



Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud
Carrera de Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría

Año 2025
Trabajo Final de Carrera (Tesis)

**Efecto del estiramiento estático en la función y el dolor de
pacientes deportistas con tendinopatías del miembro inferior:
Una revisión narrativa**

*Effect of Static Stretching on Function and Pain in Athletic
Patients with Lower Limb Tendinopathies: A Narrative Review*

Alumno:

María Sol Pistacchia

mariasol.pistacchia@alumnos.uai.edu.ar

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Universidad Abierta Interamericana

Tutor:

Lic. Javier Leonardo Crupnik

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Universidad Abierta Interamericana



Efecto del estiramiento estático en la función y el dolor de pacientes deportistas con tendinopatías del miembro inferior: Una revisión narrativa

Resumen

Antecedentes: Las tendinopatías de los miembros inferiores, especialmente en pacientes deportistas con grandes exigencias físicas, constituye un problema para los kinesiólogos que frecuentemente emplean como estrategia fundamental el estiramiento estático.

Objetivo: Describir y analizar la evidencia científica disponible sobre el efecto del estiramiento estático en la fuerza muscular, la funcionalidad y la percepción del dolor en pacientes deportistas con tendinopatías del miembro inferior. **Material y Método:** Se realizó una búsqueda en bases de datos electrónicas (PubMed, Medline, PeDro y Cochrane Library) entre 2004 y 2024. Se seleccionaron estudios experimentales y ensayos clínicos aleatorizados, que evaluaron el impacto del estiramiento estático en la tendinopatía rotuliana, isquiotibial, aquilea, glútea y aductora en pacientes deportistas.

Resultados: Los estudios revisados indican que el estiramiento estático puede reducir la producción de fuerza muscular de manera transitoria, afectar la capacidad de carga del tendón y tener un impacto variable en la percepción del dolor. Las discrepancias encontradas en los hallazgos, sugieren que los efectos dependen de la duración del estiramiento, la población estudiada y la metodología utilizada. **Conclusión:** La evidencia actual, permite afirmar que, es una técnica eficaz siempre que se la utilice dentro de un enfoque integral y personalizado. Se requiere más investigación para determinar su impacto en distintos tipos de tendinopatías y contextos deportivos.

Palabras clave: Estiramiento estático, tendinopatía, fuerza muscular, atletas de élite, rehabilitación deportiva.

Effect of Static Stretching on Function and Pain in Athletic Patients with Lower Limb Tendinopathies: A Narrative Review

Abstract

Background: Tendinopathies of the lower limbs, especially in athletic patients with high physical demands, constitute a problem for kinesiologists who frequently employ static stretching as a fundamental strategy. **Objective:** To describe and analyze the available scientific evidence on the effect of static stretching on muscle strength, functionality and pain perception in athletic patients with tendinopathies of the lower limb. **Methods:** We searched electronic databases (PubMed, Medline, PeDro and Cochrane Library) between 2004 and 2024. Experimental studies and randomized clinical trials evaluating the impact of static stretching on patellar, hamstring, Achilles, gluteal and adductor tendinopathy in elite athletes were selected. **Results:** The studies reviewed indicate that static stretching may transiently reduce muscle force production, affect tendon loading capacity, and have a variable impact on pain perception. The discrepancies found in the findings suggest that the effects depend on the duration of stretching, the population studied and the methodology used. **Conclusion:** Current evidence supports that it is an effective technique as long as it is used within a comprehensive and personalized approach. Further research is required to determine its impact in different types of tendinopathies and sports contexts.

Keywords: Static stretching, tendinopathy, muscle strength, elite athletes, sports rehabilitation.

1. Introducción

Esta revisión aborda el problema de las tendinopatías de los miembros inferiores, cuyo tratamiento representa un desafío para los kinesiólogos que trabajan en el ámbito deportivo, especialmente para los deportistas de élite, que requieren para su rendimiento una óptima fuerza y resistencia muscular.

Entre las tendinopatías más comunes en esta población se encuentran las tendinopatías rotulianas, isquiotibiales, glútea, aquílea y aductora que generan dolor y limitación funcional, comprometiendo a menudo el rendimiento deportivo y, en algunos casos, la continuidad de la carrera deportiva. Estas afecciones, crónicas y de naturaleza recurrente, presentan un manejo clínico complejo en deportistas que requieren mantener altos niveles de actividad física.

Durante décadas, en las prácticas vigentes, se ha recomendado a los deportistas profesionales, para el manejo del dolor, el estiramiento estático, como un componente esencial de numerosos programas de calentamiento. (1) (2) La técnica consiste en que un individuo relaja completamente el músculo, mientras una fuerza externa, como la gravedad, otra persona o una herramienta, aplica el estiramiento. (1)

Como hemos dicho, esta es una práctica generalizada entre los deportistas durante las sesiones de entrenamiento para diferentes grupos musculares o antes de las competencias con la idea que un aumento agudo en el ángulo de movimiento puede mejorar la flexibilidad. (3)

Se supone que mediante este tipo de rutinas se mejora el rango de movimiento o la flexibilidad de las articulaciones, lo cual promueve una mayor capacidad deportiva al mejorar el rendimiento muscular y reducir el riesgo de lesiones musculoesqueléticas.

Entre las técnicas comúnmente utilizadas se encuentran la facilitación neuromuscular dinámica, el estiramiento propioceptivo, el balístico y el estático, este último ampliamente

preferido por su aplicación segura y sencilla. Se supone que esto permite mejorar agudamente el rango de movimiento (ROM) y prevenir lesiones musculoesqueléticas. (4)

El objetivo de esta revisión es describir y analizar la evidencia científica disponible sobre el efecto del estiramiento estático en la fuerza muscular, la funcionalidad y la percepción del dolor en pacientes deportistas con tendinopatías del miembro inferior.

El análisis de la información recopilada parte de la premisa de que el origen de la patología tendinosa no es unicausal. Este tejido se ve afectado por diversos factores, entre ellos alteraciones vasculares y del colágeno, predisposición genética e incluso incoordinación motora, en la cual el músculo y la articulación no se encuentran en congruencia con los parámetros anatómicos ideales. (5)

Estudios previos indican que el tendón cuenta con una vascularización limitada, lo que puede llevar a una degeneración tendinosa y, a largo plazo, al riesgo de ruptura del tendón debido al insuficiente aporte de sangre oxigenada. (5)

2. Material y Método

Esta revisión se enmarca dentro del enfoque narrativo, dado que, pretende integrar hallazgos relevantes de la literatura específica, posibilitando una visión amplia y contextualizada del tema.

2.1. Criterios de inclusión

En la selección de los documentos se adoptaron determinados criterios:

- Tema: Referidos a las tendinopatías más comunes en los pacientes deportistas: tendinopatía rotuliana, isquiotibial, aquilea, glútea y aductora, cuya naturaleza crónica y recurrente presenta un manejo clínico complejo.
- Fecha de publicación: 2004 – 2024
- Idioma: español e inglés

- Intervención: Centrada en el estiramiento estático, evaluado como única técnica o parte principal del protocolo.
- Tipo de estudio: Ensayos clínicos controlados aleatorizados y no aleatorizados, y estudios experimentales que analizaran el efecto del estiramiento estático en tendinopatías del miembro inferior.
- Población examinada: Hombres y mujeres sin una edad específica, involucrados en actividades deportivas de élite.

2.2. Fuentes de información

Se realizó una búsqueda exhaustiva de literatura en las bases de datos electrónicas PubMed, Medline, PeDro y Cochrane Library.

2.3. Estrategia de búsqueda

La búsqueda se llevó a cabo entre el 10 de septiembre de 2024 y el 10 de noviembre de 2024.

Las bases de datos fueron *PubMed* y *Medline*, *PeDro* y *Cochrane Library* para identificar estudios relevantes sobre el efecto del estiramiento estático en tendinopatías del miembro inferior en pacientes deportistas de élite.

PubMed – Medline: La estrategia de búsqueda combinó términos MeSH (Medical Subject Headings) y palabras clave, con el uso de operadores booleanos (AND, OR) para garantizar la sensibilidad y especificidad en los resultados.

Términos MeSH utilizados:

- Athletes
- Stretching Exercises
- Tendinopathy
- Muscle Strength

Palabras clave:

- Elite athletes
- Static stretching
- Isokinetic torque
- Range of motion
- Recovery

Filtros utilizados:

- Fecha de publicación: 2014-2024 (últimos diez años).
- Tipo de estudios (ensayos clínicos controlados y estudios experimentales).

Resultados: La búsqueda realizada en esta plataforma aplicando los filtros posibilitó la obtención de 56 documentos para su posterior análisis.

PeDro:

Palabras claves utilizadas:

- Static stretching
- Tendinopathy
- Elite athletes

Filtros aplicados:

- Tipo de estudio: Ensayos clínicos.
- Idioma: inglés y español.
- Disponibilidad: Texto completo.

Resultados: La búsqueda realizada en esta plataforma aplicando los filtros posibilitó la obtención de 15 documentos para su posterior análisis.



Cochrane Library:

Palabras claves utilizadas:

- Static stretching
- Patellar tendinopathy
- Hamstring tendinopathy
- Achilles tendinopathy
- Adductor tendinopathy
- Gluteal tendinopathy

Filtros aplicados:

- Tipo de documento: Ensayos clínicos.
- Fecha de publicación: 2014-2024
- Idioma: inglés y español.

Resultados: La búsqueda realizada en esta plataforma aplicando los filtros posibilitó la obtención de 10 documentos para su posterior análisis.

2.4. Proceso de selección de estudios

En la **Figura 1** se presenta las distintas etapas del proceso de selección de los estudios, teniendo en cuenta los criterios de inclusión previamente determinados. Este proceso llevo a descartar algunos estudios por no ser relevantes, en función de los objetivos planteados para la revisión narrativa.

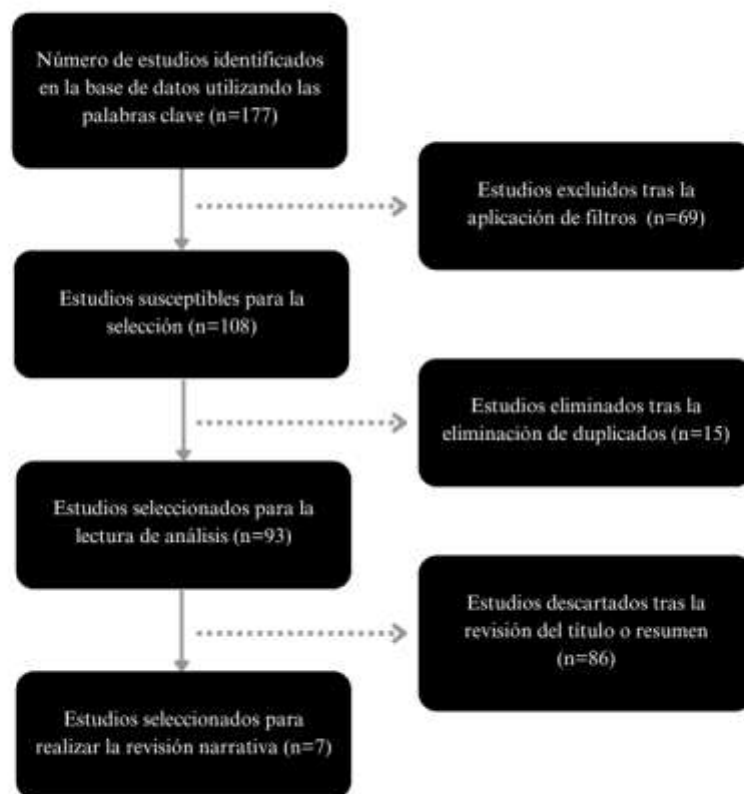


Figura 1. Proceso de selección de estudios

3. Resultados

Los estudios analizados evaluaron el efecto del estiramiento estático en la función y el dolor en deportistas con tendinopatías del miembro inferior. En la literatura revisada, se han reportado efectos sobre la producción de fuerza muscular, la capacidad de carga del tendón y la percepción del dolor.

3.1. Fuerza muscular

Cramer et al. (6) y Marek et al. (7) encontraron que el estiramiento estático disminuye la producción de fuerza isocinética y afecta la relación ángulo-torque en los isquiotibiales y el cuádriceps.

- Cramer et al. (6) encontró que el estiramiento estático no afecta el área bajo la curva ángulo-torque (trabajo), pero sí causa una reducción del par máximo, lo que sugiere un “aplanamiento” de la curva ángulo-torque, disminuyendo la fuerza máxima, pero permitiendo mayor producción de fuerza en otros ángulos articulares. Además, el aumento en las tasas de aceleración de la extremidad (reducción del tiempo de aceleración) respalda la hipótesis de que el estiramiento estático modifica la relación ángulo-torque y/o la velocidad de acortamiento del sarcómero.
- Marek et al. (7) observó que después del estiramiento estático se producía una disminución significativa en el par máximo y la potencia media. Esto sugiere que el estiramiento estático puede afectar negativamente la producción de fuerza y potencia en el corto plazo. En cambio, su aplicación prolongada puede causar una disminución en la activación neuromuscular, reduciendo la capacidad del músculo para generar fuerza de manera inmediata.

Ebadi & Çetin (3) observaron que una mayor duración del estiramiento estático (45s) redujo significativamente la fuerza muscular de los isquiotibiales y cuádriceps, en comparación con estiramientos más cortos (15s). Esto sugiere que la prolongación del estiramiento puede generar un impacto negativo en el rendimiento muscular.

Sekir et al. (4) reportó que el estiramiento estático afecta la relación funcional entre isquiotibiales y cuádriceps, reduciendo la fuerza concéntrica y excéntrica en la rodilla.

3.2. Función y estabilidad musculotendinosa

Li et al. (8) reportó una reducción en el pico de fuerza en ángulos de 120° durante la ejecución de sentadillas, sin impacto significativo en el rendimiento general. Esto sugiere, que el estiramiento estático redujo la fuerza de reacción en el suelo, la potencia media y pico, y la fuerza vertical específica, especialmente a mayores ángulos de flexión de

rodilla, lo que indica una disminución en la producción de fuerza y potencia muscular. Además, se observó un aumento en la velocidad pico, lo que sugiere posibles alteraciones en la mecánica del movimiento. Estos hallazgos indican que el estiramiento estático puede comprometer la función y estabilidad músculo-tendinosa, afectando el rendimiento en actividades que requieren fuerza y explosividad.

Costa et al. (9) encontró que la reducción significativa de la relación isquiotibiales-cuádriceps (H:Q) tras el estiramiento estático sugiere una alteración en el equilibrio de fuerzas musculares, lo que podría afectar la capacidad del tendón para transmitir fuerzas de manera eficiente. Dado que la estabilidad articular y la prevención de lesiones dependen de una adecuada relación entre músculos antagonistas, esta disminución en la relación H:Q podría aumentar el estrés sobre los tendones, reduciendo su capacidad para absorber cargas y aumentando el riesgo de sobrecarga o lesión tendinosa.

Park et al. (1) analizó la relación entre el estiramiento estático y la flexibilidad del tendón de Aquiles, observando un aumento en la extensibilidad sin evidencia concluyente de su impacto en la prevención de lesiones. En cuanto a la estabilidad tendinosa, aumenta la dorsiflexión del tobillo y reduce la fuerza de los flexores plantares, lo que podría incrementar el riesgo de lesiones en el tendón de Aquiles.

3.3. Percepción del dolor

Escobar Zurita (5) sugirió que la falta de estiramiento podría estar asociada a un mayor riesgo de lesión. En este estudio, se observó que el 73,91% de los ciclistas no realizan estiramiento post entrenamiento, lo que podría contribuir a la alta incidencia de tendinitis rotuliana. A pesar de que el 65,22% no requiere cesar la práctica deportiva, sí demanda una variación en su rutina, para soportar niveles bajos o moderados de dolor, lo que refuerza la importancia de incorporar estiramiento post entrenamiento como un factor preventivo para minimizar el riesgo de lesiones.

Los hallazgos revisados se presentan a continuación en dos tablas complementarias para facilitar su análisis. En la **Tabla 1** se sintetizan los estudios clave, organizados según el autor y año, el tipo de publicación y una síntesis de los puntos clave. Posteriormente, la **Tabla 2** focaliza los hallazgos en función del tipo de tendinopatía estudiada, especificando su impacto en la fuerza muscular, la capacidad de carga y la percepción del dolor en deportista.

Algunos estudios han reportado reducción de la producción de fuerza isocinética y de la capacidad de carga del tendón, mientras que otros han observado mejoras en la extensibilidad tendinosa sin impacto claro en la prevención de lesiones. En cuanto al dolor, los hallazgos también son contradictorios, lo que indica que su efecto puede estar mediado por factores individuales y la modalidad de aplicación.

Tabla 1. Estudios Clave

<i>Autor y Año</i>	<i>Tipo de Publicación</i>	<i>Síntesis de Puntos Clave</i>
Ming Li et al. (2023)	Artículo en la revista científica (Journal of Sports Science and Medicine) - Estudio experimental	El estiramiento altera la relación fuerza-velocidad en ciertos ángulos, pero no afecta la potencia máxima.
Cramer et al. (2007)	Artículo en revista científica (Journal of Sports Sciences) - Estudio experimental	El estiramiento estático produce una reducción del torque post-estiramiento, sugiriendo un efecto de 'aplanamiento' en la relación ángulo-torque.
Park & Chou (2006)	Foot & Ankle International – Estudio experimental	No hay consenso en la literatura sobre la efectividad del estiramiento estático para prevenir lesiones.
Marek et al. (2005)	Artículo en revista científica (Journal of Athletic Training) - Estudio experimental	El estiramiento estático y PNF a corto plazo produce una disminución del torque y de la actividad electromiográfica post-estiramiento.
Costa et al. (2008)	Artículo en revista científica (International Journal of Sports Medicine) - Estudio experimental	En la relación isquiotibiales-cuádriceps y el torque máximo, se encuentra una reducción en la fuerza de flexión de pierna.
Ebadi & Cetin (2018)	Artículo en revista científica (Sports) - Estudio experimental	Estiramientos de más de 30 s reducen la fuerza isocinética de cuádriceps e isquiotibiales.

Escobar Zurita (2016)	Tesis de grado (Universidad Técnica de Ambato) - Estudio observacional	Correlación entre la ausencia de estiramiento post-entrenamiento en ciclistas y un mayor riesgo de lesión en la tendinitis rotuliana.
Sekir et al. (2015)	Artículo en revista científica (World Journal of Orthopedics) - Estudio experimental	El estiramiento reduce la fuerza muscular en la relación funcional isquiotibiales – cuádriceps en deportistas de elite.

Tabla 2. Hallazgos en función del tipo de tendinopatía estudiada

Autor y Año	Tipo de Tendinopatía	Impacto en la Fuerza Muscular	Impacto en la Capacidad de Carga	Impacto en la Percepción del Dolor
Ming Li et al. (2023)	General (Estudio sobre estiramiento y fuerza muscular)	No afecta la potencia, pero reduce GRFpeak y SFv	Afecta relación fuerza-velocidad en ángulos específicos	No evaluado
Cramer et al. (2007)	General (relación ángulo torque y electromiografía)	Reducción en torque máximo después de estiramiento estático	No afecta significativamente el trabajo total	No evaluado
Park & Chou (2006)	Tendinopatía de Aquiles	Reducción en fuerza de flexores plantares	Aumento en riesgo de lesión por reducción de estabilidad	Dolor relacionado con tendinosis y tendinitis
Marek et al. (2005)	General (PNF y estiramiento estático)	Disminución en fuerza después de PNF y estiramiento estático	Disminución en potencia media y torque pico	No evaluado
Costa et al. (2008)	Tendinopatía rotuliana	Disminución en fuerza de flexión de pierna	No afecta significativamente la carga en extensión	No evaluado
Ebadi & Cetin (2018)	Impacto del estiramiento en cuádriceps e isquiotibiales	Reducción de fuerza con mayor duración de estiramiento	No evaluado	No evaluado
Escobar Zurita (2016)	Tendinopatía rotuliana	Reducción de fuerza en ciclistas sin estiramiento post entrenamiento	Afecta el rendimiento y capacidad de pedaleo	Aumento del dolor en ciclistas sin estiramiento post entrenamiento

Sekir et al. (2015)	Impacto en relación funcional isquiotibiales-cuádriceps	Reducción en fuerza de cuádriceps e isquiotibiales post-estiramiento	No afecta relación funcional isquiotibiales-cuádriceps	No evaluado
----------------------------	---	--	--	-------------

4. Discusión

La información recogida en los distintos documentos seleccionados se refiere al impacto del estiramiento estático en la fuerza muscular, la funcionalidad y la percepción del dolor en deportistas con tendinopatías del miembro inferior.

Los resultados obtenidos a partir de la literatura revisada evidencian hallazgos heterogéneos, lo que sugiere que los efectos del estiramiento dependen de múltiples factores, como la duración del estiramiento, la población estudiada y la metodología de evaluación.

A continuación, se comparan los estudios incluidos, resaltando similitudes, diferencias y limitaciones metodológicas, para luego contextualizar los hallazgos en la práctica clínica y deportiva.

4.1. Comparación y análisis de los hallazgos

Respecto del impacto en la fuerza muscular, la mayoría de los estudios revisados indican que el estiramiento estático puede disminuirla transitoriamente.

Cramer et al. (6) y Marek et al. (7) reportaron reducción en la fuerza isocinética y el torque máximo, tras la aplicación del estiramiento en isquiotibiales y cuádriceps.

Li et al. (8) encontró que, aunque hubo una reducción del pico de fuerza en ángulos de 120° durante la ejecución de sentadillas, no se observaron alteraciones significativas en el rendimiento funcional.

Estos resultados sugieren que la disminución de fuerza puede depender del contexto en el que se aplique el estiramiento, siendo más relevante en actividades que requieren contracciones musculares máximas inmediatas.

El impacto del estiramiento en la función muscular y tendinosa sigue siendo un tema controvertido debido a la variabilidad de los hallazgos en la literatura científica. Costa et al. (9) identificó una reducción en la capacidad de carga del tendón tras la aplicación del estiramiento, lo que podría comprometer la estabilidad articular.

Por otro lado, Park y Chou (1) analizaron la flexibilidad del tendón de Aquiles y concluyeron que el estiramiento estático aumenta la extensibilidad tendinosa, aunque no hay evidencia concluyente de su efecto en la prevención de lesiones.

Mientras algunos estudios sugieren que el estiramiento estático mejora la extensibilidad del tejido musculotendinoso, facilitando la movilidad y reduciendo la rigidez, otros reportan una disminución en la capacidad de carga del tendón, lo que podría comprometer la estabilidad articular y aumentar el riesgo de lesión. (9)

En este sentido, se ha evidenciado que el estiramiento estático puede provocar una reducción en la producción de fuerza isocinética y en la activación neuromuscular, lo que afecta el rendimiento funcional inmediato. (6) (7) Sin embargo, estos efectos parecen ser transitorios y pueden depender de la duración y el contexto en el que se aplique el estiramiento. (8) Además, algunos estudios no han encontrado efectos negativos en la fuerza muscular, lo que sugiere que otros factores biomecánicos y neuromusculares pueden estar influyendo en la respuesta del tejido musculotendinoso al estiramiento.

Estas discrepancias en los hallazgos resaltan la necesidad de estudios más específicos que analicen el impacto del estiramiento en diferentes tipos de tendinopatías y su aplicación en contextos clínicos y deportivos.

Los documentos analizados sobre la percepción del dolor no permiten extraer conclusiones. Escobar Zurita (5) sugirió que la ausencia de estiramiento post-entrenamiento podría incrementar la percepción del dolor en ciclistas con tendinitis rotuliana, mientras que Park y Chou (1) reportaron reducción del dolor en ciertos protocolos aplicados en el tendón de Aquiles.

Estos hallazgos reflejan la necesidad de considerar en los estudios realizados los factores individuales, como el tipo de tendinopatía, la intensidad del dolor basal y la carga mecánica a la que está sometido el deportista.

4.2. Limitaciones y fortalezas de los estudios incluidos

Un análisis de los documentos, desde el punto de vista de la metodología empleada para la investigación, nos muestra que Cramer et al. (6) y Marek et al. (7) aplicaron estudios experimentales bien controlados, lo que fortalece la validez de sus hallazgos.

Escobar Zurita (5) y otros estudios observacionales no establecen relaciones causales, lo cual influye en la posibilidad de generalizar sus resultados.

La mayoría de los estudios se enfocaron en deportistas de alto rendimiento, lo que limita su aplicabilidad a poblaciones con menor demanda funcional.

Entre los estudios incluidos, no se encontraron estudios que evalúen específicamente el impacto del estiramiento estático en personas con tendinopatías crónicas no deportivas.

Una limitación adicional en el análisis de los resultados es que, en los estudios revisados, se hace énfasis en las tendinopatías del isquiotibial, rotuliana y aquilea, mientras que hay escasa evidencia científica sobre las tendinopatías de la región glútea y aductora.

4.3. Interpretación crítica de los resultados

El análisis de la literatura revisada permite concluir, que existe coincidencia en cuanto a que el estiramiento estático puede tener un impacto significativo en la fuerza muscular,

la funcionalidad y la percepción del dolor, en deportistas con tendinopatías del miembro inferior.

Sin embargo, los hallazgos encontrados presentan discrepancias que deben ser interpretadas en función del contexto metodológico de cada estudio.

- En términos de fuerza muscular, múltiples investigaciones, sugieren que el estiramiento estático disminuye transitoriamente la producción de fuerza isocinética y, altera la relación ángulo-torque en músculos como los isquiotibiales y el cuádriceps. (6) (7)

Este efecto ha sido ampliamente documentado en protocolos que aplican estiramientos prolongados, especialmente aquellos que superan los 30 segundos, donde se ha observado una reducción significativa en la activación neuromuscular. (3) En contraste, Li et al. (8) encontraron que, aunque hubo una disminución en el pico de fuerza durante la ejecución de sentadillas en ángulos de 120°, esta alteración no tuvo impacto en el rendimiento funcional. Esto sugiere que la reducción de fuerza podría ser circunstancial y depender de la actividad evaluada. Se destaca también que, aunque el estiramiento afecta la fuerza de flexión de rodilla, no compromete significativamente la relación de fuerza entre isquiotibiales y cuádriceps, lo que sugiere que sus efectos pueden ser transitorios.

- Desde una perspectiva funcional, los estudios analizados ofrecen resultados contradictorios. Por un lado, algunos autores han reportado una disminución en la capacidad de carga del tendón tras la aplicación del estiramiento estático, lo que podría comprometer la estabilidad articular y predisponer a lesiones en deportistas con tendinopatías. (9)

Por otro lado, Park y Chou (1) encontraron que el estiramiento estático aumenta la extensibilidad del tendón de Aquiles, aunque, no se ha determinado si este

efecto es beneficioso para la recuperación tendinosa o, si incrementa el riesgo de disfunción mecánica. Estos hallazgos sugieren que el impacto funcional del estiramiento estático podría depender de variables como el tipo de tendinopatía, la biomecánica del deportista y la fase de la lesión en la que se aplique la intervención.

- Respecto a la percepción del dolor, la literatura revisada, no ofrece consenso sobre la efectividad del estiramiento estático para reducir el dolor, en deportistas con tendinopatías del miembro inferior. Escobar Zurita (5) reportó que la falta de estiramiento post-entrenamiento estaba asociada a una mayor percepción del dolor en ciclistas con tendinitis rotuliana, sugiriendo que la incorporación de estiramientos podría ser relevante para el control del dolor.

Sin embargo, otros estudios, como el de Behm et al. (10), indicaron que el estiramiento estático puede reducir la excitabilidad neuromuscular, lo que, en algunos casos, incrementa la percepción de fatiga muscular sin una mejora sustancial en la percepción del dolor.

En síntesis, la interpretación crítica de los documentos, nos permite concluir que es necesario un enfoque integral para evaluar las fortalezas y limitaciones de las distintas herramientas para afrontar la rehabilitación de las tendinopatías del miembro inferior. Este enfoque debiera abarcar, tanto la fase de la lesión, la modalidad de aplicación del estiramiento, así como las características individuales del deportista.

Las discrepancias en los hallazgos pueden estar relacionadas con diferencias metodológicas entre estudios, tales como la variabilidad en los protocolos de estiramiento, las diferencias en la población analizada y los métodos empleados para medir la fuerza, la función y la percepción del dolor.

La literatura revisada sugiere que el estiramiento estático puede afectar la fuerza muscular, la función y la percepción del dolor en deportistas con tendinopatías del miembro inferior, aunque sus efectos no son concluyentes. Dado que la evidencia no es uniforme, se recomienda que el estiramiento estático no se utilice de manera indiscriminada, sino que se adapte a las necesidades específicas del deportista y su fase de recuperación. Su implementación debe considerar el tipo de tendinopatía, la demanda mecánica del deporte y la existencia de otras estrategias terapéuticas más efectivas para preservar la función muscular y tendinosa.

5. Conclusiones

En función de los objetivos de esta revisión, la evidencia científica disponible sobre el efecto del estiramiento estático permite extraer las siguientes conclusiones:

Respecto de la fuerza muscular, los estudios sugieren que el estiramiento estático tiene un impacto negativo en la capacidad de generar torque y potencia en distintos grupos musculares. Si bien no afecta la potencia máxima, modifica la relación fuerza-velocidad en ciertos ángulos articulares, lo que puede comprometer el rendimiento deportivo. En el caso de los flexores plantares y los isquiotibiales, el estiramiento puede reducir su capacidad de contracción, aumentando el riesgo de lesiones.

Además, se ha encontrado que la duración del estiramiento juega un papel crucial en estos efectos, ya que estiramientos prolongados (>30 segundos) tienden a generar una disminución más marcada en la fuerza isocinética.

Desde la perspectiva de la funcionalidad, los hallazgos indican que el estiramiento estático puede comprometer la producción de fuerza en ciertos ángulos articulares, afectando la capacidad de carga y la eficiencia en el rendimiento físico. Esto se alinea con estudios previos que muestran que el estiramiento estático puede disminuir la excitabilidad neuromuscular y la rigidez muscular, afectando el rendimiento.

Sin embargo, algunos estudios sugieren que hacer estiramiento estático después de la actividad (y no antes) puede tener beneficios sin afectar negativamente el rendimiento. En este contexto, el estiramiento posterior a la actividad puede ayudar a la recuperación muscular y mejorar la flexibilidad sin interferir con la fuerza o potencia muscular durante la actividad principal.

En cuanto a la prevención de lesiones, la literatura no demuestra de manera concluyente la eficacia del uso del estiramiento estático, como estrategia preventiva para afecciones como la tendinopatía de Aquiles.

En relación con la percepción del dolor, los estudios sugieren que el estiramiento sería insuficiente para prevenir el dolor asociado a tendinopatías, como en el caso del tendón de Aquiles, cuya causa se vincula más con procesos degenerativos que, con la falta de flexibilidad. Sin embargo, en estudios con ciclistas, se encontró que una rutina de estiramiento adecuada podría ser útil en la recuperación y prevención del malestar musculoesquelético.

La evidencia actual, permite afirmar que, el estiramiento estático sigue siendo una estrategia ampliamente utilizada en la práctica clínica y deportiva. Sin embargo, no es concluyente respecto a su efectividad en el tratamiento de tendinopatías del miembro inferior.

El uso del estiramiento estático debe ser utilizado dentro de un enfoque integral y personalizado, teniendo en cuenta factores, como el contexto deportivo, el tipo de tendinopatía y los efectos potenciales en la fuerza y funcionalidad del tendón. Es crucial evaluar cuidadosamente estos aspectos, antes de incorporar el estiramiento estático en programas de rehabilitación o prevención, y considerar alternativas como estiramientos dinámicos o activaciones musculares específicas cuando se requiere un mayor rendimiento en deportes de alto impacto.

Por último, la búsqueda realizada demostró la ausencia de estudios determinantes sobre ciertos aspectos del estiramiento estático, como su impacto en la tendinopatía glútea y aductora. Esto refuerza la necesidad de seguir investigando y explorando nuevas estrategias que permitan optimizar la recuperación de los deportistas.



Bibliografía

1. Park DY, Chou L. Stretching for prevention of Achilles tendon injuries: a review of the literature. *Foot Ankle Int.* diciembre de 2006;27(12):1086-95.
2. Warneke K, Lohmann LH. Revisiting the stretch-induced force deficit: A systematic review with multilevel meta-analysis of acute effects. *J Sport Health Sci.* 10 de mayo de 2024;13(6):805.
3. Ebadi LA, Çetin E. Duration Dependent Effect of Static Stretching on Quadriceps and Hamstring Muscle Force. *Sports.* 13 de marzo de 2018;6(1):24.
4. Sekir U, Arabaci R, Akova B. Acute effects of static stretching on peak and end-range hamstring-to-quadriceps functional ratios. *World J Orthop.* 18 de octubre de 2015;6(9):719.
5. Escobar Zurita MA. Incidencia de tendinitis rotuliana asociada a la falta de estiramiento post entrenamiento en ciclistas [Tesis de licenciatura]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud; 2016.
6. Cramer JT, Beck TW, Housh TJ, Massey LL, Marek SM, Danglemeier S, et al. Acute effects of static stretching on characteristics of the isokinetic angle - torque relationship, surface electromyography, and mechanomyography. *J Sports Sci.* abril de 2007;25(6):687-98.
7. Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, et al. Acute Effects of Static and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Muscle Strength and Power Output. *J Athl Train.* junio de 2005;40(2):94-103.
8. Li M, Meng X, Guan L, Kim Y, Kim S. Comparing the Effects of Static Stretching Alone and in Combination with Post-Activation Performance Enhancement on Squat Jump Performance at Different Knee Starting Angles. *J Sports Sci Med.* 1 de diciembre de 2023;22(4):769.
9. Costa P, Ryan E, Herda T, DeFreitas J, Beck T, Cramer J. Effects of Stretching on Peak Torque and the H : Q Ratio. *Int J Sports Med.* enero de 2009;30(01):60-5.
10. Behm DG, Button DC, Butt JC. Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Can J Appl Physiol Rev Can Physiol Appl.* junio de 2001;26(3):261-72.
11. Behm DG, Kibele A. Effects of differing intensities of static stretching on jump performance. *Eur J Appl Physiol.* 2007;101(5):587-594. doi:10.1007/s00421-007-0533-5.
12. Pinto MD, Wilhelm EN, Tricoli V, Pinto RS, Blazevich AJ. Differential effects of 30-vs. 60-second static muscle stretching on vertical jump performance. *J Strength Cond Res.* 2014;28(12):3440-3446. doi:10.1519/JSC.0000000000000581
13. Stafilidis S, Tilp M. Effects of short duration static stretching on jump performance, maximum voluntary contraction, and various mechanical and morphological parameters of the muscle-tendon unit of the lower extremities. *Eur J Appl Physiol.* 2014;114(11):2263-2274. doi:10.1007/s00421-014-3047-y.



14. Fowles JR, Sale DG, MacDougall JD. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol.* 2000;89(3):1179-1188. doi:10.1152/jappl.2000.89.3.1179.
15. Konrad A, Tilp M. The time course of muscle-tendon unit function and structure following three minutes of static stretching. *J Sports Sci Med.* 2020;19:52-58.
16. Wren TA, Lindsey DP, Beaupré GS, Carter DR. Effects of creep and cyclic loading on the mechanical properties and failure of human Achilles tendons. *J Biomech.* 2001;34(12):1475-1483. doi:10.1016/S0268-0033(00)00089-9.
17. Wiktorsson-Möller M, Öberg B, Ekstrand J, Gillquist J. Effects of warming up, massage, and stretching on range of motion and muscle strength in the lower extremity. *Am J Sports Med.* 1983;11(4):249-252. doi:10.1177/036354658301100414.
18. Pope RP, Herbert RD, Kirwan JD. Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise calf muscle stretching on injury risk in Army recruits. *Aust J Physiother.* 1998;44(3):165-177. doi:10.1016/S0004-9514(14)60302-6.
19. Pope RP, Herbert RD, Kirwan JD, Graham BJ. A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(2):271-277. doi:10.1097/00005768-200002000-00015.
20. Möller MHL, Öberg BE, Gillquist J. Stretching exercise and soccer: effect of stretching on range of motion in the lower extremity in connection with soccer training. *Int J Sports Med.* 1985;6(1):50-52. doi:10.1055/s-2008-1025813.

