

Técnicas de energía muscular como método de tratamiento en tendinopatía rotuliana

Muscle energy techniques as a treatment method in patellar tendinopathy

Francisco Alejandro Santiago^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-9343-0952>

¹Universidad del Valle de México, Facultad de Fisioterapia, Departamento de Fisioterapia. Ciudad de México, México.

*Autor por correspondencia: frankgb21@outlook.es

RESUMEN

El tendón de la rodilla tiene un papel importante en funciones biomecánicas dentro del ámbito deportivo, las cuales se expresan al caminar, correr, dar saltos o realizar cambios de dirección. Una lesión en los tejidos blandos de la rodilla, principalmente en el tendón rotuliano, podría amenazar el éxito de la carrera de un atleta. Las técnicas de energía muscular son manipulaciones controladas por el kinesiólogo, con el propósito de disminuir el dolor, y fortalecer y aumentar la longitud muscular, propósitos muy importantes en el plan de tratamiento de tendinopatías. El objetivo de este artículo fue presentar una revisión sobre las técnicas de energía muscular como alternativa para el paciente y el kinesiólogo en el tratamiento de la sintomatología de la tendinopatía rotuliana. En el proceso de búsqueda se revisó información sobre los diferentes tratamientos de tendinopatía rotuliana de ocho años atrás en buscadores electrónicos como PubMed, Trip y SciELO. Además, se consultaron revistas médicas indexadas y libros físicos referentes al tema, tanto en inglés como en español. Se concluyó que las técnicas de energía muscular pueden constituir una alternativa de tratamiento eficaz de la sintomatología de la tendinopatía, menos costosa, de fácil aplicación con acceso universal y menos invasiva que otras técnicas utilizadas para el tratamiento de tendinopatías.

Palabras clave: técnicas de energía muscular; tendinopatía rotuliana; kinesiología.

ABSTRACT

The knee tendon plays an important role in biomechanical functions within the sports field, which are expressed when walking, running, jumping or making changes of direction. An injury to the soft tissues of the knee, mainly the patellar tendon, could threaten an athlete's career success. Muscle energy techniques are manipulations controlled by the kinesiologist, with the intention of reducing pain, and strengthening and increasing muscle length, very important purposes in the treatment plan for tendinopathies. The objective of this article is to report a review of muscle energy techniques as an alternative for the patient and the kinesiologist in the treatment of patellar tendinopathy symptoms. The review process focused on different patellar tendinopathy treatments from eight years ago in electronic in search engines such as PubMed, Trip and SciELO. In addition, indexed medical journals and physical books on the subject were consulted, both in English and Spanish. It was concluded that muscle energy techniques can be an alternative for effective treatment of tendinopathy symptoms, less expensive, easy to apply with universal access and less invasive than other techniques used for the treatment of tendinopathy.

Keywords: muscle energy techniques; patellar tendinopathy; kinesiology.

Recibido: 25/01/2022

Aceptado: 26/05/2022

Introducción

La articulación de la rodilla se compone por un conjunto de articulaciones: la articulación femorotibial medial y lateral, y la articulación femorrotuliana, que presentan diferentes movimientos en planos distintos. En el plano sagital se hallan los movimientos de flexión y extensión; y en el plano horizontal, los de rotación interna y externa. Funcionalmente, estos se producen con la participación de otras articulaciones.⁽¹⁾ La estabilidad de la rodilla se basa, en mayor medida, en las restricciones de los tejidos blandos que la componen y, en menor grado, en sus componentes óseos.

Las lesiones de tejidos blandos que componen la rodilla se presentan con gran incidencia en deportes que ejecutan cambios de dirección a gran velocidad. Estas lesiones se producen cuando los tejidos no son capaces de resistir una tensión excesiva, porque el atleta se ve sometido día a día a largas horas de entrenamiento y descanso insuficiente, lo que ocasiona sobreentrenamiento, inestabilidad articular y debilidad muscular, que puede llegar a una lesión musculoesquelética.

La tendinopatía tiene alta incidencia en deportistas aficionados y de alto rendimiento. El término “tendinopatía” abarca las condiciones dolorosas que ocurren en el tendón, lo que se ve reflejado en las diferentes estructuras que se encuentran a su alrededor. Anteriormente, el término tendinitis rotuliana se utilizaba para referirse a todo proceso inflamatorio, doloroso o limitante, donde estuvieran involucrados el tendón rotuliano o los tejidos próximos a él.

Sin embargo, tomando como referencia diversas publicaciones en las que se describe el proceso patológico del tendón como degenerativo y no encontrarse entre los estudios de laboratorio datos de células inflamatorias, este término está en desuso, puesto que la zona puede ser o no dolorosa. En ese sentido, en el tendón que presenta esta sintomatología se ha demostrado presencia de zonas de colágeno degeneradas, con datos de una degeneración mixoide, aumento de la sustancia fundamental, presencia de fibroblastos y una hiperplasia vascular asociada a una reparación de tendón fallida.⁽²⁾ Por esa razón, *Abat* y otros⁽³⁾ mencionan que el término “tendinitis” debe sustituirse por “tendinosis” o “tendinopatía”, donde un proceso patológico del tendón puede resultar asintomático o doloroso, pero no se encuentran signos de inflamación.

La lesión del tendón del cuádriceps se conoce como “tendinopatía rotuliana”. Esta se presenta con mayor incidencia en atletas que realizan saltos constantes y se manifiesta con dolor puntual en el polo inferior de la rótula. Se muestra una pérdida progresiva de la capacidad de respuesta del tendón rotuliano para llevar a cabo la regeneración o cicatrización, lo que produce un estrés oxidativo, que se desencadena en el atleta a partir de un sobreesfuerzo.⁽⁴⁾ Los tendones, en general, son fuertes; pero está documentado que tienen poca resistencia a cargas cíclicas, lo que expone su susceptibilidad a la fatiga, y muestra cambios en su arquitectura, composición celular y composición química.⁽⁵⁾

Métodos

Durante el proceso de búsqueda se revisó información sobre los diferentes tratamientos de tendinopatía rotuliana de ocho años atrás, en buscadores electrónicos como PubMed, Trip y SciELO. Además, se consultaron revistas médicas indexadas y libros físicos referentes al tema, tanto en inglés como en español. Asimismo, se utilizaron palabras clave como: “técnicas de energía”, “tendinopatía rotuliana” y “kinesiología”.

Desarrollo

La etiología de la tendinopatía rotuliana no está científicamente clara, ya que estudios recientes demuestran que personas sedentarias pueden manifestar síntomas, por lo que la actividad física podría no estar relacionada de manera directa con la histopatología. Se afirma que la fuerza de tensión y la capacidad elástica del tendón disminuyen, debido a la inmovilización.⁽⁵⁾ En esta revisión se exponen las tendinopatías que tienen un origen deportivo por sobreuso, las cuales representan entre el 30 % y el 50 % del total de las lesiones en deportistas jóvenes. En voleibol la tendinopatía representa el 45 % de las lesiones de rodilla; y en baloncesto, el 50 % de estas.⁽²⁾ Cuando el tendón se ve sometido a estrés, su respuesta varía de acuerdo con los diferentes factores como la edad, la morfología y la velocidad de tensión aplicada. Para comprender la tendinopatía rotuliana deben conocerse los componentes principales de un tendón, así como las estructuras asociadas a él.

El tejido muscular contiene estructuras elásticas que se relacionan con los sarcómeros, una detrás de la otra. Los componentes que se ubican en paralelo, conocidos como PEK, contienen al sarcolema y las estructuras de tejido conectivo terminan en lo que se conoce como “fascia muscular”, la cual evita que los filamentos de sarcómera se separen cuando el músculo se estira de manera pasiva.⁽⁴⁾ El tendón es parte fundamental del músculo esquelético, contiene componentes elásticos secuenciales, conocidos como SEK, los cuales unen directamente el músculo con el hueso. Está formado por fibras de colágeno y proteoglicanos, fibroblastos, fibrocitos y elastina. Las fibras de colágeno se agrupan en haces primarios, los cuales, de igual manera, se unen para formar haces secundarios en forma hexagonal. Estos últimos están unidos por una membrana, que contiene elastina, llamada “endotendón”. Los grupos de endotendón están rodeados por una segunda capa (epitendón), rodeada por una capa externa de tejido conectivo y membrana sinovial (paratendón).⁽⁶⁾

Existen otras estructuras importantes en la función muscular que, si se estimulan de manera adecuada, pueden ayudar a la recuperación del atleta. La primera es el huso muscular. Este se encuentra entre las fibras musculares (fibras extrafusales). Hay un segundo tipo de fibras especializadas muy pequeñas llamadas “fibras intrafusales”, junto con sus terminaciones nerviosas motoras y sensitivas. Las fibras intrafusales se encuentran inervadas por motoneuronas gamma; y las fibras extrafusales, por motoneuronas alfa. Las terminaciones nerviosas sensitivas del huso muscular envían información cuando el músculo sufre un estiramiento. El sistema nervioso central recibe datos precisos sobre la longitud, el estado contráctil y la velocidad en la que el músculo es estirado. Esta información es esencial para mantener el tono muscular, la postura y la ejecución de movimientos. Cuando el músculo sufre un estiramiento intenso, una motoneurona alfa envía una señal en la cual el músculo se contrae de manera refleja para resistir dicho estiramiento y disminuir el riesgo de lesión muscular.⁽⁶⁾ Al realizar el estiramiento, la señal que envían las motoneuronas gamma hacia el huso muscular hace que esta estructura sea muy sensible a pequeños grados de estiramiento.⁽⁷⁾

La segunda estructura a la que el kinesiólogo debe prestarle especial atención al momento de aplicar alguna técnica que estimule el tejido muscular, es el órgano tendinoso de Golgi. Este representa un receptor encapsulado, por el cual pasan haces de fibras tendinosas provenientes del músculo, que se sitúan de manera proximal a la unión de las fibras de los tendones con las fibras musculares. De cinco a veinticinco fibras musculares están conectadas con cada órgano tendinoso de Golgi. Tiene naturaleza inhibitoria, tan sensible que se puede obtener una respuesta con la contracción de una fibra muscular. Al ser estimulado, puede inhibir los músculos agonistas y activar los músculos antagonistas. Esta estructura resulta sensible a la tensión que se encuentra en el complejo músculo tendón y funciona como indicador de intensidad del esfuerzo.⁽⁸⁾

Se cree que, al reducir la influencia del órgano tendinoso de Golgi, se produce una desinhibición de los músculos que son activados; de esta forma, se presenta una acción muscular con más energía, lo que podría explicar la ganancia de fuerza muscular en el entrenamiento del atleta y su recuperación muscular.

Cada músculo, así como sus tendones, se componen de una arquitectura distinta. Conocerla permite al kinesiólogo predecir el papel funcional de un músculo durante la estabilización de los componentes esqueléticos.⁽⁹⁾ El área transversal fisiológica (ATF), así como el ángulo de distribución penniforme (ADP) son determinantes para conocer el grado y la fuerza que va a producir el músculo.

Los nuevos hallazgos han determinado que el área transversal fisiológica muestra la cantidad de proteínas contráctiles que están disponibles para generar fuerza.

En general, cuando el músculo es más grueso, mayor resulta su potencial de fuerza, mientras que el ángulo de distribución peniforme se refiere al ángulo de orientación que hay entre las fibras musculares y el tendón. Cuando las fibras musculares se insertan paralelas al tendón, se define en 0, lo que significa que la fuerza generada por las fibras musculares se transmite directamente al tendón de una articulación. Cuando el ADP es mayor a 0 solo una parte de la fuerza se transmite al tendón. Cuando existe un ángulo cercano a los 30° se transmite el 86 % de la fuerza al tendón. Comúnmente, los músculos penniformes producen más fuerza en comparación con los músculos fusiformes.

Recientemente, *Van Hooren y Zolotarjova*⁽¹⁰⁾ han estudiado el componente elástico paralelo (CEP), el tejido que rodea las proteínas contráctiles, responsables de la contracción muscular. Este componente representa el tejido conjuntivo del músculo. El componente elástico en serie (CES) define el tejido conjuntivo del tendón. Al orientarse en serie con las proteínas contráctiles, la fuerza que se genera de estas se transfiere directamente al hueso. Estirar un músculo hace que el CEP y el CES generen una tensión pasiva, al no depender de la contracción muscular propia.

El tendón, debido a su orientación longitudinal y al espesor de sus fibras de colágeno, posee varias propiedades mecánicas y resiste fuerzas que podrían dañar el tejido muscular. Al mezclarse con el tendón, la fibra muscular disminuye su diámetro hasta un 90 %. De esta forma, la tensión aumenta de manera significativa. Para distribuir la tensión generada en cada extremo del músculo existe un pliegue amplio de sarcolema que se une con el tejido conjuntivo del tendón.⁽¹¹⁾

Al estirar el CEP y el CES -los elementos pasivos del músculo- se empieza a generar una tensión pasiva, inmediatamente después de alcanzar una longitud crítica, donde todo el tejido adquiere un nivel inicial de tensión. Al llegar a la longitud crítica, la tensión aumenta de manera progresiva hasta alcanzar niveles elevados de rigidez; cuando existe mayor tensión, el tejido falla. La tensión pasiva ayuda a estabilizar las estructuras esqueléticas y musculares contra la gravedad y las cargas impuestas.

El tejido muscular, al ser estirado, presenta propiedades de viscosidad y elasticidad; ambas generan una influencia en el grado y la velocidad de tensión pasiva y activa desarrollada por el músculo. El músculo almacena parte de la energía creada por el estiramiento. Esta energía, aunque escasa en comparación con el potencial completo de fuerza del músculo, previene lesiones durante la elongación máxima.⁽¹²⁾

Existe una propiedad importante: la viscosidad del músculo, que depende de la velocidad con la que se moviliza. Por ello la resistencia de un músculo a la

elongación aumenta con la velocidad de un estiramiento. La viscosidad protege al músculo de los estiramientos rápidos y forzados; la misma propiedad prolonga la aplicación de fuerza para permitir una elongación gradual. De esta forma el riesgo de ruptura de tejidos resulta menor.

El músculo recibe información del sistema nervioso central para generar fuerza u oponer resistencia, mediante una activación concéntrica, excéntrica o isométrica. En la activación concéntrica y excéntrica la velocidad de cambio de longitud se relaciona con la fuerza máxima del músculo.⁽¹³⁾ Cuando se realiza una activación concéntrica, el músculo se contrae a una velocidad máxima cuando no existe carga; si la carga aumenta, la velocidad de contracción máxima disminuye; y una carga muy grande provoca una velocidad igual a cero, conocida como “contracción isométrica”.

Una carga en la activación concéntrica que apenas supera el nivel de fuerza isométrica causa una elongación lenta del músculo. Esta aumenta cuando se aplica una carga mayor; el músculo no puede resistir dicha carga y sufre una elongación descontrolada. En caso contrario, cuando se contrae de manera excéntrica, realiza un trabajo negativo, en el cual el músculo almacena energía que actúa como acelerador activo de movimiento contra una carga. Al momento de realizar una contracción excéntrica, el músculo funciona como desacelerador, utiliza menor energía y retrasa la fatiga, lo que provoca una mayor elongación.⁽¹⁴⁾

Está documentado que el tendón puede lesionarse por diferentes factores de riesgo extrínsecos (cuadro 1). Al recibir un traumatismo, el miembro sufre un movimiento de manera pasiva y violenta, de una posición de flexión, extensión, aducción o abducción, de manera contraria a la contracción muscular -estiramiento forzado de la unión músculo tendinosa.

Cuadro 1 - Factores extrínsecos en tendinopatías rotulianas

Carga excesiva de trabajo	Planificación de carga inadecuada	Superficie o material deportivo inadecuado
<ul style="list-style-type: none"> - Sobreuso. - Debilidad muscular o fatiga. - Alteración muscular. 	<ul style="list-style-type: none"> - Incorrecto plan de entrenamiento, con cargas musculares mal dosificadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie de entrenamiento muy dura o muy blanda. - Calzado deportivo inadecuado.

También se han descrito factores de riesgo lesional intrínsecos, propios de una biomecánica inadecuada en la mayoría de los casos (cuadro 2). En la práctica

deportiva, el atleta puede presentar los siguientes seis mecanismos posibles de lesión tendinosa:

- La inserción muscular está fuertemente innervada.
- El grupo muscular se estira por estímulos externos.
- El tendón es débil con respecto al músculo.
- La tensión se aplica rápidamente.
- La tensión se aplica de manera oblicua.
- El tendón se encuentra en tensión antes de la lesión.⁽¹⁵⁾

Al realizar actividad física repetitiva, el tendón se somete a diferentes grados de estrés, tolera menos carga, presenta ruptura de puentes cruzados, lo que genera debilidad de las fibras, microrroturas, una reparación deficiente de estas y daños microvasculares. Al disminuir el aporte de oxígeno en el interior del tendón no es posible que se reestablezcan los enlaces cruzados, lo que compromete la estructura tendinosa. El atleta experimenta molestias durante la actividad física y dolor como síntoma principal, que trata de aliviar con un calentamiento de alta intensidad.

Estudios recientes mencionan que la contracción excéntrica aplicada en una tendinopatía aumenta la capacidad muscular de almacenar energía y estimula los mecanorreceptores, lo que produce un aumento en la producción de colágeno por estimulación de tenocitos y puede revertir la fisiopatología de la tendinopatía. Esto se logra cuando se fortalece el tendón; en consecuencia, existe un reacomodo de los fibroblastos, aumenta la producción de colágeno y se da una correcta unión de los puentes cruzados, lo que hace que las fibras tendinosas respondan de manera adecuada a las demandas del músculo.⁽¹⁶⁾

Cuadro 2 - Factores de riesgo intrínsecos que predisponen tendinopatías rotulianas

Alteración biomecánica	Rigidez de tejido blando	Disfunción muscular
<ul style="list-style-type: none"> - Pronación excesiva del pie. - Anteversión femoral. - Tibia vara. - Rótula alta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Banda iliotibial. - Cuádriceps. - Retináculo externo. - Vasto externo. - Tríceps sural. - Isquitibiales (bíceps femoral). - Tensor de la fascia lata. 	<ul style="list-style-type: none"> - Atrofia de vasto interno. - Atrofia de abductores de cadera y rotadores externos.

El sobreuso puede presentarse cuando el tendón sufre un estiramiento en repetidas ocasiones. Entre un 4 % y 8 % de su longitud original produce rupturas microscópicas y dolor. Al progresar la lesión pueden aparecer tendinosis, desgarros o roturas.⁽¹⁷⁾ La debilidad muscular o fatiga es la disminución de la capacidad de absorber energía, por lo que se pierde la capacidad de alargamiento para proteger al tendón de una lesión.⁽¹⁸⁾ En cuanto a las alteraciones musculares, se presentan como desequilibrios musculares entre agonistas y antagonistas que se generan al realizar el gesto deportivo de manera repetitiva; constituyen el origen de las lesiones tendinosas en un gran porcentaje.

Cambios histológicos asociados a tendinopatía

Cuando un tendón se encuentra sano, su aspecto es brillante con una propiedad elástica; todo lo contrario a un tendón que se encuentra degenerado. Se presentan aumento de vasos sanguíneos, gran cantidad de fibroblastos desorganizados y mayor número de terminaciones nerviosas, lo que aumenta la producción de neurotransmisores. Este fenómeno explica la presencia de dolor, bandas de colágeno desorganizadas y una regeneración errónea.⁽¹⁹⁾

Se ha logrado demostrar que el estrés oxidativo del tendón cuando se realizan cargas repetitivas, desencadena desorganización celular, alteración del colágeno tipo I, destrucción de la matriz extracelular y alteración del núcleo, que puede llegar a la apoptosis.⁽²⁰⁾ Asimismo, está comprobado que el tendón con múltiples células apoptóticas tiene una capacidad deficiente para sintetizar colágeno, al realizar intentos fallidos de reparación y de cicatrización, ya que la matriz extracelular presenta alteración en la respuesta adrenérgica, se produce dolor y la degeneración sigue avanzando (cuadro 3).

Cuadro 3 - Clasificación ecográfica de la tendinosis

Grado 1	Engrosamiento de tendón menor que 50 %
Grado 2	Engrosamiento de tendón mayor que 50 % Patrón fibrilar homogéneo Degeneración mixoide inicial
Grado 3	Engrosamiento de tendón mayor que 50 % Microrrotura fibrilar

	Degeneración quística intra tendinosa
Grado 4	Engrosamiento de tendón mayor que 50 %
	Rotura fibrilar
	Fibrosis
	Microcalcificaciones

Está claro, por lo analizado hasta este punto, que el tendón sufre una lesión debido a los factores mencionados. Cuando el origen de la lesión es extrínseco, la solución más obvia radica en identificar la causa de la lesión, analizarla y, finalmente, corregir los factores que producen o produjeron la lesión; de no ser así, aunque se lleve un tratamiento exitoso, la lesión se presentará de manera recurrente.⁽²¹⁾

Cuando la tendinopatía tiene un origen intrínseco, el tratamiento debe guiarse a un contexto más amplio y adecuarse siempre a las necesidades del atleta.

El tratamiento de elección para la tendinopatía rotuliana hoy día resulta muy controversial. Existe gran variedad de propuestas, aunque algunas de ellas carecen de evidencia científica; entre ellas, las siguientes:

- Crioterapia: se utiliza en la lesión aguda de tendón. Existen pocos trabajos que analizan de una manera científica la utilidad real. Se cree que el frío reduce el flujo sanguíneo, y disminuye el dolor y la conducción nerviosa. El principal beneficio que otorga pareciera ser la analgesia.
- Calor: en sus dos presentaciones: superficial y profundo. *Hot packs*, infrarrojo, parafina local. En la modalidad profunda se utiliza ultrasonido, onda corta que actualmente no hay literatura seria que describa su impacto real en el proceso de reparación del tendón.^(22,23)
- Terapia manual: la terapia manual resulta muy popular para el tratamiento de lesiones tendinosas, masaje transversal profundo (Cyriax) y movilización de partes blandas. El masaje profundo transversal ha sido objeto de diferentes estudios. Uno de ellos se realizó para el tratamiento de tendinopatía del extensor del carpo y uno más en el síndrome de fricción de la cintilla de Maissiant. Ningún estudio demostró que el masaje profundo transversal fuera de utilidad y mostrara beneficios con respecto a la fuerza, la funcionalidad o el dolor. La movilización de partes blandas, donde se utiliza un masaje cerca del área del tendón, con la finalidad de aumentar el aporte sanguíneo local en el área próxima a la lesión, favorece la cicatrización; aunque no existen

- estudios serios que puedan sustentar el uso de esta técnica para el tratamiento de tendinopatía.^(22,23,24)
- Electroterapia: existe un gran debate sobre los efectos de la electroterapia en el tratamiento de tendinopatías, en dependencia del tipo de onda, la polaridad, la frecuencia, el ancho de pulso, la longitud de onda, el tiempo de tratamiento, entre otros factores. En años recientes, la utilización de electrolisis percutánea intratendinosa ha generado una expectativa favorable, al conseguir una respuesta inflamatoria localizada en la región a tratar, lo que facilita la fagocitosis y, posteriormente, la regeneración de tendón. *Valera* y otros⁽²⁵⁾ realizaron un estudio en 32 pacientes con tendinopatía rotuliana con resultados positivos; aunque se menciona que el efecto aislado de la electrolisis percutánea no se pudo analizar, ya que, además de la electrolisis, a los pacientes se les asignó un trabajo de fuerza excéntrica y estiramientos de la musculatura implicada.
 - Ondas de choque: aunque últimamente ha cobrado peso el tratamiento con ondas de choque, se han estudiado sus efectos en diferentes tendones, pero se ha demostrado que estos no son diferentes a los de un placebo.^(25,26)

Gracias al conocimiento científico -que ha crecido de manera exponencial-, las prácticas de rehabilitación sobre la tendinopatía rotuliana han avanzado a pasos gigantes. La biomecánica, como ejemplo, amplió el conocimiento de la cinemática de la rodilla y mostró las funciones de las estructuras de apoyo. El terapeuta tiene la obligación de entender la naturaleza de la lesión, los componentes anatómicos implicados, la función de dichos componentes y los diferentes métodos para rehabilitar de manera segura.

Actualmente, el tratamiento por medio de ejercicio excéntrico ha presentado buenos resultados a corto y mediano plazos, ya que genera adaptaciones fisiológicas y aumenta la fuerza muscular, al excitar unidades motoras adicionales con una eficacia mecánica mayor a la de una contracción concéntrica en gran medida.⁽²⁷⁾

En primera instancia, dentro de la terapia manipulativa se encuentran las técnicas de energía muscular (TEM) -centradas en la contracción del tejido muscular, así como en la movilización articular-, que utilizan contracciones específicas desde una posición controlada hacia una dirección especial con una fuerza controlada en dirección opuesta. La técnica tiene influencia directa en los tejidos blandos, la circulación, el drenaje linfático y la capacidad directa de romper tejido cicatrizal.^(28,29) *Childs* y otros⁽³⁰⁾ mencionaron: “Las TEM pueden utilizarse para estirar un músculo acortado, contracturado o espástico, para reforzar un músculo

o grupo muscular fisiológicamente debilitado, para reducir un edema localizado, aliviar la congestión pasiva y movilizar una articulación con movilidad restringida”. Son estos los principales objetivos de tratamiento dentro de las tendinopatías. Las TEM resultan efectivas en personas que presentan un dolor intenso procedente de una disfunción. La disfunción aumenta la demanda energética, desencadena funcionamientos anormales de control vasomotor, así como altera los procesos normales de circulación sanguínea y linfática.

Las TEM utilizan la fuerza del rehabilitador, la cual debe superar la del atleta, al movilizar el área en dirección opuesta. De esta forma, se estimula el órgano tendinoso de Golgi y se genera una relajación posisométrica (RPI), que resulta de un recorrido neurológico, que produce un efecto que el músculo experimenta después de someterse a contracciones isométricas de corta duración. Se describe una variación del músculo, llamada “inhibición recíproca”, que sucede como respuesta fisiológica de los músculos antagonistas. Cuando un músculo se contrae de manera isométrica, sufre una relajación inmediata, y consigue movimiento adicional y un grado de alivio en los tejidos mediante un recorrido neurológico que involucra al órgano tendinoso de Golgi. Al conseguir una RPI en una contracción mantenida, se genera un estímulo en el órgano tendinoso de Golgi y se obtiene una respuesta a la contracción; el tendón alcanza un grado de alivio y los tejidos acortados logran una longitud completa en reposo.⁽³¹⁾

Las TEM se centran en variaciones básicas descritas como: la fuerza del rehabilitador debe oponerse al esfuerzo del paciente, al realizar una contracción isométrica, donde se obtiene una respuesta neurofisiológica al estimular el órgano tendinoso de Golgi. En esencia, esto logra que la energía del paciente se emplee de distintas formas en función de sus necesidades. Se pone de manifiesto una inhibición recíproca del músculo antagonista, así como una relajación posisométrica del músculo agonista. La fuerza del rehabilitador debe superar la del paciente; esta es el 20 % de su fuerza total con un tiempo entre siete y diez segundos de contracción. La articulación se debe mover en dirección opuesta a la que realiza el paciente (contracción excéntrica).^(32,33) Expertos concluyen que la relajación posisométrica resulta más efectiva que la inhibición recíproca, al tratar una musculatura hipertónica y que se encuentra en acortamiento.

¿Qué sucede durante las TEM?

Se sabe que la inhibición medular no puede explicar por sí sola la efectividad de la técnica. Durante una contracción isométrica pocas fibras musculares se activan y las fibras restantes sufren una inhibición. En el momento que sucede la RPI se evita el reflejo de estiramiento lo que genera una influencia entre dolor y tensión

como analgesia y relajación.⁽³²⁾ Se demostró que durante la aplicación de las TEM el estiramiento del músculo está indicado cuando existe una contractura con un factor fibrótico, con una interrupción del funcionamiento. Esto se trabajó con 244 pacientes y 351 grupos musculares, quienes llegaron a un estado libre de dolor, lo que representa resultados destacables sobre cualquier discusión.

Tras la revisión sistemática de *Lewit* se encontraron evidencias de que los cambios fibróticos que aparecen en el músculo desaparecerán después de la manipulación con técnicas de energía muscular.⁽³⁴⁾ *Wilmot* y *Liebenson*⁽³⁵⁾ establecieron que “un esfuerzo isotónico resistido hacia la barrera es una excelente forma de facilitar vías aferentes en la finalización del tratamiento con técnicas de relajación muscular o sus variantes. Esto ayuda a reprogramar los propioceptores musculares”. Durante la contracción excéntrica y el estiramiento sucede una ruptura del tejido fibrótico, generado por la mala reparación repetitiva del tendón al reclutar el mayor número de fibras musculares.⁽³⁶⁾ Para obtener resultados óptimos se debe identificar el músculo, realizar una contracción para conseguir la relajación durante repetidas ocasiones, aumentar el flujo sanguíneo y la oxigenación, y realizar el estiramiento hasta el punto de tensión.

Desarrollo de la fuerza por medio de TEM

Pudo demostrarse, en jugadores de tenis que sufrían tendinopatía de los músculos epicondíleos, que tras someterlos a trabajo excéntrico se generaba una disminución del dolor. Una rápida adaptación a los estímulos debe incluir el tipo de contracción específica y un aumento de la fuerza muscular por medio de factores neurofisiológicos, en los cuales está implicado el órgano tendinoso de Golgi y el huso muscular.^(37,38)

Se ha descubierto que la interacción de las TEM está estrechamente relacionada con el desarrollo de fuerza al momento de inducir un nivel de resistencia y al realizar una contracción isocinética como método efectivo para desarrollar la fuerza muscular. Esto se debe al reclutamiento neuromuscular en áreas de permanente limitación de movilidad; por el incremento de fuerza por medio de estos métodos, el rehabilitador debe escoger entre una contracción excéntrica o concéntrica, las cuales se producen durante el movimiento isocinético de la articulación.

No puede dejarse de lado la influencia que tienen las TEM sobre la fascia muscular, ya que contiene muchas terminaciones nerviosas, tiene la propiedad de contraerse y relajarse, y forma bandas de estiramiento que se especializan en responder a la carga. Es un área amplia de estudio.

Se describen criterios de tratamiento por medio de TEM específicos que, según la investigación, demostraron su efectividad. El músculo a tratar se coloca en posición media entre el estiramiento y la relajación completos. El atleta realiza una contracción isométrica al emplear un 20 % de su fuerza. El kinesiólogo debe romper esta barrera, al convertir la contracción isométrica en una contracción excéntrica durante cinco o diez segundos -tiempo considerado necesario para que el órgano tendinoso de Golgi se active y ejerza su influencia de manera neurofisiológica en las fibras intrafusales-. De esta forma, se obtiene una nueva longitud del músculo en reposo. Al liberar la tensión, el kinesiólogo realiza un estiramiento hasta el nuevo punto de tensión -lo mantiene un mínimo de 10 segundos-. El atleta toma un descanso con un mínimo de 20 segundos; a continuación, repite el procedimiento entre 3 y 5 veces.⁽³²⁾

Conclusiones

Luego de presentar una tendinopatía rotuliana que no se trata adecuadamente, son menos las personas que regresarán a su actividad física. Regresar al deporte resulta un proceso que implica un enfoque biopsicosocial. Desde hace varios años la tendinopatía rotuliana ha generado gran preocupación para el atleta profesional y para el profesional de salud, por la sintomatología que puede llegar a una convalecencia total del paciente o por el tratamiento tan diverso que se puede seguir. En un planeta tan globalizado, con técnicas nuevas que surgen día a día, sin mencionar los altos costos para la mayoría de los kinesiólogos, fisioterapeutas y atletas, las técnicas manuales continúan siendo una herramienta fundamental para el abordaje de las tendinopatías. Las TEM, como técnicas manuales, cuyos efectos han sido demostrados, pueden representar una opción segura y de bajo costo para el atleta en el tratamiento de tendinopatía rotuliana con la finalidad de generar acciones correctivas y disminuir de manera considerable la inactividad física, lo que se traduce en más horas de entrenamiento y mayor rendimiento físico. De esta forma, los atletas y las instituciones pueden alcanzar sus objetivos.

Referencias bibliográficas

1. Moore K, Dailey A. Anatomía con orientación clínica. 7 ed. Barcelona: Medica panamericana; 2012. p. 680-90.

2. Iborra A, Ramos J, Rodríguez G, López A. Intratissue Percutaneous Electrolysis vs. Corticosteroid Infiltration for the Treatment of Plantar Fasciosis. *Foot Ankle Int.* 2018 Jun;39(6):704-11. DOI: <https://doi.org/10.1177/1071100718754421>
3. Abat F, Diesel WJ, Gelber PE, Polidori F, Monllau JC, Sanchez-Ibañez JM. Effectiveness of the Intratissue Percutaneous Electrolysis (EPI®) technique and isoinertial eccentric exercise in the treatment of patellar tendinopathy at two years follow-up. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2014 Jul 14;4(2):188-93. PMID: [PMC4187605](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24187605/)
4. Gojda J, Waldauf P, Blahutová B, Duska F, Tuma P. Lactate production without hypoxia in skeletal muscle during electrical cycling: Crossover study of femoral venous-arterial differences in healthy volunteers. *PLoS One.* 2019 Mar 1;14(3). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200228>
5. Quassim M. Rehabilitation of patellar tendinopathy. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2020;20(4):535-40. DOI: <https://doi.org/PMC7716685>
6. Ogbonmwan I, Kilcourse E, Gupta S. Achilles tendinopathy: a guide for general practice. *Br J Gen Pract.* 2020 Oct 29;70(700):563-4. DOI: <https://doi.org/10.3399/bjgp20X713381>
7. Seago M, Shumaker P, Spring L, Chan H, Ogawa R, Waibel J. Laser Treatment of Traumatic Scars and Contractures: International Consensus Recommendations. *Lasers Surg Med.* 2020 Feb;52(2):96-116. DOI: <https://doi.org/10.1002/lsm.23201>
8. Guyton AC, Hall J. *Textbook of medical physiology.* 3 ed. Philadelphia: Saunders; 2000. p. 456-78.
9. Sprague A, Smith A, Knox P. Modifiable risk factors for patellar tendinopathy in athletes: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2018 Dec;52(24):1575-85. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-099000>
10. Van Hooren B, Zolotarjova J. The Difference Between Countermovement and Squat Jump Performances: A Review of Underlying Mechanisms With Practical Applications. *J Strength Cond Res.* 2017 Jul;31(7):2011-2020. DOI: [10.1519/JSC.0000000000001913](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001913)
11. Dello A, Ayalon M, Wang W. The influence of single-leg landing direction on lower limbs biomechanics. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019 Feb;59(2):195-203. DOI: <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08358-5>
12. Erickson L, Hickey K, Davies K, Jacobs C, Hardy P. Effect of Blood Flow Restriction Training on Quadriceps Muscle Strength, Morphology, Physiology, and Knee Biomechanics Before and After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction:

Protocol for a Randomized Clinical Trial. *Phys Ther.* 2019 Aug 1;99(8):1010-9. DOI: <https://doi.org/10.1093/ptj/pzz062>

13. Vincent K, Vasilopoulos T, Montero C, Vincent H. Eccentric and Concentric Resistance Exercise Comparison for Knee Osteoarthritis. *Med Sci Sports Exerc.* 2019 Oct;51(10):1977-86. DOI: [10.1249/MSS.0000000000002010](https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002010)

14. Morton R, Sonne M, Farias A, Potvin J, Jones A. Muscle fibre activation is unaffected by load and repetition duration when resistance exercise is performed to task failure. *J Physiol.* 2019 Sep;597(17):4601-13. DOI: <https://doi.org/10.1113/JP278056>

15. Glazebrook M, Rubinger D. Functional Rehabilitation for Nonsurgical Treatment of Acute Achilles Tendon Rupture. *Foot Ankle Clin.* 2019 Sep;24(3):387-98 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2019.05.001>

16. Sprague A, Epsley S, Silbernagel K. Distinguishing Quadriceps Tendinopathy and Patellar Tendinopathy: Semantics or Significant? *J Orthop Sports Phys Ther.* 2019 [acceso 15/06/2021];49(9):627-630. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.0611>

17. Yang S, Chen W. Conservative Treatment of Tendon Injuries. *Am J Phys Med Rehabil.* 2020 Jun;99(6):550-7. DOI: <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001345>

18. Leong N, Kator J, Clemens T, James A. Tendon and Ligament Healing and Current Approaches to Tendon and Ligament Regeneration. *J Orthop Res.* 2020 Jan;38(1):7-12. DOI: <https://doi.org/10.1002/jor.24475>

19. Eliasson P, Agergaard A, Svensson R, Warming S, Kjaer M, Janssen M. The Ruptured Achilles Tendon Elongates for 6 Months after Surgical Repair Regardless of Early or Late Weightbearing in Combination with Ankle Mobilization: A Randomized Clinical Trial. *Am J Sports Med.* 2018 Aug;46(10):2492-2502. DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546518781826>

20. Ahonen J, Lahtinen T, Pogliani G, Wirhed R. *Kinesiología y anatomía aplicada a la actividad física.* 2 ed. España: Paidotribo; 2012. p. 76-80.

21. Yin H, Hui S. Effects of isometric, eccentric, or heavy slow resistance exercises on pain and function in individuals with patellar tendinopathy: A systematic review. *Physiother Res Int* 2018;23(4):721. DOI: <https://doi.org/10.1002/pri.1721>

22. Emamvirdi M, Letafatkar A, Khaleghi M. The Effect of Valgus Control Instruction Exercises on Pain, Strength, and Functionality in Active Females with

Patellofemoral Pain Syndrome. Sports Health. 2019 Jun;11(3):223-37. DOI: <https://doi.org/10.1177/1941738119837622>

23. Balaban M, Hikmet A, Ildilman I. Evaluation of Tendon Disorders with Ultrasonography and Elastography. J Ultrasound Med. 2021 Jul;40(7):1267-86. DOI: <https://doi.org/10.1002/jum.15520>

24. Wilmore J, Costill D. Fisiología del esfuerzo y del deporte. Estados Unidos: Paidotribo; 2007. p. 110-5.

25. Valera F, Minaya F, Sanchez JM. Effectiveness of electrolysis percutaneous intratricular (EPI®) in chronic insertional patellar tendinopathy. Trauma Fund MAPFRE. 2010 Oct [acceso 18/06/2019];21(4):227-36. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3602329>

26. Karanasios S, Tsamasiotis G, Michopoulos K. Clinical effectiveness of shockwave therapy in lateral elbow tendinopathy: systematic review and meta-analysis. Clin Rehabil. 2021 Oct;35(10):1383-98. DOI: <https://doi.org/10.1177/02692155211006860>

27. Skovgaard C, Christiansen D, Bangsbo J. Effect of speed endurance training and reduced training volume on running economy and single muscle fiber adaptations in trained runners. Physiol Rep. 2018 Feb;6(3):13-60 DOI: <https://doi.org/10.14814/phy2.13601>

28. Chaitow L. Integrated Neuromuscular Inhibition Technique (INIT) in treatment of pain and trigger points. British Journal of Osteopathy.1998;17-21.

29. Hickey C, Walker D, Lee S, Vitato N. The Long-Term Effects of Eccentric Exercise vs. Extracorporeal Shockwave Therapy in Athletes Aged 18-50 with Lower Extremity Tendinopathy: A Meta-Analysis and Systematic Review. 2019;2(2):118-130. DOI: <https://doi.org/10.23880/aphot-16000130>

30. Childs JD, Flynn TW, Fritz JM, Piva SR, Whitman JM, Wainner RS, Greenman PE. Screening for vertebrobasilar insufficiency in patients with neck pain: manual therapy decision-making in the presence of uncertainty. J Orthop Sports Phys Ther. 2005 May;35(5):300-6. DOI: <https://doi.org/10.2519/jospt.2005.35.5.300>

31. Wendt M, Waszak M. Evaluation of the Combination of Muscle Energy Technique and Trigger Point Therapy in Asymptomatic Individuals with a Latent Trigger Point. Int J Environ Res Public Health. 2020 Nov 14; 17(22):30-84. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17228430>

32. Hendra S, Komang N, Luh N. The efficacy of muscle energy technique in individuals with mechanical neck pain: a systematic review. Sport and Fitness Journal. 2020;8(2):91-8. DOI: <https://doi.org/10.24843/spj.2020.v08.i02.p12>
33. Stania M, Juras G, Polak A, Kucio C, Król P. Extracorporeal Shock Wave Therapy for Achilles Tendinopathy. Biomed Res Int. 2019 Dec 26;2019:30-45. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/3086910>
34. Smith MS, Olivas J, Smith K. Manipulative Therapies: What Works. Am Fam Physician. 2019 Feb 15 [acceso 12/06/2020];99(4):248-252. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30763049/>
35. Wilmot L, Liebenson C. The Skater Squat. J Bodyw Mov Ther. 2018 Apr;22(2):546-548. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2018.02.013>
36. Iwata M, Yamamoto A, Matsui S, Hatano G, Miyazaki M. Dynamic Stretching Has Sustained Effects on Range of Motion and Passive Stiffness of the Hamstring Muscles. J Sports Sci Med. 2019 [acceso 15/12/2021];18(1):13-20. PMID: [PMC6370952](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/370952/)
37. Hody S, Croisier JL, Bury T, Rogister B, Leprince P. Eccentric Muscle Contractions: Risks and Benefits. Front Physiol. 2019 May 3;10:63-70. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00536>
38. Choi Y, Tanabe Y, Akazawa N, Maeda S. Curcumin supplementation attenuates the decrease in endothelial function following eccentric exercise. J Exerc Nutrition Biochem. 2019 Jun 30;23(2):7-12. DOI: <https://doi.org/10.20463/jenb.2019.0010>

Conflicto de intereses

El autor declara que no existe conflicto de intereses.