

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
SECCIÓN DE FISIOTERAPIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Eficacia del uso del foam roller en el rendimiento deportivo y como herramienta de recuperación muscular: una revisión bibliográfica

Autores: Martín Luque Castro, Cristo Domingo Méndez Sanabria, Ismael Padrón Rodríguez.

Tutora: Noelia Gil Espinel.

CURSO ACADÉMICO 2022-2023
CONVOCATORIA JUNIO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
SECCIÓN DE FISIOTERAPIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Eficacia del uso del foam roller en el rendimiento deportivo y como herramienta de recuperación muscular: una revisión bibliográfica

Autores: Martín Luque Castro, Cristo Domingo Méndez Sanabria, Ismael Padrón Rodríguez

Tutora: Noelia Gil Espinel

CURSO ACADÉMICO 2022-2023
CONVOCATORIA JUNIO

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

AINES: Antiinflamatorios no esteroideos

BF: Bíceps femoral

CMJ: Counter Movement Jump

DOMS: Dolor muscular de aparición tardía

EIAS: Espina Iliaca Anterosuperior

EMD: Retraso electromecánico

FR: Foam roller

GM: Glúteo mayor

HC: Frecuencia cardíaca

HI: Índice de Hooper

ITT: Técnica de contracción interpolada

IR: Infrarrojo

LSPT: Prueba de pase de fútbol de Loughborough

MeSH: Encabezado de términos médicos

MVC: Contracción voluntaria máxima

NRS: Escala de calificación numérica

PG: Punto Gatillo

RM: Repetición máxima

ROM: Rango de movimiento articular

RP: Recuperación Pasiva

RPM: Revoluciones por Minuto

SJR: Recuperación de trote lento

SJT: Sargent Jump Test

TF: Fuerza contracción

TQR: Recuperación de calidad total

TSK: Temperatura de la Piel

VAS: Escala analógica visual

VA: Activación Muscular Voluntaria.

WOS: Web of Science

RESUMEN

Introducción: En el mundo del deporte y la actividad física, son frecuentes las lesiones musculares que se producen tras la práctica deportiva, suponiendo entre el 10% al 50% de todas las lesiones que aparecen al realizar deporte. El uso de FR ha crecido en los últimos años tanto como herramienta de recuperación muscular tras la práctica deportiva como de rehabilitación de lesiones en el mundo deportivo y/o clínico. Por ello, resulta de interés conocer los efectos del FR como instrumento de recuperación muscular y de lesiones, así como su eficacia en el rendimiento deportivo.

Objetivos: Revisar la bibliografía existente sobre el uso del FR y comprobar su eficacia tanto en el rendimiento deportivo como en la recuperación post-deportiva.

Métodos: Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica entre noviembre de 2022 y marzo de 2023 en las bases de datos de Pubmed, WOS, Science Direct, SportDiscus y Cochrane.

Resultados: Se obtuvieron 76 artículos de los cuales 37 cumplían los criterios de inclusión. Se seleccionaron 9 para la revisión.

Conclusión: El FR tiene efectos beneficiosos como herramienta de recuperación muscular, así como para la mejora del rendimiento deportivo. También, puede ser muy útil en cuanto a la percepción subjetiva del dolor del DOMS y mejora de los tiempos de recuperación TQR y en pruebas que requieran una coordinación motora compleja. Sin embargo, no existe suficiente evidencia científica en cuanto a su dosis óptima de aplicación ni en cuanto su eficacia en la recuperación muscular y rendimiento deportivo.

Palabras claves: Recuperación muscular, lesiones musculares, rendimiento deportivo, foam roller, deporte.

ABSTRACT

Introduction: In the world of sport and physical activity, muscle injuries that occur after sports practice are frequent, accounting from 10% to 50% of all injuries originated when doing sport. The use of FR has grown in recent years both as a tool for muscle recovery after sport and for the rehabilitation of injuries in the sporting and/or clinical fields. Therefore, it is of huge interest to know the effects of FR as an instrument for muscle and injury recovery, as well as its efficacy in sports performance.

Objectives: To review the existing literature on the use of FR and to verify its efficacy in both sports performance and post-sport recovery.

Methods: A literature search was conducted between November 2022 and March 2023 in Pubmed, WOS, Science Direct, SportDiscus and Cochrane databases.

Results: 76 articles were obtained of which 37 met the inclusion criteria. 9 were selected for review.

Conclusion: FR has beneficial effects as a tool for muscle recovery as well as for the improvement of sports performance. Also, it can be very useful in terms of subjective perception of DOMS pain and improvement of TQR recovery times and in tests requiring complex motor coordination. However, there is not enough scientific evidence regarding its optimal dose of application or its efficacy in muscle recovery and sports performance.

Keywords: Muscle recovery, muscle injuries, sports performance, foam roller, sport.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Incidencia de las lesiones musculares	1
1.2	Sistema músculo-esquelético	2
1.3	Clasificación de lesiones musculares	2
1.4	Tipo de lesiones musculares	3
1.5	Dolor muscular de aparición tardía (DOMS)	3
1.6	La fascia	5
1.6.1	Clasificación de la fascia	5
1.7	Síndrome dolor miofascial	6
1.8	Foam Roller	7
1.8.1	Foam Roller en el rendimiento y recuperación muscular	8
2	OBJETIVOS	10
3	ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE ARTÍCULOS	11
4	SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	15
5	DISCUSIÓN	34
6	CONCLUSIONES	38
7	CONSIDERACIONES FINALES	39
	BIBLIOGRAFÍA	40
	ANEXOS	43

1 INTRODUCCIÓN

En el mundo del deporte y la actividad física, son frecuentes las lesiones musculares que se producen tras la práctica deportiva. Se define el término lesión muscular como *“un daño o alteración en la estructura normal del músculo, tanto en el componente contráctil, como en los componentes conectivos o la unión músculo tendinosa del mismo”* (1).

El autor Prentice (2001) define que este daño o disfunción puede ser producto de un estiramiento excesivo, la realización de una fuerza intrínseca más allá de la capacidad contráctil del músculo, o una combinación de ambos (1).

1.1 Incidencia de las lesiones musculares

Las lesiones musculares suponen entre el 10% al 50% de todas las lesiones que se producen al realizar deporte (Garret, 1996; Beiner, 2001) (2).

En relación con las lesiones musculares que se producen en el mundo del fútbol, el Comité Médico de la UEFA, máximo organismo que controla a los equipos europeos y organiza las competiciones europeas, calcularon que entre el 30 al 40% de las lesiones que se producen en el fútbol son de origen muscular, suponiendo un riesgo lesional de casi 2 por 1.000 horas de exposición, por lo que un equipo puede llegar a tener entre 10 y 14 lesiones musculares por temporada (3).

Según los autores Jarvinen y Letho (1993), los mecanismos de producción son diversos e incluyen, entre otros, el estiramiento muscular, la laceración y la contusión. En el 90% de los casos predominan los mecanismos de contusión y distensión muscular, y en menor proporción, las laceraciones musculares (2).

La contusión muscular se produce cuando el músculo se somete a un esfuerzo repentino, de tipo compresivo, frecuente en deportes de contacto; sin embargo, en aquellos mecanismos de aceleración o saltos existe una mayor prevalencia de lesiones por distensión muscular (Crisco, 1994 y Garret, 1996) (2).

Cuando se produce una distensión muscular, la fuerza de estiramiento excesiva aplicada sobre el músculo genera una tensión exagerada de las miofibrillas y se produce una ruptura cerca de la unión músculo tendinosa (2).

Los músculos poliarticulares son los que resultan más dañados tras una lesión de origen muscular, especialmente la musculatura del miembro inferior (4).

1.2 Sistema músculo-esquelético

El sistema músculo-esquelético forma parte de uno de los principales tejidos del cuerpo humano. Mediante los tendones, el músculo se une al hueso permitiendo todos los movimientos corporales (5).

En cuanto a su estructura, el músculo está formado por fibras musculares cubiertas entre sí por vainas de tejido conectivo. Se denomina *fascículo* a los haces individuales de fibras musculares en un músculo. A su vez, la vaina de tejido conectivo más externa que envuelve todo el músculo se denomina *epimisio*. La vaina de tejido conectivo que rodea a cada fascículo se conoce como *perimisio*, y se denomina *endomisio* a la vaina más interna que cubre la fibra muscular individual (5).

Cada fibra muscular está compuesta de varias miofibrillas que contienen múltiples miofilamentos que, al agruparse, forman la unidad contráctil del músculo denominada *sarcómero*. Los miofilamentos más significativos son los filamentos de actina y miosina (5).

Las funciones más importantes del sistema músculo-esquelético se producen a través del mecanismo de acoplamiento intrínseco de excitación-contracción muscular dando lugar a los movimientos corporales. También, el sistema músculo-esquelético actúa como estructura de soporte estructural manteniendo la postura corporal, como fuente de almacenamiento de aminoácidos y juega un papel fundamental en el mantenimiento de la termostasis (5).

1.3 Clasificación de lesiones musculares

Las lesiones musculares se clasifican en extrínsecas e intrínsecas según el mecanismo lesional:

- Lesiones musculares extrínsecas: Se denominan contusiones musculares y se deben a mecanismos directos como impactos que se producen entre los jugadores en deportes de contacto. Si se produce el impacto cuando el músculo está en estado de relajación afectará más a las fibras profundas,

mientras que si el impacto se produce en el momento de contracción del músculo afecta más a las fibras superficiales. Se pueden observar signos de tumefacción, hematoma, afectación de la función muscular y reducción de la amplitud articular en el deportista (4).

- Lesiones musculares intrínsecas: Se producen por movimientos exagerados que generan un exceso de la tensión muscular. Se deben normalmente a mecanismos internos (4).

1.4 Tipo de lesiones musculares

Las lesiones musculares que se producen en el mundo del deporte son muy diversas, y para clasificarlas, se pueden diferenciar según su localización en: las que afectan al origen muscular, a la unión músculo-tendinosa, al vientre muscular, al propio tendón o a la inserción del tendón con el hueso. Los diferentes tipos de lesiones se explican con mayor detalle en la Tabla 1 (4).

1.5 Dolor muscular de aparición tardía (DOMS)

Tras la realización de un ejercicio físico o deporte al que no se está acostumbrado realizar, se experimenta un dolor entre las 24 y 48 horas post-ejercicio denominado DOMS (6).

Los autores Hotfiel et al. (2018), Jeon et al. (2015), Mikesky y Hayden (2005) definen que este dolor se produce tras la realización de ejercicios de alta frecuencia e intensidad no acostumbrada, sobre todo en aquellos ejercicios en los que se produzca una contracción excéntrica (7).

Según los autores Boobphachart et al. (2017) y Haksever et al. (2016) acerca de las hipótesis sobre la fisiopatología del DOMS, se basa en el mecanismo primario originado por el micro daño causado en el músculo relacionado con la inflamación posterior al ejercicio, que resulta en dolor, edema, rubefacción, calor y deterioro funcional relativo (7).

Sin embargo, son numerosas las hipótesis que se han propuesto con el fin de explicar la aparición de este dolor, como son las teorías del lactato, del espasmo, del daño del tejido conectivo, del daño muscular y la teoría de la inflamación (7).

<i>Tipos de lesiones musculares</i>
<i>Sobrecarga muscular:</i> Se produce por mecanismos de contracción muscular repetitivos tras esfuerzos prolongados. El deportista siente molestias musculares al inicio de la actividad física pero no limita la ejecución de la misma
<i>Contusión muscular:</i> Se debe por impactos o choques sobre el músculo. Este tipo de lesión es frecuente en deportes de contacto y no impide la realización del ejercicio al deportista en caso de dolor leve. Sin embargo, si el impacto o choque es grave, puede que el deportista no pueda seguir con la actividad física
<i>Calambre muscular:</i> Se produce por una contracción muscular intensa y sostenida en el tiempo. El déficit de potasio, calcio o magnesio, bajo número de electrolitos o un calentamiento insuficiente puede generar esta lesión
<i>Contractura muscular:</i> Se debe a una contracción involuntaria de la musculatura que perdura en el tiempo. Su origen se debe a mecanismos de traumatismos directos e indirectos, malas posturas o excesiva estimulación nerviosa. El deportista siente dolor a la palpación muscular y al estiramiento muscular
<i>Distensión muscular:</i> Se debe a un desgarro parcial de la musculatura, con continuidad de algunas de las miofibrillas. Se produce una reacción vascular local y moderada. El deportista manifiesta un dolor súbito y fuerte que le obliga a detener la actividad física. A la palpación, se observa una musculatura tensa y con numerosos puntos dolorosos.
<i>Desgarro muscular:</i> Se debe a un desgarro que compromete a la mayor parte de las fibras musculares junto con una mayor reacción vascular. El deportista manifiesta una sensación de chasquido, junto a un dolor intenso e imposibilidad de seguir con la actividad física
<i>Elongación muscular:</i> Se produce por un estiramiento más allá del límite fisiológico del músculo sin provocar una ruptura muscular. El deportista es incapaz de seguir con la actividad física con dolor al estiramiento y a la contracción muscular
<i>Roturas musculares:</i> Pueden ser completas o parciales: <ul style="list-style-type: none"> - En las roturas parciales, el desgarro solo afecta a una parte del vientre muscular sin comprometer completamente el músculo. Se observa hematoma y el deportista manifiesta un dolor punzante con detención de la actividad física sin que el dolor cese en reposo. - En las roturas completas, se produce un desgarro total del músculo produciéndose un surco o depresión en el músculo conocido como signo del hachazo. El deportista con una rotura muscular completa le imposibilita la reanudación de la actividad física

Tabla 1. Clasificación de las lesiones musculares. Elaboración propia.

El DOMS cursa con síntomas como dolor muscular, disminución del rango de movimiento, disminución de producción de la fuerza muscular y rigidez muscular (7).

Se han observado una variedad de intervenciones mecánico-fisiológicas como métodos de recuperación de los síntomas del DOMS entre los que destaca el uso del masaje, la crioterapia, los estiramientos, la fototerapia, los ejercicios activos, la vibración, el kinesiotaping, el ultrasonido, la electroestimulación y el FR, entre otros (7).

1.6 La fascia

Muchas de las lesiones que se producen en el mundo del deporte y de la actividad física comprometen al sistema músculo-esquelético y, también, al tejido fascial.

A pesar de que no exista una definición del término fascia que la englobe por completo, el Comité de Nomenclatura de la Fascia (2014) define la fascia como *“El sistema fascial consiste en el continuo tridimensional de fibras blandas que contienen colágeno, tejidos conectivos fibrosos sueltos y densos que impregnan el cuerpo. El sistema fascial interpenetra y rodea todos los órganos, músculos, huesos y fibras nerviosas, dotando al cuerpo de una estructura funcional, y proporcionar un entorno que permita que todos los sistemas del cuerpo funcionen de manera integrada”* (8).

La definición se ha ampliado incluyendo las células que crean y mantienen la matriz extracelular, así como ciertos tendones, ligamentos, bursas, endomisio, perimisio y epimisio (9).

Por lo tanto, el tejido fascial forma diferentes capas con distintas profundidades, desde la piel hasta el periostio, uniéndose todos los tejidos entre sí con la finalidad de separar los distintos músculos del cuerpo, estabilizar y dotar de fuerza al organismo, manteniendo la permeabilidad de los vasos sanguíneos y encerrando los distintos órganos (9).

1.6.1 Clasificación de la fascia

El tejido fascial se puede clasificar según su ubicación anatómica en (9):

- Fascia superficial: Ubicada debajo de la piel, compuesta por capas de colágeno y fibras de colágeno
- Fascia profunda: Rodea los músculos, huesos, vasos sanguíneos y nervios. Se caracteriza por estar muy vascularizada y por contener algunas terminaciones nerviosas, como los corpúsculos de Ruffini y Pacini
- Fascia visceral: Rodea las vísceras del organismo y las separa en cavidades
- Fascia parietal: Recubre las paredes de las cavidades corporales

1.7 Síndrome dolor miofascial

El tejido miofascial puede llegar a dar sintomatología dolorosa cuando se encuentra alterado generando una limitación funcional (10).

El síndrome de dolor miofascial guarda una estrecha relación con los pacientes que presentan dolor de origen músculo-esquelético (11).

Aunque su causa exacta hoy en día es desconocida, numerosas teorías se han publicado para describir el origen de este síndrome, como la teoría de disfunción límbica, inflamación neurogénica y la sensibilización. La más popular para explicar el síndrome de dolor miofascial es la teoría de la crisis energética de las fibras musculares, donde el músculo entra en hipoxia e isquemia debido al uso prolongado y repetitivo de las fibras musculares. La formación de bandas tensas musculares se debe a una contracción muscular sostenida por el aumento de calcio intracelular (11).

Entre el 30% y el 85% de los pacientes con dolor musculoesquelético padecen esta afección, siendo más común en la población de 27 a 50 años (11).

Los factores de riesgo que aumentan la probabilidad de aparición de síndrome de dolor miofascial destacan factores sistémicos, estructurales, traumáticos o ergonómicos (11).

Los puntos gatillo musculares son una de las principales causas del dolor miofascial, caracterizados por ser nódulos duros y dolorosos tanto a la palpación como al movimiento situados en las bandas tensas de los músculos. El dolor que provocan puede ser local o referido. En cuanto a sus tipos, los PG pueden ser activos o latentes; los primeros cursan con dolor sin palpación ni movimiento y los segundos refieren dolor a la palpación (10).

Anteriormente, se denominaba el término “fibrositis” para referirse a los PG musculares (inflamación del tejido conectivo que rodea a los músculos). Los PG musculares actúan sobre el músculo causando una debilidad de este y limitando su función (10).

Los tratamientos más comunes para tratar el dolor miofascial son farmacológicos, como el uso de los AINES, relajantes musculares mediante su acción sobre el sistema nervioso central reduciendo la estimulación del dolor central, las benzodiazepinas, fármacos antidepresivos, parches de lidocaína o toxina botulínica. En cuanto a los

tratamientos fisioterapéuticos, se propone el ejercicio físico como una herramienta eficaz para el tratamiento del dolor miofascial, mejorando el rango de movimiento, el umbral de dolor y el estado anímico. Entre los ejercicios que se proponen, destacan los ejercicios de estiramiento de los músculos con puntos gatillo y los ejercicios de control motor de la postura. También, destaca el uso del ultrasonido, terapia manual y punción seca, mediante agujas de acupuntura (10).

En este trabajo se propone el uso del FR como herramienta de recuperación muscular y liberación miofascial.

1.8 Foam Roller

El uso FR, también llamado “rodillo de espuma”, ha crecido en los últimos años tanto como herramienta de recuperación muscular tras la práctica deportiva como herramienta de rehabilitación de lesiones en el mundo deportivo y/o clínico. Fue en el año 1950 cuando se empezó a utilizar por primera vez con el objetivo de trabajar el equilibrio y servir de soporte para el cuerpo. Sin embargo, no fue hasta el año 1970 cuando empezó a fabricarse con espuma, ya que antes era fabricado con madera (12).

El FR basa sus efectos en la aplicación sobre el músculo y fascia mediante el rodamiento o automasaje a través del peso corporal del usuario/a sobre el FR (12).

El FR se caracteriza por ser una herramienta con forma cilíndrica y de espuma de diversos tamaños (tamaño estándar: 6 pulgadas × 36 pulgadas, medio tamaño: 6 pulgadas × 18 pulgadas) y densidades (13).

La popularidad del FR se caracteriza por ser una herramienta que es fácil de aplicar, asequible y eficiente en el tiempo, mejorando así el rendimiento deportivo, y la recuperación tras el ejercicio (14).

El FR destaca principalmente como herramienta de autoliberación miofascial, técnica popular utilizada tanto por profesionales de la rehabilitación como del acondicionamiento físico para mejorar la movilidad miofascial (13).

Según la evidencia científica, los FR mejoran los procesos de recuperación muscular y el ROM al disminuir los efectos del dolor muscular agudo, el DOMS y el rendimiento muscular posterior al ejercicio (13).

Entre los efectos del FR, se ha demostrado que el FR aumenta la flexibilidad antes de la actividad física mediante el rodamiento que se ejerce con el dispositivo, creando una presión directa sobre el tejido blando, haciendo que el tejido fascial se estire y aumente su ROM. También, provoca que la fascia aumente de temperatura y se encuentre en un estado de mayor fluidez, rompiendo adherencias fibrosas entre las distintas capas y restaurando la extensibilidad de los tejidos blandos (15).

El FR, como herramienta de liberación miofascial, disminuye la hiperactividad del tejido miofascial al aplicarse sobre los puntos gatillo (parte más hiperactiva del tejido muscular), actuando sobre el órgano tendinoso de Golgi generando un efecto inhibitorio sobre el huso muscular, disminuyendo la tensión muscular y dotándolo de mayor flexibilidad permitiendo un aumento del ROM (16).

1.8.1 Foam Roller en el rendimiento y recuperación muscular

Los microtraumatismos musculares (pequeña cantidad de daño en el músculo) se pueden producir tras la práctica deportiva repetitiva, lo que conlleva a una posterior respuesta inflamatoria y cicatrización del tejido fascial, provocando disfunciones musculares. Las disfunciones musculares conllevan desequilibrios estructurales, disminuyendo el rendimiento deportivo y provocando dolor (17).

Como se ha comentado anteriormente, la autoliberación miofascial se ha usado durante años como alternativa de tratamiento de los tejidos blandos y restricciones fasciales mediante el uso del FR al ejercer presión sobre los tejidos blandos (17).

A pesar del auge de la autoliberación miofascial tanto en deportistas como en personas activas, sus efectos fisiológicos se están estudiando y no existe un acuerdo en cuanto al programa óptimo en el rango de movimiento, rendimiento y recuperación muscular (13).

En el mundo del deporte, el FR se puede usar tanto en el calentamiento previo al ejercicio como después del entrenamiento aumentando el volumen de entrenamiento y disminuyendo las disfunciones resultantes de microtraumatismos según la literatura no especializada. Sin embargo, la evidencia existente sobre la eficacia o los mecanismos de este tratamiento sobre el rendimiento deportivo son limitadas (17).

Los resultados de estos estudios nos han llevado a buscar evidencia actual sobre el uso del FR y han sentado las bases para los objetivos de esta revisión que se exponen en el siguiente apartado: Los autores Scott W. Cheatham et col. (2015), en una revisión sistemática acerca de los efectos de la autoliberación miofascial utilizando un rodillo de espuma en el rango de movimiento de las articulaciones, la recuperación muscular y el rendimiento, llegaron a la conclusión de que el uso del FR después del ejercicio de alta intensidad atenúa las disminuciones en el rendimiento muscular de las extremidades inferiores, reduciendo el dolor percibido en sujetos con un período de intervención posterior al ejercicio que oscila entre 10 y 20 minutos. Sin embargo, sesiones cortas con el FR en miembros inferiores antes de la actividad física no afectan negativamente ni mejoran el rendimiento muscular, pero puede cambiar la percepción de la fatiga (13).

Los FR de mayor densidad parecen ser más efectivos con respecto a los de menor densidad según Curran et al, donde concluyó que los FR de mayor densidad producen un mayor efecto beneficioso durante el barrido al ejercer más presión sobre los tejidos musculares con respecto a los FR comerciales (13).

2 OBJETIVOS

Objetivo principal de la revisión bibliográfica

- Revisar la bibliografía existente sobre el uso del FR y comprobar su eficacia tanto en el rendimiento deportivo como en la recuperación post-deportiva de la musculatura del miembro inferior.

Objetivos específicos de la revisión bibliográfica

- Comprobar los efectos del uso del FR como método de recuperación activa frente al DOMS.
- Conocer la dosis efectiva de empleo previo a la práctica deportiva para el incremento del rendimiento deportivo.
- Conocer la dosis adecuada de empleo después de la práctica deportiva para favorecer el rendimiento deportivo.
- Comparar la efectividad del uso del FR frente a otros métodos de recuperación.

3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE ARTÍCULOS

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica entre noviembre de 2022 y marzo de 2023 en las bases de datos de Pubmed, WOS, Science Direct, SportDiscus y Cochrane para poder identificar la mayoría de estudios posibles que cumplieren los requisitos impuestos para poder ser uso de la revisión bibliográfica.

Las estrategias de búsqueda están compuestas por términos MeSH, unidos mediante los operadores booleanos (OR / AND) los cuáles se realizaron distintas combinaciones con las palabras claves con el objetivo de aumentar el número de resultados, a la misma vez que estos tengan una mayor especificidad.

Las palabras clave para realizar las búsquedas bibliográficas fueron:

“foam roller”, “endurance”, “recovery”, “soccer”, “return to play”, “sprint”, “manual therapy”, “exercise”, “football”, “injury”, “hamstring”, “biceps femoris”.

Los criterios de inclusión y exclusión para poder incluir o descartar artículos fueron:

Criterios de inclusión:

- Artículos con información renovada (desde 2014 en adelante).
- Artículos que sean de acceso abierto
- Artículos disponibles tanto en inglés como en español
- El diseño de estudio sea un ensayo clínico aleatorizado
- Artículos donde exista al menos un grupo control con abstención terapéutica o tratamiento con otros medios

Criterios de exclusión:

- Artículos con información anterior al 2014
- Artículos que no sean de acceso libre
- Artículos en otros idiomas distintos al inglés o español
- Artículos que no traten acerca del uso del FR como medida terapéutica
- Artículos donde no exista un grupo control

Tras realizar las diferentes búsquedas, se procedió a realizar una lectura de título y abstract de cada artículo para descartar aquellos que no tuviesen especial relevancia con la temática de la revisión o que presentaran problemas a la hora de su uso como por ejemplo que se encontrarán muestras poco representativas o no hubiese un grupo de control.

Tras ello, los artículos restantes fueron escogidos como posibles estudios válidos para discusión y de los únicos de los que se realizó una lectura completa para determinar si eran incluidos dentro de la revisión.

Se obtuvo un total de 76 artículos de las búsquedas; 37 de ellos cumplen los criterios de inclusión; 9 son seleccionados para la revisión.

DIAGRAMA DE FLUJO

PUBMED:

Estrategia de búsqueda: Se usaron las siguientes palabras claves; (soccer) AND (football) AND (injury) AND (recovery) OR (endurance) AND (return to play) AND ((exercise)) OR (manual therapy) OR (sprint) AND (biceps femoris) AND (randomized trial),

Resultados → 40 artículos

WOS:

Estrategia de búsqueda: Se usaron las siguientes palabras claves; (foam roller) AND (soccer) AND (endurance) AND (return to play)

Resultados → 9 artículos

SCIENCE DIRECT:

Estrategia de búsqueda: Se usaron las siguientes palabras claves; (foam roller) AND (soccer) AND (recovery) AND (endurance) AND (return to play)

Resultados → 12 artículos

COCHRANE:

Estrategia de búsqueda: Se utilizaron las siguientes palabras claves; (foam roller) AND (exercise) AND (hamstring) AND (recovery) AND (return to play)

Resultados → 13 artículos

SPORTDISCUS:

Estrategia de búsqueda: Se utilizaron las siguientes palabras claves; (foam roller) AND (soccer) AND (recovery)

Resultados → 2 artículos

	Pubmed	Web of Science	Science Direct	Sportdiscus	Cochrane	Total
Búsqueda palabras claves	n=40	n=9	n=12	n=2	n=13	n= 76
Criterios inclusión y exclusión	n=19	n=8	n=3	n=1	n=6	n= 37
Eliminar duplicados	n=19	n=8	n=2	n=1	n=5	n=35
Lectura título y abstract	n=7	n=4	n=2	n=1	n=3	n=17
Lectura completa	n=3	n=2	n=2	n=1	n=1	n=9

Tabla 2. Estrategia de búsqueda realizada en cada base de datos para la inclusión de artículos. Elaboración propia.

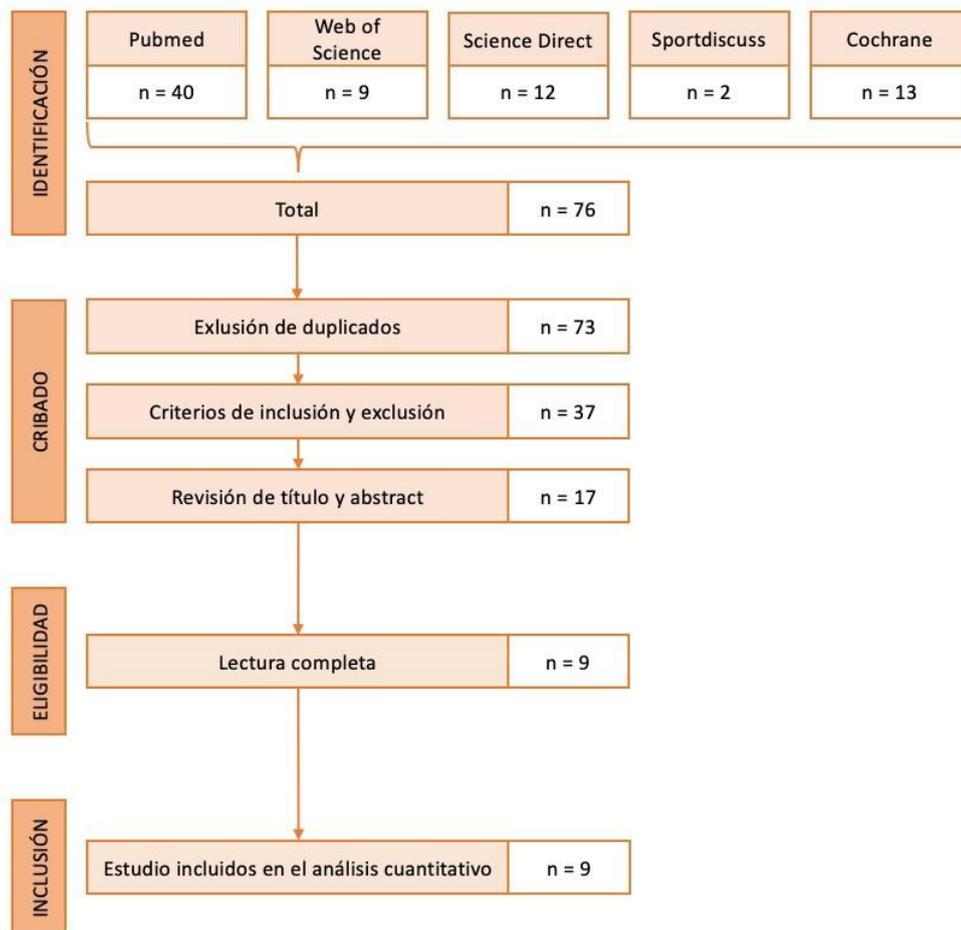


Figura 1. Representación esquemática de la estrategia de búsqueda realizada.

Elaboración propia

4 SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez fue concretada la selección de artículos elegidos para la revisión, se procedió a un análisis de los resultados de cada uno.

4.1 MacDonald GZ, Button DC, Drinkwater EJ, Behm DG. Foam Rolling as a Recovery Tool after an Intense Bout of Physical Activity. *Medicine and science in sports and exercise* 2014 Jan;46(1):131-142 (18)

Este ensayo clínico aleatorizado de MacDonald et al. se realizó con el objetivo de entender el efecto del FR como método de recuperación sobre el daño muscular inducido por el ejercicio físico. Para ello 20 sujetos varones con más de tres años de experiencia entrenando fuerza fueron seleccionados para el estudio dividiéndose en dos grupos del mismo tamaño. El grupo control y el grupo FR el cuál emplearía el FR durante 20 minutos después de cada sesión de entrenamiento siendo esta la única diferencia entre ellos. El ensayo se realizó en cinco sesiones:

- Orientación y medición de RM back squat
- Mediciones previas a la prueba
- Un protocolo 10x10 squat con el 60% de su máximo medido en la sesión anterior
- Mediciones POST-0 horas
- Mediciones POST-24 horas
- Mediciones POST-48 horas
- Mediciones POST- 72 horas

Las variables a medir fueron:

- **La circunferencia del muslo.** Se definió como la circunferencia en la mitad del muslo, cogiendo como referencia el punto medio entre la EIAS y el punto más proximal de la rótula.
- **El dolor muscular.** Se midió utilizando la BS-11 (NRS) (*Ver Figura 6, Anexo 1*) la cual permite a los sujetos expresar la cantidad de dolor en referencia al dolor muscular en una escala de 10 puntos, que va de 0 a 10, con "0" que se define como " sin dolor muscular" y "10" como "el peor dolor muscular que jamás hayas sentido"

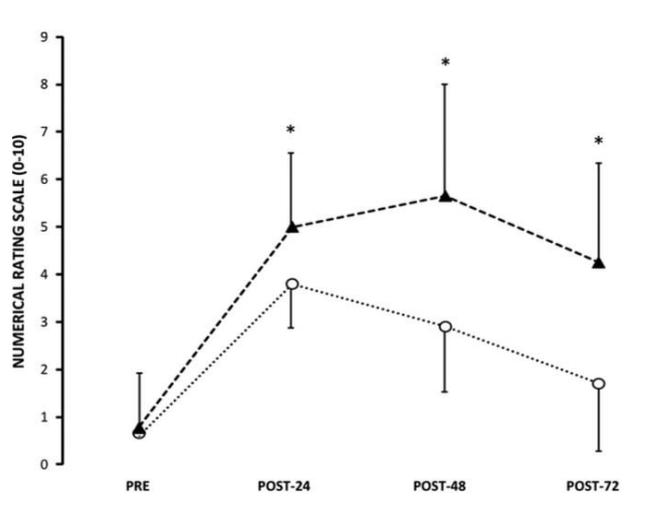


Figura 2. Comparación sobre dolor muscular sobre la base del NRS. El eje x muestra las mediciones PRE y post prueba para los cuatro puntos de tiempo diferentes (18).

- **ROM** pasivo de cuádriceps, el cual se determinó midiendo el ángulo de flexión pasiva de la rodilla utilizando un goniómetro manual, y el ROM tanto activo como pasivo de los isquiotibiales. Las mediciones de la ROM de los isquiotibiales se tomaron utilizando un goniómetro electrónico hecho a medida (Memorial University Technical Services, St. John's, Terranova, Canadá) y analizó utilizando un programa de software (AcqKnowledge 4.1; BioPac Systems Inc., Holliston, MA), midiendo los cambios en la ROM en la cadera. El ROM pasivo de los isquiotibiales se evaluó haciendo que el investigador flexione pasivamente la cadera derecha del sujeto hasta que el sujeto alcanzara un punto de máxima incomodidad. El ROM activo de isquiotibiales se evaluó con el mismo arnés y rodillera en el goniómetro electrónico hecho a medida haciendo que los sujetos contrajeran sus flexores de cadera y acto seguido lanzarán la pierna hacia delante lo más rápido posible.

- **Propiedades contráctiles evocadas.** La TF máxima se evocó con electrodos conectados a un estimulador de alto voltaje (estimulador modelo DS7AH; Digitimer, Welwyn Garden City, Hertfordshire, Reino Unido), para determinar el pico TF, el voltaje se incrementó secuencialmente (100-300 V) hasta que se alcanzó un TF máximo. El amperaje (1A) y la duración (50 H) se mantuvieron constantes en todo momento. Una vez que se logró la contracción máxima, el voltaje utilizado para alcanzar la TF máxima se mantuvo durante toda la sesión de prueba.

- **Propiedades contráctiles voluntarias.** La fuerza se evaluó a través de una extensión isométrica de la rodilla (ángulo de rodilla, 90°) de la pierna derecha. Antes de intentar un MVC, los sujetos realizaron dos contracciones submáximas. Los sujetos realizaron tres MVC de 3 a 5s, separados por 2 minutos cada uno, con todas las fuerzas detectadas por la galga extensométrica, amplificadas (BioPac Systems Inc. DA 150 y el monitor analógico-digital MP150WSW). Los datos se tomaron muestras a 2000 Hz y se analizaron utilizando un programa de software (AcqKnowledge 4.1, BioPac Systems Inc.). Para asegurarse de que los sujetos estuvieran realizando su máximo esfuerzo, los sujetos tuvieron que realizar dos MVC sin una variación del 95 % en los resultados de fuerza. Se dio un incentivo verbal a todos los sujetos durante el MVC para proporcionar motivación. La VA se evaluó utilizando la ITT.

- **Salto vertical.** En las pruebas de salto vertical, se instruyó a los sujetos para que formaran un salto de contra movimiento (CMJ) (*Ver Figura 11, Anexo 5*). La profundidad y la velocidad del movimiento estaban controladas para permitir que el movimiento fuera lo más natural posible. Se colocó un marcador permanente en la punta del dedo medio del sujeto. La diferencia entre la altura de alcance de pie del sujeto y la altura CMJ se registró como la altura de salto vertical.

- **Foam Roller.** Al grupo FR se les dio a medir dos datos con el FR, el dolor que percibían al aplicar el automasaje con la misma NRS que se usó para medir el dolor muscular, y la fuerza aplicada sobre el FR se valía utilizando una placa de fuerza (plataforma de fuerza biomecánica modelo BP400600HF; Advanced Mechanical Technology, Inc., Watertown, MA). Se instruyó a los sujetos para que realizaran el protocolo de ejercicio FR, manteniendo el rodillo de espuma en la placa de fuerza mientras mantenía todas las partes del cuerpo fuera de la placa de fuerza.

Los resultados del estudio demostraron que no hubo diferencia significativa en la medida de la circunferencia del muslo en ninguna de las tomas. Sin embargo, sí se redujo sustancialmente el dolor muscular en todos los momentos de las tomas, al tiempo que mejoró sustancialmente el ROM tanto dinámico como estático. El FR afectó negativamente a las propiedades contráctiles evocadas, con la excepción del tiempo medio de relajación y el EMD, con FR mejorando sustancialmente el EMD. Por el contrario, las propiedades contráctiles voluntarias no mostraron diferencias sustanciales entre ambos grupos, lo que indica que los beneficios de la FR se acumulan

principalmente a través de las respuestas neuronales y el tejido conectivo promoviendo un extra de flujo sanguíneo a zonas poco vascularizadas como los tendones.

Además, el salto vertical en el grupo de FR tuvo una mejora significativa especialmente a las 48 horas y también se encontraron diferencias significativas a la hora de ver la fuerza que eran capaces de aplicar sobre el FR durante las primeras 48 horas y en la sensación de dolor a las 24 y a las 48 horas posteriores, lo que nos indica una mejoría en la percepción del dolor y sobre todo en todos aquellos ejercicios dinámicos.

4.2 Pearcey GEP, Bradbury-Squires DJ, Kawamoto J, Drinkwater EJ, Behm DG, Button DC. Foam Rolling for Delayed-Onset Muscle Soreness and Recovery of Dynamic Performance Measures. *Journal of Athletic Training* 2015;50(1) (19)

El objetivo principal de este estudio fue comprobar los efectos del FR como herramienta de recuperación muscular en el DOMS después de una serie de ejercicios intensos. Para ello, participaron en el estudio ocho hombres de una población universitaria físicamente sanos y activos con una edad media de 22 años, 177 cm de altura y 88 kg de peso. Se utilizó un diseño de medidas repetidas sobre los músculos cuádriceps, isquiotibiales, aductores, glúteos y banda iliotibial a través de las siguientes variables dependientes:

- **Umbral de presión-dolor de los cuádriceps.** Se evaluó la sensibilidad muscular usando un algómetro de presión sobre el cuádriceps derecho de cada participante. Los participantes completaron 3 intentos con un intervalo de 30 segundos entre las mediciones.

- **Velocidad de sprint (tiempo de sprint de 30 m).** Los participantes realizaron un sprint de 30 metros en una pista sintética bajo techo completando 2 pruebas de sprint submáximo de intensidad creciente con un descanso de 4 minutos entre las pruebas seguido de 2 pruebas de sprint máximo con un descanso de 4 minutos entre las pruebas. El más rápido de los dos intentos se utilizó para el análisis. Se usaron puertas de luz para registrar el tiempo del sprint.

- **Potencia (Standing long jump) (Ver figura 12, Anexo 5).** Los participantes completaron 2 intentos separados por 4 minutos, donde se escogió la más lejana de las pruebas para el análisis.

- **Velocidad de cambio de dirección (t-test)** (Ver Figura 7 Anexo 2). Mediante la prueba T-test estándar adoptada por la Asociación Nacional de Fuerza y Acondicionamiento, los participantes realizaron una prueba submáxima de la prueba T con un descanso de 4 minutos seguido de 2 pruebas máximas con periodos de descanso de 4 minutos entre las pruebas. Se usaron también puertas de luz para registrar el tiempo. Se escogió el más rápido de los dos intentos para el análisis.

- **Fuerza – resistencia dinámica (máximo back 15 – squat repeticiones al 70% de 1RM)**. Se llevó a cabo mediante sentadillas traseras con barra al 70% de una RM. Se les indicó a los participantes que realizaran 1 serie de sentadillas al 35% de su 1RM durante 10 repeticiones con una profundidad determinada. Luego, realizaron sentadillas con una fase excéntrica de 1 segundo y una fase concéntrica de un segundo. Se realizó un ensayo debido a la fatiga.

Todas las variables dependientes se llevaron a cabo después de un protocolo de ejercicios de sentadillas denominado protocolo DOMS donde el ejercicio consistió en realizar sentadillas con barra trasera al 60% de una RM en 10 series de 10 repeticiones con una contracción excéntrica (produce más DOMS) de 4 segundos sin pausa, y una contracción concéntrica de 1 segundo pudiendo descansar 2 minutos entre las series. Se realizó en un tiempo total de 8 minutos y 20 segundos de sentadilla y 18 minutos de descanso.

Los participantes realizaron las pruebas mediante dos condiciones experimentales: control y FR. Las condiciones de los grupos experimentales se realizaron al azar y consistieron en una sesión de orientación y 4 sesiones de prueba separadas por 4 semanas. En la condición de control, se realizó una RM en sentadilla y la práctica de cada prueba mientras que en la condición de FR los integrantes también fueron introducidos a técnicas de FR.

En la condición de FR, se les indicó a los integrantes del estudio empezar a deslizar sobre el FR en la parte más distal del músculo colocando la mayor cantidad de masa corporal tolerable en el rodillo durante 45 segundos seguido de un descanso de 15 segundos para cada músculo con un tiempo total de 20 minutos.

En las sesiones de prueba, se midió el umbral de presión-dolor del cuádriceps al comienzo de cada prueba seguido de un calentamiento en bicicleta ergométrica a una intensidad de 70 RPM durante 5 minutos. La primera sesión de prueba se llevó a cabo

después de las 24 - 48 horas de la sesión de control o FR, mientras que las sesiones de prueba 2, 3 y 4 se llevaron a cabo después de las 24, 48 y 72 horas respectivamente de las series de ejercicios de sentadillas (10 series de 10 repeticiones). Las variables dependientes velocidad de sprint, velocidad de cambio de dirección y potencia se midieron dos veces consecutivas con descanso de 4 minutos entre las pruebas al inicio del ejercicio y después del ejercicio (24, 48 y 72 horas después), mientras que la variable dependiente de fuerza – resistencia dinámica se realizó al finalizar cada una de las cuatro sesiones de prueba debido a que la fatiga podría afectar a las demás pruebas. Como calentamiento, los integrantes realizaron 10 repeticiones al 35% de 1RM, mientras que después del descanso de 4 minutos realizaron repeticiones máximas al 70% de 1RM. Los participantes en la condición de FR rodaron encima del rodillo en las sesiones de prueba 1, 2 y 3.

Los resultados del estudio demostraron que el uso del FR mejoró la recuperación del DOMS y redujo las disminuciones del rendimiento físico después del protocolo DOMS. También, tuvo efectos moderados en la disminución del umbral de dolor por presión en el cuádriceps a las 24 horas con mayores efectos a las 48 horas posteriores al ejercicio. El tiempo de sprint se vio menos afectado a las 24 y 72 horas posteriores al ejercicio con el uso del rodillo y la prueba de salto de longitud tuvo un pequeño efecto sobre la disminución en el rendimiento a las 24 horas posteriores al ejercicio, pero con un gran efecto a las 72 horas con el uso del FR. En cuanto a la variable de cambio de dirección, no se observó que el FR mejorará los tiempos de ejecución del ejercicio, pero no se observaron decrementos en el tiempo de ejecución con respecto a la condición control. Finalmente, el rodillo de espuma tuvo un efecto moderado en los ejercicios de sentadilla a las 48 horas posterior al ejercicio, pero no se observaron efectos tras las 24 y 72 horas después del ejercicio. Como conclusión, la condición de FR aumentó la puntuación en varios puntos de tiempo las variables de estudio con respecto a la condición control.

4.3 Yildiz M. An Acute Bout of Self-Myofascial Release Increases Flexibility Without a Concomitant Deficit in Muscle Performance in Football Players. *International Journal of Physiotherapy* 2018 Jun 12;5(3) (20)

El estudio de Yildiz se llevó a cabo con el objetivo de comparar el método de recuperación de FR frente a otros medios de recuperación tanto activos como pasivos. Se realizó un diseño de estudio aleatorizado no experimental donde 42 futbolistas amateur fueron divididos en cuatro grupos como grupo de control donde no se les aplicó ningún tratamiento, estiramientos dinámicos, estiramientos estáticos y FR. Todos los grupos realizaron un calentamiento previo, y acto seguido, realizaron siete minutos y medio de la destreza que le haya correspondido. El grupo control durante esos siete minutos y medio descansó.

Después de los protocolos a seguir, todos los grupos realizaron las distintas pruebas que incluían las distintas variables a medir dentro de las cuales se encontraban varios tipos de salto vertical (CMJ, Standing long jump, Squat Jump) (*Ver Figura 7, Anexo 5*), pruebas de velocidad máxima (10 y 30 metros sprint), prueba de agilidad (T-test), y de flexibilidad (Sit and reach) (*Ver Figura 13, Anexo 6*).

Para el 10 y 30 metros sprint, el tiempo fue medido por un sistema de fotocélulas situado en la línea de salida y en las medidas correspondientes, el cual se activaba cuándo el ojo del participante pasaba por la primera fotocélula. Se realizaron tres intentos con un intervalo de tres minutos de recuperación y se escogió la mejor marca realizada.

Para medir los distintos tipos de salto vertical, se usó una esterilla de salto electrónica (Newtest Power- 83 Timer Testing System, Ele-Products Oy, Finlandia) el cuál usa el tiempo de vuelo para determinar los parámetros del salto (Bosco protocol). Todos los participantes hicieron en primer lugar Squat jump, flexionando las rodillas y las caderas y manteniendo esa posición por 4 segundos, con las manos en las caderas y acto seguido saltar lo más alto posible. A continuación, realizaron CMJ de la misma manera que el Squat Jump, pero sin mantener 4 segundos la posición. Se realizaron 3 intentos por cada salto con descanso de 30-45 segundos, y 3 minutos de descanso entre test y test.

Para medir la agilidad se empleó el T-test, el cuál fue medido por un sistema fotocelular (Newtest Power- 83 Timer Testing System, Ele-Products Oy, Finland) el cuál se activaba cuando pasaban en frente de él por primera vez y se detenía cuándo

volvían a pasar por segunda vez. Los participantes tuvieron 3 intentos con descanso de tres minutos entre cada intento.

Por último, para medir la flexibilidad, se empleó el Sit and reach test para medir la flexibilidad de glúteos e isquiotibiales sentados en frente de una caja con las rodillas totalmente extendidas. Se realizó la medida 3 veces y se tomó la mejor de las medidas.

Las medidas demostraron que, para todas las pruebas de salto, agilidad y velocidad, los estiramientos dinámicos y el uso del FR propició una mejora significativa frente a los grupos de estiramientos estáticos y control, además en la prueba de flexibilidad fueron con los grupos de FR y estiramientos estáticos, los que propiciaron una mejora frente a los otros grupos.

	SS	DS	FR	CON	Statistical difference	Post hoc (boferroni)
10 m (sec)	1.86±0.08	1.70±0.06	1.71±0.10	1.83±0.08	P<0.001	DS<SS,DS<CON FR<SS,FR<CON
30 m (sec)	4.52±0.13	4.32±0.06	4.34±0.08	4.62±0.21	P<0.002	DS<SS,DS<CON FR<SS,FR<CON
CMJ (cm)	34.55±2.06	38.40±2.88	38.46±3.58	35.10±2.18	P<0.003	DS>SS,DS>CON FR>SS,FR>CON
SJ (cm)	33.26±1.92	37.30±2.36	36.77±3.53	35.05±1.79	P<0.001	DS>SS,DS>CON FR>SS,FR>CON
SLJ (cm)	174.80±10.24	189.09±8.42	198.00±12.58	183.20±6.56	P<0.001	DS>SS,DS>CON FR>SS,FR>CON
T test (sec)	10.20±0.29	9.84±0.30	9.73±0.34	10.23±0.33	P<0.001	DS<SS,DS<CON FR<SS,FR<CON
Flexibility (cm)	34.80±3.22	29.18±3.60	35.90±2.63	24.30±5.17	P<0.001	SS>DS, SS>CON FR>DS, FR>CON

SS: Static Stretching, DS: Dynamic Stretching, FR: Foam Roller, CON: Control, CMJ: Counter Movement Jump, SJ: Squat Jump, SLJ: Standing Long Jump

Figura 3. Comparación de los grupos del ensayo con resultados de las distintas variables a medir (20).

4.4 Rey E, Padrón-Cabo A, Costa PB, Barcala-Furelos R. Effects of Foam Rolling as a Recovery Tool in Professional Soccer Players. Journal of strength and conditioning research 2019 Aug;33(8):2194-2201 (21)

El objetivo principal de este estudio fue comparar la efectividad de la recuperación del FR y RP. Para ello, fueron asignados aleatoriamente 18 jugadores de fútbol profesionales en 2 grupos donde se realizaron dos sesiones de entrenamiento. La primera sesión fue diseñada para recopilar los valores previos a la prueba de cada

variable siendo medidas todas con el mismo equipamiento deportivo a la misma hora del día, no tomar suplementos del rendimiento deportivo al menos 48 horas antes de la prueba, ni productos con alcohol o cafeína al menos las 3 horas antes, comidas o bebidas al menos 2 horas antes para evitar posibles factores externos que alteren el objetivo del ensayo.

Después de las mediciones, los jugadores realizaron un entrenamiento de fútbol estandarizado. Al final de la unidad de entrenamiento, todos los jugadores fueron asignados al azar al grupo de recuperación FR y al grupo de RP. Se llevó a cabo una segunda sesión experimental para obtener los valores posteriores a la prueba con la que concluir una serie de resultados.

Los protocolos de recuperación del FR y RP se realizaron inmediatamente al final de la primera sesión de entrenamiento experimental. Los sujetos del grupo FR, utilizando un rodillo de espuma realizando 5 ejercicios diferentes, dirigidos a los grupos musculares más utilizados en el fútbol (cuádriceps, isquiotibiales, aductores, glúteos y gastrocnemio). Se indicó a los jugadores que comenzarán con el rodillo de espuma en la parte más distal del músculo y que colocaran tanta masa corporal como tolerable en el FR en todo momento. Los sujetos realizaron cada uno de los 5 ejercicios en las piernas derecha e izquierda durante dos sesiones de 45 segundos cada uno con un descanso de 15 segundos. El tiempo total de FR fue de 20 minutos. El protocolo FR fue supervisado por 2 de los investigadores. Durante la RP, se instruyó a los jugadores para que se sentaran en un banco durante 20 minutos, de acuerdo con la duración del protocolo FR. Se instruyó a los jugadores para que no participaran en ningún otro procedimiento de recuperación (es decir, masaje, inmersión en agua fría, etc.) durante las 2 sesiones experimentales.

Las variables a medir de estos futbolistas fueron tanto pruebas de fuerza, agilidad, velocidad, flexibilidad como medidas perceptivas

- **Fuerza explosiva (*Vertical Jump Performance*)**. La prueba CMJ se realizó en una alfombra de contacto móvil (Ergo Jump Bosco System, Globus, Treviso, Italia). La altura de salto se midió en función del tiempo de vuelo. A los jugadores se les permitió 2 pruebas, con un período de recuperación de 1 minuto entre cada una.

- **Velocidad (*Five and 10 m Sprint*)**. El tiempo de sprint se midió mediante un sistema de células fotoeléctricas de reflejo IF dual (DSD Laser System, León, España).

A los jugadores se les permitió hacer 2 pruebas, con un período de recuperación de 2 minutos entre cada una de ellas.

- **Agilidad (*T-test*).** Este test fue medido mediante un sistema de células fotoeléctricas (sistema láser DSD), colocadas en la línea de salida, se utilizaron para medir el rendimiento de los jugadores de fútbol y aumentar la fiabilidad de las pruebas. Los participantes realizaron 2 ensayos, y el tiempo más rápido se utilizó como puntuación de la prueba.

- **Flexibilidad (*Sit and reach*).** Se usó este test para medir la flexibilidad tanto de lumbares, glúteos y especialmente isquiotibiales. Se realizaron dos tomas con un intervalo de 30 segundos entre ellas.

- **Mediciones Perceptivas.** Se administraron dos medidas perceptivas diferentes antes de la sesión de entrenamiento y 24 horas después de esta. La escala de TQR (*Ver Figura 8, Anexo 3*) se utilizó para evaluar la percepción general de recuperación del jugador. Además, los jugadores calificaron su nivel de dolor muscular en una VAS de dolor muscular (*Ver figura 9, Anexo 3*).

En los resultados no se encontró ninguna diferencia significativa entre los grupos en la prueba de fuerza explosiva ni en la prueba de flexibilidad ni de velocidad, mientras que en el rendimiento, la prueba de agilidad se vio afectada desde la intervención solo en el grupo de RP. En comparación con el grupo de RP, FR tuvo un gran beneficio en la minimización de los decrementos en el esfuerzo de la prueba T a las 24 horas después del entrenamiento además en la sensación de dolor muscular y tiempo total de recuperación. Para el TQR y el VAS, hubo una interacción significativa en los 2 grupos de entrenamiento. Se observaron impedimentos significativos en el TQR y el VAS a las 24 horas después del entrenamiento sólo en el grupo de RP a diferencia del grupo FR, el cual tuvo un gran efecto en la recuperación en ambas medidas en comparación con el grupo de RP a las 24 horas después del entrenamiento.

4.5 Adamczyk JG, Gryko K, Boguszewski D. Does the type of foam roller influence the recovery rate, thermal response and DOMS prevention? PloS one 2020 Jun 26;15(6):e0235195 (22)

La finalidad de este estudio era determinar no sólo si el uso del FR podría influir en los tiempos de recuperación del deportista, sino también qué tipo de material es el más adecuado para lograr este objetivo. Para ello se realizó un ensayo clínico aleatorizado con 33 sujetos sanos y físicamente activos los cuáles fueron seleccionados aleatoriamente en tres grupos: foam rolling con textura suave, foam rolling con textura agresiva, y grupo de RP. Todos ellos realizaron sentadilla completa durante un minuto donde fue medida su temperatura corporal por imagen térmica y el porcentaje de lactato en sangre, inmediatamente después de hacer el ejercicio, después del método de tratamiento y después de 30 minutos de recuperación. Además, se midió el nivel de dolor muscular mediante la escala VAS las 24, 48,72 y 96 horas después del ejercicio.

Los termogramas de las superficies delantera y trasera de las extremidades inferiores de cada participante se tomaron en posición de pie para determinar TSK. El área analizada se dividió en las siguientes regiones: muslo anterior, pantorrilla anterior y muslo posterior. Se utilizó una cámara de imágenes térmicas (FLIR A325, FLIR Systems, (Suecia) para todas las mediciones IR. Para medir los niveles de lactato en sangre se tomó una muestra del lóbulo de la oreja capilar se midieron y analizaron con un Dr. Fotómetro Lange LP 420 (Alemania).

A la hora de medir el lactato, no se encontraron diferencias significativas en las mediciones. Nada más terminar la prueba, se observó un pico de subida en todos los grupos lo que demuestra la naturaleza anaeróbica del ejercicio. A los 30 minutos de acabar el ejercicio no se encontró una diferencia significativa entre ambos grupos experimentales, pero sí con el grupo control.

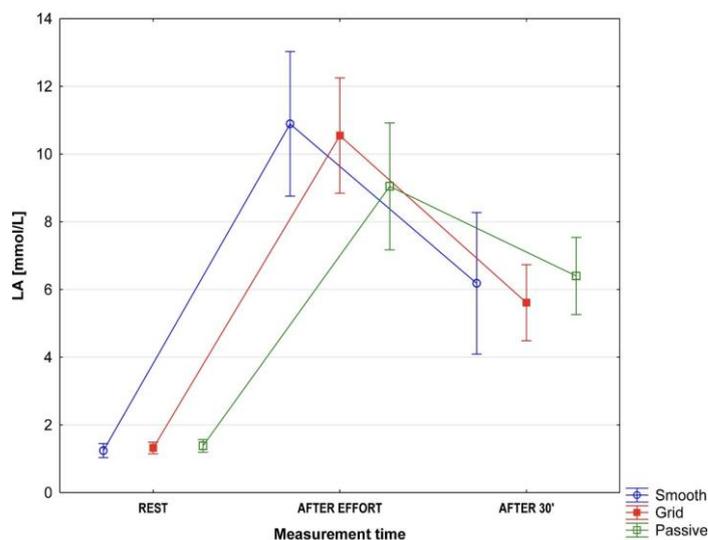


Figura 4. Tabla medición lactato antes del protocolo de ejercicio, inmediatamente después de hacerlo y tras 30 minutos de descanso (22).

En cuanto a los cambios de temperatura, la mayor diferencia en las respuestas térmicas se observó para la cuarta medición. En el grupo FR con textura más suave, la temperatura creciente del miembro inferior alcanzó el nivel del estado de reposo. Al mismo tiempo, el grupo del FR con textura agresiva tenía una temperatura significativamente más alta en la parte anterior del muslo respecto a los otros grupos, mientras que el muslo posterior alcanzó una temperatura cercana al nivel del estado de reposo. Después de la aclimatación inicial, las temperaturas de las extremidades inferiores en todos los grupos fueron similares entre sí. La mayor diferencia entre los grupos se observó después de 30 minutos de recuperación.

Para el dolor muscular, no se encontraron diferencias significativas entre grupos a las 96 horas después del ejercicio, pero si las hubo en las tomas del grupo FR textura suaves (24-96h) y en el grupo FR textura agresiva en todas las tomas posteriores lo que refuerza la idea que los métodos de recuperación activa son más beneficiosos que los de RP debido al aumento de temperatura, una condición circulatoria favorable, una reducción de la rigidez arterial, y un aumento en el flujo sanguíneo arterial. La aplicación del FR para la recuperación acelerada después del ejercicio podría ser crucial para el entrenamiento atlético o competir con cortas duraciones de descanso o en actividades que presenten una alta demanda de trabajo en un corto período de ejecución.

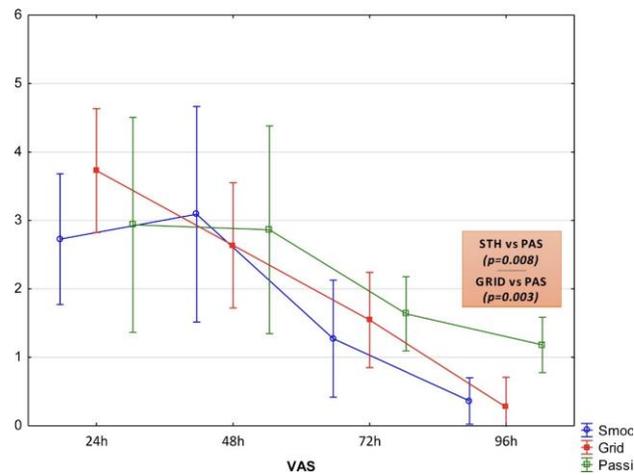


Figura 5. Medición de la escala visual analógica visual de la percepción del dolor (22).

4.6 Rahimi A, Amani-Shalamzari S, Clemente FM. The effects of foam roll on perceptual and performance recovery during a futsal tournament. *Physiology & behavior* 2020 Sep 01,;223:112981 (23)

Este ensayo clínico aleatorizado se llevó a cabo con el objetivo de investigar la eficacia de la recuperación muscular mediante FR sobre el rendimiento de los jugadores de fútbol sala en un torneo de fútbol sala simulado. Se escogieron cuatro equipos de la primera liga nacional de Irán para participar en el supuesto torneo, de los cuales se escogieron 16 jugadores de dos equipos de una edad aproximada de 19,1 años y fueron distribuidos aleatoriamente en dos grupos: Uno de RP y otro de recuperación con FR.

El método de recuperación del grupo FR se basó en cinco repeticiones de 40 segundos separadas por 20 segundos de descanso en los músculos de la pantorrilla, cuádriceps, isquiotibiales y glúteos 5 minutos después de cada partido, mientras que el otro grupo (RP) descansó de manera pasiva el mismo durante el mismo periodo de tiempo.

La capacidad de sprint, el salto vertical y las pruebas de agilidad se evaluaron antes y después del torneo. Además, se midieron los niveles de lactato y el HI a lo largo de los días del torneo. Los datos se estudiaron mediante medidas repetidas ANOVA y ANCOVA.

Se observaron mejoras en cuanto al HI en el segundo y tercer partido, y si se observa el lactato, se produjo un aumento en la rapidez de eliminación del mismo en el tercer día de partido en el grupo FR en comparación con el grupo RP.

La recuperación FR fue ligeramente beneficiosa si se compara con las disminuciones atenuadas de RP en rendimiento aeróbico y anaeróbico, salto vertical y cambio de dirección, aunque estos efectos no fueron estadísticamente significativos ($p > 0,05$).

Este estudio mostró que el uso de FR en competencias con poco tiempo de recuperación acelera la recuperación del rendimiento físico y aumenta el lactato en sangre.

4.7 Pelana R, Apriantono T, Bagus B, Juniarsyah AD, Indah Ihsani S. Effects of foam rolling on blood lactate concentration in elite futsal players. Human movement 2021;22(1):72-79 (24)

El objetivo del estudio fue evaluar si el FR es un método de recuperación adecuado para que los atletas de fútbol sala mejoren el rendimiento y reduzcan su concentración de ácido láctico. Se eligieron 30 atletas masculinos de fútbol sala, se dividieron en 2 grupos de 15 sujetos cada uno.

Para la medición del lactato se utilizó un analizador Lac-tate Pro, donde se recogió una muestra de sangre para su posterior análisis.

Antes de la prueba se solicitó a los sujetos la realización de un trote, todos a la misma velocidad, a modo de calentamiento. Las mediciones previas a la prueba incluyeron una prueba de capacidad aeróbica y una prueba T de agilidad, con un descanso de 10 segundos entre las pruebas. Se determinó el lactato en sangre inmediatamente después de que cada participante completará su tarea. Para la medición del lactato se utilizó un analizador Lac-tate Pro, donde se recogió una muestra de sangre para su posterior análisis.

La prueba de sprint consistió en la reproducción de un sprint “máximo” de 20 metros. Se utilizó un sistema de fotocélulas de haz para registrar los tiempos de la carrera. En la prueba T de agilidad, cada participante debía correr hasta el cono (la prueba constaba de 4 conos separados por 5 metros), tocar el cono e ir directamente a otro cono, mezclando movimientos laterales y frontales. La prueba se consideraba

fallida si el participante cruzaba un pie delante del otro mientras arrastraba los pies, no tocaban el cono o no miraba hacia delante durante toda la prueba. Todos los tiempos se registraron con un cronómetro.

La intervención del FR consistió en 5 ejercicios diferentes, dirigidos a los grupos musculares más utilizados en fútbol sala (cuádriceps, aductores, glúteos y gemelos), aplicados durante 1 minuto en cada zona y 15 segundos de descanso entre cada uno, con un ritmo de aplicación de 50 pulsaciones por minuto.

El grupo que no usó el FR como método de recuperación, se limitó en este tiempo a la realización de marcha a modo de trote a una velocidad de 6,8 km por hora durante 8 minutos. Tras la sesión de recuperación se volvió a determinar el nivel de lactato en sangre.

Las mediciones posteriores a la prueba fueron idénticas a la prueba inicial, y se iniciaron 24 horas después del final de la prueba previa. En cuanto al lactato, la prueba reveló una disminución significativa entre valores post-prueba en el grupo FR. Por el contrario, se produjo un aumento de lactato entre las mediciones previas posteriores a la prueba ocurrieron en el grupo control. En cuanto a la variable sprint, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores previos y posteriores en ninguno de los dos grupos. En la prueba t-test de agilidad se detectó un aumento significativo entre los valores anteriores y posteriores a la prueba en los grupos FR y SJR.

4.8 Kaya S, Cug M, Behm DG. Foam rolling during a simulated half-time attenuates subsequent soccer-specific performance decrements. *Journal of bodywork and movement therapies* 2021 Apr;26:193-200 (25)

El objetivo de este estudio fue comparar la aplicación del FR en comparación con la RP durante el tiempo de descanso en un partido de fútbol.

En este ensayo participaron 13 jugadores de fútbol sala masculino, se encargaron de simular un partido de fútbol realizando dos series de sprints de 15 x 20 metros con intervalos de descanso de 30 segundos.

Las series estaban separadas por 10 minutos de RP o bien recuperación mediante la realización de 5 ejercicios, con ambas piernas, de FR durante 45 s cada uno con 15 s de descanso.

Las pruebas tuvieron lugar antes y después del tiempo de descanso.

Los parámetros a medir fueron los siguientes: TQR, LSPT, el lactato en sangre y la velocidad de sprint en el partido.

Para la variable TQR se produjeron disminuciones significativas, tanto en el grupo de RP como en el grupo FR, desde antes hasta después de la prueba.

En cuanto al LSPT, no hubo cambios significativos de la prueba previa a la posterior.

Todas las medidas de la velocidad de sprint disminuyeron significativamente con la condición pasiva. Sin embargo, en el grupo FR se produjo una disminución significativa desde la prueba previa a la posterior para la media de los 5 primeros sprints.

En cuanto a la variable HR no se encontraron diferencias entre las condiciones.

4.9 Michalski T, Król T, Michalik P, Rutkowska M, Dąbrowska-Galas M, Ziąja D, et al. Does the Self-Myofascial Release Affect the Activity of Selected Lower Limb Muscles of Soccer Players? Journal of human kinetics 2022 Sep 08;83(1):49-57 (26)

Este ensayo clínico aleatorizado se llevó a cabo con el objetivo de investigar el efecto directo de la liberación auto miofascial de los músculos isquiotibiales utilizando un FR sobre la actividad bioeléctrica de los músculos glúteo mayor (GM) y bíceps femoral (BF).

Para la muestra se seleccionaron aleatoriamente 40 jugadores de fútbol masculino con alto nivel de aptitud física y que entrenan 3 veces por semana. Estos jugadores se dividieron, también aleatoriamente, en dos grupos: uno control y otro experimental.

Para la medición de la actividad bioeléctrica se utilizaron electrodos estándar de superficie autoadhesiva, y se estudió mediante un método bipolar.

El ejercicio durante el cual se registró la actividad bioeléctrica fue una sentadilla, realizada por todos los sujetos al mismo ritmo y cada participante hizo 3 intentos, escogiendo como resultado el promedio de los valores máximos obtenidos.

Las pruebas utilizadas no mostraron diferencias significativas en las variables consideradas antes del experimento, mientras que aparecieron diferencias significativas entre grupos para mediciones posteriores.

En cuanto al GM, se observaron mayores diferencias entre la segunda medición del grupo experimental (justo después del uso de FR) y, además, se observó una diferencia significativa entre los valores de la primera medición del grupo experimental (FR) y los resultados de la segunda medición del grupo control.

En la Tabla 3 representa un cuadro resumen que recoge los aspectos más destacados de los artículos seleccionados para la revisión; tipo de muestra, los objetivos marcados, los resultados obtenidos, y las conclusiones finales de cada uno de ellos.

Autor y año	Muestra	Objetivos	Resultados	Conclusión
McDonald et al. 2014 (18)	20 sujetos varones con más de tres años de experiencia en entreno de fuerza	Entender el efecto del FR como método de recuperación sobre el daño muscular inducido por el ejercicio.	FR redujo el dolor muscular en todos los momentos, al tiempo que mejoró sustancialmente el ROM. Las propiedades contráctiles voluntarias no mostraron diferencias sustanciales entre grupos. La VA y el salto vertical, con FR mejorando sustancialmente la activación muscular en todos los puntos de tiempo y el salto vertical en POST-48.	FR es beneficioso para atenuar el dolor muscular al tiempo que mejoró la altura del salto vertical, la activación muscular y la ROM pasiva y dinámica en comparación con el control, lo que indica que los beneficios de la FR se acumulan principalmente a través de las respuestas neuronales y el tejido conectivo.
Pearcey et al. 2015 (19)	8 sujetos y físicamente activos	Examinar los efectos del FR como herramienta de recuperación después de un protocolo de ejercicio intenso.	Hubo una mejora sustancial en la sensibilidad muscular de los cuádriceps en los días posteriores a la fatiga. Los efectos entre pequeños y grandes en el tiempo de sprint y resistencia dinámica.	Se redujo significativamente DOMS y los decrementos asociados en la mayoría de las medidas de rendimiento dinámico. Tres protocolos de 20 minutos pueden mejorar sustancialmente la recuperación y aliviar la sensibilidad muscular.
Yildiz 2018 (20)	42 futbolistas amateur	Comparar el método de FR como forma de recuperación frente a otros medios tanto pasivos como activos.	Tanto las pruebas de velocidad, agilidad, salto y flexibilidad el grupo FR tuvo mejoras.	El efecto agudo de la intervención del FR es más apropiado para mejorar la flexibilidad y rendimiento muscular que otras técnicas de tratamientos

Autor y año	Muestra	Objetivos	Resultados	Conclusión
Rey et al. 2019 (21)	18 jugadores de fútbol profesionales	Comparar la efectividad de la recuperación del FR y de la RP.	No se reflejó ninguna diferencia significativa entre los grupos en la prueba de salto ni en la prueba de flexibilidad ni de velocidad, mientras que en el rendimiento prueba de agilidad se vio afectado negativamente en el grupo de RP.	Los entrenadores físicos que trabajan con jugadores de alto nivel pueden realizar una sesión de recuperación estructurada que dure de 15 a 20 minutos basada en ejercicios de FR que podrían implementarse al final de una sesión de entrenamiento para mejorar la recuperación entre cargas de entrenamiento.
Adamczyk et al. 2020 (22)	33 sujetos sano y físicamente activos	Determinar si el uso del FR puede influir en los tiempos de recuperación, y qué tipo de material es el más adecuado para lograr este objetivo.	En el grupo de RP, la disminución en la concentración de lactato después de media hora de descanso fue significativamente menor que en los otros grupos. Para las respuestas térmicas, se observaron diferencias significativas entre ambos grupos solo 30 minutos después del ejercicio. Una disminución significativa del dolor en el grupo FR suave se produjo entre 48 y 96 horas, mientras que el grupo textura agresiva mostró una disminución significativa en los valores de VAS en las mediciones posteriores.	El FR parece ser eficaz para mejorar el aclaramiento de lactato y contrarrestar el DOMS, pero el tipo de rodillo de espuma no parece influir en la tasa de recuperación.
Rahimi et al. 2020 (23)	16 jugadores de fútbol sala	Investigar la eficacia de la recuperación por medio de FR en los parámetros de rendimiento, psicológicos y fisiológicos de los jugadores de fútbol sala.	Se observaron mejoras sustanciales en el HI en el segundo y tercer día de partido y eliminación más rápida de lactato en el tercer día de partido en el grupo FR. La recuperación de FR fue ligeramente beneficiosa en comparación con el grupo de RP en el rendimiento aeróbico y anaeróbico.	El uso de FR durante las competiciones acelera la recuperación del rendimiento físico, aumenta el aclaramiento de lactato sanguíneo y conduce a la regeneración de las características psicológicas. Junto con otras estrategias de recuperación deseables, el uso de FR podría recomendarse en recorridos de fútbol sala a corto plazo.

Autor y año	Muestra	Objetivos	Resultados	Conclusión
Pelana et al. 2021 (24)	30 jugadores de fútbol sala	Evaluar si FR era un método de recuperación adecuado para los atletas de fútbol sala para mejorar el rendimiento y reducir su concentración de ácido láctico.	En la concentración de lactato posterior a la recuperación, la T-Test reveló una disminución significativa entre los valores previos y posteriores a la prueba en el grupo FR. Por el contrario, se produjo un aumento en el lactato entre las mediciones previas y posteriores a la prueba en el grupo de control.	El uso de FR después de la fatiga muscular inducida por el ejercicio tuvo un efecto en la recuperación de los jugadores de fútbol sala de élite al aumentar la tasa de aclaramiento de lactato en la sangre. No hubo aumento en el rendimiento en el sprint de 20 m en la prueba de agilidad.
Kaya et al. 2021 (25)	13 jugadores de fútbol	Comparar la FR frente a la RP durante un período de descanso simulado en una segunda parte simulada, el rendimiento del sprint y la calidad de la recuperación.	Mientras que todas las medidas de velocidad de sprint disminuyeron significativamente con la condición pasiva, no se observó ninguna disminución con todas las medidas de sprint con la condición FR. Los resultados no mostraron cambios significativos entre las condiciones de TQR, LSPT, LAC y HC.	El FR puede ser beneficioso para atenuar la disminución de la velocidad del sprint a lo largo de un partido de fútbol.
Michalski et al. 2022 (26)	40 jugadores masculinos de fútbol que entrenan al menos 3 veces en semana	Investigar el efecto directo de la liberación de automiofascial de los músculos BF y GM durante la sentadilla.	Las pruebas utilizadas no mostraron diferencias significativas en las variables analizadas antes del experimento, mientras que las diferencias significativas entre grupos aparecieron para las mediciones posteriores, tanto para los valores de referencia de GM y de BF tanto en EMG como para el valor de la señal bioeléctrica durante las contracciones isométricas máximas.	El uso de FR dentro de los músculos isquiotibiales conduce a cambios en el potencial eléctrico de los músculos de la extremidad inferior. Estos cambios ocurren tanto dentro de las estructuras sometidas a liberación (BF), como en el GM donde no se aplicó. La durabilidad del efecto obtenido es mayor en el sitio sometido a la intervención.

Tabla 3. Resumen de la búsqueda realizada para la revisión. *Elaboración propia.*

5 DISCUSIÓN

La relación entre el tema planteado y los resultados encontrados en los artículos seleccionados no muestra una clara evidencia de cuál sería el uso más efectivo del FR. Con la selección de artículos realizada no es posible concretar qué uso y dosis sería óptima, sin embargo, nos da ligeras pistas de en qué situaciones podría ser de gran utilidad tanto antes de una competición cómo después de esta.

Los principales usos del FR sobre el sistema muscular se centran tanto en la recuperación cómo en el rendimiento deportivo, secciones en las que se dividirá la discusión según las variables escogidas.

En cuánto la recuperación muscular, los autores han investigado sus efectos mayoritariamente sobre el DOMS, TQR, el lactato en sangre y la flexibilidad.

Una de las variables donde se ha demostrado poseer una mayor eficacia es sobre su uso como método de tratamiento del DOMS. Tanto los estudios de MacDonald et al. (18), Rey E. (21) et al., Adamczyk et al. (22), demostraron que, a pesar de emplear distintas estrategias a la hora de medir la percepción del dolor subjetiva en cada uno de los sujetos, hubo una reducción del dolor tanto al usar la escala NRS, o VAS. Tanto MacDonald et al. como Adamczyk et al. demostraron tener una diferencia significativa en la toma post-48 horas tras el ejercicio. Además, en el estudio de Pearcey et al. (19), a pesar de no usar ninguna escala para medir el umbral de presión-dolor de los cuádriceps tuvo efectos moderados en la disminución del umbral de dolor por presión en el cuádriceps a las 24 horas con mayores efectos a las 48 horas posteriores al ejercicio, lo que refuerza la idea de que puede tratarse de una herramienta adecuada en cuánto a las sensaciones que puede ejercer sobre el deportista y en su proceso de recuperación. Además del DOMS otra escala subjetiva a medir fue el TQR donde se obtuvo mejoras significativas tanto para Rey E. et al. cómo Kaya et al. (25), a pesar de ser medidas en distintos intervalos de tiempo y con distintos métodos empleados para llegar a la fatiga muscular.

En cuanto al lactato en sangre, en el estudio de Adamczyk et al., hubo una mayor disminución del lactato en sangre en el grupo que usó un FR con textura más agresiva, sin embargo, esta diferencia no fue nada significativa con la del grupo que usó un FR con un acabado más agradable lo que choca con las conclusiones de Scott W. Cheatham et col. (13) dónde asegura que un FR con mayor densidad puede obtener

más beneficios que otros. Para Pelana et al. (24) no se obtuvieron diferencias sustanciales en todas las tomas realizadas pre-test. En cambio, observó cambios en las mediciones post-test en el grupo FR como en el grupo jogging y en las mediciones post-recuperación, después de su uso tanto en el pre-test como en el post-test.

La variable de flexibilidad, Yildiz (20), demostró una mejora significativa frente a los otros métodos de recuperación en el momento de realizar las tomas. Por el contrario, Rey et al. no encontró ninguna diferencia ni al momento de tomar la primera medida ni en la segunda, con 24 horas de diferencias entre ambas. Sin embargo, la flexibilidad va ligada al rango de movimiento evaluado en MacDonald et al. donde tuvo una mejoría tanto en el ROM pasivo como activo, especialmente a las 48 horas en cuádriceps y 72 horas en isquiotibiales. Sin embargo, los resultados se limitan a comprobar la eficacia de FR en un grupo muscular determinado, sin dar a conocer su efecto en otras estructuras y en otros determinados intervalos de tiempo.

Por lo tanto, se puede deducir que el uso del FR durante la fase de reposo puede ayudar a reducir la sensación del dolor muscular y aumentar la percepción de recuperación lo cual puede permitir al deportista afrontar compromisos con una mayor sensación de recuperación. Por lo tanto, se podría tratar de una nueva estrategia a realizar durante el reposo que mejore la actitud hacia el entrenamiento, y competición a pesar de que las variables medibles de la recuperación no estén del todo claras.

En cuanto a la eficacia del FR sobre el rendimiento deportivo, los estudios seleccionados utilizan tests similares para medir variables como la fuerza explosiva, la agilidad o la velocidad.

En cuanto a la fuerza explosiva, tanto Yildiz, como Rey E. et al., Pearcey et al., MacDonald et al. emplearon el CMJ para medir dicha variable. Tanto en Yildiz, MacDonald et al. y en Pearcey et al, hubo una mejora significativa comparado al grupo control, mientras que Rey E. et al. no observó ninguna diferencia significativa respecto al otro grupo. Además, la discrepancia de mayor importancia del estudio de Pearcey et al. se obtuvo a las 72 horas, mientras que MacDonald et al. Fue a las 48h. Por el contrario, Rahimi et al. (23) no obtuvo diferencia significativa en su prueba de salto distinta a las demás. Yildiz fue comparado además con otros métodos de recuperación diferenciándose del grupo control y del grupo con estiramientos estáticos, obteniendo resultados semejantes a los estiramientos dinámicos lo que demuestra mayor eficacia

frente a métodos de recuperación pasivos, pero seguimos sin obtener evidencia en cuanto al momento exacto en el que se alcanza el pico máximo de recuperación al usar el FR.

Respecto a la variable de agilidad, tanto Yildiz, Rey E. et al., Pearcey et al., Pelana et al., utilizan la prueba De T-Test para medir esta variable. Solamente Rahimi et al. utiliza un método diferente para medir la agilidad (PRO agility-test) (*Ver Figura 10, Anexo 4*). Yildiz mejoró significativamente tanto en el grupo control como en estiramientos dinámicos; tanto Rey E. et al. como Pearcey et al. Se observaron cambios en la minimización de los decrementos en el esfuerzo de la prueba T a las 24 horas, 48 y 72 horas. Era muy complicado disminuir los tiempos de ejecución de la prueba, sin embargo, no hubo un aumento significativo en este tiempo como en los respectivos grupos control. Para Pelana et al., hubo una diferencia significativa entre los valores previos y posteriores tanto en el grupo FR como para el grupo “jogging” que fueron también tomados a las 24 horas de la primera toma. Para Rahimi et al., no se obtuvo ninguna diferencia significativa en la prueba de agilidad, tal vez al haber usado un método distinto al de los otros autores al igual que en la prueba de SJT.

En cuanto a la variable de velocidad fue medida en los estudios de Yildiz, Rey E. et al., Pearcey et al., Randam et al., de manera similar; en todos los casos la variable se midió mediante el sprint-test, lo que varía fue la distancia de ejecución de este. Para Yildiz, hubo una mejora del rendimiento en la velocidad frente a los métodos de RP con los que fue comparado, en ambas pruebas de sprint realizadas (10 y 30 metros sprint). Sin embargo, tanto para Rey Ezequiel et al. en 5 y 10 metros sprint cómo Randam et al. en 20 metros sprint no hubo diferencias estadísticamente significativas en los tiempos de la prueba. Para Pearcey et al., el tiempo de sprint se vio menos afectado en las tomas 24 y 72 horas posteriores al ejercicio. Esto refuerza la idea de que el FR tiene una mayor eficiencia cómo método recuperación más que como un método de preactivación o de aumento de la productividad en el ejercicio.

Por lo que se puede deducir, cuanto más explosiva sea la situación/ejercicio y menor complejidad y tiempo de ejecución requiera menos efecto o diferencias se van a encontrar. En cambio, en destrezas que impliquen una mayor complejidad y coordinación motora y, de una duración al menos superior a las anteriores, como puede ser un T-Test, es posible observar mayores diferencias frente a otros métodos de recuperación o RP.

En cuanto al tiempo de uso del FR, la mayoría de los estudios descritos emplean una dosis entre 5 y 20 minutos aproximadamente, pero los resultados obtenidos en ellos son muy diferentes, en parte por los objetivos que se persiguen y debido a que los materiales y métodos utilizados son distintos.

Sin embargo, los estudios consultados no muestran suficiente información para poder determinar qué dosis sería la más efectiva, debido a la cantidad de factores intrínsecos que no se describen cómo puede ser la frecuencia, velocidad, el tiempo de rodamiento, diferencias en el peso corporal que actúa sobre los músculos en el momento de rodar, el sentido empleado o el orden al usarse, la densidad del FR, además de otros factores externos cómo puede ser en qué momento se usa; en un descanso de un partido, inmediatamente después de la competición, o si se usa después de unos días cuándo el DOMS ya está instaurado entre otras o con qué objetivos se usa, sí para recuperar o para potenciar dónde las dosis deben ser diferentes. Por lo tanto, los resultados obtenidos pueden conducir a diferentes efectos sobre el uso del FR.

El potencial bioeléctrico puede ser una de las variables más interesantes medidas por Michalski et al. (26), donde asegura una actuación diferente en el GM antes y después de usar foam roller, tanto por el propio GM como por IQ, lo que puede demostrar activación de estructuras cercanas a la zona de aplicación; sin embargo, su toma de datos obtenida no puede ser uso de discusión al carecer de artículos similares que midan estos potenciales.

6 CONCLUSIONES

Tras la revisión bibliográfica realizada, y los resultados obtenidos podemos extraer las siguientes conclusiones:

1. El FR puede ser una alternativa de tratamiento muy útil para el rendimiento deportivo, especialmente, en la recuperación muscular.
2. El FR es una herramienta que puede ser más eficaz para la recuperación del DOMS y las sensaciones que pueda percibir el deportista, especialmente entre las 48-72 horas después de la actividad física.
3. Cuanto más rápida y menor complejidad tenga el ejercicio a valorar, cómo un salto o un sprint, menores serán los cambios inducidos por el uso del FR.
4. Cuanto más duración, complejidad y coordinación requiera la actividad física a realizar, como T-test para valorar la agilidad, mayores serán los cambios inducidos por el FR.
5. No existe un acuerdo entre los investigadores sobre la dosis óptima de tratamiento con el FR previo y posterior al ejercicio físico.
6. El uso del FR puede ser más eficaz en comparación con otros métodos de recuperación más tradicionales, cómo puede ser los estiramientos o la RP.
7. La densidad o tipo de FR empleado no parecen tener influencia sobre la zona dónde se es aplicado, respecto a las variables estudiadas.
8. La evidencia existente acerca de la eficacia del FR sobre el rendimiento deportivo y la recuperación muscular son escasas.

7 CONSIDERACIONES FINALES

En base al análisis de los datos obtenidos en las distintas variables estudiadas, se pueden ofrecer diferentes vías de investigación en relación al FR y su uso cómo puede ser en qué dosis de uso puede ser más efectiva, (tiempo, velocidad, dirección, fuerza aplicada...)

Una línea de estudio podría ser los cambios en la actividad bioeléctrica de un grupo muscular tanto antes como después de su uso en la zona aplicada, cómo en estructuras próximas. Es el caso de Michalski et al. (26) donde su propósito principal de estudio fue el efecto de la liberación automiofascial con FR en GM y BF que carece de comparación posible debido a que no mide variables previamente discutidas, pero que propone una nueva línea de estudio como son los cambios en el potencial bioeléctrico.

Otro campo de investigación puede ser sobre qué tipo de lesiones puede ser más efectiva; en aquellas donde no se perturba la continuidad de las fibras musculares como sobrecargas, contracturas y/o elongaciones musculares, o dónde la homogeneidad de estas se vea alterada con microrroturas o roturas totales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Prentice WE. Técnicas de rehabilitación en la Medicina Deportiva: Editorial Paidotribo; 2001.
2. Jiménez Díaz JF. Lesiones musculares en el deporte. Rev Int Ciencias Del Deporte. Abril de 2006; 2(3):55-67.
3. Jiménez Díaz F, Goitz H, Bouffard A. Diagnóstico clínico y ecográfico de las lesiones musculares. Arch Med Del Deporte. 2010; 27(140):465-476.
4. Cardero Durán MÁ. Lesiones musculares en el mundo del deporte. E Balonmano Com. 2008;4(1):13-19.
5. Dave HD, Sacudió M, Varacallo M. National Center for Biotechnology Information. Anatomy, Skeletal Muscle; 30 de agosto de 2022. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537236/>.
6. Vegar Z, Imtiyaz S. Vibration Therapy in Management of Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS). J Clin Diagn Res. Junio de 2014; 8(6):LE01-LE04.
7. Nahon RL, Silva Lopes JS, Monteiro de Magalhães Neto A. Physical therapy interventions for the treatment of delayed onset muscle soreness (DOMS): Systematic review and meta-analysis. Phys Ther Sport. Noviembre de 2021; 52:1-12.
8. Bordoni B, Mahabadi N, Varacallo M. National Center for Biotechnology Information. Anatomy, Fascia; 18 de julio de 2022. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493232/>.
9. Gatt A, Agarwal S, Zito PM. National Center for Biotechnology Information. Anatomy, Fascia Layers; 25 de julio de 2022. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526038/>.
10. Bordoni B, Sugumar K, Varacallo M. National Center for Biotechnology Information. Myofascial Pain; 4 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535344/>.
11. Tantanatip A, Chang KV. National Center for Biotechnology Information. Myofascial Pain Syndrome; 4 de julio de 2022. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499882/>.

12. Romero Moraleda B, López Rosillo A, González García J. Efectos del foam roller sobre el rango de movimiento, el dolor y el rendimiento neuromuscular: revisión sistemática. *Retos*. 2020; 38:879-885.
13. Cheatham SW, Kolber MJ, Cain M, Lee M. The effects of self-myofascial release using a foam roll or roller massager on joint range of motion, muscle recovery, and performance: a systematic review. *Int J Sports Phys Ther*. Noviembre de 2015; 10(6):827-838.
14. Wiewelhove T, Döweling A, Schneider C, Hottenrott L, Meyer T, Kellmann M, Pfeiffer M, Ferrauti A. A Meta-Analysis of the Effects of Foam Rolling on Performance and Recovery. *Front Physiol*. 9 de abril de 2019;10:376.
15. Sullivan KM, Silvey DB, Button DC, Behm DG. Roller-massager application to the hamstrings increases sit-and-reach range of motion within five to ten seconds without performance impairments. *Int J Sports Phys Ther*. Junio de 2013; 8(3):228-236.
16. Roylance DS, George JD, Hammer AM, Rencher N, Fellingham GW, Hager RL, Myrer WJ. Evaluating Acute Changes in Joint Range-of-Motion using SelfMyofascial Release, Postural Alignment Exercises, and Static Stretches. *Int J Exerc Sci*. 2013; 6(4):310-319.
17. Healey KC, Hatfield DL, Blanpied P, Dorfman LR, Riebe D. The Effects of Myofascial Release With Foam Rolling on Performance. *J Strength Cond Res*. Enero de 2014; 28(1):61-68.
18. MacDonald GZ, Button DC, Drinkwater EJ, Behm DG. Foam Rolling as a Recovery Tool after an Intense Bout of Physical Activity. *Medicine and science in sports and exercise* 2014 Jan;46(1):131-142.
19. Pearcey GEP, Bradbury-Squires DJ, Kawamoto J, Drinkwater EJ, Behm DG, Button DC. Foam Rolling for Delayed-Onset Muscle Soreness and Recovery of Dynamic Performance Measures. *Journal of Athletic Training* 2015;50(1).
20. Yıldız M. An Acute Bout of Self-Myofascial Release Increases Flexibility Without a Concomitant Deficit in Muscle Performance in Football Players. *International Journal of Physiotherapy* 2018 Jun 12;;5(3).

21. Rey E, Padrón-Cabo A, Costa PB, Barcala-Furelos R. Effects of Foam Rolling as a Recovery Tool in Professional Soccer Players. *Journal of strength and conditioning research* 2019 Aug;33(8):2194-2201.
22. Adamczyk JG, Gryko K, Boguszewski D. Does the type of foam roller influence the recovery rate, thermal response and DOMS prevention? *PloS one* 2020 Jun 26;15(6):e0235195.
23. Rahimi A, Amani-Shalamzari S, Clemente FM. The effects of foam roll on perceptual and performance recovery during a futsal tournament. *Physiology & behavior* 2020 Sep 01;223:112981.
24. Pelana R, Apriantono T, Bagus B, Juniarsyah AD, Indah Ihsani S. Effects of foam rolling on blood lactate concentration in elite futsal players. *Human movement* 2021;22(1):72-79.
25. Kaya S, Cug M, Behm DG. Foam rolling during a simulated half-time attenuates subsequent soccer-specific performance decrements. *Journal of bodywork and movement therapies* 2021 Apr;26:193-200.
26. Michalski T, Król T, Michalik P, Rutkowska M, Dąbrowska-Galas M, Ziaja D, et al. Does the Self-Myofascial Release Affect the Activity of Selected Lower Limb Muscles of Soccer Players? *Journal of human kinetics* 2022 Sep 08;83(1):49-57.

ANEXOS

- ANEXO 1

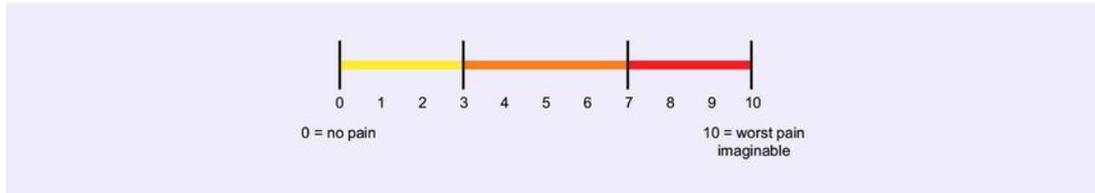


Figura 6. Escala Monitorización del dolor BS-11 NRS. Fuente: Figure 3.1 The numeric rating scale (NRS-11). ResearchGate. Disponible en:

https://www.researchgate.net/figure/The-numeric-rating-scale-NRS-11_fig2_339901016

- ANEXO 2

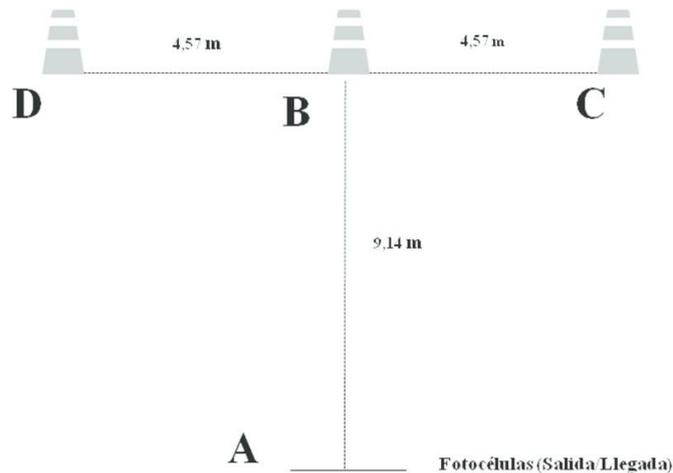


Figura 7. T-test para medir la variable de agilidad. Fuente: Figura 1. Recorrido para el test de agilidad T-Test. Test de agilidad... ResearchGate. Disponible en:

https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Recorrido-para-el-test-de-agilidad-T-Test-Test-de-agilidad-Pick-up-Atendiendo_fig1_272389356

- ANEXO 4

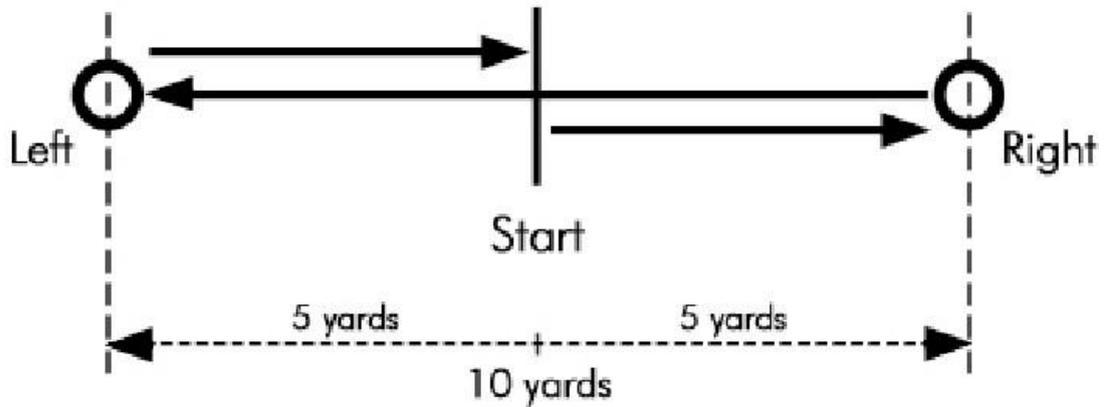


Figura 10. Pro agility Test para medir variable de agilidad. Fuente: Figure 1. Schematic illustration of the pro agility test. ResearchGate. Disponible en: https://www.researchgate.net/figure/Schematic-illustration-of-the-pro-agility-test_fig1_316666484

- ANEXO 5

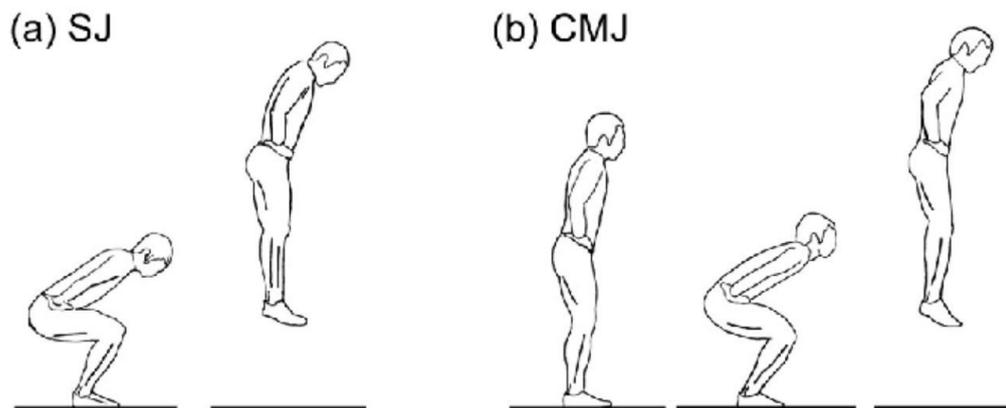


Figura 11. Procedimiento para realizar squat jump y counter movement jump. Fuente: Figure 1.-Examples of vertical jump modalities. (a) SJ: squat jump; (b)... ResearchGate. Disponible en: https://www.researchgate.net/figure/Examples-of-vertical-jump-modalities-a-SJ-squat-jump-b-CMJ-counter-movement_fig1_261748225

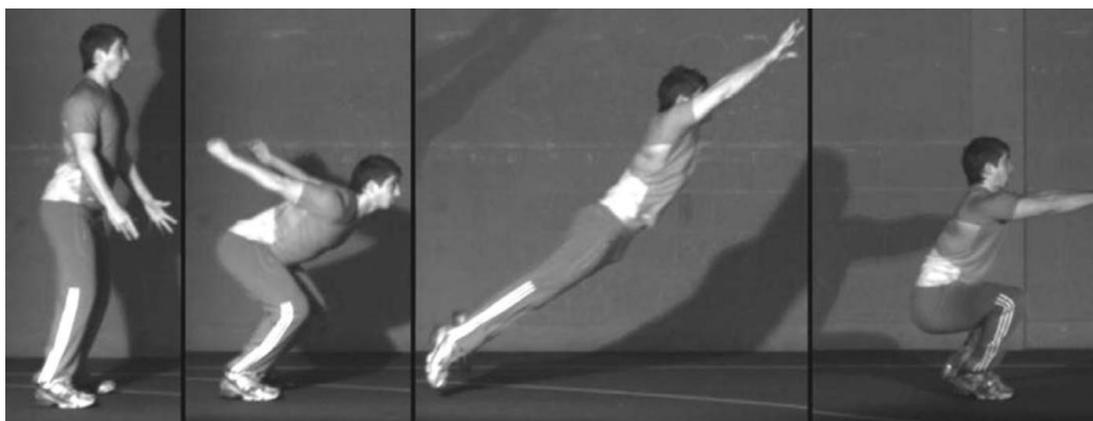


Figura 12. Procedimiento para realizar Standing long jump. Fuente: Figure 3.

Standing long jump. ResearchGate. Disponible en:

https://www.researchgate.net/figure/Standing-long-jump_fig2_289469958

- ANEXO 6



Figura 13. Procedimiento para realizar Sit and reach test. Fuente: Figure 1. The sit-and-reach test with an overlap over the zero point. ResearchGate. Disponible en:

https://www.researchgate.net/figure/The-sit-and-reach-test-with-an-overlap-over-the-zero-point_fig1_271319195