultural. 2010(22): p. 121-157.