



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES
UNIDAD LEÓN**

**TÍTULO: COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES
BIOMECÁNICAS DEL MÚSCULO SANO Y ESPÁSTICO
MEDIDOS POR MIOTONOMETRÍA: ESTUDIO DE CASO**

MODALIDAD DE TITULACIÓN: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PARA OBTENER TÍTULO DE

LICENCIADO EN FISIOTERAPIA

P R E S E N T A

KARLA IVONNE CHÁVEZ LAMADRID

TUTOR: MTRA. CARLA PAULINA VILLANUEVA MELÉNDEZ

ASESOR: Dra. ALINE CRISTINA CINTRA VIVEIRO

ASESOR: Dra. MARÍA DEL CARMEN VILLANUEVA VILCHIS

LEÓN, GUANAJUATO, 2023.



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.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 AGRADECIMIENTOS	3
CAPÍTULO 2 DEDICATORIA.....	4
CAPÍTULO 3 RESUMEN.....	5
CAPÍTULO 4 INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO 5 ANTECEDENTES	9
CAPÍTULO 6 MARCO TEÓRICO.....	11
EVENTO VASCULAR CEREBRAL	11
HIPERTONÍA	12
MIOTONOMETRÍA	14
TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO EN PACIENTES CON EVC.....	16
PUNCIÓN SECA.....	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
JUSTIFICACIÓN	22
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	23
HIPÓTESIS.....	23
CAPÍTULO 7 OBJETIVOS	24
OBJETIVO GENERAL.	24
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
CAPÍTULO 8 METODOLOGÍA.....	25
TIPO DE ESTUDIO	25
PRESENTACIÓN DEL CASO.....	25
INTERVENCIÓN	25
CAPÍTULO 9 RESULTADOS	30
CAPÍTULO 10 DISCUSIÓN.....	37
CAPÍTULO 11 CONCLUSIÓN.....	39
CAPÍTULO 12 BIBLIOGRAFÍA	40
CAPÍTULO 13 ANEXOS.....	46
ANEXO 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	46
ANEXO 2. TIME UP AND GO TEST	48
ANEXO 3. TINETTI (EQUILIBRIO Y MARCHA)	50
ANEXO 4. ESCALA ASHWORTH MODIFICADA	53
ANEXO 5. FUGL MEYER MIEMBRO INFERIOR	54
ANEXO 6. PUNTOS DE MEDICIÓN MIOTONOMÉTRICA.....	56

Capítulo 1 Agradecimientos

A la máxima casa de estudios Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme una educación de calidad, es un orgullo para mi formar parte de esta institución.

A la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León, por ser mi casa durante 4 años. A la clínica de Fisioterapia por ser una parte importante para mi desarrollo profesional.

Al Dr. Enrique Graue Wiechers y la Dra. Laura Acosta, por su valioso trabajo y compromiso con la comunidad universitaria, buscando el bienestar de cada uno de nosotros.

Al programa de Becas de Manutención UNAM y Programa de Becas de Titulación de Alto Rendimiento, por el apoyo a lo largo de mi licenciatura.

A la Facultad de Ciencias, el Laboratorio del músculo esquelético, en especial a la Dra. Karla García Pelagio por recibirme, por compartir su conocimiento y por la facilitación de equipos que contribuyen a esta investigación.

Capítulo 2 Dedicatoria

A mis papas Carlos y Martha, por acompañarme a lo largo de este camino académico. Por su esfuerzo, dedicación y enseñanza en la vida, este logro también es de ustedes, ya que sin su apoyo nada de esto sería posible. No tengo como agradecerles tanto. A mis hermanas Natalia y Camila por ser mis compañeras de vida, estar en los momentos más importantes, felices y no tan felices, pero sobre todo siempre juntas.

A mis abuelos, Buelo y Martha por su amor incondicional. A ti abuelo Titito y Coco por que, aunque ya no estén aquí, se hacen presentes en los momentos donde más los necesito.

A ti, Miguel, por tu apoyo incondicional. Gracias por ser parte de este momento, pero sobre todo por tu paciencia, las miles de veces que me escuchaste estudiar y tu ayuda para hacer esto posible.

A mis amigos, Charly, Noah, Edna, Oti, Pons, Miriam, Dany German, Anahí, Alicia, Kari, Regis, Raquel, Flowers, Karen, Diana, Mau, Blanca, Kitt, Alfredo, Mer, Fersi, estoy tan agradecida de haberlos encontrado en esta hermosa profesión y por haber compartido experiencias que se quedarán para siempre en mi memoria universitaria. Para Alex, que fuiste mi primer amigo en la universidad, sin imaginar todo lo que lograríamos hasta el día de hoy, gracias por estar y por lograr juntos muchos sueños, y de aquí para adelante sin miedo. A mis otros hermanos los “Chuperamigos”, en especial Wendy y Lalo por haberme motivado desde el examen de admisión y seguirlo haciendo hasta el día de hoy.

A Paulina Villanueva, gracias por creer en mí para este y muchos proyectos más. Eternamente agradecida por tu apoyo, pero sobre todo por transmitirme el amor y la pasión por la fisioterapia. Todo mi respeto y admiración para ti Pau, eres un gran ejemplo para mí.

A los profesores que durante la carrera fueron una parte fundamental para la construcción de mi vida profesional Natalia, Janett, Ile, Roberto Valencia, Diego, Carlos y Dr.Barrera. A mi asesora Dra. Aline Viveiro por su apoyo durante esta etapa y por ser una gran maestra y transmitir conocimiento tan valioso; A la Dra. Carmen Villanueva por su tiempo y dedicación a este proyecto.

A mis pacientes, por haber creído en mí, ustedes son, fueron y serán mi mejor enseñanza.

Capítulo 3 Resumen

Introducción: El Evento Vascular Cerebral (EVC) es una alteración neurológica no transmisible, que produce cambios en los patrones de movimiento y postura que dan como consecuencia disfunciones biomecánicas. La punción seca se caracteriza por producir efectos de manera interna en el músculo modificando la fisiopatología del Punto Gatillo Miofascial que produce las alteraciones musculares. La miotonometría es un dispositivo usado para medir de manera objetiva las propiedades biomecánicas (Tono, Rigidez, Elasticidad), y viscoelásticas (Arrastre y Relajación), las cuales describen el comportamiento muscular en el tiempo de los tejidos blandos. **Objetivo:** Comparar mediante la miotonometría los cambios biomecánicos de la musculatura sana y espástica previo y posterior a la aplicación del tratamiento fisioterapéutico complementado con la punción seca. **Método:** Paciente masculino de 36 años de edad, con EVC de tipo hemorrágico con un año 7 meses de evolución, que presenta hemiparesia espástica del hemicuerpo izquierdo con predominio en miembro inferior. Se realizó una valoración al inicio y al final del periodo de intervención para observar los cambios de manera objetiva, mediante el uso de escalas (TUG, Tinetti, Ashworth, Fugl Meyer) y miotonometría. El periodo de tratamiento consistió en 8 sesiones distribuidas en 4 semanas. Cada sesión previa al tratamiento se inició con la medición de miotonometría (MyotonPro) de los tres músculos a tratar (Recto Femoral (RF), Tibial Anterior (TA), Semitendinoso(ST)). Una vez realizada la medición, se procedió a realizar la técnica de punción seca sobre los Puntos Gatillos Miofasciales (PGM) sobre los ya mencionados. Posteriormente se realizó tratamiento neurorehabilitatorio enfocado en la modulación del tono y en la recuperación de los patrones normales de movimiento. **Resultados:** Al inicio de la intervención los parámetros de las propiedades biomecánicas del lado afectado se encontraban aumentados respecto al lado sano. A lo largo de las 8 sesiones se reportó una disminución del tono y rigidez en de los músculos evaluados, donde se observó una tendencia a la mejora progresiva. Tono: RF Sesión 1: 14.36 Sesión 8: 13.5 ($p=0.010$), TA s1: 18.46 s8: 17.33 ($p=0.098$) y ST s1: 17.76 s8:16.03 ($p=0.001$). Para la rigidez se mostraron cambios significativos en los tres músculos evaluados RF s1: 64.33, s8: 238.66 ($p=0.003$), TA s1: 398.66, s8: 361.33 ($p=0.033$), ST s1: 352.66, s8: 281.007 ($p=0.007$). En el caso de la elasticidad no mostró cambios después de 8 sesiones para ninguno de los músculos RF s1:1.37, s8: 1.5 ($p=.732$), TA s1: 1.02, s8:1.1 ($p=0.064$), ST s1:1.26, s8:1.26 ($p=.742$). Con respecto a la espasticidad, la escala de Ashworth Modificada mostró

cambios clínicos en los grupos musculares de los flexores, extensores, rotadores internos de cadera, así como en los flexores, extensores de rodilla; para la evaluación del riesgo de caídas medido mediante la escala de TUG se aprecia una disminución 9.95 segundos respecto a la medición inicial (30.17 segundos) y a la medición final (20.22 segundos). Mientras que para la marcha y equilibrio a través de Tinetti, así como la evaluación del deterioro sensoriomotor por Fugl Meyer se encontró una diferencia en las tareas mostrando una mejora clínica.

Palabras Clave: miotonometría, punción seca, evento vascular cerebral, espasticidad.

Capítulo 4 Introducción

El Evento Vascular Cerebral (EVC) es una de las alteraciones neurológicas no transmisibles, considerado un problema de salud pública, ya que afectan aproximadamente 812 por cada 100,000 habitantes en México. Se posiciona como la séptima causa de mortalidad en nuestro país y segunda en el mundo, sin embargo, los pacientes sobrevivientes llegan a presentar un grado de discapacidad (1) .

El periodo post EVC suele tener un conjunto de desórdenes, principalmente de tipo motor, donde los primeros meses se observa una flacidez y pérdida del movimiento sobre el hemicuerpo contralateral al lado de lesión. Con el paso del tiempo, entre los 4 y 6 meses posteriores , se presenta una serie de manifestaciones clínicas características de una lesión de neurona motora superior como lo es la espasticidad, acompañado de hiperreflexia, clonus y signo de Babinski positivo (2). Estos signos la mayoría de las veces producen la adquisición de patrones anormales de movimiento y con ellos cambios en la postura, lo que conlleva a cambios en las propiedades biomecánicas musculares (PBM), principalmente la rigidez, seguido de cambios en la viscoelasticidad muscular por posiciones en acortamiento largos periodos de tiempo (3)(4). Como resultado se observa discapacidad funcional que imposibilita la autonomía del paciente en su vida diaria (5).

La intervención fisioterapéutica de acuerdo con Sherrington tiene como objetivo principal la modulación de esta hiperactividad muscular para poder recuperar la funcionalidad del paciente dentro de sus actividades de la vida diaria, es por ello que se realizan ejercicios enfocados a la reeducación de patrones normales de movimiento y modulación de la hiperactividad muscular, principalmente mediante el uso de técnicas neuromotoras como lo son Bobath, Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP), Terapia de Locomoción Refleja Vojta, Terapia de Neuronas Espejo entre otras, sin embargo, se ha decidido utilizar agentes físicos, que coadyuden a la recuperación como lo son la termoterapia, crioterapia, la electroestimulación por mencionar algunos (6) (7). En ellos se observan resultados mejorando el balance, actividades funcionales, dolor y marcha. En los últimos años se ha optado por complementar el tratamiento neurorehabilitador con el uso de técnicas manuales (8).

La punción seca una técnica manual instrumentalizada intramuscular utilizada para el tratamiento de las disfunciones musculares a través de la inserción de una aguja

estéril de pequeño diámetro que va en busca de una respuesta involuntaria sobre los músculos que presentan una alteración (9) (10). La aplicación de esta técnica en pacientes con problemas de Sistema Nervioso Central ha tenido como resultado cambios significativos en la función motora del paciente que sufrieron un EVC, así como mejoras en el dolor, aumentando el rango y la calidad del movimiento (8) (11).

La miotonometría, durante la última década ha demostrado ser un dispositivo de fácil uso para la evaluación sobre las propiedades musculares, tales como la frecuencia de oscilación (tono (Hz)), propiedades biomecánicas musculares (PBM) dentro de las cuales está la rigidez (N/m), y elasticidad; para las propiedades viscoelásticas, que con aquellas que representan las características musculares en relación del tiempo: como el tiempo de relajación (ms) y el arrastre (12,13). Este dispositivo mediante una impulso mecánico a través de una sonda recibe información sobre el estado del músculo (14). Se ha optado por su uso debido a que dentro de sus ventajas se encuentra no es un dispositivo invasivo, es fiable, de fácil uso, y se puede usar todo tipo de población sin importar su condición; por otro lado se considera una herramienta objetiva ya que no difiere del evaluador, lo cual es una limitante en escalas y pruebas de palpación manual (12,15).

Capítulo 5 Antecedentes

Hoy en día el Evento Vascular Cerebral, es la segunda causa de muerte en el mundo, afectando cerca de 12 millones de personas. De los individuos que presentan este padecimiento, cerca del 20% no presenta ningún daño físico, mientras que un porcentaje alrededor del 20% fallece, sin embargo, el 60% llega a presentar una discapacidad, ya sea en menor o mayor grado (16,17). Las secuelas de mayor grado, presentan una importante limitación de las actividades de la vida diaria debido a las características clínicas ya mencionadas que se presentan conforme al paso del tiempo, es por ello que se considera la primera causa de discapacidad en el mundo (18).

Esta afectación es manejada principalmente mediante técnicas neurorehabilitatorias cuyo enfoque va en la recuperación de la funcionalidad e independencia del paciente, por este desorden a nivel central. Cuando las manifestaciones clínicas suelen ser más pronunciadas, tales como un alto grado de espasticidad producen cambios a nivel postural y con ello cambios a nivel biomecánico, como lo es la musculatura, el cual la mayoría de las veces no se considera en el tratamiento de esta disfunción. La alteración en la musculatura a causa de daño en la neurona motora superior, tal como la espasticidad, se caracteriza por una contracción sostenida involuntaria, lo que produce cambios en las propiedades musculares, como lo es la atrofia de la fibras tipo II debido al desuso por la paresia, hipertrofia de fibras tipo I, pérdida de sarcómeros, y aumento de tejido conectivo y grasa intramuscular, lo que no permitirá el correcto reclutamiento de unidades motoras para producir el movimiento; por otro lado estos cambios en el tejido blando conducen a producir limitaciones articulares por la incapacidad de estiramiento que este produce (19–21).

En el estudio de Sánchez-Mila (8) se reportó una mejoría en el equilibrio, espasticidad, sensibilidad y rango de movimiento en 14 pacientes que recibieron terapia Bobath combinado con punción seca frente al grupo control que solo recibió terapia Bobath. Mendigutia-Gómez (22) realizó un estudio aleatorio donde 20 pacientes recibieron tanto tratamiento de rehabilitación y punción seca sobre los músculos trapecio, infraespinoso, subescapular y pectoral mayor en el hombro espástico durante 3 semanas con una sesión semanal, realizando valoraciones una semana previa y una semana

posterior a la intervención. Concluyendo que la combinación de ambas terapias es eficaz para la disminución de la sensibilidad a la presión y aumento en el rango de movimiento.

Por otro lado otros estudios como el de Li Tang (23) en un reporte de caso en un paciente post EVC de 62 años, con 12 años de evolución, realizó durante 9 sesiones consecutivas únicamente de punción seca sobre músculos escapulares (Infraespinoso, redondo menor, deltoides posterior, pectoral mayor) mostrando al final de las sesiones disminución de la espasticidad y aumento en el rango de movimiento.

Mohammadpour (24) realizaron un estudio de caso en un paciente de 54 años con 2 años de evolución post-EVC donde reportaron la actividad cerebral mediante Resonancia Magnética al aplicar punción seca, observando que además de disminuir la espasticidad, aumenta la actividad de la corteza motora primaria

Calvo (25) llevó a cabo un reporte de caso con el objetivo de cuantificar los efectos de la técnica DNHS (Dry Needling for Hypertonia and Spastic) mediante el uso de un tensomiógrafo. El paciente de 50 años, con 2 años de evolución post-EVC presentaba espasticidad marcada en miembro superior e inferior derecho. Las mediciones del paciente fueron 3: antes de la intervención, inmediatamente después de la intervención y 3 semanas después. Se reportó aumento del rango de movimiento, disminución de la espasticidad, así como un cambio en la rigidez de la musculatura medido por tensiomiografía.

Se sugiere el uso de terapias complementarias para limitaciones de origen miofascial, como lo es la punción seca, sin dejar de lado el tratamiento neurorehabilitatorio para producir cambios plásticos a nivel cerebral.

Capítulo 6 Marco teórico

Evento Vascular Cerebral

Por Evento Vascular Cerebral (EVC) la OMS se refiere a “*Un evento súbito a causa de signos y síntomas neurológicos exclusivos de origen vascular, donde existe una disminución de irrigación sanguínea al cerebro*”. Este se clasifica en: Hemorrágico, debido a un sangrado cerebral, e Isquémico a causa de una interrupción del flujo sanguíneo (26).

Hemorrágico:

Se refiere al tipo de EVC que se debe a una ruptura de una arteria o vaso sanguíneo provocando un sangrado en la cavidad craneal. Este corresponde del 10% al 15% de los eventos vasculares cerebrales.

Dentro de las hemorrágicas se subdivide en: Hemorragias Subaracnoideas (HSA), la cual se debe al sangrado directamente en el espacio subaracnoideo a causa de ruptura de un aneurisma. Los pacientes con HSA cerca del 45% fallece dentro del primer mes, mientras que el porcentaje restante presentan secuelas neurológicas. Por otro lado, las hemorragias intracerebrales (HIC) primarias ocurren dentro del parénquima, a causa de una Hipertensión Arterial (HAS) crónica (27).

Isquémicos

La Isquemia Cerebral se debe a la interrupción del flujo sanguíneo por obstrucción de los vasos sanguíneos con una duración de menos de una hora y comprende el 85-90% de los accidentes. Son varios los mecanismos por los que se puede llegar a obstruir, posicionándose en primer lugar las embolias generadas por coágulos que viajan desde el corazón hacia el cerebro. Enfermedades arterioescleróticas, en la cual existe un acumulo de sustancias, principalmente grasas, en las paredes de las arterias, también pueden ser las causantes de la falta de irrigación cerebral (28)(26).

La isquemia cerebral se clasifica en focal (ICF) o global (ISG), dependiendo de la zona afectada. Dentro de la ICF se encuentra el Ataque Isquémico Transitorio (AIT), caracterizado por ser de instauración rápida y de manera súbita (26)(29)

Se asocia a ciertos signos y síntomas los cuales gran porcentaje de la población no identifica como un evento vascular, ya que. Dentro de estos signos y síntomas se encuentran: desviación de la comisura labial, pérdida de la visión, debilidad de algún hemicuerpo (30).

El evento vascular, en la actualidad se posiciona como la segunda causa de muerte en el mundo y la primera causa de discapacidad, y siendo de los principales problemas neurológicos atendidos en el servicio hospitalario; en los últimos años se ha observado mayor disposición en países en vía de desarrollo y en personas jóvenes, es decir, menores de 45 años, por lo que ahora también se convierte en un problema económico debido a que afecta a los pacientes en sus años de mayor productividad (31).

Factores de Riesgo

La mayoría de los factores de riesgo son modificables, esto quiere decir que, si los pacientes hacen un cambio en su estilo de vida, podría ser prevenible. La hipertensión arterial se posiciona como el factor de riesgo más común en los pacientes que sufrieron un EVC, esto se debe al aumento de presión que los vasos sufren, suelen ser más susceptibles a una rotura del mismo. Dentro de los primeros lugares también se encuentran el consumo de tabaco y Diabetes Mellitus. Otros factores que se pueden encontrar son dislipidemias, obesidad y sedentarismo (30).

Hipertonía

La hipertonía se refiere al aumento anormal del tono al estiramiento cuando existe una lesión de Neurona Motora Superior (NMS), conociéndose como “piramidalismo” y se refiere a un conjunto de signos clínicos presentes en la exploración física. Esta se puede clasificar a su vez en dos: signos positivos y signos negativos (32)(33)(34). (Tabla 1)

Tabla 1

Clasificación de la hipertonia como componente central y componente periférico (34).

Signos positivos (Componente central o neural)	Signos negativos (Componente periférico o biomecánico)
<ul style="list-style-type: none">• Babinski positivo• Clonus• Espasticidad• Hiperreflexia• Dependiente de la velocidad.	<ul style="list-style-type: none">• Fatiga.• Debilidad muscular.• Cambios en las propiedades viscoelásticas del músculo.• No dependiente de la velocidad.• No actúa con medicamentos antiespásticos. Solo con rehabilitación.

Espasticidad

La manifestación más común de la hipertonia es la espasticidad, siendo la principal secuela neurológica del EVC. Este signo también se encuentra en parálisis cerebral, traumatismo craneoencefálico, esclerosis múltiple, por presencia de algún desorden a nivel de la NMS (35).

A lo largo de la historia, se han propuesto varias definiciones, comenzando con la definición propuesta por Bobath *“Un aumento en el tono muscular que varía desde un grado leve hasta un estado que se aproxima a la rigidez de descerebración, dependiendo del sitio de la lesión y las extensión de la implicación conjunta del sistema extrapiramidal”*. Para 1980 James Lance propone una nueva definición: *“Un trastorno motor caracterizado por un aumento dependiente de la velocidad en los reflejos de estiramiento tónicos con*

tirones tendinosos exagerados, como resultado de la hiperexcitabilidad del reflejo de estiramiento” (36).

Con el paso del tiempo estas definiciones han estado en constante cambio debido a que consideran más factores, como lo es el caso de Pandyan en 2005 redefiniendo la espasticidad como *“Un trastorno del control sensorio-motor, resultante de una lesión de neurona motora superior, que se presenta como una activación involuntaria intermitente o sostenida de los músculos”* siendo esta la definición más actual (33).

Cambios en el tejido blando

Como se menciona en la última definición, existe una contracción sostenida, llegando a producir cambios en las propiedades musculares elásticas y viscoelásticas. Estos cambios se suelen desarrollar desde las primeras semanas post EVC (3). Gracias a esta contracción sostenida se produce la formación de PGM, debido a que estos se desarrollan cuando existe un acumulo de Acetilcolina (ACh) la musculatura espástica es más sensible a la ACh, debido a un mayor número de receptores que presentan en la periferia del músculo (37).

Cuando un miembro permanece inmovilizado, existe pérdida de los sarcómeros, aumento de la probabilidad de rigidez articular, cambios en la matriz extracelular, aumento en la producción de tejido conectivo y de grasa intramuscular. Así también existe aumento de la rigidez muscular, el cual llega a modificar la elasticidad y viscoelasticidad de los tejidos (33)(38)(4).

Miotonometría

La miotonometría por su etimología se refiere a la “medición del tono muscular”. El MytonPro (Myoton AS, Tallin, Estonia) es un dispositivo portátil usado para medir de manera objetiva las propiedades biomecánicas y viscoelásticas de los tejidos blandos, ya sea tendón, ligamentos, sin embargo es usado principalmente en músculo esquelético.

El dispositivo consta de una sonda cilíndrica de policarbonato de 3 milímetros la cual es pre posicionada por un examinador con una presión de .18N sobre el vientre muscular de músculos superficiales y se realiza una medición automática de los parámetros, con una fuerza de .4 N y en un periodo corto de tiempo (15 milisegundos) los

cuales son inmediatamente mostrados sobre la pantalla digital, gracias al Software integrado en el dispositivo. El modo de empleo de este dispositivo es posicionarlo sobre el punto medio del vientre muscular y perpendicular a este, donde se realizan 3 mediciones consecutivas para la obtención de los datos. Este dispositivo ha mostrado ser fiable para el uso en personas sanas, adultos mayores, incluso en personas que presentan una alteración neurológica (15,39).

Propiedades biomecánicas

Dentro de estas se encuentran 3 parámetros: tono, rigidez y elasticidad. El tono se refiere a la frecuencia de oscilación (Hz), que presenta un músculo al estar en reposo o sin ninguna activación, es decir la tensión intrínseca que el músculo presenta. Este cuando más alto sea el valor, más tenso se encuentra el músculo (40).

La rigidez es aquella propiedad donde se ejerce una fuerza de oposición del músculo ante una deformación externa, pudiendo ser tanto una palpación, así como la misma contracción muscular. Al igual que el tono, mientras más alto el valor de la rigidez, mayor será está. Y la elasticidad se refiere a la capacidad del músculo de regresar a su forma inicial después de haber sufrido una deformación (14). Este parámetro a su vez indica la energía utilizada durante el ciclo de oscilación, cuanto menor sea el valor o se acerque a 0, menor cantidad de energía utilizada por lo tanto será mayor la elasticidad del tejido (41) (12).

Propiedades viscoelásticas

Dentro de las propiedades viscoelásticas, las cuales se refieren al comportamiento de un músculo en relación al tiempo se encuentra la relajación definido como el tiempo que tarda un músculo en recuperar su forma después de una deformación: mientras que el arrastre es el alargamiento del tejido en el tiempo cuando se encuentra en un estado de tensión y lo mide a través de la relación entre el tiempo de deformación y la relajación (14).

Tratamiento fisioterapéutico en pacientes con EVC

Existe una gran variedad de intervenciones fisioterapéuticas dentro de la rehabilitación neurológica para pacientes que presentan alguna discapacidad a causa de un EVC. A continuación se muestran las más utilizadas:

Terapia Vojta

También conocida como “Terapia de Locomoción Refleja” desarrollada por el neurólogo Václav Vojta, la cual consiste en la activación de puntos específicos provocando un movimiento corporal a través de un estímulo propioceptivo. Su objetivo principal es la regulación postural, por medio de esta corrección se ha observado que disminuye la espasticidad (42, 43).

Bobath

Esta intervención fue creada por el matrimonio conformado por Berta y Karel Bobath, donde su enfoque principal es la ejecución y aprendizaje de tareas específicas en pacientes con alguna lesión en el SNC. El tratamiento se personaliza de acuerdo a las necesidades de cada paciente, considerando sus bases las cuales consisten en la normalización del tono, facilitar el movimiento, utilizar posturas que inhiben los reflejos y que estos se vuelvan automáticos; en pacientes hemipléjicos ha resultado ser la mejor opción de tratamiento debido a la facilidad de movimiento que esta terapia brinda (44) (45).

Existen estudios donde se ha combinado esta terapia junto con punción seca ayudando a disminuir dolor, espasticidad y aumentando rango de movimiento (46) (47) (8).

Facilitación Neuromuscular Propioceptiva

Este método fue creado por Herman Kabat y Margaret Knott en 1947. Dicho método se basa en brindar al paciente una serie de estímulos tanto propioceptivos como exteroceptivos, entre los cuales se encuentran el tacto, la irradiación de energía, el comando verbal, comando visual como apoyo a la retroalimentación, por mencionar algunos. Mediante diferentes técnicas de tratamiento, se busca lograr conseguir los objetivos de esta técnica los cuales se basan en facilitar el movimiento, así como buscar el aprendizaje correcto de los movimientos, que se encuentran alterados (48) (49).

Perfetti

Carlo Perfetti, neurólogo italiano el cual creó dicho método conocido también como “Ejercicio Terapéutico Cognitivo” el cual trabaja a través de la repetición, reorganización y atención de las tareas del paciente que usa en el mundo exterior. Dicho método está enfocado principalmente en la facilitación de los patrones de movimiento combinando tanto el área cognitiva junto con el movimiento. Esta técnica principalmente esta diseñada para pacientes que presenten espasticidad (50).

Terapia de Espejo

Basado en el fundamento de las terapia neuronas espejo de Ramachandran, consiste en trabajo indirecto del miembro afectado por medio de la actividad del miembro sano a través de un espejo, lo cual activa los grupos de neuronas espejo, pudiendo dar una respuesta tanto motora como sensitiva al miembro afectado debido a la actividad de la vía corticoespinal (51). Esta terapia es principalmente usada en pacientes con hemiplejía subsecuente a un EVC siendo fundamental el sistema visual para llevar a cabo la terapia, mostrando una mejoría motora significativa (52).

Aprendizaje y control motor

El fundamento de la rehabilitación neurológica es que debe ser repetitiva, intensiva con el fin de lograr una mejor plasticidad neuronal a través del aprendizaje motor. Este se trabaja con el fin de adquirir nuevas tareas o habilidades motoras, o reaprender aquellas que fueron mermadas por el proceso patológico que presenta el paciente. (53)

Dentro del control motor se basa en todo aquello que se involucra para poder llevar a cabo el movimiento, tomando en cuenta teorías que se basan en reflejos, la naturaleza, funcionalidad, jerarquía del Sistema Nervioso Central (SNC), funcionamiento del mismo, ya que al trabajar con esta globalidad se tendrá una mejor integración a nivel central del movimiento (54).

Punción Seca

La Punción Seca (PS) es una *“Intervención especializada que utiliza una aguja filiforme delgada para penetrar en la piel que estimula los PG miofasciales, la musculatura y el*

tejido conectivo para el tratamiento de los trastornos neuromusculares”, de acuerdo con la Asociación Estadounidense de Terapia Física (55).

Esta técnica consiste en insertar una aguja de pequeño diámetro sobre el nódulo o PGM identificados mediante la palpación, con los criterios de Travell & Simons (Tabla 2) (56) (57), hasta obtener una Respuesta a Espasmo Local (REL) refiriéndose a una contracción de un grupo de fibras; estudios con pacientes neurológicos mencionan encontrar también una respuesta como lo es la Respuesta a Espasmo General (REG), donde se observa una contracción general de un músculo o grupo de músculos, el cual proviene de un reflejo medular polisináptico (37).

Se recibe el nombre de “seca” debido a que no se administra ninguna sustancia para realizar su efecto (58).

Tabla 2

Criterios diagnósticos de un PGM según Travell & Simons (56).

<i>Criterios Diagnósticos para localización manual de PGM</i>
<i>1. Banda Tensa (BT) palpable.</i>
<i>2. Dolor local a la presión de un nódulo en una banda tensa.</i>
<i>3. Reconocimiento del paciente como un dolor habitual.</i>
<i>4. Limitación dolorosa del arco de movimiento.</i>

Tipos de Punción Seca

Punción Seca Profunda

Este tipo de punción también conocida como “entrada y salida”, fue descrita por Chan-Zern Hong. Esta es la más utilizada en la actualidad, debido a que consiste en atravesar tanto piel como tejido subcutáneo, buscando llegar al músculo, específicamente al PGM y una vez dentro, realizar movimientos verticales, hasta obtener el REL, o incluso hasta agotar el mismo, lo que confirma que hemos llegado al punto deseado (37, 59).

Punción Seca Superficial

Esta alternativa fue propuesta por Peter Baladry, donde descubrió que al introducir la aguja de manera superficial, es decir, entre 5 a 15 milímetros, conseguía los mismo efectos que la profunda. Esta opción terapéutica, permanece con la aguja estática durante 30 segundos. Sin embargo, ha demostrado no tener la misma eficacia que la profunda (37).

Mecanismo de acción

La punción seca actúa directamente sobre los PGM, los cuales se producen por una liberación excesiva de acetilcolina (Ach) en la placa motora. Uno de los principales mecanismos de acción de dicha técnica es que una vez insertada la aguja y llegar al PGM es capaz de sacar del fallo a la placa motora que se encuentra en disfunción. Al llegar al punto deseado, se produce una contracción breve y repentina del músculo afectado conocido como “Respuesta Espasmo Local (REL)” o REG , el cual es un reflejo medular involuntario, el cual confirma, a menudo, de manera visible, que la aguja llegó al sitio deseado, el PGM (57, 60).

Sus beneficios son inmediatos debido a que al insertar la aguja ocurren una serie de mecanismos, principalmente una estimulación de las fibras A δ , A β y C ; mientras que al mismo tiempo existe una disminución de la nocicepción periférica reduciendo sustancia P, 5 HT(Receptores de serotonina), interleucina 1- β (IL 1- β), bradiquinina y noradrenalina , causando una disminución de la actividad neuronal del asta dorsal. Una vez que ya se encuentra disminuida sobre la ramas dorsales, se activa la vía inhibitoria del dolor, aumentando β - endorfina y opioides endógenos, para el control del mismo siendo este efecto inmediato. Debido a esta serie de procesos bioquímicos, se restablece

inmediatamente el flujo sanguíneo, debido a que este por la contracción sostenida se encuentra limitado, habiendo producido una hipoxia, a causa del mismo; debido a la serie de sustancias químicas liberadas, se produce un aumento de PH, lo cual conducirá a reducir el exceso de Ach, ya que este se sintetiza cuando el PH se encuentra bajo (61,62).

Planteamiento del Problema

En la actualidad el EVC, se posiciona en los primeros lugares de discapacidad, tanto en México, como en el mundo. Esto implica un gasto económico elevado, así como dependencia de un cuidador en la mayoría de los pacientes sobrevivientes, debido a que para que se adquiriera un nivel de independencia, se requiere de un periodo durante mucho tiempo (31).

Si bien la fisioterapia puede comenzar desde los primeros días, cuando se encuentra dentro de un periodo agudo, en el cual el hemicuerpo afectado, presenta flacidez, siendo así que el paciente presenta falta de movimiento, así como disminución de la sensibilidad. Con el paso del tiempo aproximadamente entre los 6 meses posteriores al EVC esta flacidez torna a un grado de espasticidad, donde el tono y los reflejos aumentan y del trabajo rehabilitador previo, así como la gravedad de la lesión va a depender del grado de afectación que se presente. Una vez instaurado, se debe trabajar para mejorar la calidad de vida y disminuir la espasticidad .

El tratamiento principal para pacientes post EVC debe ser enfocado en la reeducación de patrones de movimiento, mejora de la funcionalidad, aumento de fuerza y aprendizaje y control motor para el reaprendizaje de habilidades que fueron perdidas por la lesión cerebral que provoca el EVC, todo esto con el objetivo de que el paciente pueda tener mayor independencia, para lograr regresar a sus actividades de la vida diaria (63).

La terapia neurológica, por sí sola, presenta algunas desventajas, debido a que para que estos cambios sean reflejados, se requiere de periodos demasiados extensos de intervención, lo que económicamente puede ser poco costeable (64). Para que la intervención sea más eficaz, es indispensable brindar un tratamiento integral, es decir, abordar tanto la disfunción a nivel central, como a nivel biomecánico, para que sea posible la correcta reeducación motora por medio del músculo esquelético. Todo esto se puede lograr con estrategias que aceleren los procesos de recuperación a nivel del sistema nervioso central y a nivel periférico, como lo son los componentes neuromusculares (7).

Justificación

Existen pocos antecedentes en la bibliografía que muestran la aplicación de la punción seca en pacientes post-EVC con el objetivo de disminuir la espasticidad, aunque estos muestran cambios tras una única aplicación de dicha técnica, sin embargo pocos de ellos lo acompañan con ejercicio terapéutico, lo cual lo convierte en una intervención de tipo pasiva.

Debemos de tener en cuenta que el paciente necesita realizar movimientos que promuevan sus actividades de la vida diaria, con el objetivo de recuperar su independencia cuanto sea posible. La falta de este movimiento de calidad se da tanto por alteraciones a nivel central, como a nivel mecánico, específicamente en disfunciones mecánicas crónicas que con el paso del tiempo causan alteraciones a nivel biomecánico y muscular.

La punción seca ha demostrado ser efectiva en la aplicación con pacientes neurológicos, sin embargo, no se ha descrito los cambios en las propiedades musculoesqueléticas que esta técnica brinda, acompañado de plan de ejercicio terapéutico convencional.

Esta técnica se caracteriza por producir cambios de manera interna al músculo cambiando el ciclo vicioso que produce las alteraciones mecánicas, como lo son las grandes cantidades de acetilcolina (ACh), que dan como resultado la formación de bandas tensas. Por otro lado, la aplicación de la técnica muestra ser efectiva en cuestión de costo beneficio para la recuperación de los pacientes post EVC (65, 66).

Es por ello que la punción seca se propone como técnica complementaria al tratamiento neurorehabilitatorio, ya que al mejorar la propiedad físicas del músculo y limitaciones de origen miofascial, se cree que tendrá un efecto facilitatorio en la reeducación de patrones normales del movimiento.

Pregunta de investigación

¿Existen cambios de las propiedades biomecánicas del músculo espástico posterior a la aplicación de terapia neurorehabilitatoria complementada con la técnica de punción seca?

Hipótesis

La aplicación de punción seca junto con el ejercicio terapéutico en un paciente post-EVC mejora las propiedades biomecánicas del músculo espástico y por consiguiente cambios en la funcionalidad de sus actividades.

H₀: La aplicación de punción seca junto con el ejercicio terapéutico en un paciente post-EVC **no** mejora las propiedades biomecánicas del músculo y por consiguiente cambios en la funcionalidad de sus actividades.

Capítulo 7 Objetivos

Objetivo General.

Comparar mediante la miotonometría los cambios biomecánicos de la musculatura sana y espástica previo y posterior a la aplicación del tratamiento fisioterapéutico complementado con la aplicación de la punción seca en un paciente post EVC.

Objetivos Específicos.

- Reportar los cambios en la espasticidad posterior a la aplicación de la punción seca.
- Comparar la medición de las propiedades biomecánicas de la musculatura en el lado sano contra el lado afectado.
- Reportar los cambios funcionales en el paciente en sus actividades de la vida diaria.

Capítulo 8 Metodología

Tipo de estudio

Se realiza un estudio de caso simple experimental longitudinal en un paciente masculino del área de neurología de la Clínica de Fisioterapia de la ENES Unidad León.

Presentación del caso

Paciente masculino de 36 años de edad, en agosto de 2020 presenta Evento Vascular Cerebral de tipo hemorrágico por ruptura de aneurisma en arteria comunicante anterior. Acude a clínica de fisioterapia de Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León UNAM en junio 2021 y presenta hemiparesia espástica del hemicuerpo izquierdo con predominio en miembro inferior que limita de manera independiente sus actividades de la vida diaria. Es dependiente de marcha con bastón y dependiente de cuidadores primarios. Ha recibido tratamiento de tipo farmacológico y fisioterapéutico. Dentro de las secuelas se encuentran principalmente en áreas cognitivas: en atención, juicio y memoria y en áreas motoras, donde se observa patrón flexor de miembro inferior.

El paciente fué informado sobre los objetivos del estudio y se brindó un consentimiento informado al tutor del paciente y al paciente para su autorización para posteriormente iniciar con la aplicación del estudio.

Intervención

Valoración

Se realizó una valoración al inicio y al final del periodo de intervención para observar los cambios de manera objetiva. De manera inicial se realizó la historia clínica propia del paciente por parte del fisioterapeuta encargado de la investigación, posteriormente un examinador ajeno a la investigación, realizó la aplicación de las escalas y medición miotonométrica mencionadas a continuación.

Escalas:

TUGT (Time Up and Go Test) (Anexo 2)

La escala de TUGT consiste en la evaluación para el riesgo de caídas, es principalmente usada con pacientes geriátricos, sin embargo, también es usada en pacientes que presenten alteraciones que afecten la marcha, como lo es el caso de EVC (67). Consiste en una prueba donde el paciente se sienta sobre una silla. La evaluación comienza cuando el paciente se levanta de la silla y camina 3 metros y posteriormente regresa al punto de partida, la silla. Esta escala determina el riesgo de caídas por medio del tiempo (68).

Cuando existe un tiempo total de la prueba es mayor a 13 segundos, se considera “Riesgo elevado de caídas”; un tiempo promedio entre 11 y 13 segundos se clasifica como “Riesgo moderado”; finalmente un “Riesgo leve” es igual o menor a 10 segundos (69).

Tinetti (Equilibrio y Marcha) (Anexo 3)

Esta escala fue creada por 1986 por Mary E. Tinetti y fue principalmente designada para población geriátrica. Su objetivo principal es valorar la movilidad y equilibrio. Se divide en dos apartados: equilibrio y marcha. Para el primer apartado se utiliza una silla, y se le piden ciertos movimientos al paciente, como la bipedestación y sedestación. Consta de 9 puntos donde se otorga un puntaje del 0 al 2 donde 0 es incapacidad de realizar la tarea, 1 es capaz, sin embargo, presenta alguna limitación, y 2 corresponde a la capacidad total de la tarea. Algunos puntos únicamente presentan 0 y 1 para el puntaje. Para el final de este apartado el puntaje máximo son 16 puntos, En el apartado de marcha consiste en el mismo puntaje, en cambio, consiste en 7 tareas, dando un total de 12 puntos como máximo.

La prueba completa reúne ambas puntuaciones siendo estos 28 puntos totales. La evaluación cataloga como normal cuando se obtienen entre 24 y 28 puntos, riesgo de caídas moderado con un puntaje entre 19 y 23 puntos, y finalmente riesgo de caídas elevado, cuando es menor o igual a 18 puntos (70) (71).

Ashworth Modificado (Tono Muscular) (Anexo 4)

Esta escala es considerada “gold standard” para la evaluación de la espasticidad, mediante el movimiento manual del examinador, el cual adquiere una calificación dependiendo del grado de resistencia que la extremidad presenta al movimiento. Fue descrita por primera vez en 1964 por Ashworth, para 1987 esta escala fue modificada por Bahannon, donde se añadió un grado extra “1+”.

La escala modificada de Ashworth ahora consta de 6 grados: comenzando por 0 donde es igual al tono normal; 1 donde se percibe una mínima resistencia o aumento del tono al final del movimiento; 1+ aumento del tono leve al menos a la mitad del rango de movimiento; 2 cuando el aumento de tono es durante la mayor parte del rango de movimiento, pero las estructuras aún son móviles; 3 un aumento considerable del tono y el movimiento pasivo es difícil; 4 cuando la parte afectada se encuentra rígida (72).

Fugl Meyer (Anexo 5)

Esta evaluación comprende la función motora, específicamente en pacientes con Evento Vascular Cerebral, tanto de miembro superior, como de miembro inferior. Consiste en una puntuación de 66 para las extremidades superiores, mientras que 34 para las inferiores. Dentro de los dominios se evalúa el rango de movimiento, sensibilidad, equilibrio, coordinación (73).

Para miembro superior se considera grave cuando la puntuación es menor a 32 puntos, moderada de entre 32 y 43, y leve cuando es mayor de 48 puntos. Para miembro inferior grave cuando es menor de 19 puntos, moderado de entre 20 y 28 y leve cuando es mayor a 29 (74).

Miotonometría:

Se midió con el dispositivo MyotonPro donde se posicionó al paciente de acuerdo al músculo a evaluar. El dispositivo se coloca perpendicular al vientre muscular, y mediante la sonda se realizan 3 tomas de cada vientre muscular. (Anexo 6)

Recto Femoral (RF):

Para localizar el vientre muscular se posicionó al paciente en decúbito supino, se ubicó mediante palpación manual la Espina Ilíaca Antero Superior (EIAS) y borde superior de la rótula. Entre ambas referencias óseas se localiza el punto medio.

Tibial Anterior (TA):

Paciente en decúbito supino con rodilla flexionada, se localizan cabeza del peroné y maléolo medial. Se ubica el vientre muscular, un tercio de la distancia entre estas dos referencias y dos centímetros lateral a borde de la tibia.

Semitendinoso (ST):

En la posición prona se ubica tuberosidad isquiática y cóndilo femoral (medial) y se ubica el punto medio de ambas referencias.

Procedimiento

El periodo de tratamiento consistió en 8 sesiones distribuidas en 2 sesiones por semana, con una duración de 2 horas cada una, dando un total de 4 semanas.

Los criterios de selección de los músculos a tratar consistieron en: 1.- Músculos que fueran superficiales para la aplicación de MyotonPro. 2.- Músculos que estuvieran involucrados en el patrón patológico que presentaba el paciente. 3.- Aquellos músculos que presentarán espasticidad.

Cada sesión previa al tratamiento se inició con la medición de miotonometría (MyotonPro) de los tres músculos a tratar (RF, TA, ST). Una vez realizada la medición, se procedió a realizar la técnica de punción seca.

Punción Seca

Se aplicó la técnica de Punción Seca (PS) sobre el miembro afectado (hemiplejico) dónde para la aplicación se realizó la exploración de Puntos Gatillo Miofasciales (PGM) mediante los criterios diagnósticos manuales de Travell & Simons (Tabla 2). Una vez ubicados los PGMs se procedió a limpiar la zona a tratar con un algodón y solución antiséptica y se posicionó la aguja sobre la zona a tratar con agujas estériles (.30 mm x 40mm, Acubest). En este estudio se realizó basándose en la técnica de entrada y salida.

Una vez introducida la aguja se realizan los movimientos “arriba-abajo” hasta obtener “Respuesta Espasmo Local” (REL).

Terapia Neurorehabilitatoria

Durante los siguientes minutos se realizó tratamiento neurorehabilitatorio, con ejercicios enfocados en descarga de peso sobre el lado afectado para modulación del tono.

Primeramente el paciente se colocó en sedestación y se le pedía llegar hacia la bipedestación, una vez en la posición final se pedía elevación de pelvis contra resistencia, mientras se descargaba el peso hacia el lado contralateral a la elevación. Se le pidió al paciente sobre una pila de foamis o step, apoyado de barras paralelas, descargar el peso de ambos hemicuerpos, simulando subir un escalón y desplazando su cuerpo hacia anterior. El terapeuta auxiliaba rompiendo el patrón patológico de inversión plantar, realizando la reeducación al momento de descargar el peso. En la posición bípeda, se pedía al paciente desplazar su centro de gravedad hacía lateral y era mantenido en el tiempo (20 segundos), de manera bilateral.

Dentro de los ejercicios se enfocó en mejorar la marcha mediante reeducación de la misma, por medio de ejercicios para favorecer la triple flexión. Se colocaron foamis a modo de ajedrez para pedir realizar el periodo de balanceo, hacia cierto color y regresar. Se continuaba con el mismo ejercicio, agregando la complejidad de solo sostener de una mano sobre las barras paralelas.

Se continuó con el entrenamiento del ciclo completo de la marcha, de igual manera sobre las barras paralelas, haciendo énfasis en puntos clave como: choque de talón, principalmente del miembro afectado ya que este se encontraba en plantiflexión, extensión de rodilla, disociación de cinturas.

Al finalizar la terapia se revaloraron las propiedades musculares, para observar los cambios producidos al finalizar la intervención.

Capítulo 9 Resultados

Los datos obtenidos por MyotonPro fueron descargados en una base de datos en Excel, mientras que el análisis estadístico fue obtenido mediante SPSS versión 25 usando la Prueba T de Student para muestras emparejadas.

En un análisis estadístico de las propiedades biomecánicas al inicio del protocolo ambos hemicuerpos mostraron una diferencia los músculos y propiedades evaluadas, habiendo un cambio estadísticamente significativo. Es importante resaltar que el hemicuerpo izquierdo (lado afectado) se encontró un aumento en los parámetros de las propiedades de los músculos evaluados de miembro inferior, confirmando que el lado espástico presenta alteraciones biomecánicas respecto al lado sano. (Tabla 3)

Tabla 3

Comparación inicial de las propiedades biomecánicas entre lado sano (derecho) y afectado (izquierdo).

	Tono			Rigidez			Elasticidad		
	IZQ	DER	valor p	IZQ	DER	valor p	IZQ	DER	valor p
Recto Femoral	14.19	13.43	0.025*	277.28	244.53	0.088	1.44	1.58	0.76
Tibial Anterior	18.55	17.95	0.028*	394.74	381.45	0.048*	1.18	1.40	0.02*
Semitendioso	16.87	14.10	<0.001*	314.07	256.20	<0.001*	1.21	1.48	<0.001*

Nota. (*) Valor p <0.05 mostrando diferencia significativa.

Una vez realizado el procedimiento se registraron los cambios en las propiedades al inicio y final del periodo la intervención (Tabla 4), donde se observó del lado afectado una disminución del tono de RF ($p=0.010$), TA ($p=0.098$) y ST ($p=0.001$). Para la rigidez se mostraron cambios significativos en los tres músculos evaluados RF ($p=0.003$), TA($p=0.033$), ST($p=0.007$). En el caso de la elasticidad no mostró cambios después de 8 sesiones para ninguno de los músculos RF ($p=.732$), TA ($p=0.064$), ST ($p=.742$).

Tabla 4

Comparación inicial y final de las propiedades biomecánicas del lado afectado.

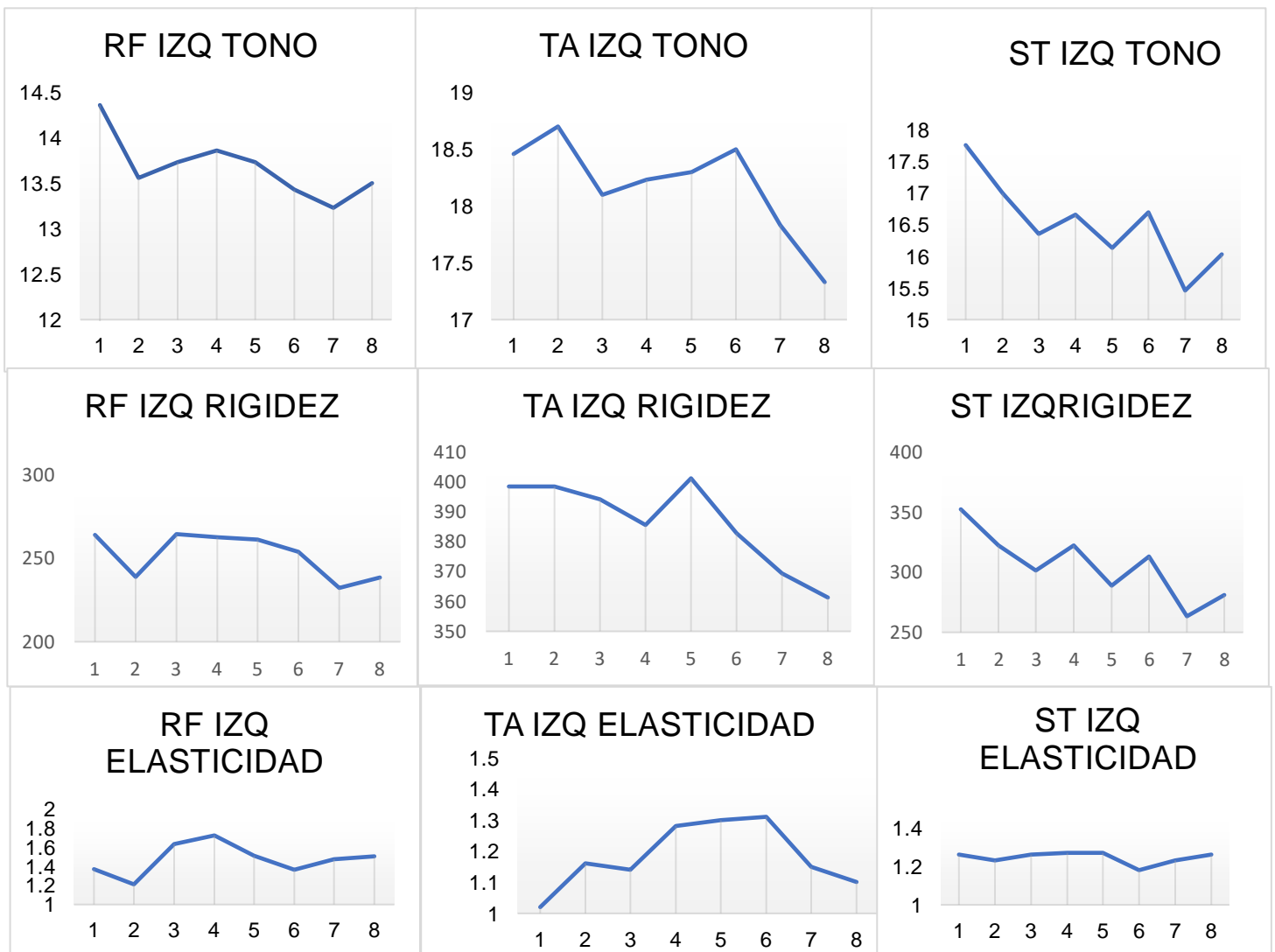
Lado Izquierdo									
Número de sesión	Tono			Rigidez			Elasticidad		
	1	8	valor p	1	8	valor p	1	8	valor p
Recto Femoral	14.36	13.5	0.010*	264.33	238.66	0.003*	1.37	1.5	0.732
Tibial Anterior	18.46	17.33	0.098	398.66	361.33	0.033*	1.02	1.1	0.064
Semitendinoso	17.76	16.03	0.001*	352.66	281.007	0.007*	1.26	1.26	0.742

Nota. (*) Valor $p < 0.05$ mostrando diferencia significativa

Durante el periodo de intervención se observó una disminución del tono y rigidez de los músculos evaluados, (Figura 1) donde se aprecia una tendencia a la mejora progresiva de las variables evaluadas, mostrando picos adaptativos entre las semanas de tratamientos, logrando finalmente disminuir respecto a su valor inicial. En el caso de la elasticidad los valores no presentan cambios significativos.

Figura 1.

Cambios en las propiedades biomecánicas a través de 8 sesiones de tratamiento.



Nota. Abreviaturas (RF) Recto Femoral, (TA) Tibial Anterior, (ST) Semitendinoso, (IZQ) Lado Izquierdo.

Tabla 5.*Cambios en las propiedades biomecánicas de ambos lados al final del protocolo.*

	Final								
	Tono			Rigidez			Elasticidad		
	IZQ	DER	valor p	IZQ	DER	valor p	IZQ	DER	valor p
Recto Femoral	13.5	13.83	0.063	238.66	258	0.122	1.5	1.79	0.109
Tibial Anterior	17.33	17.93	0.102	361.33	381.33	0.321	1.1	1.4	0.06
Semitendinoso	16.03	13.76	<0.001*	281	249.66	0.006*	1.26	1.62	0.005*

Nota. (*) Valor p <0.05 mostrando diferencia significativa

En la comparación final (Tabla 5) de ambos hemicuerpos, se encontró similitud de parámetros entre el lado afectado y el lado sano, como lo es RF y TA en el tono, rigidez y elasticidad. Para los parámetros de ST se encuentran estadísticamente diferentes, observando un aumento en el lado afectado el cual aún no alcanza a regularse respecto al lado contrario, sin embargo, se observa que en comparación al inicio, los valores disminuyeron.

Respecto a la espasticidad, la valoración inicial vs final mostraron cambios clínicos en la espasticidad en los grupos musculares de los flexores, extensores, rotadores internos de cadera, así como en los flexores, extensores de rodilla; para la articulación de tobillo no se encontraron cambios. (Tabla 6)

Tabla 6.

Escala Ashworth Modificada de miembro inferior

Escala Ashworth Modificada			
Flexores Cadera Izquierdos		Extensores Cadera izquierdos	
Inicial	2	Inicial	2
Final	1	Final	1
Aductores		Rotadores Internos	
Inicial	1	Inicial	2
Final	1	Final	1
Flexores de rodilla		Extensores de Rodilla	
Inicial	2	Inicial	2
Final	1+	Final	1
Flexores de Tobillo		Extensores de Tobillo	
Inicial	3	Inicial	3
Final	3	Final	3

Dentro de las valoraciones de la funcionalidad para la prevención de caídas, en la escala de TUGT (Tabla 7) al inicio el promedio fue de 30.17 segundos, interpretándose como un “riesgo elevado de caídas” clasificada de acuerdo a la escala. Para el final del protocolo el promedio fue de 20.22 segundos, permaneciendo en la misma clasificación, sin embargo, la diferencia entre ambas es de destacar ya que se aprecia una disminución 9.95 segundos entre ellas ($p=0.096$) que aún sin presentar relevancia estadística, es de gran importancia funcional y clínica para el paciente.

Tabla 7.

Tiempo promedio en segundos de la aplicación de TUGT al inicio y final.

Time up and Go Test		
	Tiempo (seg)	p
Inicio	30.17	0.096
Final	20.22	
Diferencia	9.95	

En relación al equilibrio y la marcha la escala de Tinetti logró cambiar respecto a la valoración inicial y final, dando como total una diferencia de cinco puntos. Las tareas donde se observó el cambio en el ítem de equilibrio fue: levantarse de la silla, equilibrio al pararse, equilibrio en bipedestación y sentarse la silla; al inicio la puntuación fue de 1 para estas tareas, mientras que al final fue de 2. Para la marcha, la tarea de continuidad de paso, mejoró a ser continua y sin pausas.

Tabla 8.

Escala Tinetti

Tinetti		
	Inicio	Final
Equilibrio	11	15
Marcha	7	8
Total	18	23

Para la escala Fugl Meyer en miembro inferior para la función motora mejoró para el final de la intervención, donde se observaron los cambios en los movimientos principalmente de cadera y rodilla. Para la sensación al final presentaba una hipoestesia, mientras que al final mostró una normalidad al tacto. Los movimientos pasivos también mostraron mejoría completando los arcos de movimiento de flexión de cadera y rodilla. En el caso de dolor para el inicio se mostraba algún dolor sobre la rotación interna y externa de cadera, y en los movimientos de tobillo. Al final la mayoría de los movimientos de miembro inferior no presentaban dolor, a excepción de la rotación interna de cadera del lado afectado.

Tabla 9.

Comparación inicial y final Fugl Meyer de Extremidad Inferior.

Fugl Meyer Extremidad Inferior		
	Inicio	Final
Función Motora	9	16
Coordinación-velocidad	2	2
TOTAL FUNCIÓN MOTORA	11	18
Sensación	7	9
Movimiento Articular Pasivo	4	8
Dolor	16	19
TOTAL	38	52

Capítulo 10 Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos en el periodo de intervención se pudieron observar que la terapia neurorehabilitatoria complementada con punción seca disminuye los valores de las propiedades biomecánicas del músculo, lo que se interpreta clínicamente como mejora en la funcionalidad del paciente, principalmente en equilibrio, marcha.

Sánchez-Mila (8) en un estudio comparativo de la Terapia Bobath y Terapia Bobath más punción seca, donde el objetivo principal era demostrar cambios en una sesión de la combinación de estas dos técnicas, mostró resultados disminuyendo la espasticidad, el dolor y un aumento el Rango de Movimiento (ROM), así como el equilibrio, deduciendo que las terapias combinadas funcionan de mejor manera. Nuestros resultados son similares en los efectos obtenidos de las mejoras clínicas, teniendo como diferencia en su estudio una intervención única versus las 8 sesiones, resaltando que puede inferirse que existen resultados benéficos desde la primera sesión.

Un estudio similar como el de Li Tang (23) mostró que a través de 9 sesiones consecutivas de punción seca en un paciente con 12 años de evolución post EVC, pudo apreciarse un aumento de la amplitud del movimiento de hombro como flexión, extensión, aducción y abducción; y reducción de la espasticidad del hemicuerpo afectado. Coincidiendo con el presente trabajo que mediante los datos obtenidos con las escalas de Fugl Meyer y Ashworth Modificado, se aprecian un aumento de movimiento y disminución de la espasticidad, a pesar de que nuestro estudio se realiza en miembro inferior.

Por otro lado Mohammadpour (24) realizó un estudio de caso el cual consiste en la aplicación de punción seca en un paciente que sufrió un EVC, y mediante el uso de Resonancia Magnética Nuclear, encontrando que mejora la actividad cerebral en el área motora primaria y sensorial tanto del hemisferio afectado, como del no afectado, lo cual respalda los efectos beneficiosos para la aplicación de la punción seca en pacientes con alteraciones neurológicas.

La punción seca en los PGM ha resultado ser de los principales tratamientos para resolver dicha disfunción fisiológica local. Un estudio en pacientes asintomáticos de Jiménez-Sánchez (10) demostró que la PS disminuye los valores de las propiedades

biomecánicas, cuando se inserta directamente sobre el PGM y no sobre la Banda Tensa (BT) evaluadas por medio de MyotonPro, sugiriendo que si es posible lograr el mismo efecto en pacientes que presenten condiciones neurológicas, tal como lo es el objetivo principal del presente estudio, donde se pudo confirmar que suceden los mismos cambios biomecánicos gracias a la punción seca con paciente que presenten una alteración en nivel central.

La miotonometría ha resultado ser un dispositivo preciso y objetivo para la medición de las propiedades tanto biomecánicas como viscoelásticas del músculo, incluso en pacientes neurológicos (75) (76). Las propiedades biomecánicas evaluadas con este, en miembro inferior de pacientes sanos suelen ser simétricas, sin embargo, Aird (77) mencionan la importancia de que suceda lo mismo con los pacientes con problemas neurológicos, tomando el lado sano, como el control. En nuestros resultados en la comparativa final de ambas extremidades, los valores logran equilibrarse posterior a la aplicación del tratamiento complementario de acuerdo al lado sano.

Capítulo 11 Conclusión

La terapia neurorehabilitatoria complementada con la punción seca, puede ayudar a regular las propiedades biomecánicas en la musculatura espástica en músculos de miembro inferior.

La PS favorece la similitud en las propiedades biomecánicas entre el lado espástico respecto al lado sano en un paciente post EVC, ayudando a la regulación del tono patológico y por lo tanto favorecer a la funcionalidad del paciente en la marcha, equilibrio, aumento de ROM, y disminución del dolor.

Limitaciones

Debido a que esta investigación fue un estudio de caso, se sugiere ampliar el número de muestra para conocer los cambios en las propiedades biomecánicas en una población mayor, para obtener resultados más fiables y precisos. Así mismo se propone realizar un seguimiento prolongado para observar la duración de los efectos a mediano y largo plazo de dicha intervención.

Trabajo a futuro

Es necesario realizar estudios similares que complementen la terapia neurorehabilitatoria con punción seca para otras alteraciones del Sistema Nervioso Central que alteren las propiedades biomecánicas del músculo, como lo son Traumatismo Craneoencefálico, Parálisis Cerebral, Esclerosis Múltiple, entre otras. Se recomienda complementar con técnicas como elastografía, electromiografía para aumentar la eficacia del tratamiento a nivel musculoesquelético.

Capítulo 12 Bibliografía

1. Aparicio HJ, Benjamin EJ, Callaway CW, Carson AP, Cheng S, Elkind MS v, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2021 Update A Report from the American Heart Association. *Circulation*. 2021. 254–743 p.
2. Wissel J, Verrier M, Simpson DM, Charles D, Guinto P, Papapetropoulos S, et al. Post-stroke spasticity: Predictors of early development and considerations for therapeutic intervention. *PM and R*. 2015;7(1):60–7.
3. Sepúlveda P, Bacco JL, Cubillos A, Doussoulin A. Espasticidad como signo positivo de daño de motoneurona superior y su importancia en rehabilitación. *Ces Medicina*. 2018;32(3):259–69.
4. Gracies JM. Pathophysiology of spastic paresis. I: Paresis and soft tissue changes. *Muscle Nerve*. 2005;31(5):535–51.
5. Abolhasani H, Ansari NN, Naghdi S, Mansouri K, Ghotbi N, Hasson S. Comparing the validity of the Modified Modified Ashworth Scale (MMAS) and the Modified Tardieu Scale (MTS) in the assessment of wrist flexor spasticity in patients with stroke : protocol for a neurophysiological study. *bjm open*. 2012;
6. Billinger SA, Arena R, Bernhardt J, Eng JJ, Franklin BA, Johnson CM, et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2014;45(8):2532–53.
7. Díez EG. Fisioterapia de la espasticidad : técnicas y metodos. *Fisioterapia*. 2004;26(1):25–35.
8. Sánchez-Mila Z, Salom-Moreno J, Fernández-De-las-peñas C. Effects of dry needling on poststroke spasticity, motor function and stability limits: A randomised clinical trial. *Acupuncture in Medicine*. 2018;36(6):358–66.
9. Ghannadi S, Shariat A, Ansari NN, Tavakol Z, Honarpishe R, Dommerholt J, et al. The Effect of Dry Needling on Lower Limb Dysfunction in Poststroke Survivors. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2020;29(6):104814.
10. Jiménez-Sánchez C, Gómez-Soriano J, Bravo-Esteban E, Mayoral-del Moral O, Herrero-Gállego P, Serrano-Muñoz D, et al. Effects of Dry Needling on Biomechanical Properties of the Myofascial Trigger Points Measured by Myotonometry: A Randomized Controlled Trial. *J Manipulative Physiol Ther*. 2021;11–4.
11. Salom-Moreno J, Sánchez-Mila Z, Ortega-Santiago R, Palacios-Ceña M, Truyol-Domínguez S, Fernández-De-Las-Peñas C. Changes in spasticity, widespread pressure pain sensitivity, and

- baropodometry after the application of dry needling in patients who have had a stroke: A randomized controlled trial. *J Manipulative Physiol Ther.* 2014;37(8):569–79.
12. Schneider S, Peipsi A, Stokes M, Knicker A, Abeln V. Feasibility of monitoring muscle health in microgravity environments using Myoton technology. *Med Biol Eng Comput.* 2015;53(1):57–66.
 13. Guede D, Jr C. *Biomecánica y hueso (I): Conceptos básicos y ensayos mecánicos clásicos.* Vol. 1, REVISIONES / *Rev Osteoporos Metab Miner.* 2013.
 14. Desktop M. *MyotonPRO Digital Palpation Device USER MANUAL [Internet].* 2021. Disponible en: www.myoton.com;
 15. Taş S, Aktaş A, Taha Tüfek M, Dağ F. MyotonPRO is a reliable and repeatable tool for measuring mechanical properties of the upper limb muscles in patients with chronic stroke. 2021;1–14. Disponible en: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-287088/v1>
 16. Purroy F, Montalà N. Epidemiology of stroke in the last decade: a systematic review. Vol. 73, *Revista de Neurologia.* *Revista de Neurologia;* 2021. p. 321–36.
 17. Muratova T, Khrantsov D, Stoyanov A, Vorokhta Y. *CLINICAL EPIDEMIOLOGY OF ISCHEMIC STROKE: GLOBAL TRENDS AND REGIONAL DIFFERENCES Endotoxycosis and its correction* View project [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/340436409>
 18. Feske SK. Ischemic Stroke. Vol. 134, *American Journal of Medicine.* Elsevier Inc.; 2021. p. 1457–64.
 19. Hufschmidt A, Mauritz KH. Chronic transformation of muscle in spasticity: A peripheral contribution to increased tone. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1985;48(7):676–85.
 20. Mirbagheri MM, Tsao CC, Rymer WZ. Changes of elbow kinematics and kinetics during 1 year after stroke. *Muscle Nerve.* 2008;37(3):387–95.
 21. Gracies JM. Pathophysiology of spastic paresis. I: Paresis and soft tissue changes. Vol. 31, *Muscle and Nerve.* 2005. p. 535–51.
 22. Mendigutia-Gómez A, Martín-Hernández C, Salom-Moreno J, Fernández-de-las-Peñas C. Effect of Dry Needling on Spasticity, Shoulder Range of Motion, and Pressure Pain Sensitivity in Patients With Stroke: A Crossover Study. *J Manipulative Physiol Ther* [Internet]. 2016;39(5):348–58. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmpt.2016.04.006>
 23. Tang L, Li Y, Huang QM, Yang Y. Dry needling at myofascial trigger points mitigates chronic post-stroke shoulder spasticity. *Neural Regen Res.* 2018;13(4):673–6.

24. Fatemeh Mohammadpour, Mohammad Ali Oghabian NNA, Soofia Naghdi and Jan Dommerholt6. Effects of dry needling on post-stroke brain activity and muscle spasticity of the upper limb : a case report. *Acupuncture in Medicine*. 2020;0(0):1–3.
25. Calvo S, Quintero I, Herrero P. Effects of dry needling (DNHS technique) on the contractile properties of spastic muscles in a patient with stroke : a case report. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2016;372–6.
26. Rigoberto G, Landínez D. Epidemiología, etiología y clasificación de la Enfermedad Vascul ar Cerebral. *Archivos de Medicina Universidad de Manizalez Colombia*. 2016;16(2):495–507.
27. Arauz A. Antonio Arauz, Angélica Ruíz-Franco. Enfermedad vascular cerebral. *Rev. Fac. Med. (Méx. en línea)*. 2012; 55:11-21. 2012;55:11–21.
28. Feske SK. Ischemic Stroke. *American Journal of Medicine*. 2021;134(12):1457–64.
29. Alonso de Leciñana M. Fisiopatología Del Ictus Isquemico. *Guia Neurologica 8 Enfermedad Cerebrovascular*. 1:17.
30. Editorial C. Evento cerebro vascular isquémico agudo Acute ischemic stroke. *Revista Medica Sinergia*. 2020;5(5).
31. Smajlović D. Strokes in young adults: Epidemiology and prevention. *Vasc Health Risk Manag*. 2015;11:157–64.
32. Dressler D, Bhidayasiri R, Bohlega S, Chana P, Chien HF, Chung TM, et al. Defining spasticity: a new approach considering current movement disorders terminology and botulinum toxin therapy. *J Neurol*. 2018;265(4):856–62.
33. Pandyan AD, Gregoric M, Barnes MP, Wood D, Van Wijck F, Burridge J, et al. Spasticity: Clinical perceptions, neurological realities and meaningful measurement. *Disabil Rehabil*. 2005;27(1–2):2–6.
34. Barnes MP. An overview of the clinical management of spasticity. *Upper Motor Neurone Syndrome and Spasticity*. 2008;1–8.
35. Ocampo-navia MI. Espasticidad. 2021;(1).
36. Ibuki A, Bernhardt J. What is spasticity? The discussion continues. *Int J Ther Rehabil*. 2007;14(9):391–4.
37. Prado Kancha LS. Fisioterapia invasiva. universidad Inca Garcilaso De La Vega. Facultad de Tecnología Médica. 2017.
38. Rasool G, Wang AB, Rymer WZ, Lee SSM. Altered viscoelastic properties of stroke-affected muscles estimated using ultrasound shear waves - Preliminary data. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*. 2016;2016-Octob:2869–72.

39. Isabel M, Bernal G, Marcos A, Rizo H, Garcia PG, Dolores M, et al. Validity and reliability of myotonometry for assessing muscle viscoelastic properties in patients with stroke : a systematic review and meta - analysis. *Sci Rep [Internet]*. 2021;1–12. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84656-1>
40. Mooney K, Warner M, Stokes M. Symmetry and within-session reliability of mechanical properties of biceps brachii muscles in healthy young adult males using the MyotonPRO device. *Working Papers in the Health Sciences*. 2013;1(3):1–11.
41. Gavronski G, Verakšič A, Vasar E, Maarooš J. Evaluation of viscoelastic parameters of the skeletal muscles in junior triathletes. *Physiol Meas*. 2007;28(6):625–37.
42. Epple C, Maurer-Burkhard B, Lichti MC, Steiner T. Vojta therapy improves postural control in very early stroke rehabilitation: a randomised controlled pilot trial. *Neurol Res Pract*. 2020;2(1).
43. Ha SY, Sung YH. Effects of Vojta method on trunk stability in healthy individuals. *J Exerc Rehabil*. 2016;12(6):542–7.
44. Bobath T, Pacientes EN, Han QUE, Un S, Cerebrovascular A, Of A, et al. APPLICATION OF CONCEPT IN PATIENTS WHO I ntroducción ocupacional se abarcan dos tipos de cerebro basado de personas que han sufrido un accidente vascular en la las uno recuperación capacidades físicas , cognitivas y perceptivas y el otro en la adaptación . 2015;12:1–18.
45. Graham JV, Eustace C, Brock K, Swain E, Irwin-Carruihers S. The bobath concept in contemporary clinical practice. *Top Stroke Rehabil*. 2009;16(1):57–68.
46. Núñez-Cortés R, Cruz-Montecinos C, Latorre-García R, Pérez-Alenda S, Torres-Castro R. Effectiveness of Dry Needling in the Management of Spasticity in Patients Post Stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2020;29(11).
47. Tudy CRS. E FFECT OF D RY N EEDLING ON S PASTICITY , S HOULDER R ANGE OF M OTION , AND P RESSURE P AIN S ENSITIVITY IN P ATIENTS W ITH S TROKE : A. *J Manipulative Physiol Ther*. :1–11.
48. Bertinchamp U. Concepto FNP: facilitación neuromuscular propioceptiva (método Kabat-Knott-Voss). *EMC - Kinesiterapia - Medicina Física*. 2017;38(4):1–13.
49. Guiu-Tula FX, Cabanas-Valdés R, Sitjà-Rabert M, Urrútia G, Gómara-Toldrà N. The Efficacy of the proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) approach in stroke rehabilitation to improve basic activities of daily living and quality of life: A systematic review and meta-analysis protocol. *BMJ Open*. 2017;7(12):1–5.
50. Wendy Marcela Díaz Castro Yuly Carolina Rodríguez López. Metodo Perfetti Como Estrategia Terapeutica En La Rehabilitación. *Movimiento científico* . 2019;13:66–70.

51. Gandhi DBC, Sterba A, Khatter H, Pandian JD. Mirror therapy in stroke rehabilitation: Current perspectives. Vol. 16, Therapeutics and Clinical Risk Management. Dove Medical Press Ltd.; 2020. p. 75–85.
52. Blanco-Alonso Miguel, da Cuña-Carrera Iria, González-González Yoana. Efectividad de la Terapia en espejo en la rehabilitación del ictus. Archivos de Neurociencias (Mex). el 22 de enero de 2020;24:48–58.
53. Muratori LM, Lamberg EM, Quinn L, Duff S v. Applying principles of motor learning and control to upper extremity rehabilitation. Journal of Hand Therapy. abril de 2013;26(2):94–103.
54. Cano-de-la-Cuerda R, Molero-Sánchez A, Carratalá-Tejada M, Alguacil-Diego IM, Molina-Rueda F, Miangolarra-Page JC, et al. Teorías y modelos de control y aprendizaje motor. Aplicaciones clínicas en neurorrehabilitación. Vol. 30, Neurología. Spanish Society of Neurology; 2015. p. 32–41.
55. Educational A, Paper R. Description of Dry Needling In Clinical Practice: An Educational Resource Paper PRoDuCED by thE APtA PUBLIC POLlICy, PRACtICE, AND PRofEssIoNAL AFFAIRS uNIt DEsCRIPtIoN of DRY NEEDlING IN ClINICAL PRACtICE foRwARD DEsCRIPtIoN of DRY NEEDlING. Apta. 2013;(February).
56. Martínez Cuenca JM, Pecos Martín D. Criterios diagnósticos y características clínicas de los puntos gatillo miofasciales. Fisioterapia [Internet]. 2005;27(2):65–8. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0211-5638\(05\)73418-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0211-5638(05)73418-0)
57. Francisco Hernández FM. Síndromes miofasciales. Reumatol Clin. 2009;5(SUPPL. 2):36–9.
58. Dunning J, Butts R, Mourad F, Young I, Flannagan S, Perreault T. Dry needling: a literature review with implications for clinical practice guidelines. Physical Therapy Reviews. 2014;19(4):252–65.
59. Hong CZ. Lidocaine injection versus dry needling to myofascial trigger point: The importance of the local twitch response. Vol. 73, American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation. 1994. p. 256–63.
60. Fernández-De-Las-Peñas C, Nijs J. Trigger point dry needling for the treatment of myofascial pain syndrome: Current perspectives within a pain neuroscience paradigm. J Pain Res. 2019;12:1899–911.
61. Cagnie B, Dewitte V, Barbe T, Timmermans F, Delrue N, Meeus M. Physiologic effects of dry needling topical collection on myofascial pain. Curr Pain Headache Rep. 2013;17(8).
62. Shah JP, Gilliams EA. Uncovering the biochemical milieu of myofascial trigger points using in vivo microdialysis: An application of muscle pain concepts to myofascial pain syndrome. J Bodyw Mov Ther. 2008;12(4):371–84.

63. PARRY HF, RICHARDSON FM. Stroke Rehabilitation. *Med Sci.* 2017;15(February):238–53.
64. González M. Intervención Fisioterápica en pacientes neurológicos crónicos afectados por ACV, a proposito de un caso. Universidad de Salamanca; 2017.
65. Fernández-Sanchis D, Brandín-De la Cruz N, Jiménez-Sánchez C, Gil-Calvo M, Herrero P, Calvo S. Cost-Effectiveness of Upper Extremity Dry Needling in Chronic Stroke. *Healthcare (Switzerland)*. 2022;10(1):1–11.
66. Fernández Sanchis D, Cuenca Zaldivar JN, Calvo S, Herrero P, Gómez Barrera M. Cost-effectiveness of upper extremity dry needling in the rehabilitation of patients with stroke. *Acupuncture in Medicine*. 2022;40(2):160–8.
67. Hadi S, Khadijeh O, Hadian M, Niloofar AY, Olyaei G, Hossein B, et al. The effect of dry needling on spasticity, gait and muscle architecture in patients with chronic stroke: A case series study. *Top Stroke Rehabil*. 2018;25(5):326–32.
68. Browne W, Nair BKR. The timed up and go test. *Medical Journal of Australia*. 2019;210(1):13–5.
69. Instituto Nacional de Geriatria. Prueba cronometrada de levántate y anda (Get up and go). Instituto Nacional de Geriatria. 2016;39.
70. Instituto Nacional de Geriatria. Evaluación de la Movilidad Orientada por el Desempeño. Instituto Nacional de Geriatria. 2016;
71. Guevara CR, Lugo LH. Validez y confiabilidad de la Escala de Tinetti para población colombiana. *Revista Colombiana de Reumatología*. 2012;19(4):218–33.
72. Charalambous CP. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Classic Papers in Orthopaedics*. 2014;415–7.
73. Arias DDC, Fresnedo JQ, Campo SM Del. Apego a criterios de la escala Fugl-Meyer para la evaluación neurológica en pacientes con enfermedad vascular cerebral. 2017;10(87):87–94.
74. Rech KD, Salazar AP, Marchese RR, Schifino G, Cimolin V, Pagnussat AS. Fugl-Meyer Assessment Scores Are Related With Kinematic Measures in People with Chronic Hemiparesis after Stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2020;29(1):1–8.
75. Li X, Shin H, Zong Y, Li S, Zhou P. Assessing muscle compliance in stroke with the Myotonometer. *Clinical Biomechanics*. 2017;50(October):110–3.
76. Lo WLA, Zhao JL, Li L, Mao YR, Huang DF. Relative and Absolute Interrater Reliabilities of a Hand-Held Myotonometer to Quantify Mechanical Muscle Properties in Patients with Acute Stroke in an Inpatient Ward. *Biomed Res Int*. 2017;2017.

77. Aird L, Samuel D, Stokes M. Quadriceps muscle tone, elasticity and stiffness in older males: Reliability and symmetry using the MyotonPRO. Arch Gerontol Geriatr. 2012;55(2):e31–9.

Capítulo 13 Anexos

Anexo 1. Consentimiento Informado



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD
 LEÓN



CONSENTIMIENTO INFORMADO Y AUTORIZACIÓN DE
 INGRESO AL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN **“Comparación de
 las propiedades biomecánicas del músculo sano y espástico
 medidos por miotonometría: Estudio de caso”**

León Guanajuato a, _____ de _____ del 20_____

Yo _____ de _____ años de
 edad ha sido seleccionado para ingresar al estudio de caso **“Comparación de las
 propiedades biomecánicas del músculo sano y espástico medidos por
 miotonometría: Estudio de caso”** que se realizará en la Clínica de Fisioterapia de la
 Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León.

Me comprometo a acudir a las respectivas citas para intervenciones y/o valoraciones que
 el protocolo me ofrece. Hago constar que he sido informado acerca de la intervención que
 se llevará a cabo, la cual se realizará con fines científicos dentro del protocolo de
 investigación. De igual manera se me ha hecho saber que será realizado por estudiantes
 de la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León, bajo la supervisión y
 autorización de profesionales capacitados en el área.

Los procedimientos fisioterapéuticos pueden generar tanto beneficios como riesgos.
 Dentro de los beneficios se esperan cambios en la espasticidad, aumentos en el arco de
 movimiento de la extremidad explorada, así como cambios en la funcionalidad de las
 actividades de la vida diaria. Por otro lado, los riesgos que se pueden presentar son dolor
 posterior a la terapia y presencia de hematoma. Siendo así he sido informado y estoy
 consciente de los beneficios que esta terapia puede traer para mi desempeño y de la
 misma manera se me ha hecho saber que soy libre de solicitar información actualizada por
 parte del equipo de investigación.

El protocolo de investigación tiene una duración de 4 semanas, siendo 2 sesiones por
 semana, siendo cada una de ellas de 1 hora. Estoy de acuerdo en que cada sesión de
 terapia será en su costo normal y que no tendré ninguna remuneración económica por
 participar en el mismo.

Mediante este documento hago constar que estoy participando de manera voluntaria y que
 tengo la libertad de retirarme del estudio si lo deseo, haciéndoselo saber con anticipación a
 los responsables.

Estoy de acuerdo en que los datos obtenidos mediante esta investigación son confidenciales y
 pueden ser usados o difundidos con fines científicos.

Yo, _____ declaro haber
 leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas.

 Firma del paciente o tutor

 Nombre y firma de Testigo

Anexo 2. Time Up and Go Test



Prueba cronometrada de levántate y anda (Get up and go)

Objetivo:

Evaluar la movilidad básica en personas mayores y sus probables trastornos de la marcha y balance.

Descripción:

La "prueba cronometrada de levántate y anda" es una prueba auxiliar en el diagnóstico de trastornos de la marcha y el balance y su asociación con un riesgo de caídas determinado. Sus ventajas son la rapidez y facilidad para realizarla así como el poco requerimiento de material y espacio físico, en ella la persona puede usar su calzado habitual y cualquier dispositivo de ayuda que normalmente use.

Requerimientos:

- Silla sin descansabrazos.
- Flexómetro.
- 1 Cono slalom.
- Formato impreso.
- Bolígrafo.
- Espacio privado, ventilado, iluminado, libre de distracciones.
- Marcas visibles de las líneas de inicio (silla) y de fin de un trayecto de 3 metros, con cono como indicador.

Tiempo de aplicación: 10 minutos.

Instrucciones:

1. Indicarle a la persona mayor, sentarse en la silla con la espalda apoyada en el respaldo.
2. Pídale a la persona que se levante de la silla, camine a paso normal una distancia de 3 metros, haga que la persona de la vuelta, camine nuevamente hacia la silla y se vuelva a sentar.
3. Mida el tiempo en que la persona mayor realiza la prueba. El cronometraje comienza cuando la persona comienza a levantarse de la silla y termina cuando regresa a la silla y se sienta.
4. Dar un intento de prueba.

Calificación:

- Anote el tiempo medido expresado en segundos.

Sugerencias o pautas de Interpretación:

De acuerdo a los resultados se considera las siguientes categorías:

- **Normal:** <10 segundos.
- **Discapacidad leve de la movilidad:** 11-13 segundos.
- **Riesgo elevado de caídas:** >13 segundos.

Referencias:

- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142-148.



Este material está registrado bajo licencia Creative Commons Internacional, con permiso para reproducirlo, publicarlo, descargarlo y/o distribuirlo en su totalidad únicamente con fines educativos y/o asistenciales sin ánimo de lucro, siempre que se cite como fuente al Instituto Nacional de Geriátria.



Prueba cronometrada de levántate y anda (Get up and go)



Interpretación

- Normal: <10 segundos.
- Discapacidad leve de la movilidad: 11-13 segundos.
- Riesgo elevado de caídas: >13 segundos.

• Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142–148.



Este material está registrado bajo licencia Creative Commons International, con permiso para reproducirlo, publicarlo, descargarlo y/o distribuirlo en su totalidad únicamente con fines educativos y/o asistenciales sin ánimo de lucro, siempre que se cite como fuente al Instituto Nacional de Geriátría.



Anexo 3. Tinetti (Equilibrio y Marcha)



Evaluación de la Movilidad Orientada por el Desempeño

Objetivo:

Determinar el riesgo de caídas de una persona y al mismo tiempo permite identificar las tareas o actividades en las que existe mayor dificultad, con la oportunidad de establecer medidas o intervenciones que disminuyan o compensen estas alteraciones.

Descripción:

La **Evaluación de la Movilidad Orientada por el Desempeño** conocida por sus siglas en inglés **POMA** (Performance-Oriented Mobility Assessment) fue desarrollada en 1986 por Mary E. Tinetti para el estudio de la marcha y el equilibrio en adultos mayores. A diferencia de las evaluaciones realizadas en laboratorios especializados que hacen énfasis en cómo se observa un movimiento o determinada marcha, el POMA se concentra en lo que el individuo puede o no realizar a pesar de tener alteraciones en algún componente de movilidad, dándole la propiedad de ser un instrumento orientado por el desempeño como su nombre lo indica.

La versión original fue desarrollada en idioma inglés y aplicada en personas mayores, tanto en comunidad como institucionalizados, hasta el momento se ha validado en varios idiomas incluyendo el español y se ha utilizado en estudios en población mexicana sin tener un estudio de validación como tal en México.

La prueba consta de dos partes:

- la primera evalúa la marcha y
- la segunda el equilibrio a partir de tareas específicas que el sujeto debe de realizar.

Requerimientos:

- Hoja de papel y bolígrafo
- Cronómetro o reloj con segundero
- Silla rígida sin descansabrazos
- Cinta adhesiva para colocar marcas en el suelo
- Cinta métrica

Tiempo de aplicación: 10-15 minutos.

Instrucciones:

1. Evaluación del equilibrio: se solicita a la persona que realice estos movimientos, empieza sentado en una silla rígida sin descansabrazos, se levanta de ella, permanece en bipedestación y termina sentándose de nuevo.

Tarea	Descripción del equilibrio	Puntaje	Calificación
1. Equilibrio sentado en una silla	Se desliza o inclina	0	
	Sentado firme y seguro	1	
2. Levantarse de la silla	Incapaz de realizarlo solo	0	
	Utiliza los brazos	1	
3. Intentos para levantarse de la silla	No necesita utilizar los brazos	2	
	Incapaz de realizarlo	0	
	Necesita más de un intento	1	
4. Equilibrio después de levantarse (en los primeros 5 segundos)	Lo realiza al primer intento	2	
	Inestable (tambalea, mueve los pies)	0	
	Estable usando auxiliar de marcha	1	
	Estable sin ayuda	2	



Este material está registrado bajo licencia Creative Commons Internacional, con permiso para reproducirlo, publicarlo, descargarlo y/o distribuirlo en su totalidad únicamente con fines educativos y/o asistenciales sin ánimo de lucro, siempre que se cite como fuente al Instituto Nacional de Geriátría.



Evaluación de la Movilidad Orientada por el Desempeño

5. Equilibrio en bipedestación	Inestable	0	
	Estable usando auxiliar de marcha o con pies separados	1	
	Bipedestación normal pies juntos	2	
6. Presión en esternón*	Comienza a caer	0	
	Tambalea, se sujeta	1	
	Estable	2	
7. Ojos cerrados en bipedestación	Inestable	0	
	Estable	1	
8. Vuelta de 360 grados	Pasos discontinuos	0	
	Pasos continuos	1	
	Inestable	0	
	Estable	1	
9. Sentarse en la silla	No seguro (no mide la distancia, se deja caer)	0	
	Utiliza los brazos, inestable	1	
	Estable, movimiento lento	2	
Puntaje total en Equilibrio			

* El examinador empuja ligeramente a la persona en bipedestación con la palma de la mano sobre el esternón en tres ocasiones, observando en cada una de ellas el comportamiento para guardar el equilibrio.

2. Evaluación de la marcha: la persona camina junto con el examinador varias veces en un pasillo o en el consultorio, si habitualmente utiliza un auxiliar de la marcha lo debe usar durante la evaluación, primero se solicita que camine a su paso "normal" y después acelerando el paso.

Tarea	Descripción de la marcha	Puntaje	Calificación
1. Inicio de la marcha	Duda o no puede iniciar la marcha	0	
	Inicio normal sin dudar	1	
2. Inicio normal sin dudar	El pie derecho no rebasa la distancia del pie izquierdo al dar el paso	0	
	El pie derecho rebasa la distancia del pie izquierdo al dar el paso	1	
	El pie derecho no se despeg completamente del suelo al dar el paso	0	
	El pie derecho se despeg completamente del suelo al dar el paso	1	
	El pie izquierdo no rebasa la distancia del pie derecho al dar el paso	0	
	El pie izquierdo rebasa la distancia del pie derecho al dar el paso	1	
	El pie izquierdo no se despeg completamente del suelo al dar el paso	0	
	El pie izquierdo se despeg completamente del suelo al dar el paso	1	



Este material está registrado bajo licencia *Creative Commons Internacional*, con permiso para reproducirlo, publicarlo, descargarlo y/o distribuirlo en su totalidad únicamente con fines educativos y/o asistenciales sin ánimo de lucro, siempre que se cite como fuente al Instituto Nacional de Geriatria.



Evaluación de la Movilidad Orientada por el Desempeño

3. Simetría del paso	La distancia de los pasos no son iguales	0	
	La distancia de los pasos parecen iguales	1	
4. Continuidad del paso	Marcha discontinua, con pausas	0	
	Marcha continua sin pausas	1	
5. Camino*	Desviación marcada	0	
	Desviación leve / moderada o utiliza auxiliar de la marcha	1	
	Sin desviación	2	
6. Torso	Tambaleo evidente/usa auxiliar de marcha	0	
	No tambalea pero flexiona el tronco y las rodillas y braceo amplio	1	
	No tambalea, no se flexiona, braceo normal, no usa auxiliar de marcha	2	
7. Base de sustentación	Talones muy separados	0	
	Talones casi se tocan	1	
Puntaje total en Marcha			

* Marcando dos líneas en el suelo con 30 cm. de separación a lo largo de tres metros, el sujeto camina a lo largo de este camino, el examinador evalúa la marcha (pueden ser los límites del dibujo del suelo o mosaico donde se realice la prueba)

Calificación:

Se otorga una calificación numérica ordinal de 0 a 2 para cada elemento evaluado, correspondiendo mayor calificación con mejor desempeño. El rubro de marcha recibe una puntuación máxima de 12 y el de equilibrio 16, sumando en total un máximo de 28 en la escala completa, reportando los puntajes parciales y el total.

Sugerencias o pautas de Interpretación:

Calificación cuantitativa: el mayor puntaje total posible es 28, se categoriza el riesgo de caídas como sigue:

Normal	24 a 28 puntos
Riesgo de caídas moderado	19 a 23 puntos
Riesgo de caídas alto	Menor o igual a 18 puntos

Calificación cualitativa: se registran las actividades o maniobras en que la persona tuvo mayor dificultad y se establece una estrategia de evaluación e intervención personalizada para prevenir, mejorar o tratar las alteraciones observadas.

Referencias:

- Guevara CR, Lugo LH. Validez y confiabilidad de la Escala de Tinetti para población colombiana. Revista Colombiana de Reumatología. 2012 Dec;19(4):218-33.
- Rote S, Angel JL, Markides K. Health of Elderly Mexican American Adults and Family Caregiver Distress. Research on Aging. 2015 Apr;37(3):306-31.
- Tinetti ME, Williams TF, Mayewski R. Fall risk index for elderly patients based on number of chronic disabilities. Am J Med. 1986 Mar;80(3):429-34.
- Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. J Am Geriatr Soc. 1986 Feb;34(2):119-26.



Este material está registrado bajo licencia Creative Commons Internacional, con permiso para reproducirlo, publicarlo, descargarlo y/o distribuirlo en su totalidad únicamente con fines educativos y/o asistenciales sin ánimo de lucro, siempre que se cite como fuente al Instituto Nacional de Geriatria.



Anexo 4. Escala Ashworth Modificada

Grado	Descripción
0	No incremento del Tono Muscular.
1	Pequeña incrementación en el Tono Muscular con un pequeño enganchamiento y relajamiento del músculo o resistencia mínima al final del estiramiento.
1+	Pequeña incrementación en el Tono Muscular con resistencia mínima después de un enganchamiento del músculo que dura a través del rango de movimiento (signo de navaja).
2	Incremento moderado en el Tono Muscular pero el músculo afectado todavía se mueve fácilmente.
3	Incremento considerable en el Tono Muscular y el movimiento pasivo es difícil.
4	La parte o el músculo afectado esta rígido.

Anexo 5. Fugl Meyer Miembro Inferior

PROTOCOLO FMA -EI

Traducción de la versión original sueca del FMA, Universidad de Gotemburgo, Suecia
www.neurophys.gu.se/sektioner/klinisk-neurovetenskap/forskning/rehab_med/fugl-meyer

VALORACIÓN DE FUGL-MEYER EXTREMIDAD INFERIOR (FMA-EI)

Identificación:

Fecha:

Valoración de la función sensoriomotora Examinador:

Fugl-Meyer AR, Jääskö L, Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient. A method for evaluation of physical performance. Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine 1975, 7:13-31.

E. EXTREMIDAD INFERIOR					
I. Actividad refleja, posición supina			ning.	puede ser provocada	
Flexores: Flexores de rodilla			0	2	
Extensores: Reflejo Patelar y Aquiliano (al menos uno)			0	2	
Subtotal I (máx. 4)					
II. Movimiento voluntario dentro de sinergias, posición supina			ning.	parcial	total
Sinergia flexora: Flexión de cadera máxima (abducción/rotación externa), máxima flexión en rodilla y articulación de tobillo (palpar tendones distales para asegurar flexión activa de rodilla)	Cadera	Flexión	0	1	2
	Rodilla	Flexión	0	1	2
	Tobillo	Flexión dorsal	0	1	2
Sinergia extensora: Desde la sinergia flexora hasta la aducción/extensión de la cadera, extensión de la rodilla y flexión plantar de tobillo. Se aplica resistencia para asegurar movimiento activo, evaluar movimiento y fortaleza (compare con el lado no afectado)	Cadera	Extensión	0	1	2
		Aducción	0	1	2
	Rodilla	Extensión	0	1	2
	Tobillo	Flexión plantar	0	1	2
Subtotal II (máx. 14)					
III. Movimiento voluntario mezclado con sinergias, posición sentado, rodilla a 10 cm del borde de la silla/cama			ning.	parcial	total
Flexión de rodilla desde rodilla extendida activa o pasivamente	No movimiento activo		0	1	2
	Flexión no activa menor de 90°, palpar tendones isquiotibiales Flexión activa más de 90°				
Flexión dorsal de tobillo Comparar con lado no afectado	No movimiento activo		0	1	2
	Flexión dorsal limitada Flexión dorsal completa				
Subtotal III (máx. 4)					
IV. Movimiento voluntario con poca o ninguna sinergia, posición de pie, cadera a 0°			ning.	parcial	total
Flexión de rodilla a 90° Cadera a 0°, puede sostenerse para equilibrio	Movimiento no activo o inmediato, flexión de cadera simultánea		0	1	2
	Flexión de rodilla de al menos 90° o flexión de cadera durante movimiento				
	Flexión de rodilla de al menos 90° sin flexión de cadera simultánea.				
Flexión dorsal de tobillo Comparar con lado no afectado	No movimiento activo		0	1	2
	Flexión dorsal limitada Flexión dorsal completa				
Subtotal IV (máx.4)					
V. Actividad refleja normal posición supina, se evalúa solo si se logra el puntaje total de 4 puntos en la primera parte IV, compare con lado no afectado			ning.	parcial	total
Actividad refleja Flexores de rodilla, tendón Aquiliano y Patelar	0 puntos en parte IV o 2 de 3 reflejos marcadamente hiperactivos		0	1	2
	1 reflejo marcadamente hiperactivo o al menos 2 reflejos enérgicos Máximo de 1 reflejo enérgico, ninguno hiperactivo				
Subtotal V (máx. 2)					
Total E: EXTREMIDAD INFERIOR (máx. 28)					

Version española: Hospital Militar Central, Universidad Nacional de Colombia
Barbosa NE, Forero SM, Galeano CP, Hernández ED, Landinez NS

2017-03-04

F. COORDINACIÓN/ VELOCIDAD posición supina, después de una prueba con ambas piernas, con los ojos vendados, talón a la patela de la pierna opuesta, 5 veces tan rápido como sea posible.		marcado	leve	ninguno
Temblor	Al menos 1 movimiento completo	0	1	2
Dismetria	Pronunciada o asistemática	0	1	2
	Leve y sistemática			
	No dismetria			
		>6s	2-5s	<2s
Tiempo	Al menos 6 seg. más lento que el lado no afectado	0	1	2
	2-5 seg. más lento que el lado no afectado			
	Menos de 2 seg. de diferencia			
Total F (máx. 6)				

H. SENSACIÓN , extremidad inferior, ojos vendados, compare con el lado no afectado		anestesia	hipoestesia Disestesia	normal
Tacto Suave	Pierna	0	1	2
	Planta del pie	0	1	2
		menos de ¼ correcto o Ausencia	¾ correcto o considerable diferencia	correcto 100% poca o ninguna diferencia
Posición Pequeña alteración en la posición	Cadera	0	1	2
	Rodilla	0	1	2
	Tobillo	0	1	2
	Dedo gordo del pie (articulación - IF)	0	1	2
Total H. (máx. 12)				

I. MOVIMIENTO ARTICULAR PASIVO , extremidad inferior					J. DOLOR ARTICULAR durante movimiento pasivo, extremidad inferior		
compare con lado no afectado		solo pocos grados	disminuido	normal	dolor severo durante el movimiento o dolor muy marcado al final del movimiento	algún dolor	no dolor
Cadera	Flexión	0	1	2	0	1	2
	Abducción	0	1	2	0	1	2
	Rotación externa	0	1	2	0	1	2
	Rotación interna	0	1	2	0	1	2
Rodilla	Flexión	0	1	2	0	1	2
	Extensión	0	1	2	0	1	2
Tobillo	Flexión dorsal	0	1	2	0	1	2
	Flexión plantar	0	1	2	0	1	2
Pie	Pronación	0	1	2	0	1	2
	supinación	0	1	2	0	1	2
Total (máx. 20)					Total (max. 20)		

E. EXTREMIDAD INFERIOR	/28
F. COORDINACIÓN/ VELOCIDAD	/6
TOTAL E-F (función motora)	/34

H. SENSACION	/12
I. MOVIMIENTO ARTICULAR PASIVO	/20
J. DOLOR ARTICULAR	/20

Anexo 6. Puntos de medición miotonométrica.

