



UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA

TESIS DE GRADO

“EFECTO DE LA TERAPIA NEUROFASCIAL SOBRE EL RANGO DE
MOVIMIENTO DE FLEXIÓN DORSAL DE TOBILLO”

Autor: Perez Manetti, Bernardo

Tutor: Clavel, Daniel Horacio

C.A.B.A, Buenos Aires

República Argentina

Febrero 2021

AGRADECIMIENTOS

A mi mama, por apoyarme siempre.

A mi hermano, por mostrarme el camino.

A mi hermana y mi papa, por la compañía.

A mi ahijada, por la alegría.

A Daniel Clavel, por ser un gran maestro y tutor.

A Nico, Tuto y Titi.

A todos aquellos que de alguna u otra manera me apoyaron estos años.

Contenido

AGRADECIMIENTOS	2
INTRODUCCIÓN	4
PALABRAS CLAVES	5
DESCRIPCION DE LA PROBLEMÁTICA	6
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	6
HIPÓTESIS	6
OBJETIVO GENERAL	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
JUSTIFICACIÓN	7
ANTECEDENTES EMPÍRICOS	8
Dorsiflexión disminuida como factor de riesgo	8
Terapias para aumentar la flexión dorsal	10
BASES TEÓRICAS	12
Terapias fasciales	12
Tipos de terapias neurofaciales	13
Alteraciones del sistema fascial	14
Fundamentos de la terapia neurofascial	16
ANATOMIA DE TRICEPS SURAL Y FASCIA PLANTAR	21
METODOLOGIA	25
Tipo de estudio	25
Muestra	25
Criterio de inclusión	25
Criterios de exclusión	26
Variable	26
Procedimiento de evaluación	26
Plan intervención	27
Instrumentos	28
RESULTADOS	29
DISCUSIÓN	31
CONCLUSIÓN	32
BIBLIOGRAFÍA	33
ANEXOS	35

INTRODUCCIÓN

La movilidad de flexión dorsal de tobillo es considerada factor de riesgo para lesiones del miembro inferior en el deporte. Su limitación genera alteraciones biomecánicas en acciones deportivas, estas están asociadas a tendinopatías de Aquiles y rotuliana y lesiones de ligamento cruzado anterior entre otras.

El objetivo del presente trabajo es valorar la efectividad de la terapia neurofascial para aumentar la movilidad de flexión dorsal. Para ello se midió la flexión dorsal con el test de lunge, luego se aplicó la terapia neurofascial en la musculatura del tríceps sural y la fascia plantar y luego se volvió a evaluar.

La recolección de datos se realizó pre y post intervención, a las 24hs y a la semana en el centro de entrenamiento acumen sports.

La muestra se compuso de 8 personas de sexo masculino entre 17 y 30 años con limitación en la flexión dorsal de tobillo que referían tensión en la musculatura del tríceps sural.

El resultado del trabajo mostro un aumento de movilidad significativa en todos los casos, como la perdurabilidad a las 24hs y a la semana, ningún caso volvió al estado inicial pre-intervención.

PALABRAS CLAVES

- Flexión dorsal de tobillo
- Terapia neurofascial
- Tríceps sural
- Test de lunge

DESCRIPCION DE LA PROBLEMÁTICA

Las acciones deportivas requieren de una correcta movilidad de los segmentos articulares del miembro inferior. La articulación del tobillo tiene un papel preponderante en aterrizajes, aceleración y cambios de dirección. Tener la movilidad limitada de tobillo conlleva a alteraciones biomecánicas y predispone al deportista a lesiones del miembro inferior. Esto lleva a terapeutas a implementar estrategias para mantener su rango de movilidad en los parámetros normales.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el efecto de la terapia neurofascial sobre la movilidad de tobillo aplicada en la musculatura del tríceps sural y fascia plantar? ¿Cuál es la perdurabilidad de sus efectos?

HIPÓTESIS

La aplicación de terapia neurofascial aumenta la movilidad de tobillo en personas con movilidad reducida

OBJETIVO GENERAL

Demostrar la efectividad de la terapia neurofascial para aumentar la movilidad de tobillo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1 – Medir el rango de movimiento antes y después de realizar la terapia neurofascial.

2- Describir la perdurabilidad de la ganancia obtenida post terapia a las 24 hs y 7 días.

JUSTIFICACIÓN

La pérdida de movilidad de flexión dorsal de tobillo en el deporte es un factor de riesgo para lesiones del miembro inferior, disminuyendo la capacidad de disipar fuerzas en aterrizajes, aumentando la actividad del tendón de Aquiles en la propulsión y generando asimetrías en acciones bilaterales. Esto obliga a incorporar en el abordaje kinésico estrategias de evaluación y prevención.

La elección de una terapia manual adecuada permite obtener resultados favorables en un corto período de tiempo, por lo cual se considera fundamental para alcanzar los objetivos planteados

La intención de este estudio es evidenciar la importancia de la terapia manual en el deporte, tanto para evaluar como para tratar al deportista con restricciones miofasciales.

ANTECEDENTES EMPÍRICOS

Dorsiflexión disminuida como factor de riesgo

El tobillo es una articulación compuesta por la tibia, el peroné y el astrágalo, realiza dos movimientos, la flexión plantar y la flexión dorsal. Esta flexión dorsal es de relevancia en acciones deportivas, tener una disminución de movilidad dorsal de tobillo genera alteraciones biomecánicas en diferentes gestos deportivos.

En deportes que involucran cambios de direcciones o caídas de salto como puede ser el vóley, una flexión dorsal de tobillo menor a 45° puede ser un factor de riesgo para la tendinopatía rotuliana, ya que puede conducir a una biomecánica del aterrizaje de salto alterada, generando una carga adicional en el tendón rotuliano (1). Lo primero que toca el piso en un aterrizaje es el pie, luego se mueve en tobillo en dorsiflexión, en este instante los músculos posteriores de la pierna realizan una acción excéntrica que representa 30 a 50% de la energía absorbida por todo el sistema muscular.

Si analizamos el aterrizaje de un salto en plano sagital, las articulaciones que intervienen tienen que funcionar de manera armónica, el tobillo se tiene que mover para que luego lo hagan las articulaciones adyacentes. Una flexión dorsal de tobillo disminuida se asocia a una menor flexión de rodilla y esto a un aumento de fuerzas de reacción del suelo (2).

Si analizamos el aterrizaje en un plano frontal, una disminución de flexión dorsal conlleva a un menor desplazamiento de la tibia hacia anterior lo que lleva a la rodilla a un movimiento compensatorio en el plano frontal (3). También, personas que tienen disminución de flexión dorsal pueden generar una acción compensatoria del retropié, generando un movimiento de la articulación subastragalina y esto obliga a la tibia a ir a una rotación interna aumentando el valgo de rodilla (4). Esto puede ser una herramienta útil para identificar personas con mayor riesgo de sufrir una lesión de LCA (2).

La flexión dorsal limitada no solo puede influir en la posición de la rodilla en acciones como cambios de dirección y recepciones de salto, también en acciones bilaterales, como una sentadilla, que requiere de la

correcta movilidad de las articulaciones del miembro inferior. Una disminución de ROM de flexión dorsal por tensión en la musculatura lateral del tobillo (gemelo externo, soleo y peroneos) puede contribuir a una abducción tibial y rotación externa. Esta tensión daría lugar a un mayor valgo dinámico de rodilla (5).

El valgo dinámico de rodilla se puede resolver colocando un elevador sobre los talones para reducir la tensión del gemelo. Esto sostiene la influencia que tiene el tobillo en la movilidad de rodilla (6).

Crowe demostró que restricciones unilaterales de flexión dorsal conllevan a un aumento de fuerzas de reacción contra el suelo de ese lado. Esto conlleva a cambios en la estrategia de producción de fuerza y asimetrías funcionales en sentadillas (7).

EL tobillo sirve como base en la cadena cinemática cerrada durante la sentadilla, restricciones en la movilidad podrían restringir la movilidad de las articulaciones adyacentes. Cuanto más movilidad más profunda y mejor calidad de movimiento tiene la sentadilla (8).

En personas que realizan ejercicio físico intenso, tener una disminución de dorsiflexión de tobillo puede aumentar el riesgo de desarrollar tendinopatías de Aquiles, dado que la disminución de dorsiflexión puede llevar a una pronación subtalar, generando a una mayor rotación interna de la tibia y esto altera la biomecánica del tendón de Aquiles (9).

Terapias para aumentar la flexión dorsal

La falta de flexión dorsal de tobillo es un factor predisponente para tener una biomecánica alterada y aumentar la probabilidad de lesiones en la extremidad inferior(1)(2)(5).

Habitualmente se utilizan movilizaciones de tejidos blandos para abordar restricciones miofasciales. Stanek, comparó dos técnicas, la primera consistía en la aplicación de fricciones longitudinales de distal a proximal con los nudillos, 1 minuto a los laterales del tendón de Aquiles y 2 minutos en la unión miotendinosa consiguiendo un aumento de 4,43°. La segunda técnica fue la utilización de un instrumento (Graston) durante 4 minutos en dirección aleatoria, consiguiendo un aumento de 3,05° (10). Estos autores sugieren incorporar técnicas de terapia manual para tratamientos de dorsiflexión disminuida.

En otro estudio, con personas de ROM de flexión dorsal disminuido y clínica de puntos gatillo, se aplicó liberación por presión en puntos gatillo en el soleo, la aplicación fue presión con los pulgares hasta que el punto de dolor sea percibido como sensible y no doloroso, esto se repitió 60". Consiguieron un beneficio de 3,3° post intervención. Si bien este aumento no es estadísticamente significativo, se considera un aumento clínicamente significativo (11).

Otras intervenciones que no involucran terapia manual pueden realizarse para el aumento de flexión dorsal de tobillo. El estiramiento estático (20 seg x 10 de descanso x 3 series en un periodo de 3 semanas) parece ser una estrategia no del todo beneficiosa en comparación con el estiramiento con correa. Según estos autores la justificación la mejora de intervención con correa fue para minimizar el deslizamiento del astrágalo hacia anterior y restaurar la cinemática normal del tobillo (12).

La aplicación de foam roller en el triceps sural durante 1 minuto también fue beneficioso para el aumento de dorsiflexión, con un aumento estadísticamente significativo de 6° inmediatamente. Sin embargo, se discute el mecanismo fisiológico por el cual se produce dicho aumento, el cual

conjetura que probablemente sea generado por el aumento de la temperatura e hidratación producido por la estimulación mediante presión del tejido (13).

Varias intervenciones se utilizan para aumentar la movilidad, terapia manual, estiramientos, ejercicios, foam roller, etc, lo que lleva al profesional a considerar cual debe ser el factor limitante para elegir la intervención más adecuada(14).

BASES TEÓRICAS

Terapias fasciales

El masaje es una de las técnicas de terapia manual más antigua que existe. Su práctica data de 2000 años a.C. La terapia de masaje es la manipulación de tejidos blandos para promover la salud y el bienestar. Sus principales objetivos son: aliviar el estrés, disminuir el dolor, incrementar el fluido de los líquidos, movilizar los tejidos blandos del cuerpo, disminuir la presión arterial, entre otros (15).

La liberación miofascial se refiere a la técnica de masaje manual para estirar la fascia y liberar lazos entre la fascia y los integumentos, músculos, huesos, con el objetivo de eliminar el dolor, aumentar el rango de movimiento y equilibrar el cuerpo. La manipulación del tejido fascial se puede realizar de forma directa o indirecta, buscando la reorganización del tejido conectivo de una manera más flexible y funcional. Tiene como propósito liberar restricciones dentro de las capas profundas de la fascia, estirando el componente elástico y cambiando la viscosidad de la sustancia fundamental.(16)

La fascia, actualmente reconocida como sistema fascial, es un continuo tridimensional de tejido conectivo fibroso blando, suelto y denso que contiene colágeno y se impregna en todo el cuerpo. Incorpora tejido adiposo, adventicias y vainas neurovasculares, aponeurosis, fascias profundas y superficiales, epineuro, cápsulas articulares, ligamentos, membranas, meninges, expansiones miofasciales, periostio, retináculos, sptos, tendones, fascias viscerales y todo el tejido conectivo intra y extramuscular incluyendo endomisio, perimisio y epimisio. El sistema fascial interpenetra y rodea los órganos, músculos y fibras nerviosas, dotando al cuerpo de una estructura funcional y proporcionando un entorno que permite que todos los sistemas corporales funcionen de manera integrada.(17)

Las terapias miofasciales tienen su mecanismo de acción, principalmente, sobre el tejido conectivo. Los componentes de éste pueden

variar en proporción y forma, pero siempre mantienen la misma estructura de base. La multiplicidad de funciones a su vez, dependen de la combinación correcta de la proporción de los componentes, que permiten desde formar una estructura muy flexible (tendón) a una muy estable (hueso). Esos componentes son:

Células

- Células fijas: fibroblastos, miofibroblastos, mastocitos, adipocitos
- Células libres: células plasmáticas, macrófagos, neutrófilos, linfocitos, eosinófilos, basófilos y monocitos
- Células musculares lisas

Matriz extracelular

- Fibras: colágeno, elastina, reticulina
- Sustancia fundamental: sustancia gelatinosa compuesta por proteoglicanos (glucosaminoglicanos (GAGs) con gran cantidad de agua). Entre los GAGs más importantes del tejido conectivo se encuentra el ácido hialurónico. Su combinación con el agua facilita la lubricación entre las fibras de colágeno, incrementando la viscosidad de esta solución acuosa.

Tipos de terapias neurofaciales

Se han identificado dos tipos de técnicas miofasciales. Una técnica implica la aplicación de presión directa y focalizada sobre la adherencia o el espasmo, mientras que la otra técnica implica una presión lenta de barrido o deslizamiento.

Técnica de presión directa

- La presión directa rompe las adherencias y los espasmos musculares. Estas técnicas se administran con un protocolo que aplica presión en el área del espasmo durante 60 a 90 segundos, pero se puede mantener hasta cinco minutos y luego se libera gradualmente. La movilización

de tejidos blandos comienza superficialmente para luego llegar a las capas más profundas, efecto que se logra gracias a la tensesidad de la fascia.(15)

Técnica de barrido o deslizamiento longitudinal

Técnica que tiene por objetivo estimular la orientación de las fibras de manera longitudinal, permitiendo la intensificación del tejido tensil. Es recomendable que la dirección en la que se aplica la técnica sea desde el origen hacia la inserción del músculo.

- Con el paciente colocado en la posición adecuada para aplicar la técnica, el terapeuta fija el tejido (piel) con la mano no dominante generando una contrapresión. Con la otra mano realiza un deslizamiento longitudinal con los nudillos, dedos o codo, a lo largo del recorrido de las fibras musculares, partiendo desde el sitio de fijación hacia distal. El movimiento debe ser lento y respetando la respuesta del tejido. Se repite tres veces en cada músculo a tratar.(18)

Alteraciones del sistema fascial

Las lesiones del sistema fascial (retracciones, adherencias y rupturas) se pueden producir por tres razones básicas (19):

- 1- Traumatismo sobre el sistema fascial: lesión directa.
- 2- Sobrecarga sobre el sistema fascial (crónica o intermitente): posturas desarrolladas en el proceso compensador o lesiones relacionadas con el estrés repetitivo, causadas por la irritación, compresión y la restricción del flujo sanguíneo.
- 3- Inmovilidad prologada: escayola, enfermedades crónicas, kinesiophobia.

El cuerpo humano se adapta constantemente a cargas externas e internas impuestas por las actividades de la vida diaria y el deporte. El incremento de estrés mecánico, altas intensidades y volúmenes de actividad y periodos de descanso insuficiente pueden causar problemas por sobreentrenamiento o sobrecarga (20).

La sobrecarga, estimula la secreción de las fibras de colágeno en el tejido afectado y, al mismo tiempo, produce la disminución del volumen de la sustancia fundamental, quedando el tejido conectivo más sólido y menos fluido; aumentando la viscosidad. La viscosidad aumentada genera una disminución en el deslizamiento de las capas de fibras de colágeno del tejido (21).

En consecuencia, queda total o parcialmente bloqueada la entrada de nutrientes y, simultáneamente, se produce el atrapamiento de desechos metabólicos. En efecto, las capacidades del tejido conectivo con respecto a la elasticidad, la plasticidad y la viscosidad quedan reducidas. Por lo tanto, la capacidad de deslizamiento de las diferentes estructuras adyacentes queda también reducida o bloqueada, lo que obliga al cuerpo a la creación de movimientos o posiciones sustitutos, es decir, se inicia el proceso de compensaciones (19).

Estas compensaciones crean un movimiento deficiente, ya que se altera la elasticidad del tejido conectivo y este tiende a acortar la distancia entre sus puntos de inserción de un determinado segmento corporal.

Según Pilat, el proceso de los cambios se inicia con la alteración de la cantidad y calidad de la sustancia fundamental, y se manifiesta por la progresiva pérdida de agua, especialmente en los planos interfaciales, así como también por una disminución de los GAG de entre 30 y 40% de su contenido. Esta reducción trae como consecuencia el endurecimiento de la sustancia fundamental, con la consecutiva disminución de la distancia crítica entre las fibras de colágeno, lo que conduce a la pérdida de la lubricación interfibrilar.

Esto trae como consecuencia una disminución de la flexibilidad del tejido y esto una disminución del rango de movimiento de determinado segmento corporal.

Fundamentos de la terapia neurofascial

Para comprender cómo la terapia miofascial influye en la bioquímica celular y la fisiología de los tejidos, es necesario comprender cómo nuestros tejidos y órganos están estructurados en múltiples escalas de tamaño. El término tenseguridad, derivado de la ingeniería, es el que mejor se adapta para la explicación.

Tenseguridad significa “integridad de tensión”. Es la combinación de estructuras de tensión y compresión, donde los componentes en tensión determinan la integridad estructural y los componentes comprimidos se encuentran aislados en una tensión continua. La estructura se encuentra en un estado de preestrés, y un incremento de la tensión en un punto se equilibra con un incremento de compresión y de tracción en puntos distales al de aplicación.

Representados en el cuerpo humano y desde lo macro a lo micro encontramos como elementos tensiles a los músculos, tendones, ligamentos, fascia, retináculos, microfilamentos de actina, entre otros. Los elementos comprimidos están representados principalmente por los huesos, cartílagos y microtúbulos. (22)

El concepto de tenseguridad nos coloca en un lugar donde el análisis de la biomecánica corporal tiene que ser si o si integral. La influencia o el estímulo mecánico sobre el sistema fascial no solo genera cambios a nivel local, sino también a todo el sistema de manera directa o indirecta. Los principales mecanismos por los cuales consigue esa variación en el tejido conectivo son: la mecanotransducción, la tixotropía y la piezoelectricidad.

Mecanotransducción

La mecanotransducción es el proceso fisiológico donde las células detectan y responden a cargas mecánicas, convirtiéndolas en cambios químicos o genéticos. Tiene lugar en la matriz extracelular del tejido conectivo. Terapéuticamente tiene como objetivo estimular la reparación y remodelación de tejidos en tendones, músculos, cartílagos y huesos.

El proceso puede ser transmitido igualmente desde el ámbito extracelular hacia el interior de la célula, como también a la inversa, desde el interior del núcleo hacia la matriz extracelular.

Para una explicación más detallada se considera necesario dividir el proceso de mecanotransducción en 3 pasos:

Acoplamiento mecánico: es la carga física, de compresión o cizallamiento, que se la aplica a una célula. Según el tipo, la magnitud y la duración de la carga va a ser su respuesta química generada, tanto dentro como fuera de la célula.

Comunicación célula – célula: no es posible generar carga física sobre una célula aislada, sino que se realiza sobre un tejido en el cual se encuentran miles de ellas. Todas incrustadas dentro de una matrix extracelular. El impulso se transmite de célula a célula a través de proteínas de señalización como puede ser el calcio o el trifosfato de inositol.

Respuesta de la célula efectora: nos centramos en el límite entre la matriz

extracelular y una sola célula. Al acercarse a esta región se revela la membrana celular, las proteínas “integrinas” que unen las regiones intracelular y extracelular, y el citoesqueleto, que funciona para mantener la integridad celular y distribuir la carga mecánica. Con el movimiento (presión), las integrinas activan al menos dos vías distintas: una que involucra al citoesqueleto, estructura en comunicación directa con el núcleo de la célula; y otra por la activación de una serie de agentes de señalización bioquímica, que después de pasos intermedios también influyen en la expresión génica en el núcleo. Una vez que el núcleo celular recibe las señales apropiadas, se activan los procesos celulares normales. El ARNm se transcribe y se transporta al retículo endoplásmico en el citoplasma celular, donde se traduce en proteína. La proteína se secreta y se incorpora a la matriz extracelular.(23)(24)

El proceso de mecanotransducción generado al aplicar una terapia miofascial tiene por objetivo llegar a una gran cantidad de células y estructuras

gracias a la tensegridad corporal. El estímulo mecánico generado sobre la piel alcanza una profundidad tal que llega a estimular el exterior de la célula generando procesos intracelulares que conducen a la remodelación de la matriz y, por lo tanto, de todo el tejido.

Tixotropía

La tixotropía es una propiedad física de los tejidos. Al mover una sustancia tixotrópica da como resultado una reducción de la rigidez. Lo mismo ocurre a la inversa, si una sustancia tixotrópica permanece quieta durante un período de tiempo determinado, la sustancia se volverá más rígida

La fascia es un coloide (material tixotrópico), que comprende partículas de material sólido, suspendido en líquido. Esta cualidad es más evidente en la matriz extracelular. Al no ser perturbada, tiene un estado de gelosidad, pero se transforma en líquido cuando es agitado mecánicamente. Esta reducción de la viscosidad se debe a una ruptura temporal de una estructura interna del sistema.

Gracias a la tixotropía, la fascia varía de gel o solución al recibir un estímulo mecánico. El contacto con nuestras manos, al aplicar una terapia miofascial, de deslizamiento (fricción) genera también un aumento de la temperatura a nivel local, favoreciendo el proceso tixotrópico. Una fascia en estado de solución es una fascia más flexible, y una fascia más flexible permite mayor amplitud de movimiento, entre otras cosas.

Piezoelectricidad

El término piezoeléctrico significa “electricidad de presión”. El mecanismo de generación de corriente eléctrica a través de este fenómeno mediante el impulso mecánico es una de las formas de tratamiento más utilizadas en las terapias miofasciales.

Al comprimir el sistema fascial, se genera una pequeña diferencia de potencial eléctrico. La información se transmite a través de la matriz mediante el colágeno que actúan como semiconductor, formando una ininterrumpida red electrónica de tejido conectivo. Así las propiedades básicas del sistema fascial (elasticidad, flexibilidad, resistencia) dependerán de la capacidad de mantener ese estímulo eléctrico de forma continua.

Además de la tixotropía y la piezoelectricidad, tenemos que incorporar al sistema nervioso para entender la respuesta fascial a la manipulación. Nuestro sistema nervioso recibe la mayor cantidad de información desde los tejidos fasciales. La fascia tiene cuatro receptores sensoriales, los cuales reaccionan ante la estimulación mecánica: órganos de Golgi, receptores de Ruffini, corpúsculos de Paccini y receptores intersticiales. Cada uno de estos tiene su ubicación de preferencia, se estimula ante determinado estímulo y su respuesta difiere según cual sea activado. Estos se encuentran en la tabla 1.

Receptores mecánicos en la fascia			
Tipo de receptor	Ubicación preferida	Sensible a	Resultados de estimulación conocidos
<i>Golgi</i> Tipo Ib	<ul style="list-style-type: none"> • Articulaciones miotendinosas • Areas de fijación de aponeurosis • Ligamentos de articulaciones • Cápsula de la articulación 	Contracción muscular en los órganos del tendón de Golgi Probablemente al estiramiento fuerte sólo en otros receptores de Golgi	El tono disminuye en fibras motrices relativamente estriadas
<i>Pacini y Paciniforma</i> Tipo II	<ul style="list-style-type: none"> • Articulaciones miotendinosas • Capas capsulares profundas • Ligamentos de la columna vertebral • Tejidos musculares 	Cambios rápidos de presión y vibraciones	Feedback propioceptiva para controlar el movimiento (sentido de la cinestesia)
<i>Ruffini</i> Tipo II	<ul style="list-style-type: none"> • Ligamentos de las articulaciones • Duramadre • Capas capsulares externas y otros tejidos asociados al estiramiento regular 	Al igual que Pacini pero también a la presión prolongada Especialmente sensible a las fuerzas tangenciales (estiramiento lateral)	Inhibición de la actividad del simpático
<i>Intersticial</i> Tipo III y IV	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de receptor que más abunda, encontrado en casi todos lados, incluso en el interior de los huesos • Mayor densidad en el periosteo 	Cambios de presión rápidos y prolongados (el 50 por ciento son unidades de umbral superior y 50 por ciento unidades de umbral inferior)	Cambios en la vasodilatación Además, aparentemente en la extravasación del plasma

Tabla 1: ubicación, sensibilidad a la manipulación y respuesta según Schleip.

Las investigaciones han demostrado que la estimulación mecánica de estos receptores fasciales desencadena cambios en el sistema nervioso, así

como la relajación muscular. La presión manual profunda, estimula a los receptores mecánicos, los cuales dan como resultado un aumento del nervio vago. Este incremento de la estimulación del nervio vago no solo induce a un cambio en la dinámica del fluido y el metabolismo, sino que también da como resultado una relajación del musculo, también una mente más tranquila y menor excitación emocional.

Los receptores mecánicos de la fascia no solo están conectados con el sistema nervioso autónomo sino también con el sistema endocrino. Los cambios en cuanto al sistema endocrino son un aumento de la producción de serotonina, así como también de la histamina.

La estrecha relación entre el sistema nervioso autónomo y el sistema endocrino significa que el profesional debería abordar la manipulación de la fascia con un conocimiento más profundo de las propiedades de la dinámica de la inervación fascial (25).

Ante una restricción del sistema fascial por un traumatismo, sobreuso, hipomovilidad, entre otros, la aplicación de terapia miofascial puede restablecer el equilibrio eléctrico y así devolverles a los tejidos su estado de normalidad.

ANATOMIA DE TRICEPS SURAL Y FASCIA PLANTAR

Los músculos del compartimiento posterior (flexor) de la pierna se organizan en dos grupos, superficial y profundo, separados por una capa de fascia superficial. En general, los músculos principalmente flexionan el pie en sentido plantar e invierten el pie y flexionan los dedos del pie. Son antagonistas en la flexión dorsal. Todos están inervados por el nervio tibial.

El grupo superficial comprende tres músculos, gemelos (compuesto por dos porciones) y soleo, los cuales se insertan en el talón de Aquiles y permiten la flexión plantar de este en la articulación del tobillo. En conjunto, estos músculos son grandes y potentes porque impulsan el cuerpo hacia delante durante la marcha y pueden elevar el cuerpo sobre los pies en bipedestación.

El gemelo es el más superficial de los músculos del compartimiento posterior y constituye uno de los músculos más grandes de la pierna. Se origina en dos cabezas, una lateral y una medial:

- La cabeza medial se inserta en una rugosidad alargada, situada sobre la cara posterior del extremo distal del fémur, justo por detrás del tubérculo aductor y por encima de la superficie articular del cóndilo medial.
- La cabeza lateral se origina en una carilla especial sobre la superficie lateral superior del cóndilo femoral lateral, donde se une a la línea supracondílea lateral.

El soleo es un gran musculo plano situado debajo del gemelo, se inserta en los extremos distales del peroné y la tibia, y a un ligamento tendinoso, que se extiende entre las dos cabezas de inserción al peroné y la tibia:

- En el extremo proximal del peroné, el soleo se origina en la cara posterior de la cabeza y la superficie adyacente del cuello y la porción superior de la diáfisis del peroné.
- Sobre la tibia, el soleo tiene su origen en la línea del musculo soleo y el borde medial adyacente.

- El ligamento, que se extiende entre las inserciones de la tibia y el peroné, se arquea sobre los vasos poplíteos y el nervio tibial a su paso desde la fosa poplíteica hasta la región profunda del compartimiento posterior de la pierna.

Distalmente, en la parte inferior de la pierna, las fibras del gemelo convergen con las del sóleo, más profundo, y forman una aponeurosis que se inserta en el tendón Aquiles, que se inserta en el calcáneo (26).

El tendón de Aquiles es la base estructural para la biomecánica del tobillo, está compuesto por tres fascículos, cada uno de una parte diferente del tríceps sural. Los fascículos provienen de las tres cabezas del tríceps sural y se retuercen para que las fibras de la cabeza medial del músculo gastrocnemio se sitúen posteriormente (superficialmente) y las fibras de la cabeza lateral se localice anteriormente (profundamente). Por tanto, las fibras del músculo sóleo se encuentran en la parte central y medial del tendón. Como resultado de tal disposición el margen anterior del tendón de Aquiles se compone principalmente de fibras de la cabeza lateral del músculo gastrocnemio y en segundo lugar por las fibras del músculo sóleo. El margen posterior del tendón está compuesto principalmente de las fibras de la cabeza medial del músculo gastrocnemio y parcialmente de las fibras del músculo sóleo. El margen medial se compone de las fibras del músculo sóleo. El margen lateral está compuesto por las fibras de la cabeza medial del músculo gastrocnemio (27).

El tendón está compuesto histológicamente por 3 membranas bien definidas, estas son, de interno a externo, el Endotendón, el paratendón y el epitendón, estos dos últimos forman el peritendón, al que se le atribuyen propiedades tribológicas muy interesantes (28).

En la planta del pie se encuentra la fascia plantar, esta está anclada firmemente a la apófisis medial de la tuberosidad del calcáneo y se extiende hacia delante en forma de banda gruesa de fibras de tejido conectivo, dispuestas en sentido longitudinal. Las fibras divergen a su paso hacia delante y forman bandas digitales, que entran en los dedos y se conectan con los huesos, los ligamentos y la dermis cutánea. La fascia plantar sostiene el arco

longitudinal del pie y protege a las estructuras más profundas de la plantar (26), también tiene un papel fundamental en la biomecánica del pie y en los mecanismos de propulsión (29).

Según Myers (30), la fascia del tríceps sural no se inserta en el calcáneo y se detiene, sino que en realidad se inserta en la cubierta colágena del calcáneo, el periostio, que rodea al hueso a modo de envoltura plástica resistente. De esta manera se puede ver que la fascia plantar se continua, por tanto, con cualquier otra estructura que se inserte en el periostio. Si seguimos el periostio alrededor del calcáneo, especialmente por debajo de este hasta la superficie posterior del talón nos encontramos al inicio del siguiente tramo que comienza con el tendón de Aquiles.

Busquet, por su parte describe la continuidad misma, en la cadena estática posterior que va desde la fascia plantar, involucrando a la fascia del tríceps sural, continuando su trayecto ascendente hasta la hoz del cerebro (31).

También estudios de Stecco de disección cutánea evidencian la continuidad de la fascia plantar con el Paratenón del tendón de Aquiles (29).



Figura 1: continuidad de la fascia plantar con el paratenón del tendón de Aquiles.

Esta continuidad fascial nos obliga a generar estrategias terapéuticas que involucren ambos segmentos.

METODOLOGIA

Tipo de estudio

Estudio pre – experimental, con mediciones pre y post aplicación de la terapia neurofascial.

Muestra

8 personas físicamente activas entre 17 y 30 años, de sexo masculino, cumplieron con los criterios de inclusión.

La intervención se llevó a cabo en el centro de entrenamiento acumen sports, la primera evaluación e intervención se realizó el día 26/01. Participaron de forma voluntaria donde recibieron información detallada sobre el procedimiento y firmaron un consentimiento informado.

El segundo encuentro donde se volvió a evaluar a la muestra se realizó el 27/01. El día 02/02 se evaluó por tercera vez a la muestra.

Criterio de inclusión

Participantes físicamente activos, que tenían menos de 40° de movilidad flexión dorsal de tobillo y referían tensión en la parte posterior de la pierna. No tenían antecedentes de lesión en el miembro inferior en los últimos 6 meses previos al estudio.

Criterios de exclusión

Fueron excluidos aquellos que tenían menos de 40° de movilidad de flexión dorsal y referían tensión en la parte posterior de la pierna y la parte anterior de la mortaja tibioperonea astragalina, aquellos que tenían pie plano o lesión del miembro inferior en los últimos 6 meses.

Variable

Movilidad de flexión dorsal de tobillo

Valores: expresados en grados.

Procedimiento de evaluación

Para evaluar esta movilidad se utilizó el test de lunge (figura 2). El procedimiento se realizó de la siguiente manera: los participantes colocaron parados frente a una pared con el pie a evaluar aproximadamente a 10cm de la misma. El pie contralateral se colocó en una posición cómoda por detrás de la pierna a evaluar y las manos se colocaron en la pared para mantener la estabilidad. Luego se colocó el inclinómetro 5 cm por debajo de la tuberosidad anterior de la tibia y los participantes con una flexión de rodilla de 30° del miembro a evaluar se lanzaron a tocar la pared con la rodilla sin levantar el talón ni generar movimientos compensatorios del retropié. Se midió los grados alcanzados hasta que el participante elevaba el talón (32).



Figura 2: evaluación de flexión dorsal de tobillo, test de lunge.

Plan intervención

La intervención terapéutica se realizó en la primera visita. Primero se midió el rango de movimiento de flexión dorsal de tobillo a cada uno. Luego se les realizó la maniobra de inducción miofascial.

Terapia neurofascial: se colocó al participante en decúbito ventral en la camilla acostado cómodamente con el miembro inferior extendido. Luego el terapeuta llevo el tobillo a dorsiflexión generando una tensión del tríceps sural. A continuación, se realizó una fricción longitudinal comenzando desde el hueco poplíteo hacia distal, finalizando a nivel de la articulación metatarso falángica de la planta del pie. La maniobra se realizó solo en una sesión y se repitió 4 veces.

Una vez finalizada se volvió a medir el rango de movilidad de tobillo.



Figura 3: procedimiento de intervención, terapeuta con mano izquierda lleva el tobillo del participante a flexión dorsal y realiza la maniobra con mano derecha.

Instrumentos

Para evaluar la movilidad se utilizó el test de lunge (figura 2). Es una herramienta valida y fiable (32)(33), tiene un SEM 1,4°, un MCD de 3,7° y ICC=0,96-0,99 (34).

Para realizar la medición se utilizó un inclinómetro digital de celular. Estos inclinómetros tienen una validez intra e inter evaluador para evaluar el rango de movimiento y tienen evidencia solida que los respalda (35).

RESULTADOS

Partiendo de una media de 38.6° pre intervención, los valores obtenidos post intervención, a las 24 hs y a la semana de la intervención se expresan en la tabla 2.

	Observaciones	Diferencia	estadístico t	P-valor	Intervalo de confianza (95%)
Post	46	-7.37	-13.08	3.553e	(-8.70), (-6.04)
24 hs	42.9	-4.31	-6.87	0.0002	(-5.79), (-2.82)
Semana	40.7	-2.03	-4.03	0.0049	(-3.23), (-0.84)

Tabla 2: valores de media pre, post, 24hs y semana post intervención. Diferencia, valor estadístico t, p – valor e intervalo de confianza 95%

Con el objeto de evaluar la efectividad de la técnica se emplea una prueba estadística un test de diferencias de medias. Teniendo en cuenta las características del tratamiento, los valores obtenidos en cada sesión no son independientes dado que son mismos participantes que se evaluaron antes y después de emplear la técnica. En este sentido, se construye una variable que es la diferencia (Antes - Después) es pos de capturar la Media de las diferencias. Si el tratamiento no funciona, la media de las diferencias será cero.

Esta prueba involucra la definición de las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula: (H₀): $\mu_d = 0$

Hipótesis alternativa: (H_a): $\mu_d \neq 0$

En otras palabras, bajo la hipótesis nula no hay diferencias entre las medias, es decir, el promedio de las diferencias es cero, mientras que, bajo la hipótesis alternativa, si existen diferencias entre las medias

El parámetro μ_d es la media poblacional de las diferencias. El estimador muestral \bar{d} es la media de las diferencias muestrales ($\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{antes} - X_{después})}{n}$). A

su vez, \bar{d} sigue una distribución normal con media igual a μ_d y varianza σ_d^2 , $\bar{d} \sim N\left(\mu_d, \frac{\sigma_d^2}{n}\right)$, donde σ_d^2 es desconocido, estimado por S_d^2 , la varianza muestral.

El estadístico de prueba es $t_0 = \frac{\bar{d} - \mu_d}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}$.

En la tabla 2 se pueden observar los resultados derivados del contraste de hipótesis realizado. En todos los casos, se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa con una significatividad estadística del 1%. Los resultados permiten concluir que el rango de movilidad aumenta significativamente luego de emplearse la técnica, observándose un mayor efecto durante la etapa “post” (media muestra de las diferencias igual a -7.375 cm) y un menor efecto luego de una semana (-2.04 cm). Adicionalmente, el intervalo de confianza para la diferencia de medias permite afirmar de manera consistente que la técnica empleada incrementa el rango de movilidad de los pacientes con movilidad reducida de tobillo. En este sentido, durante la etapa post el incremento en la movilidad se encuentra entre -8.71 y -6.04 cm con un 95% de confianza, mientras que el incremento observado luego de una semana se ubica entre -3.23 y -0.84.

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue comprobar la efectividad de la terapia neurofascial en el aumento de rango de movimiento de flexión dorsal de tobillo y su perdurabilidad en el tiempo. No encontramos estudios donde se evalúen la perdurabilidad de la terapia en el tiempo.

Estos hallazgos son superiores a los encontrados por Stanek quien aplicó una técnica similar, pero solo consiguió una ganancia de 4.43° (10), podemos suponer que realizar la técnica de fricción longitudinal en el tríceps sural e involucrar a la fascia plantar nos permite un aumento de movilidad superior.

De las técnicas utilizadas en estudios anteriores, el foam roller se postula como una técnica beneficiosa con un aumento de 6° pero autores discuten el mecanismo fisiológico de esta ganancia y su perdurabilidad en el tiempo (13). La terapia neurofascial aplicada en este estudio tiene fundamentos fisiológicos que la respaldan, como también su perdurabilidad en una semana post aplicación.

Otras técnicas también se aplican para aumentar la flexión dorsal, algunas no especifican donde el paciente refiere la tensión o molestia que le limita el movimiento, pero aun así consiguen un beneficio en la movilidad (12). Este estudio tuvo como criterio de exclusión aquellas personas que no refieran solamente tensión en el tríceps sural, tal vez el aumento conseguido en este estudio es producto, entre otras cosas, de la aplicación específica según la tensión referida del paciente, ya que si la persona refería tensión anterior no serviría la aplicación de fricción longitudinal en la porción posterior de la pierna.

CONCLUSIÓN

En función de los análisis de los datos obtenidos podemos concluir que la terapia neurofascial es estadística y clínicamente significativa para aumentar la flexión dorsal de tobillo. También, a partir de los datos obtenidos podemos decir que es una terapia que aun a la semana de ser aplicada perduran sus efectos.

Las limitaciones de este estudio fue que el 100% de la muestra siguió realizando actividad física todos los días, algunos con más carga que otros, eso puede haber influido en mayor o menor medida al resultado final de los datos obtenidos.

Faltan estudios donde se aplique la terapia neurofascial y luego se apliquen terapias activas como ejercicios para mantener las ganancias obtenidas post intervención en el tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Malliaras P, Cook JL, Kent P. Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *J Sci Med Sport*. 2006;9(4):304–9.
2. Fong CM, Blackburn JT, Norcross MF, McGrath M, Padua DA. Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. *J Athl Train*. 2011;46(1):5–10.
3. Sigward SM, Ota S, Powers CM. Predictors of frontal plane knee excursion during a drop land in young female soccer players. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008;38(11):661–7.
4. Joseph M, Tiberio D, Baird JL, Trojian TH, Anderson JM, Kraemer WJ, et al. Knee valgus during drop jumps in National Collegiate Athletic Association Division I female athletes: The effect of a medial post. *Am J Sports Med*. 2008;36(2):285–9.
5. Bell DR, Padua DA, Clark MA. Muscle Strength and Flexibility Characteristics of People Displaying Excessive Medial Knee Displacement. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(7):1323–8.
6. Stiffler MR, Pennuto AP, Smith MD, Olson ME, Bell DR. Range of motion, postural alignment, and less score differences of those with and without excessive medial knee displacement. *Clin J Sport Med*. 2015;25(1):61–6.
7. Crowe MA, Bampouras TM, Walker-Small K, Howe LP. Restricted Unilateral Ankle Dorsiflexion Movement Increases Interlimb Vertical Force Asymmetries in Bilateral Bodyweight Squatting. *J strength Cond Res*. 2020;34(2):332–6.
8. Butler RJ, Plisky PJ, Southers C, Scoma C, Kiesel KB. Biomechanical analysis of the different classifications of the functional movement screen deep squat test. *Sport Biomech*. 2010;9(4):270–9.
9. Rabin A, Kozol Z, Finestone AS. Limited ankle dorsiflexion increases the risk for mid-portion Achilles tendinopathy in infantry recruits: A prospective cohort study. *J Foot Ankle Res*. 2014;7(1):1–7.
10. Stanek J, Sullivan T, Davis S. Comparison of compressive myofascial release and the graston technique for improving ankle-dorsiflexion range of motion. *J Athl Train*. 2018;53(2):160–7.
11. Grieve R, Clark J, Pearson E, Bullock S, Boyer C, Jarrett A. The immediate effect of soleus trigger point pressure release on restricted ankle joint dorsiflexion: A pilot randomised controlled trial. *J Bodyw Mov Ther [Internet]*. 2011;15(1):42–9.
12. Jeon IC, Kwon OY, Yi CH, Cynn HS, Hwang UJ. Ankle-dorsiflexion range of motion after ankle self-stretching using a strap. *J Athl Train*. 2015;50(12):1226–32.
13. Yoshimura A, Inami T, Schleip R, Mineta S, Shudo K, Hirose N. Effects of Self-myofascial Release Using a Foam Roller on Range of Motion and Morphological Changes in Muscle. *J Strength Cond Res*. 2019;Publish Ah:1–7.
14. Terada M, Pietrosimone BG, Gribble PA. Therapeutic interventions for increasing ankle dorsiflexion after ankle sprain: A systematic review. *J Athl Train*. 2013;48(5):696–709.
15. Paolini J. Review of myofascial release as an effective massage therapy technique. *Athl Ther Today*. 2009;14(5):30–4.

16. McLennan G. Research (SY). *J Vasc Interv Radiol*. 2005;16(2):P3.
17. Zügel M, Maganaris CN, Wilke J, Jurkat-Rott K, Klingler W, Wearing SC, et al. Fascial tissue research in sports medicine: From molecules to tissue adaptation, injury and diagnostics: Consensus statement. *Br J Sports Med*. 2018;52(23):1497.
18. Pilat A. *Terapias miofasciales: inducción miofascial*. McGraw Hill, editor. 2003.
19. Pilat A. *Terapia miofascial*.
20. Wilke J, Vleeming A, Wearing S. Overuse injury: The result of pathologically altered myofascial force transmission? *Exerc Sport Sci Rev*. 2019;47(4):230–6.
21. Pavan PG, Stecco A, Stern R, Stecco C. Painful connections: Densification versus fibrosis of fascia. *Curr Pain Headache Rep*. 2014;18(8).
22. Kelsey C, Martin Mhatre V, Ho J-AL. 基因的改变 NIH Public Access. *Bone*. 2012;23(1):1–7.
23. Pilat A. Rol De La Fascia En El Proceso De Mecanotransducción. *Fisioter en Aragón ICOFA*. 2012;3:12–8.
24. Khan KM, Scott A. Mechanotherapy: How physical therapists' prescription of exercise promotes tissue repair. *Br J Sports Med*. 2009;43(4):247–52.
25. Schleip R. Fascial plasticity - A new neurobiological explanation: Part 1. *J Bodyw Mov Ther*. 2003;7(1):11–9.
26. Drake L, et al. *Gray, anatomia Para Estudiantes*. 3ra edicion, elseiver. 2015.
27. Szaro P, Witkowski G, Śmigielski R, Krajewski P, Cizek B. Fascicles of the adult human Achilles tendon - An anatomical study. *Ann Anat*. 2009;191(6):586–93.
28. Wavreille G, Fontaine C. Tendón normal: anatomía y fisiología. *EMC - Apar Locomot [Internet]*. 2009;42(1):1–12.
29. Stecco C, Corradin M, Macchi V, Morra A, Porzionato A, Biz C, et al. Plantar fascia anatomy and its relationship with Achilles tendon and paratenon. *J Anat*. 2013;223(6):665–76.
30. Myers T. *Vías anatómicas*. Elsevier. 2009. p. 296.
31. Busquet, Léopold - *Las cadenas musculares 1. Tronco, columna cervical y miembros superiores*. 6ed.
32. Hall EA, Docherty CL. Validity of clinical outcome measures to evaluate ankle range of motion during the weight-bearing lunge test. *J Sci Med Sport*. 2017;20(7):618–21.
33. Howe LP, Bampouras TM, North JS, Waldron M. Within-Session Reliability for Inter-Limb Asymmetries in Ankle Dorsiflexion Range of Motion Measured During the Weight-Bearing Lunge Test. *Int J Sports Phys Ther*. 2020;15(1):64–73.
34. Konor MM, Morton S, Eckerson JM, Grindstaff TL. Reliability of three measures of ankle dorsiflexion range of motion. *Int J Sports Phys Ther*. 2012;7(3):279–87.
35. Keogh JW, Cox A, Anderson S, Liew B, Olsen A, Schram B, et al. Reliability and validity of clinically accessible smartphone applications to measure joint range of motion: A systematic review. *PLoS One*. 2019;14(5):1–24.

ANEXOS

Pre y post intervención

ind	pre	post	diferencia
individuo 1	38.5	47.3	-8.8
individuo 2	39.3	43.5	-4.2
individuo 3	39.2	45.5	-6.3
individuo 4	36.5	43	-6.5
individuo 5	39.2	47.6	-8.4
individuo 6	38.6	46.5	-7.9
individuo 7	39.5	48.2	-8.7
individuo 8	38.5	46.7	-8.2
Total	38.66	46.04	-7.38

Pre y 24hs post intervención

ind	pre	24hs	diferencia
individuo 1	38.5	45.9	-7.4
individuo 2	39.3	40.3	-1
individuo 3	39.2	43.2	-4
individuo 4	36.5	40.2	-3.7
individuo 5	39.2	43.6	-4.4
individuo 6	38.6	43.5	-4.9
individuo 7	39.5	44.6	-5.1
individuo 8	38.5	42.5	-4
total	38.66	42.98	-4.31

Pre y semana post intervención

ind	pre	semana	diferencia
individuo 1	38.5	43.2	-4.7
individuo 2	39.3	40.2	-0.9
individuo 3	39.2	39.5	-0.3
individuo 4	36.5	39.6	-3.1
individuo 5	39.2	40	-0.8
individuo 6	38.6	40.5	-1.9
individuo 7	39.5	42	-2.5
individuo 8	38.5	40.6	-2.1
total	38.6625	40.7	-2.0375

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Fecha: ____ / ____ / ____

Nombre/s y Apellido:

Por la presente autorizo al Kinesiólogo
o a los asociados o asistentes a su elección de este establecimiento
..... a efectuar en mi o en la
persona arriba mencionada la evaluación y/o tratamiento consistente en
evaluación de la movilidad de flexión dorsal de tobillo mediante el test de
lounge – aplicación de terapia neurofascial de deslizamiento longitudinal en
tríceps sural y fascia plantar.

El Kinesiólogo/a..... me
ha explicado la naturaleza y propósito de los procedimientos y me ha informado
también los beneficios esperados y las eventuales complicaciones, molestias
concomitantes y riesgos que puedes producirse, así como los procedimientos
terapéuticos kinésicos alternativos.

Se me ha dado la oportunidad de hacer preguntas, y todas han sido
contestadas completas y satisfactoriamente. Reconozco que no se ha dado
garantías ni seguridades respecto a los resultados que se esperan del
tratamiento a efectuar.

Confirmando que, una vez informado de todos los detalles de las prácticas, y leído
y comprendido lo anterior, todos los espacios en blanco han sido llenados
antes de mi firma.

Nombre y Apellido del paciente:

Tipo y N° de DNI:

Firma:

Aclaración: