

EL EFECTO DEL USO DEL FOAM ROLLER SOBRE EL RANGO DE MOVIMIENTO Y LA FUERZA MUSCULAR EN PERSONAS FÍSICAMENTE ACTIVAS

GRADO EN FISIOTERAPIA Y CAFYD

**FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD
FÍSICA Y EL DEPORTE**



Realizado por: Jaime Gómez Agudo

Nº Expediente:

Grupo TFG: M61

Año Académico: 2021-2022

Tutor/a: Álvaro Fernández Luna

Área: Revisión bibliográfica

RESUMEN

El foam roller, es una nueva herramienta utilizada por profesionales y personas que realizan deporte, fácil de usar, económico y transportable, que a día de hoy se desconocen sus efectos y forma de aplicación en el cuerpo con certeza. El principal objetivo de esta revisión fue, indagar sobre los efectos positivos y/o negativos del uso del foam roller sobre las variables del rango de movimiento (ROM) y la fuerza muscular en personas físicamente activas. El objetivo secundario fue conocer las variables que están relacionadas con su uso, así como el modo de utilización sobre el cuerpo (técnica, tiempo, cadencia y modelo de rodillo). Se realizó una búsqueda bibliográfica en las siguientes bases de datos: Medline complete y Sport discuss full text, a través de los siguientes términos: foam roller and effects and athletes; utilizando los siguientes criterios de inclusión: 2013 en adelante, idioma inglés, texto completo, analizar una de las variables objetivo y personas físicamente activas; por otro lado, los siguientes criterios de exclusión: artículos no científicos, revisiones sistemáticas y título o resumen.

Los resultados presentan en la mayoría de los artículos, una clara mejora en la variable ROM tras la aplicación del foam roller; también mostraron mejores resultados, en acciones que requerían una gran acumulación de energía elástica como el CMJ y el DJ. Respecto a la existencia de un protocolo aplicación (series y repeticiones), características del foam roller y el momento de su aplicación, se obtuvieron mejoras agudas hasta pasados los 5 minutos tras su aplicación; la aplicación de un mínimo tiempo de 5-10 segundos, ya inducía resultados positivos y se observó que no existió diferencias entre la aplicación del foam roller con vibración o sin vibración.

En conclusión, el uso del foam roller produce mejoras importantes en el ROM de las articulaciones, a pesar de algunos resultados contradictorios, la mayoría muestran resultados mayores. Respecto a la fuerza, mejora los resultados en acciones con gran demanda de energía elástica como el CMJ y el DJ. Por último, no existe un protocolo de aplicación fijo, si se han obtenido mejoras agudas, pero su duración ha sido en torno a los 5 minutos. Una mínima aplicación de segundos, ya produce mejoras.

ABSTRACT

The foam roller is the new tool used by professionals and sportspeople. It is easy to use, economic, and transportable although its effects and form of application are unknown with certainty. The main objective of this project was making full research on the positive and/or negative effects of foam roller usage on the range of motion variables (ROM) and muscle strength based on physically active people. Secondary objective was to discover variables related to its usage, in addition to usage mode on the body (technique, time, cadence and model of roller). Bibliography research was made of the following databases: "Medline complete and Sport" discusses the full text, through the foam roller and effects and athletes terms with the following inclusion criteria: 2013 onwards, English language, full text, analyzing one of the target variables in physically active people; on the other hand, the following exclusion criteria: non-scientific articles, systematic reviews, and title or abstract.

Results obtained in the majority of articles show a clear improvement of ROM variable after using the foam roller. Moreover, it also performed better results in actions that required great elastic energy such as CMJ and DJ, among others.

Furthermore, after 5 minutes of application incredible results were noted due to the existence of an application protocol (series and repetitions), foam roller features, and moment of application; just 5 to 10 seconds of application was enough to observe positive results and noticed that there was not much difference between using vibration mode or no vibration.

To conclude, usage of the foam roller, although might have some contradictory results, translates into a great improvement in joints ROM in the majority of its cases. Regarding strength, it enhances results in exercises like CMJ and DJ that requires great elastic energy. Lastly, there is no existing fixed application protocol, although has been detected an improvement for around 5 minutes. In a matter of seconds, we can notice the improvement.

AGRADECIMIENTOS

Quiero dedicar este trabajo a mi familia por su apoyo incondicional, por servirme de guía y sobre todo por su paciencia y aliento durante estos años.

Agradecer a mi tutor Don Álvaro Fernández Luna, por estar siempre dispuesto cuando lo he necesitado y a mis juveniles del club de fútbol Gimnástica Segoviana por haberme dejado experimentar y compartir el contenido de mi trabajo en nuestros entrenamientos diarios.

A todos ellos, ¡GRACIAS!

INDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 2 |
| ABSTRACT | 3 |
| AGRADECIMIENTOS | 4 |
| 1. INTRODUCCIÓN: | 8 |
| 2. OBJETIVOS: | 11 |
| 3. METODOLOGÍA..... | 12 |
| 3.1 DISEÑO | 12 |
| 3.2 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA | 12 |
| 3.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN | 13 |
| 3.4 DIAGRAMA DE FLUJO..... | 14 |
| 4. RESULTADOS | 15 |
| 4.1 CUADRO RESUMEN DE ARTICULOS | 15 |
| 4.2 RESUMEN DE LOS ARTÍCULOS..... | 19 |
| 5. DISCUSIÓN | 30 |
| 6. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN..... | 34 |
| 7. CONCLUSIONES..... | 35 |
| 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 36 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 <i>Operadores de búsqueda</i> | 12 |
| Tabla 2 <i>Esquema de los criterios de inclusión/exclusión</i> | 13 |
| Tabla 3 <i>Tabla resumen de los artículos de la revisión</i> | 15 |

INDICE DE FIGURAS

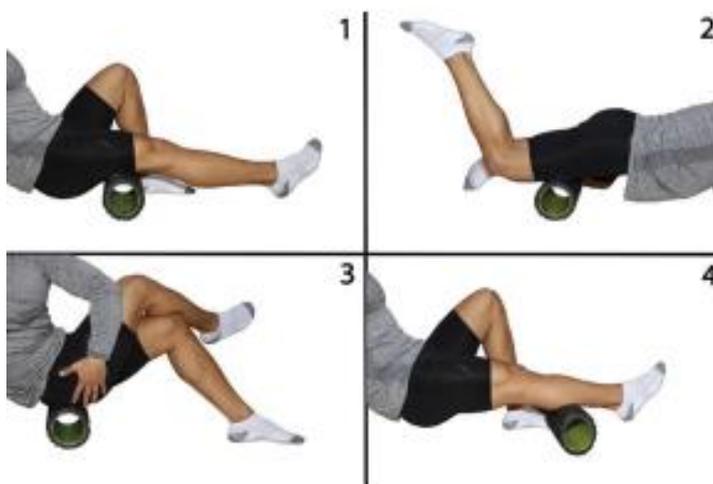
| | |
|---|----|
| Figura 1 <i>Forma, tamaño y mecanismo del foam roller</i> | 8 |
| Figura 2 <i>Diagrama de flujo de los artículos encontrados</i> | 14 |

1. INTRODUCCIÓN:

El foam roller es una herramienta con forma de cilindro, de diferentes tamaños y densidades, cuyos mecanismos de acción se basan en la presión ejercida con la masa corporal sobre él (Romero-Moraleda et al., 2020). Actualmente, en el mercado existen Foam Roller de diferentes dimensiones (variedad de longitudes y diámetros), formas (lisas o con protuberancias) y dureza, en función del uso diario que vayamos a dar y de las necesidades de cada persona. Es una herramienta que es fácil de transportar, pesa poco, es económico y su uso no requiere de un espacio específico para su aplicación (Alin & Azab, 2019).

Figura 1

Forma, tamaño y mecanismo del foam roller.



Nota. Adaptado de Sađirođlu et al. (2017)

Los primeros datos sobre el foam roller datan del año 1950, cuando el Dr. Moshe Feldenkrais, los empezó a utilizar como soporte para el cuerpo, propiocepción y trabajo de equilibrio. Estos eran de madera y es en 1970 cuando se crean los primeros rodillos de espuma de gran densidad; en 1987, fue el fisioterapeuta Sean Gallagher quien los utilizó por primera vez como herramienta de auto liberación miofascial (Romero-Moraleda et al., 2020). El foam roller se aplica sobre la fascia, que son estructuras que rodean el cuerpo humano y proponen soporte estructural, interfiriendo en el funcionamiento de todos los sistemas, conecta órganos, músculos, huesos y fibras nerviosas y transmite la tensión

generada en las contracciones musculares a todo el cuerpo. Una limitación en la fascia puede producir dolor crónico ya que la viscosidad de la fascia pasa de un estado más gélido a más viscoso (De Souza et al., 2019).

Los principales estudios, se centran en los beneficios que presenta el uso del foam roller en el rango de movimiento (ROM) de las articulaciones próximas a su uso, ya que se ha podido comprobar que tras su utilización, este aumenta gracias al auto masaje (Sullivan et al., 2013). La evidencia científica actual, afirma que el uso del foam roller y la realización de estiramientos dinámicos frente a estiramientos estáticos como se realizaban antiguamente, tienen efectos en la flexibilidad (ROM) sin afectar al rendimiento, por lo que nos sirve para acabar con antiguas doctrinas impuestas y el desarrollo de las nuevas tendencias. (Giovanelli et al., 2018). La realización de estiramientos después del ejercicio, en general, mejora la flexibilidad, pero estirar demasiado o antes del ejercicio puede ser perjudicial ya que debilita a los músculos; con el foam, obtenemos las ventajas de los estiramientos, sin afectar sobre el entrenamiento de la fuerza negativamente (Alin & Azab, 2019).

Otra de las variables analizadas y que se ven afectadas por el uso del foam roller es la fuerza, en todas sus manifestaciones; actualmente muchos estudios muestran efectos negativos respecto a ella y el uso del foam roller, pero por otro lado, en consecuencia a lo investigado por Giovanelli et al. (2018), la realización de un esfuerzo explosivo con almacenamiento de energía elástica como puede ser un counter movement jump (CMJ) o una carrera corta de sprint, obtendremos mejores resultados en ellos tras el uso del foam roller. Según Tsai y Chen (2021), el uso del foam roller en un periodo menor a los 5 minutos antes del esfuerzo explosivo, mostrará efectos positivos en el rendimiento muscular ya que a partir de ese tiempo los efectos positivos producidos por este disminuirán.

Juniarsyah et al. (2021) afirman que el foam roller, además de afectar sobre el ROM y la fuerza, ayuda a disminuir la fatiga ya que tiene un efecto vasodilatador y mejora la eliminación de lactato en sangre. Las grandes demandas fisiológicas y físicas que supone el ejercicio, han llevado a los expertos de la salud a centrarse en estrategias de recuperación y prevención de lesiones en los deportistas, ya que la fatiga, además de reducir el rendimiento, se sabe que aumenta el riesgo de

lesiones, causadas por el entrenamiento y realización de actividad de alta intensidad. En el fútbol sala, por ejemplo, se ha demostrado que el uso del foam roller ayuda a contrarrestar la acumulación de ácido láctico (Pelana et al., 2021).

Por otro lado, Wilke et al. (2018), afirman que el uso del foam roller, influye directamente sobre el dolor producido por los puntos gatillo latentes (MTrP), relacionados con la fatiga muscular, patrones musculares alterados y un mayor riesgo de calambres musculares. Además de mejorar la funcionalidad vascular, ayuda a reducir el dolor sin comprometer el desarrollo de la fuerza muscular. (Weber et al., 2020).

Hoy en día, no existe consenso entre un protocolo de actuación sobre la técnica, cadencia, cantidad, forma del rodillo o tiempo de uso (Cheatham, 2019). En cuanto al dolor y el tratamiento de los puntos gatillo latentes, según Wilke et al. (2018), la aplicación del foam roller de forma estática sobre el dolor presenta mejores resultados que de una forma dinámica.

Debido a la gran tendencia actual, los entrenadores, el personal médico y los investigadores del deporte promueven el uso de este accesorio, pues creen que las estrategias post entrenamiento aceleran el proceso de recuperación (Juniarsyah et al., 2021).

La necesidad de esta revisión sistemática, surge para conocer sus verdaderos efectos a nivel fisiológico y de rendimiento en personas que realizan actividad física asiduamente, con el fin de que profesionales de la salud y atletas, lo incorporen en sus rutinas de entrenamiento y rehabilitación.

2. OBJETIVOS:

El objetivo principal de esta revisión sistemática, ha sido conocer evidencias actuales sobre los efectos positivos y/o negativos del uso del foam roller sobre las variables del rango de movimiento (ROM) y la fuerza muscular en personas físicamente activas.

Además, como objetivo secundario, se pretende observar otras variables que estén relacionadas con su uso, así como el modo de utilización sobre el cuerpo (tiempo, cadencia y modelo de rodillo).

3. METODOLOGÍA

3.1 DISEÑO

El método utilizado para la realización de este trabajo ha sido una revisión sistemática, en la cual se combinan estudios que responden a la misma pregunta y coinciden en iguales criterios.

3.2 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Se realizó una búsqueda comprensiva, exhaustiva y estructurada en las siguientes bases de datos electrónicas: Medline complete y Sport discuss full text, durante el primer trimestre (septiembre, octubre y noviembre) del año 2021 con el objetivo de buscar publicaciones relacionadas directamente con el título presentado.

Los términos utilizados en los buscadores fueron los siguientes: foam roller and effects and athletes.

Tabla 1

Operadores de búsqueda.

“Foam roller”

AND

“Effects”

AND

“athletes”

3.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN

Previo a la revisión, se fijaron los criterios con los que se iba a realizar la búsqueda en las bases de datos. Los artículos, debían de haber sido publicados desde el año 2013 en adelante y además presentarse en documentos a textos completos y redactados en inglés.

Por otro lado, en lo que respecta a la resolución del objetivo, uno de los grupos analizados en el estudio debía de ser personas físicamente activas y que en el apartado de metodología resolvieran una de las variables de las cuales queremos analizar con la presente revisión (rango de movimiento (ROM) y/o fuerza).

En cuanto a los criterios de exclusión, se eliminaron todos los artículos que eran revisiones sistemáticas, artículos que no fuesen científicos y por último, en su título o resumen no presentasen relación directa con el objetivo principal y secundario de esta revisión sistemática.

Tabla 2

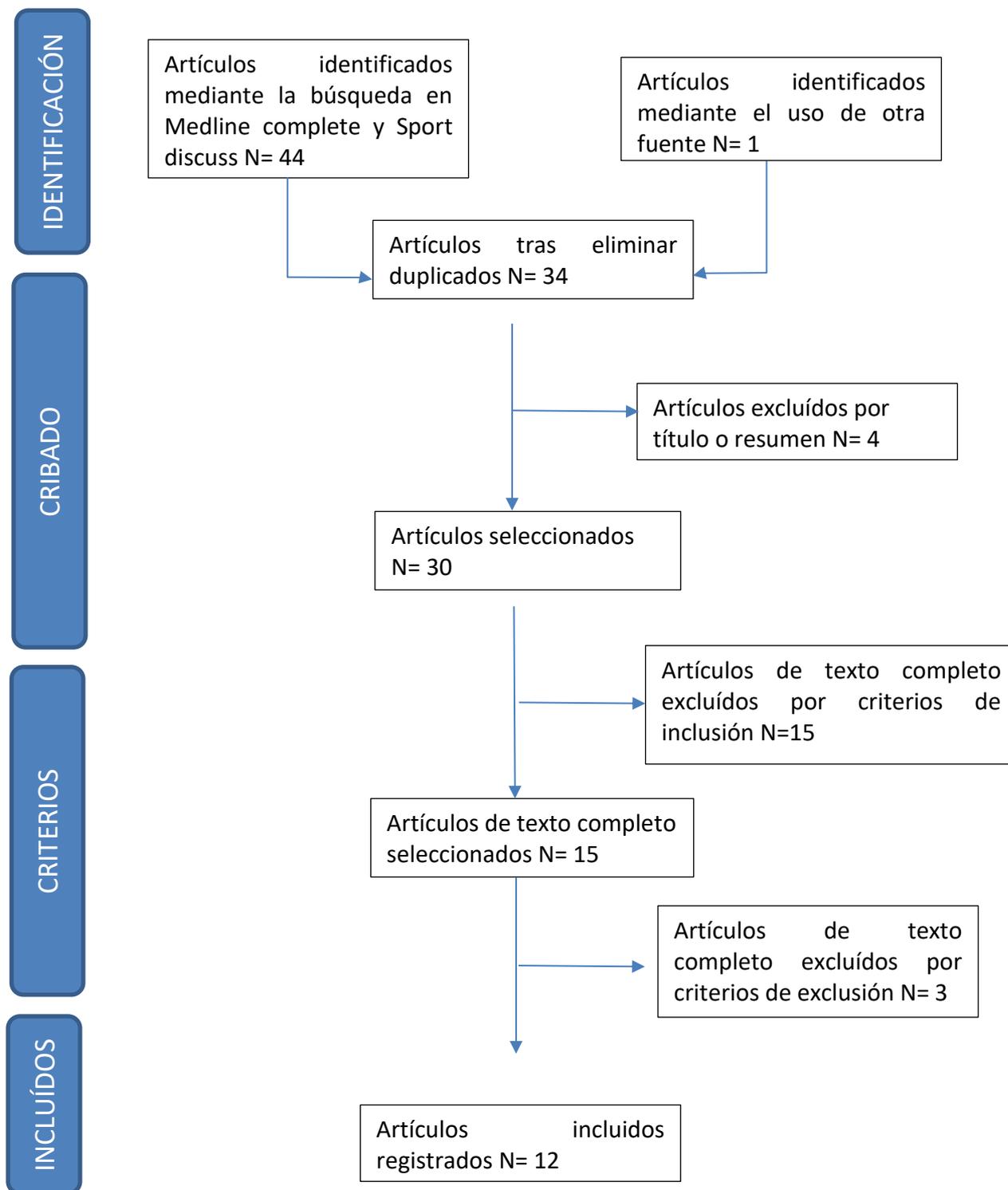
Esquema de los criterios de inclusión/exclusión.

| INCLUSIÓN | EXCLUSIÓN |
|---|--------------------------|
| Texto completo | Artículos no científicos |
| Idioma inglés | Revisiones sistemáticas |
| 2013 en adelante | Título o resumen |
| Personas físicamente activas | |
| Análisis de una de las variables objetivo | |

3.4 DIAGRAMA DE FLUJO

Figura 2

Diagrama de flujo de los artículos encontrados



4. RESULTADOS

4.1 CUADRO RESUMEN DE ARTICULOS

Tabla 3

Tabla resumen de los artículos de la revisión.

| Autor | Muestra | Variable | Resultados | Conclusiones |
|--------------------------|---|---|--|---|
| De Souza et al. (2019) | N=14 hombres, entre 18 y 40 años, físicamente activos últimos 6 meses, 2 días/semana mínimo, 45 minutos. Sin lesiones. | ROM dorsiflexión de tobillo y flexión de cadera. | Se produjo un aumento aproximado del 11% en la dorsiflexión del tobillo y un 6% en la flexión de cadera en ambos. | El uso del foam roller ayuda a aumentar el ROM (dorsiflexión de tobillo y flexión de cadera), pero no existen variaciones entre la aplicación de un protocolo corto o largo. |
| Giovanelli et al. (2019) | N=13 estudiantes activos físicamente sin especificar género masculino o femenino, media de edad de 26,3 años, practicantes de: fútbol, parkour, atletismo o carreras de montaña durante 9,9 horas/semana de media. | Coste de carrera (Cr) y fuerza muscular. | Mejora en los esfuerzos elásticos como el CMJ. Cr a las 3 horas del protocolo de SMR vuelve a disminuir a valores iniciales en reposo. Es recomendable realizar el protocolo al menos 3 horas antes del esfuerzo aeróbico. | El uso de la técnica SMR se debe usar al menos con 3 horas de diferencia antes del esfuerzo aeróbico, por otro lado también tendremos efectos positivos ante acciones que supongan esfuerzos elásticos como un CMJ. |
| Hodgson et al. (2018) | 23 voluntarios (13 hombres y 10 mujeres), los cuales realizaban actividad física al menos 3 veces por semana, rango de edad entre los 18 y 35 años; no presentaban lesiones ni habían utilizado el foam roller en los 6 meses anteriores. | Efectos en el salto, ROM, propiedades contráctiles voluntarias y los umbrales de presión del dolor (PPT). | No existían diferencias significativas entre el grupo control y ambos grupos de tratamiento, solamente se mostraron mejoras en el CMJ, en el grupo de 3 semanas en la pierna no dominante. | La aplicación del foam roller no produjo cambios crónicos significativos ni congruentes de ninguna de las variables fisiológicas o de rendimiento, pero sí puede tener efectos agudos sobre el ROM y el PPT. |

| | | | | |
|----------------------------------|--|---|--|---|
| <p>Junker y Stöggli (2019)</p> | <p>40 hombres y mujeres que realizaban actividad física de 2 - 3 veces por semana; tenían que tener experiencia en el uso del foam roller y entrenamiento del core, se excluyeron las personas con lesiones en los últimos 6 meses.</p> | <p>La resistencia a la fuerza en el core, el equilibrio dinámico, el rendimiento en el salto y la flexibilidad.</p> | <p>El foam roller mejora la musculatura del core pero un entrenamiento aislado de este, presenta mejores resultados. Ninguno mostraron mejoras en el SLJ y el SLTH; tampoco hubo efectos de ambos en la prueba de equilibrio. Ambos grupos presentan mejoras en el ROM articular. El entrenamiento del core mejora la TMS.</p> | <p>El foam roller produce mejoras en el ROM tras su utilización en un programa de 8 semanas, se recomienda profundizar en el estudio de diversos parámetros: series, tiempo de repetición, descanso, grupo muscular para averiguar cuál es la mejor manera de aplicación para obtener efectos positivos en más variables.</p> |
| <p>Kaczorowska et al. (2020)</p> | <p>30 hombres que practicaban crossfit 5 días/semana entre las edades de 20 a 35 años. Los participantes debían de tener de experiencia 1 año practicando crossfit y no presentar ningún antecedente de lesión, no podían haber hecho nunca MobilityWOD.</p> | <p>ROM, test funcionales de la FMS,</p> | <p>Diferencia muy significativa entre la primera valoración y la segunda. En la primera valoración el 26% no sobrepasaba la puntuación de 14, mientras que tras la realización del programa se redujo al 6% de la muestra</p> | <p>Un entrenamiento de 8 semanas de MobilityWOD, disminuye el riesgo de lesiones y mejora la calidad de los movimientos funcionales básicos evaluados en la FMS.</p> |
| <p>Kerautret et al. (2021)</p> | <p>42 adultos sanos (22 hombres y 20 mujeres), con la premisa que llevaran usando 6 meses atrás más de 8 horas a la semana el foam roller; excluyendo a toda persona que presentara cualquier tipo de enfermedad o lesión.</p> | <p>ROM y la temperatura de la piel.</p> | <p>El ROM aumento en todas las intervenciones del foam roller, pero fue volviendo a los valores iniciales con el paso del tiempo, respecto al aumento de la temperatura en la piel, el foam roller fue el método más eficaz aunque también se mostraron diferencias en las otras intervenciones.</p> | <p>El foam roller convencional presenta mejoras en la temperatura y el rango de movimiento, por lo que puede llegar a ser una gran herramienta para complementar al calentamiento.</p> |

| | | | | |
|-------------------------|--|--|---|---|
| Miller et al. (2019) | 11 hombres y 11 mujeres, habían realizado ejercicio regular al menos 30 minutos durante 3 veces a la semana durante los últimos 6 meses; además, se excluyeron toda persona que presentara alguna limitación, lesión o enfermedad. | ROM de flexión de cadera, rodilla y tobillo, además los efectos en el sprint de 20 metros. | No se observaron mejoras en el sprint. En el ROM de cadera y tobillo, se observó una mejora del 3% sin apreciar diferencias entre ambos sexos, el ROM de cadera se observó una mejora del 5%, un 20,5% más en mujeres. | Aunque no se haya definido el volumen y duración de utilización del foam roller, su uso puede aplicarse para mejorar el ROM tras el ejercicio o en deportes que necesitemos una mejora en la flexibilidad. |
| Mohr et al. (2014) | 40 sujetos sanos físicamente activos, excluidos de cualquier tipo de lesión grave, que presentaban una limitación de 90 grados de flexión de cadera. | ROM flexión pasiva de cadera | Hubo un cambio significativo en el ROM pasivo de flexión de cadera independientemente del tratamiento. Los que combinaron estiramiento estático y rodamiento de espuma, mostraron una mayor mejoría que los otros grupos. | La aplicación de un protocolo de estiramientos estáticos y foam roller produce un aumento de ROM en la articulación de la cadera, tras el tratamiento de los músculos posteriores del miembro inferior. |
| Sağiroğlu et al. (2017) | 16 hombres que practicaban y competían en judo, karate, taekwondo y muay thai. Ninguno de los participantes tenían conocimientos sobre el foam roller y no presentaban ningún antecedente de lesión o enfermedad | ROM y fuerza explosiva del miembro inferior. | Los estiramientos estáticos, tuvieron un efecto inhibitorio en el CMJ, todos los demás grupos no presentaron diferencias significativas. Respecto a la flexibilidad, no se mostraron diferencias significativas entre los grupos de carrera continua, estiramientos estáticos y foam roller | La carrera continúa y su combinación con los estiramientos estáticos y el foam roller no tiene efectos sobre el ROM de las articulaciones. El uso del foam en el calentamiento mejora el rendimiento en el CMJ. |

| | | | | |
|-------------------------------|---|--|--|---|
| <p>Sullivan et al. (2013)</p> | <p>17 sujetos, 7 hombres y 10 mujeres, activos físicamente (realización de 3 día/semana deporte mínimo) fueron divididos en dos grupos, grupo control N=9 y grupo intervención N=8. Todo sujeto con alguna lesión o enfermedad fue excluido de la intervención.</p> | <p>La flexibilidad, la MVIC, EMG y el retraso electromecánico (EMD).</p> | <p>El ROM, independientemente del tiempo y el número de series, muestra resultados positivos tras el uso del foam roller. No se encontraron diferencias significativas entre la MVIC y EMD, se observó una disminución de la capacidad contráctil tras la aplicación de 1 serie en comparación a 2 series, un 7,1% de menor valor. La aplicación de 2 series independientemente de la duración, mostraron mejor resultados que la aplicación de 1 serie.</p> | <p>Se deben de realizar más estudios sobre el método de aplicación del foam roller, aun sí una mínima aplicación de 5-10 segundos ya muestra efectos positivos en el ROM. Según el tiempo de aplicación y el número de series la capacidad contráctil disminuirá o aumentará.</p> |
| <p>Tsai y Chen (2021)</p> | <p>16 jugadores de voleibol profesional con más de 5 años de experiencia en el entrenamiento de pliometría y resistencia y libre de cualquier lesión o enfermedad en los últimos 6 meses.</p> | <p>Drop jump (DJ) y conocer el protocolo de uso pre y post ejercicio.</p> | <p>Se encontraron mejoras en el DJ con el uso del foam roller y el foam roller con vibración en el post 2 minutos mientras que en el post 5 minutos no se apreciaban.</p> | <p>En resumen, los atletas que compitan en acciones de movimientos rápidos donde se produzca un gran almacenamiento de energía elástica, pueden verse favorecidos por el protocolo de foam roller 2 minutos antes de la competición</p> |
| <p>Warren et al. (2020)</p> | <p>17 participantes, 4 mujeres y 13 hombres universitarios que practicaban fútbol, atletismo, baloncesto, softbol y béisbol. Todos debían de presentar molestias de tirantez, dolor, disminución de la fuerza, acortamiento de los isquiotibiales.</p> | <p>ROM y la flexibilidad, percepciones individuales de los participantes del dolor, la flexibilidad e impacto.</p> | <p>Mejora de la percepción de la flexibilidad, la zona de tensión y una mejora en la fuerza muscular en el tratamiento de MFD. El tratamiento con MFD mostró mejores resultados de ROM que el foam roller.</p> | <p>Las técnicas de prevención y tratamiento necesitan más investigación para saber cuál es el mejor método de aplicación, en este estudio hemos visto que tanto el foam roller como la MFD, muestran mejoras en el ROM y la flexibilidad.</p> |

4.2 RESUMEN DE LOS ARTÍCULOS

Finalmente, se utilizaron un total de 12 artículos, los cuales, todos cumplían los criterios seleccionados para su inclusión en la revisión. Todos los estudios se llevaron a cabo sobre una muestra físicamente activa; en algunos, deportistas de alto rendimiento y en otros deportistas convencionales.

En el primer artículo, De Souza et al. (2019) evaluaron el ROM de dorsiflexión de tobillo y flexión de cadera antes y después de la aplicación de 2 protocolos de auto-liberación miofascial, de corta y larga duración, en los músculos posteriores de los miembros inferiores.

El estudio lo realizaron 14 hombres adultos, entre 18 y 40 años y físicamente activos; debían de haber realizado ejercicio regularmente los últimos 6 meses, al menos 2 días por semana y 45 minutos de duración, además, no debían presentar ninguna alteración muscular en el momento. En la intervención, se fijaron dos protocolos, el primero de corta duración, consistió en la aplicación de self-liberation myofascial (SMR), 2 series de 10 repeticiones en cada extremidad y grupo muscular, por otro lado, el protocolo de larga duración, se aplicaron 2 series de 20 repeticiones; en ambos se respetó un descanso de 10 segundos entre serie. Previo a la realización de ambas modalidades se desarrolló una pequeña formación sobre su uso y aplicación de duración de 5-10 min. En el primer protocolo, la cadencia de pasada del rodillo fue de 2 segundos de subida y 2 segundos de bajada por grupo muscular, mientras que en el segundo protocolo fue de 1,5 segundos de subida y 1,5 de bajada. En la evaluación del ROM de dorsiflexión de tobillo se utilizó la prueba weight-bearing lunge, que consistía, con el pie apoyado en el suelo por completo y las manos sobre la pared, intentar desplazar hacia delante la rodilla reduciendo el ángulo de la articulación del tobillo hasta que se levantara el talón. Por otro lado, el ROM de flexión de cadera se midió con el individuo tumbado en posición supina, elevando un miembro inferior unilateralmente con la rodilla estirada, mientras que el otro miembro inferior estaría sujeto por un evaluador; el ROM máximo lo delimitaría la flexión de rodilla o descompensación lumbar de la pierna levantada.

Tras la realización de la intervención obtenemos los resultados en los que podemos apreciar que existe un aumento significativo del ROM tanto de dorsiflexión de tobillo como de flexión de cadera independientemente del protocolo utilizado. Se produjo un aumento aproximado del 11% en la dorsiflexión del tobillo y un 6% en la flexión de cadera en ambos protocolos.

Como conclusión podemos decir que el uso del foam roller ayuda a aumentar el ROM en la dorsiflexión de tobillo y flexión de cadera, pero no existen variaciones entre la aplicación de un protocolo corto o largo, por lo que se recomienda la utilización del protocolo corto para un mayor ahorro de tiempo. Se considera que se deben de realizar más investigaciones sobre la aplicación en mujeres y en un mayor número de personas en la muestra.

Giovanelli et al. (2018) se centraron en el objetivo de evaluar los efectos de la SMR sobre el coste de carrera (Cr) además de evaluar los efectos sobre la fuerza muscular en los miembros inferiores tras su uso.

La muestra estuvo formada por un total de 13 estudiantes activos físicamente sin especificar género masculino o femenino con una media de edad de 26,3 años, practicantes de algún deporte como fútbol, parkour, atletismo o carreras de montaña durante 9,9 horas de media a la semana. En el primer día, a los sujetos se les tomaron medidas antropométricas así como una familiarización con las pruebas que se les iban a mandar hacer: CMJ, squat jump (SJ), carrera en tapiz rodante y SMR. El segundo día se realizaron los test, 10 minutos corriendo en tapiz rodante donde en los últimos 2 minutos se calculó el Cr, 3 saltos SJ y 3 saltos CMJ, entre cada salto se dio de descanso 3 minutos y el resultado con mayor altura fue el utilizado. Después de la evaluación muscular, los sujetos llevaron a cabo un protocolo de 16 minutos de SMR, justo después del tratamiento y a las 3 horas se volvieron a repetir los test. El grupo control realizó los mismos pasos que el grupo experimental lo único que no realizaron el tratamiento de 16 minutos de SMR.

Los resultados encontrados muestran que la intervención de SMR, no modificó la potencia máxima de las extremidades inferiores en esfuerzos explosivos sin almacenamiento de energía elástica como el SJ, pero sí en esfuerzos explosivos que requieren de energía elástica como el CMJ, tanto en el post ejercicio como

pasadas las 3 horas. El Cr tendió a aumentar tras la aplicación del protocolo de SMR con lo que el rendimiento en la carrera se vio afectado, la disminución de agua en la fascia provoca una rigidez musculo tendinosa inhibiendo la capacidad de almacenar y liberar energía durante la carrera, sin embargo a las 3 horas, los efectos negativos sobre el Cr desaparecieron.

Como conclusión podemos decir que el uso de una técnica SMR en acciones que supongan esfuerzos con energía elástica como el CMJ, mostrará efectos positivos en los valores finales, así como el uso de la técnica en carreras donde se ve afectado el Cr, al menos tendría que realizarse con un tiempo previo de 3 horas para no tener efectos negativos sobre el rendimiento.

Hodgson et al. (2018), se centraron en la investigación sobre los efectos en el salto, ROM, propiedades contráctiles voluntarias y los umbrales de presión del dolor (PPT) de dos frecuencias semanales (3 y 6 días por semana) en un programa de 4 semanas de entrenamiento. La muestra utilizada estuvo compuesta por un total de 23 voluntarios (13 hombres y 10 mujeres), los cuales realizaban actividad física al menos 3 veces por semana y en un rango de edad entre los 18 y 35 años; no presentaban lesiones ni habían utilizado el foam roller en los 6 meses anteriores. Se realizaron dos mediciones iguales separadas por 4 meses de duración, las cuales comenzaron con un calentamiento en cicloergómetro durante 5 minutos, tras esto se evaluó la capacidad de salto a través de un CMJ, el ROM pasivo y activo de isquiotibiales, la eficiencia neuromuscular (EMG), la máxima contracción isométrica voluntaria (MVIC) de los flexores y extensores de rodilla y los umbrales de presión del dolor (PPT), el estudio se dividió en dos grupos, un grupo control que no realizó ningún tratamiento y un grupo experimental que realizó masaje con el foam roller en ambas piernas en los cuádriceps y los isquiotibiales, dividido en dos grupos uno de 3 veces por semana y otro de 6 veces por semana (4 series de 30 segundos durante las 4 semanas).

Los resultados mostraron que no existían diferencias significativas entre el grupo control y ambos grupos de tratamiento, tanto el de 3 veces por semana como el de 6 veces por semana, solamente se mostraron mejoras en el CMJ, en el grupo

de 3 veces por semana en la pierna no dominante antes de la prueba ($15,18 \pm 2,84$ cm) y después de la prueba ($16,12 \pm 3,24$ cm).

En resumen, la aplicación del foam roller no produjo cambios crónicos significativos ni congruentes de ninguna de las variables fisiológicas o de rendimiento, pero sí puede tener efectos agudos sobre el ROM y el PPT.

Junker y Stöggl (2019) examinaron el efecto de un programa de entrenamiento de 8 semanas de foam roller sobre la resistencia a la fuerza en el core, el equilibrio dinámico, el rendimiento en el salto y la flexibilidad. La muestra estaba formada por 40 hombres y mujeres que realizaban actividad física de 2 a 3 veces por semana; todos los participantes tenían que tener experiencia en el uso del foam roller y el entrenamiento del core, además se excluyeron las personas con lesiones en los últimos 6 meses. La muestra se dividió en 3 grupos: grupo control (12), grupo de foam roller (14) y grupo de entrenamiento del core (14), se realizó una medición de la resistencia de la fuerza muscular del tronco (TMS), salto de longitud de pie (SLJ), prueba de equilibrio en Y, triple salto unipodal (SLTH) y la flexibilidad; tras 8 semanas se repitió la medición. El grupo foam realizó el protocolo en 5 grupos musculares: gemelo y sóleo, cuádriceps, glúteo, isquiotibial y cintilla iliotibial, se realizaron 3 series con 1 minuto de descanso entre ellas durante un tiempo preestablecido. El grupo de trabajo de core, realizó 5 ejercicios: plancha frontal, plancha ambos lados, puente glúteo, elevación de pierna y mano contraria en cuadrupedia y extensión de espalda, se realizaron 3 series con un minuto entre ellas.

Como resultados encontraron que el uso del foam roller ayuda a mejorar la musculatura del core pero un entrenamiento aislado de este, presenta mejores resultados. Por otro lado, ni el uso del foam roller ni el entrenamiento del core mostraron mejoras en el SLJ y el SLTH; tampoco hubo efectos de ambos entrenamientos en la prueba de equilibrio. Tanto el grupo de foam roller como el grupo de entrenamiento del core presentan mejoras en el ROM articular de $3,8 \pm 3$ centímetros frente al grupo de control tras la intervención. El entrenamiento del core, presenta mejores resultados frente al grupo de foam roller en la mejora de la TMS.

Como conclusión, el uso del foam roller produce mejoras en el ROM tras su utilización en un programa de 8 semanas, se recomienda profundizar en el estudio de diversos parámetros: series, tiempo de repetición, descanso, grupo muscular para averiguar cuál es la mejor manera de aplicación para obtener efectos positivos en más variables.

Kaczorowska et al. (2020), en su estudio analizaron el programa de entrenamiento MobilityWOD (terapia de liberación miofascial diaria con foam roller, pelotas de lacrosse y gomas de resistencia) en los movimientos funcionales relacionados con el riesgo de lesión. La muestra estaba formada por 30 hombres que practicaban crossfit 5 veces por semana entre las edades de 20 a 35 años. Como criterio de inclusión los participantes debían de tener de experiencia 1 año practicando crossfit y no presentar ningún antecedente de lesión, además, no podían haber hecho nunca antes el trabajo de MobilityWOD. Los investigadores realizaron una valoración inicial llamada funcional movement screen (FMS) para identificar patrones de mayor riesgo de lesión. Esta valoración consta de 7 pruebas (sentadilla con barra sobre cabeza, paso de una valla, estocada en línea, movilidad bilateral de hombros, elevación recta de la pierna, empuje con estabilidad de tronco y estabilidad rotatoria) donde se puede obtener un total de 21 puntos, 3 puntos como máximo en cada prueba; siendo 14 o menos la puntuación que indica que existe una disfuncionalidad; todas las pruebas se repitieron 3 veces y se utilizó la medida más baja. Tras realizar la valoración, los participantes realizaron un trabajo de MobilityWOD durante 8 semanas de duración de 45 minutos/sesión, dedicando un tiempo de 1-2 minutos por cada parte del cuerpo.

Los resultados mostraron una diferencia muy significativa entre la primera valoración y la segunda. En la primera valoración el 26% no sobrepasaba la puntuación de 14, mientras que tras la realización del programa se redujo al 6% de la muestra.

En resumen, tras el estudio de Kaczorowska et al. (2020), un entrenamiento de 8 semanas de MobilityWOD, disminuye el riesgo de lesiones y mejora la calidad de los movimientos funcionales básicos evaluados en la FMS.

Kerautret et al. (2021) como objetivo principal en su estudio fue comparar los efectos del foam roller aplicado con deslizamiento o sin deslizamiento. La muestra estuvo formada por 42 adultos sanos (22 hombres y 20 mujeres), con la premisa que llevaran usando 6 meses atrás más de 8 horas a la semana el foam roller; excluyendo a toda persona que presentara con cualquier tipo de enfermedad o lesión. Se dividió la muestra en 4 grupos los cuales contaron con una sesión de familiarización con la intervención utilizada y se realizaron un pre test y un post test. Se asignaron 9 participantes al grupo con el foam roller, 12 participantes se unieron al grupo que realizaban masaje con el foam roller manual, 11 participantes al grupo que realizaba deslizamientos axiales desde la rótula hasta la espina iliaca antero superior y por último 10 participantes al grupo que realizaba pasadas transversales a lo ancho del músculo cuádriceps de la pierna dominante.

Las variables analizadas en el pre y post test fueron el rango de movimiento y la temperatura de la piel. Como resultados podemos observar que el rango de movimiento aumentó en todas las intervenciones del foam roller, pero fue volviendo a los valores iniciales con el paso del tiempo, respecto a el aumento de la temperatura en la piel, el foam roller fue el método más eficaz aunque también se mostraron diferencias en las otras intervenciones.

Como conclusión, el uso del foam roller convencional presenta mejoras en la temperatura y el rango de movimiento, por lo que puede llegar a ser una gran herramienta para complementar al calentamiento, periodo de ejercicio preparatorio que ayuda a minimizar lesiones antes de la actividad física.

En el estudio de Miller et al. (2019), el objetivo fue conocer los efectos del foam roller en el ROM de flexión de cadera, rodilla y tobillo; además de los efectos en el sprint de 20 metros. La muestra estaba formada por 11 hombres y 11 mujeres que partían de la premisa que habían realizado ejercicio regular al menos 30 minutos durante 3 veces a la semana durante los últimos 6 meses; además, se excluyeron toda persona que presentara alguna limitación, lesión o enfermedad. Se realizaron 3 pruebas de ROM en días separados de flexión de cadera, rodilla y tobillo, tanto antes de la aplicación del foam roller como después, todas las mediciones se realizaron en el lado derecho del cuerpo. Tras realizar la medición del ROM, se procedió a la medición del sprint de 20 metros, tanto antes como

después de la intervención. Se comenzó con 3 carreras de calentamiento, la primera al 60%, la segunda al 70% y la tercera al 80%, descansando 1 minuto entre ellas a modo de calentamiento; tras esto, se pasó a la medición, realizando 3 carreras a la máxima velocidad con un descanso de 2 minutos entre ellas, utilizando el mejor tiempo de las tres para la intervención. El protocolo de foam roller se aplicó sobre los gemelos, cuádriceps, glúteos e isquiotibiales. Se realizaron 3 series de 30 segundos con 10 segundos de descanso entre cada repetición, en todos los músculos en el orden indicado anteriormente.

Los resultados encontrados en la medición post intervención respecto a la mejora en el sprint no fue significativa frente a las mediciones pre, tanto para los hombres como para las mujeres, en cambio, el ROM de cadera, rodilla y tobillo si se vio afectado positivamente tras la intervención, se observó una mejora del 3% en el ROM de tobillo y rodilla sin diferencias entre ambos sexos, para el ROM de cadera se observó una mejora del 5%, además, las mujeres tuvieron un 20,5% más de amplitud que los hombres.

Como conclusión, aunque no se haya definido el volumen y duración de utilización del foam roller, su uso puede aplicarse para mejorar el ROM tras el ejercicio o en deportes que necesitemos una mejora en la flexibilidad.

Mohr et al. (2014) realizaron un estudio en el que el objetivo fue determinar si el ROM de flexión pasiva de cadera cambiaría tras la realización durante 6 días seguidos de estiramientos estáticos en los isquiotibiales y por otro lado el uso del foam roller. La muestra fue de 40 sujetos físicamente activos, que fueron repartidos en 4 grupos iguales (n=10): grupo control, grupo de aplicación de foam roller, grupo de estiramiento estático y un grupo que combinaba el estiramiento estático y el foam roller. Además, se excluyeron a todos los participantes que presentaban antecedentes de lesión en la columna o miembros inferiores y problemas de flexibilidad, todos los sujetos presentaban un ROM de flexión de cadera menor de 90 grados. En la intervención, el grupo de estiramientos estáticos realizaron estiramientos durante 1 minuto con descanso de 30 segundos de la cadena posterior con la pierna elevada, los sujetos que aplicaron el foam roller realizaron pasadas desde la tuberosidad isquiática hasta el hueco poplíteo con una cadencia de pasada de 1 segundo de bajada y 1 segundo de subida,

realizaron 3 series de 1 minuto con un descanso entre ellas de 30 segundos. El grupo que realizaba ambos protocolos siguió las mismas indicaciones.

Como resultados se observaron cambios significativos en el ROM independientemente del protocolo utilizado, los sujetos que combinaron ambos protocolos, presentaron mejores medidas frente al resto de grupos.

Tras los resultados, podemos decir que incorporar un protocolo de foam roller y estiramientos de los isquiotibiales en sujetos no lesionados con menos de 90 grados de flexión de cadera, mejorara las medidas tras su uso.

El estudio de Sađirođlu et al. (2017) comparó los efectos de los estiramientos estáticos y el uso del foam roller sobre el ROM y la fuerza explosiva del miembro inferior. La muestra estaba compuesta por 16 hombres que practicaban y competían en judo, karate, taekwondo y muay thai. Ninguno de los participantes tenía conocimiento sobre el foam roller y no presentaban ningún antecedente de lesión o enfermedad. Todos los grupos comenzaron con la realización de su técnica seguida de un calentamiento aeróbico en cinta de 5 minutos en una pendiente del 1%. Tras esto, los tres grupos fueron evaluados de 2 CMJ y 2 sit and reach (S&R), el mejor valor fue el utilizado. El grupo de estiramientos estáticos realizó 4 ejercicios (2 series de 30 segundos con 10 segundos de descanso entre serie) de los músculos isquiotibial, cuádriceps, gemelo y glúteo. El grupo que desarrollo el protocolo de foam roller, realizó 2 series de 30 segundos con 10 segundos de descanso entre serie y 30 segundos de descanso entre los músculos cuádriceps, gastronemios, isquiotibiales y glúteo. Por último, el grupo control que solo realizó la parte aeróbica.

Como resultado se observó que los estiramientos estáticos, tuvieron un efecto inhibitor en el CMJ, todos los demás grupos no presentaron diferencias significativas. Respecto a la flexibilidad, no se mostraron diferencias significativas entre los grupos de carrera continua, estiramientos estáticos y foam roller.

En conclusión, el uso del foam roller frente a los estiramientos estáticos no presenta diferencias significativas respecto a la flexibilidad. Los estiramientos estáticos si se ha visto que tengan un efecto negativo sobre el rendimiento del salto de CMJ, en cambio, se han encontrado mejoras con el uso del foam roller,

por lo que cambiar las rutinas de calentamiento antes del ejercicio, pueden presentar efectos positivos.

Sullivan et al. (2013) investigaron tanto los efectos del uso del foam roller en el ROM y el rendimiento, como el volumen y duración de su aplicación. La muestra, 17 sujetos, 7 hombres y 10 mujeres, activos físicamente (realización de 3 día/semana deporte mínimo) fueron divididos en dos grupos, grupo control N=9 y grupo intervención N=8. Todo sujeto con alguna lesión o enfermedad fue excluido de la intervención. Las variables analizadas en cuatro días diferentes fueron la flexibilidad, la MVIC, EMG y el retraso electromecánico (EMD). Se realizaron 4 valoraciones que se desarrollaron en dos días diferentes, a las 24 horas; todas ellas comenzaron con un calentamiento en cicloergómetro y tuvieron una duración de 30-45 minutos. Las intervenciones fueron 5 segundos y 10 segundos, además de 1 o 2 series. La aplicación del foam roller fue desde la parte glútea de los isquiotibiales hasta el hueso poplíteo, con una cadencia 120 pasadas por minuto.

Como resultados obtenemos que el ROM, independientemente del tiempo y el número de series, muestra resultados positivos tras su uso de $(31,32 \pm 2,10 \text{ cm})$ hasta $(32,68 \pm 2,06 \text{ cm})$, una mejoría del 4,3%. No se encontraron diferencias significativas entre la MVIC y EMD, en cambio, se observó una disminución de la capacidad contráctil tras la aplicación de 1 series en comparación a 2 series, un 7,1% de menor valor. La aplicación de 2 series independientemente de la duración, mostraron mejor resultados que la aplicación de 1 serie.

Como conclusión, se deben de realizar más estudios sobre el método de aplicación del foam roller, aun así una mínima aplicación de 5-10 segundos ya muestra efectos positivos en el ROM. Según el tiempo de aplicación y el número de series la capacidad contráctil disminuirá o aumentará.

Tsai y Chen (2021) tenían como objetivo analizar los efectos del foam roller y el foam roller con vibración en el drop jump (DJ) y conocer el protocolo de uso pre y post ejercicio. 16 jugadores de voleibol profesional con más de 5 años de experiencia en el entrenamiento de pliometría y resistencia y libre de cualquier lesión o enfermedad en los últimos 6 meses. Se realizaron 4 sesiones diferentes separadas por 24 horas de diferencia, en la primera sesión los participantes firmaron un consentimiento informado además de ser valorados. En la segunda y

la tercera, realizaron un calentamiento de 5 minutos de carrera continua y se pasó al análisis del DJ desde 40 centímetros, dejándose caer y realizando un salto vertical posteriormente. Tras la medición, el grupo control se sentó durante 15 minutos en una silla, el grupo de foam roller con vibración se pasó el aparato por la pierna derecha seguido de la pierna izquierda en este orden, cuádriceps con rodilla flexionada, con rodilla extendida, glúteo, bíceps femoral, tibial anterior, gastronemios y tensor de la fascia lata, cada región muscular durante 1 minuto; con un tiempo total de 15 minutos. El foam roller sin vibración empleó la misma técnica. La valoración post test se realizó con 3 DJ a los 2 y 5 minutos de nuevo.

Se encontraron mejoras en el DJ con el uso del foam roller y el foam roller con vibración en el post 2 minutos mientras que en el post 5 minutos no se apreciaban.

En resumen, los atletas que compitan en acciones de movimientos rápidos donde se produzca un gran almacenamiento de energía elástica, pueden verse favorecidos por el protocolo de foam roller 2 minutos antes de la competición.

En el estudio de Warren et al. (2020), el objetivo fue doble; el primero, determinar si una sesión de myofascial decompression (MFD) iba a mejorar el ROM y la flexibilidad frente al tratamiento con foam roller; el segundo objetivo, era analizar las percepciones individuales de los participantes del dolor, la flexibilidad e impacto del tratamiento de foam roller. La muestra estuvo formada por 17 participantes, 4 mujeres y 13 hombres universitarios que practicaban fútbol, atletismo, baloncesto, softbol y béisbol. Todos debían de presentar molestias de tirantez, dolor, disminución de la fuerza, acortamiento de los isquiotibiales. Se procedió a la medición del ROM de flexión de cadera para conocer la flexibilidad de los isquiotibiales, a través del uso de un goniómetro digital. El grupo de MFD, realizó 3 minutos de tratamiento con ventosas en los isquiotibiales seguido de una movilización de 10 repeticiones de flexión de rodilla activa y 10 repeticiones de flexión pasiva hasta 45 grados. El grupo del foam roller, realizó 10 minutos de movilización, 60 segundos de foam roller en la zona y 90 segundos en la zona de más tensión.

En el cuestionario realizado, se demostró una mejora de la percepción de la flexibilidad, la zona de tensión y una mejora en la fuerza muscular en el

tratamiento de MFD. El tratamiento con MFD mostró mejores resultados de ROM que el foam roller.

La lesión de isquiotibiales es muy común, debido a una falta de movilidad, por lo que las técnicas de prevención y tratamiento necesitan más investigación para saber cuál es el mejor método de aplicación, en este estudio hemos visto que tanto el foam roller como la MFD, muestran mejoras en el ROM y la flexibilidad.

5. DISCUSIÓN

Por un lado, algunos artículos analizaron la variable del ROM; De Souza et al. (2019), afirmaron que el uso del foam roller en el ROM de tobillo y de cadera aumentaría tras su uso independientemente del protocolo utilizado en un 11% y un 6% respectivamente, al igual que Miller et al. (2017) comprobó que el ROM de dorsiflexión de tobillo y de cadera aumentarían un 3% independientemente del sexo; y el ROM de cadera un 5 % frente a los valores iniciales de los test, una mínima aplicación del foam roller produce mejoras, como hemos visto, sin tener en cuenta su modo de aplicación, además la aplicación tanto en hombres como en mujeres no es una limitación en su uso, ya que ambos sexos muestran mejoras.

Junker y Stöggli (2019) al igual que en los estudios anteriores mostraron una mejora del ROM de 3,8 +- 3 centímetros de los grupos musculares gastronemios, soleo, cuádriceps, isquiotibial, glúteo y cintilla iliotibial en comparación con las medidas pre test. La aplicación del foam roller, tras el análisis de los resultados, muestra mejoras en todos los grupos musculares y articulaciones del cuerpo, no existiendo diferencias significativas entre unas partes u otras.

Sađirođlu et al. (2017) y Kaczorowska et al. (2020) analizaron muestras de un nivel deportivo más elevado respecto a los demás, el primer estudio analizó un grupo de deportistas de crossfit y el segundo grupo un grupo de deportistas de combate; en el artículo de Sađirođlu et al. (2017) no se encontraron mejorías en ROM tras la aplicación de un protocolo de carrera continua y foam roller (AR + SMR) en cambio Kaczorowska et al. (2020), mostraron una gran mejoría en sus resultados tras la aplicación del protocolo MobilityWOD en la variable de ROM, ya que en el pre test el 26% de la muestra mostró una puntuación igual o menor a 14 en la escala de movimiento funcional de la FMS, mientras que en el post test esta puntuación se redujo al 6% de los participantes.

Kerautret et al. (2021) mostró resultados favorables sobre el ROM en el grupo intervenido, pero tras 15 minutos los valores fueron descendiendo a valores iniciales obtenidos en el pre test, podemos determinar que el uso del foam roller nos ayudará a modo de calentamiento previo a la realización de una prueba física o deporte. Sullivan et al. (2013) también encontró una diferencia tras su uso de

(31,32 ± 2,10 cm) hasta (32,68 ± 2,06 cm), una mejoría del 4,3% al igual que Mohr et al. (2014) obtuvieron una mejora significativa en los resultados de la variable ROM en la flexión pasiva de cadera con el protocolo de foam roller, obteniendo mejores valores los que mezclaron los estiramientos estáticos y foam roller que el foam roller aislado. Tras estos resultados debemos de seguir investigando ya que algunos muestran mejoras agudas y otras mejoras a lo largo del tiempo, por lo que no podemos llegar a una idea concluyente.

Cabe destacar que Hodgson et al. (2018) al igual que el estudio de Kaczorowska et al. (2020), no obtuvieron ninguna mejora a largo plazo tras realizar 4 semanas de intervención con el foam roller en el ROM, tanto la aplicación de 3 día/semana como de 6 día/semana, aunque si se vieron mejoras, justamente después de cada aplicación, la amplitud fue disminuyendo a valores iniciales; habría que hacer un análisis del desarrollo de estos estudios: muestra, protocolo de intervención, criterios de inclusión y exclusión ya que hay bastante diferencia entre la cantidad de artículos que encontraron beneficios en el ROM y los que no.

Tras los resultados obtenidos en el estudio de Warren et al. (2020), reafirmamos los resultados obtenidos en la mayoría de los artículos anteriores de Junker y Stöggl (2019) y De Souza et al. (2019), el uso del foam roller mejora el ROM de la zona tratada aunque existen otras técnicas como la MFD que tienen unos mejores resultados.

Respecto a los artículos que analizaron la variable fuerza, Giovanelli et al. (2018) encontraron que la aplicación de SMR con foam roller no modificó la potencia en los miembros inferiores en esfuerzos explosivos que requerían de energía elástica como el SJ, pero si en esfuerzos que suponían una utilización de energía elástica como el CMJ; del mismo modo Sađirođlu et al. (2017) también encontraron mejoras en el CMJ tras la aplicación del foam roller. En deportes explosivos como el ciclismo en pista, el fútbol, carreras de atletismo explosivas, el uso del foam roller tiene efectos positivos, por lo que se debe de desaconsejar su uso en deportes aeróbicos.

Por el contrario Hodgson et al. (2018) tras la realización de su intervención, solamente se mostraron mejoras en el CMJ, en el grupo de 3 veces por semana en la pierna no dominante antes de la prueba (15,18 ± 2,84 cm) y después de la

prueba ($16,12 \pm 3,24$ cm). Por lo que no se puede tomar como una mejora producida tras el uso del foam roller, sino del propio entrenamiento, ya que el foam roller se aplicó en ambas piernas.

En el artículo de Tsai y Chen (2021), se confirmaron los resultados encontrados en los artículos de Giovanelli et al. (2018) y Sađirođlu et al. (2017) se encontraron mejoras independientemente de ser un foam roller con vibración o sin vibración en acciones rápidas que supongan un gran almacenamiento de energía elástica como un DJ, no existe un prototipo ideal de foam roller que ayude a la mejora de la fuerza, la mejor opción es la más económica y confortable, no es necesario el uso de foam con vibración u otras características especiales.

Junker y Stöggel (2019) encontraron que el uso del foam roller mostraba mejoras en el entrenamiento del core, una mejora en la fuerza de los músculos del núcleo central debido a que mientras su realización se trabajaba siempre en tensión, en cambio, no se aprecian mejoras en la fuerza de salto de SLJ y SLTH. Por último, Sullivan et al. (2013), no observaron diferencias significativas entre la MVIC y EMD, pero se apreció una disminución de la capacidad contráctil tras el protocolo de 1 serie en comparación a la de 2 series, un 7,1% menor.

En cuanto a la existencia de un protocolo de tratamiento con el foam roller, no se ha llegado a un consenso entre los artículos elegidos, pero algunos han presentado algunos beneficios en cuanto a la forma en la que se realizaba su aplicación.

Junker y Stöggel (2019) y Kaczorowska et al. (2020) presentaron mejoras en el ROM en sus respectivos estudios tras la aplicación de un programa de tratamiento de 8 semanas de duración.

Tsai y Chen (2021) encontraron mejoras en el DJ independientemente del tipo de foam roller utilizado, foam roller con vibración o sin vibración en los 2 minutos posteriores tras su aplicación; a los 5 minutos se redujeron a valores iniciales, al igual que Kerautret et al. (2021) mostró mejores en el ROM pero a los 15 minutos de su uso descendió a los valores pre test, tras esto, podemos ver que el foam roller como hemos mencionado antes, a modo de calentamiento, sería una herramienta muy útil.

Sullivan et al. (2013) obtuvieron mejoras en el ROM tras el uso del foam roller independientemente de la aplicación de 1 o 2 series, en cambio, se mostró una disminución de la capacidad contráctil tras la aplicación de 1 serie. En general, hubo mejores resultados con la aplicación de 2 series independientemente del tiempo de duración, 5 o 10 segundos. De Souza et al. (2019) al realizar su estudio comprobó que la variable ROM mejoraría tanto con la aplicación de un protocolo largo (2 series de 20 segundos) o un protocolo corto (2 series de 10 segundos), ambos protocolos mostraron mejorías muy parecidas, por lo que el tiempo no fue determinante entre la elección de uno u otro; los autores se decantaron por la utilización de la frecuencia de 10 segundos, el protocolo corto, muy parecido a los resultados obtenidos en el artículo de Sullivan et al. (2013), debido a un ahorro de tiempo en su aplicación, a modo de una activación rápida.

Por último, Giovanelli et al. (2018) llegó a la conclusión que frente a deportes aeróbicos, la aplicación del foam roller debería realizarse con tiempo anterior de la prueba de 3 horas para no influir en el rendimiento de esta, no hemos encontrado efectos positivos tras la revisión del uso del foam roller en deportes aeróbicos como el ciclismo o una maratón, sino que su uso se dirige más a deportes explosivos.

Los artículos analizados en el presente estudio, no presentan ideas claras frente a un protocolo de aplicación: frecuencia, series, repeticiones, tipo y forma de rodillo; por lo que la mayoría, concluyen sus estudios con la idea de plantear nuevas investigaciones, con el objetivo de consensuar un protocolo fijo de aplicación del foam roller.

6. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Tras la realización de esta revisión sistemática, surge la necesidad de plantear la realización de nuevos estudios frente a las variables de ROM, fuerza y el establecimiento de un protocolo de duración, repeticiones, series y tipo de foam roller utilizado.

A día de hoy, los autores no han llegado a una idea fija; incluso alguno de los artículos mostraban resultados completamente contradictorios.

Respecto a la variable ROM, se debería de especificar los beneficios que presenta el uso del foam roller, en función del género, la edad, de realizarlo combinado con estiramientos o si realizarlo antes, después del entrenamiento o de manera aislada.

En cambio, en lo que respecta a la variable fuerza, se debería aclarar en qué acciones o deportes conviene la aplicación del foam roller; debido a que los estudios que analizan esta variable, son escasos.

Por último, surge la necesidad de plantear nuevos estudios, con el objetivo de conocer la forma de aplicación (series y repeticiones), el momento, el tipo de foam roller (vibración o no), características (densidad, material, forma) y el tipo de actividades que se ven afectadas positivamente por su uso; ya que la literatura actual, no establece un protocolo fijo.

7. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones obtenidas tras la presente revisión sistemática son:

- La mayoría de los estudios de la revisión, presentan mejoras en la variable del ROM de las articulaciones tras el uso del foam roller; se han encontrado mejoras agudas en ROM tras el uso del foam roller, que se han ido disipando a partir de los 5 minutos de su uso, por lo que a modo de calentamiento justo antes de realizar ejercicio, es recomendado.
- La combinación de los estiramientos estáticos, junto con el foam roller, producen mejoras en la variable ROM.
- En gran parte de los artículos en cuanto a la variable de fuerza, el uso del foam roller, produjo mejoras tras su aplicación en acciones que requerían una acumulación de energía elástica, como el CMJ y el DJ.
- La aplicación de 2 series de foam roller, mostró mejoras en la fuerza, aumentando la máxima contracción isométrica voluntaria (MVIC).
- Respondiendo a las diferencias entre los modelos de foam roller, la mejora en el DJ, se obtuvo independientemente del tipo utilizado, con o sin vibración.
- En cuanto su aplicación, un programa de 8 semanas de duración de foam roller presenta mejores en la variable ROM.
- Respondiendo a la forma idónea del foam roller, la mejora en el DJ, se obtuvo independientemente del tipo de foam roller utilizado, con o sin vibración.
- No existen diferencias significativas entre un protocolo corto (2 series de 10 segundos) y un protocolo largo (2 series de 20 segundos), por lo que utilizar el que menos tiempo nos lleve será la mejor elección.
- Una mínima aplicación de 5-10 segundos de foam roller, ya muestra efectos positivos en el ROM.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alin, L., y Azab, M. (2019). Effects of self myofascial release using a foam roll on range of motion and performance level of individual routine in rhythmic gymnastics. *Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport/Science, Movement and Health*, 19(S2), 256-262.
- Cheatham, S. W. (2019). Roller massage: a descriptive survey of allied health professionals. *Journal of sport rehabilitation*, 28(6), 640-649.
- De Souza, A., Sanchotene, C. G., da Silva Lopes, C. M., Beck, J. A., da Silva, A. C. K., Pereira, S. M., y Ruschel, C. (2019). Acute effect of 2 self-myofascial release protocols on hip and ankle range of motion. *Journal of sport rehabilitation*, 28(2), 159-164.
- Giovanelli, N., Vaccari, F., Floreani, M., Rejc, E., Copetti, J., Garra, M., Biasutti, L., y Lazzer, S. (2018). Short-term effects of rolling massage on energy cost of running and power of the lower limbs. *International journal of sports physiology and performance*, 13(10), 1337-1343.
- Hodgson, D. D., Lima, C. D., Low, J. L., y Behm, D. G. (2018). Four weeks of roller massage training did not impact range of motion, pain pressure threshold, voluntary contractile properties or jump performance. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(5), 835.
- Juniarsyah, A. D., Winata, B., y Ihsani, S. I. (2021). Effect of Cold-Water Immersion, Foam Rolling, and Slow Jogging Recovery to Aid Futsal Athlete's Recovery after One-Off Futsal Match. *Human Physiology*, 47(4), 467-477.
- Junker, D., y Stöggl, T. (2019). The training effects of foam rolling on core strength endurance, balance, muscle performance and range of motion: a randomized controlled trial. *Journal of sports science & medicine*, 18(2), 229.
- Kaczorowska, A., Noworyta, K., Mroczek, A. y Lepsy, E. (2020). Effect of the Mobility WOD training program on functional movement patterns related to the risk of injury in CrossFit practitioners. *Acta Gymnica*, 50 (1), 3-8.

- Kerautret, Y., Guillot, A., Eyssautier, C., Gibert, G., y Di Rienzo, F. (2021). Effects of self-myofascial release interventions with or without sliding pressures on skin temperature, range of motion and perceived well-being: a randomized control pilot trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 13(1), 1-13.
- Miller, K. L., Pablo, B. C., Jared, W. C., y Lee, E. B. (2017). The Effects of Foam Rolling on Maximum Sprint Performance and Range of Motion. *Journal of Australian Strength & Conditioning*, 27(01), 15-26.
- Mohr, A. R., Long, B. C., y Goad, C. L. (2014). Effect of foam rolling and static stretching on passive hip-flexion range of motion. *Journal of sport rehabilitation*, 23(4), 296-299.
- Moraleda, B. R., Rosillo, A. L., González, J., y Martínez, E. M. (2020). Efectos del foam roller sobre el rango de movimiento, el dolor y el rendimiento neuromuscular: revisión sistemática. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (38), 879-885.
- Pelana, R., Apriantono, T., Bagus, B., Juniarsyah, A. D., y Ihsani, S. I. (2021) Effects of foam rolling on blood lactate concentration in elite futsal players. *Human Movement*, 22(1), 70-77.
- Sağiroğlu, İ., Kurt, C., Pekünlü, E., y Özsu, İ. (2017). Residual effects of static stretching and self-myofascial-release exercises on flexibility and lower body explosive strength in well-trained combat athletes. *Isokinetics and Exercise Science*, 25(2), 135-141.
- Sullivan, K. M., Silvey, D. B., Button, D. C., y Behm, D. G. (2013). Roller-massager application to the hamstrings increases sit-and-reach range of motion within five to ten seconds without performance impairments. *International journal of sports physical therapy*, 8(3), 228.
- Tsai, W. C., y Chen, Z. R. (2021). The Acute Effect of Foam Rolling and Vibration Foam Rolling on Drop Jump Performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3489.

- Warren, A. J., LaCross, Z., Volberding, J. L., y O'Brien, M. S. (2020). Acute outcomes of myofascial decompression (cupping therapy) compared to self-myofascial release on hamstring pathology after a single treatment. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(4), 579.
- Weber, P., Graf, C., Klingler, W., Weber, N., y Schleip, R. (2020). The feasibility and impact of instrument-assisted manual therapy (IAMT) for the lower back on the structural and functional properties of the lumbar area in female soccer players: a randomised, placebo-controlled pilot study design. *Pilot and feasibility studies*, 6(1), 1-10.
- Wilke, J., Vogt, L., y Banzer, W. (2018). Immediate effects of self-myofascial release on latent trigger point sensitivity: a randomized, placebo-controlled trial. *Biology of sport*, 35(4), 349.