

Efectos del foam roller sobre el rango de movimiento, el dolor y el rendimiento neuromuscular: revisión sistemática

Foam roller effects on joint range of motion, pain, and neuromuscular performance: a systematic review

*Blanca Romero-Moraleda, *Alexandra López-Rosillo, **Jaime González-García, ***Esther Morencos

*Universidad Autónoma de Madrid (España), **Universidad Camilo José Cela (España), ***Universidad Francisco de Vitoria (España)

Resumen. Introducción: Debido al crecimiento exponencial del uso de foam roller tanto en el ámbito de la rehabilitación como en el entrenamiento, nuestro objetivo fue realizar una revisión sistemática para determinar la eficacia del uso de foam roller tanto para mejorar el calentamiento como favorecer los mecanismos de recuperación tras un estímulo de carga. Métodos: Se realizó una revisión sistemática en las bases de datos científicas (Pubmed, Wos, Scopus y PEDro). Los trabajos que cumplieron los criterios de inclusión fueron valorados en cuanto a su calidad metodológica a través de la escala PEDro. Resultados: Se examinaron 32 estudios publicados entre 2013 y 2019. En los cuales se analizaron las variables rango de movimiento (ROM) (n=19), dolor a través del umbral de dolor a la presión (PPT) o mediante escala visual analógica (VAS) (n=6). Para las variables de rendimiento se analizaron parámetros de fuerza a través del salto contra-movimiento (CMJ) (n=10), agilidad (n=4), máxima contracción isométrica voluntaria (MVIC) (n=4) y rendimiento en sprint (n=2). Conclusión: A pesar de la variabilidad de los estudios, el foam roller parece tener un efecto positivo en las variables de ROM, PPT y VAS. Con respecto a las variables de rendimiento, como CMJ, MVIC, velocidad y agilidad, existe controversia a la hora de determinar si existe una mejora significativa tras la aplicación del foam roller tanto en el calentamiento como en la recuperación post-ejercicio.

Palabras claves: rodillo de espuma, rodillo de masaje, calentamiento, activación, rendimiento, recuperación y liberación auto-miofascial.

Abstract. Introduction: There is a widespread use of foam rollers in the field of rehabilitation and training. Therefore, our goal was to carry out a systematic review to determine the effectiveness of foam rollers both during warm-ups and after exercising as a means for increasing recovery. Methods: A systematic review was performed in the scientific databases Pubmed, Wos, Scopus, and PEDro from November to March 2019. The PEDro scale was used to rate the methodological quality of the studies included for review. Results: We examined 32 studies published between 2013 and 2019, which analyzed: ROM (n=19), pain through Pain Pressure Threshold (PPT) or Visual Analogue Scale (VAS), countermovement jump height (CMJ) (n=10), agility (n=4), maximal voluntary isometric contraction (MVIC) (n=4), and sprint performance (n=2). Conclusion: Despite the variability of the studies, foam rollers seem to have a positive effect on ROM, PPT, and VAS. When performance variables were analyzed (such as CMJ, MVIC, speed, and agility) there is controversy when determining if there is a significant improvement after the application of foam rollers in warm-ups or in post-exercise recovery.

Key words: foam roller, roller massager, warm up, activation, performance, myofascial release and self-myofascial release.

Introducción

El Foam Roller (FR) o rodillo de liberación auto-miofascial es una herramienta que en los últimos años ha tenido un crecimiento exponencial en su utilización por parte de deportistas profesionales tanto en el proceso de optimización de la condición física como en la rehabilitación de lesiones (de la Cámara, Valcarce Torrente, & Veiga, 2019). El FR 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 el FR (Beardsley & Škarabot, 2015). Gracias a su fácil forma de aplicación cada vez se está implementando más su uso en la activación y en la vuelta a la calma de las sesiones de entrenamiento y competición (Macdonald, et al., 2014).

Los inicios del FR se remontan a los años 1950 por el Dr. Moshe Feldenkrais el cual los empezó a utilizar como soporte para el cuerpo y para el trabajo de equilibrio. Estos rodillos eran de madera, en 1970 se fabricaron los primeros rodillos de espuma de gran densidad y en 1987 el fisioterapeuta Sean Gallagher fue el primero que lo utilizó como herramienta de auto-masaje. Esta herramienta presenta diversos ámbitos de aplicación, tanto para mejorar el calentamiento (Baumgart et al., 2019; Hodgson, Lima, Low, & Behm, 2018) como para

aumentar la recuperación post-ejercicio (MacDonald, et al., 2013; Romero-Moraleda, et al., 2019).

A pesar de la amplia diversidad en las intervenciones utilizadas en función del tiempo de aplicación (Aune, et al., 2019; Somers, et al. 2019), el grupo o grupos musculares sobre los que se aplica el tratamiento (Romero-Moraleda et al., 2019; Smith et al., 2018), la densidad del FR (Cheatham & Stull 2018), la presencia de vibración, o no, (Cheatham, Stull, & Kolber, 2019; Romero-Moraleda et al., 2019) y el tiempo que pasa desde la intervención hasta la evaluación (Su et al., 2017) la mayoría de investigaciones presentan mejoras en la amplitud de movimiento y la disminución de la percepción de dolor tras el tratamiento con FR tras el ejercicio.

Sin embargo, existen otra serie de variables donde el posible efecto beneficioso del FR tras el ejercicio no está claro. De forma resumida, diferentes estudios han mostrado que el uso del FR para la mejora en el salto con contra-movimiento (CMJ) no obtiene beneficios, al igual que para las variables de agilidad, máxima contracción isométrica voluntaria (MVIC) y velocidad (Behara & Jacobson, 2017; Peacock, Krein, Silver, Sanders, & von Carlowitz, 2014; Phillips, Diggin, King, & Sforzo, 2018; Richman, Tyo, & Nicks, 2018; Romero-Moraleda, et al., 2017).

Respecto a la utilización del FR como estrategia de calentamiento para la mejora del rendimiento, o de variables que pueden hacer mejorar el rendimiento, también existe cierta controversia en la literatura. Algunas intervenciones con FR han demostrado aumentar la potencia del salto vertical

(Giovannelli, et al., 2018), el pico de torque en extensión de rodilla y el equilibrio (Lee et al., 2018). Mientras que otras investigaciones sugieren que el tratamiento con FR como calentamiento no mejora y/o disminuye variables de rendimiento deportivo como el índice de fuerza reactiva (RSI), el salto vertical, la potencia en salto vertical ni la activación muscular (Aune et al., 2019; Baumgart et al., 2019; Behara & Jacobson, 2017; Macdonald et al., (2014).

Debido al incremento de los estudios científicos que han abordado el uso del FR para comprobar los efectos sobre la recuperación tras ejercicio intenso y como herramienta de calentamiento, surge la necesidad de examinar la literatura científica y clasificar los efectos que ha mostrado el uso del FR con el fin de ser de utilidad práctica para los profesionales de la fisioterapia, rehabilitación y entrenamiento. Por ello, el objetivo de esta revisión sistemática fue analizar la evidencia científica del FR y observar si su uso en el calentamiento o su empleo posterior al ejercicio mejora las siguientes variables: rango de movimiento articular, dolor y rendimiento neuromuscular (fuerza, velocidad y agilidad).

Material y métodos

Estrategia de búsqueda y selección de estudios

Se realizó una búsqueda comprensiva, exhaustiva y estructurada en las siguientes bases de datos: Pubmed, Wos, Scopus y PEDro, del 20 de Noviembre al 25 de Marzo de 2019 con el objetivo de encontrar publicaciones que no estén consideradas en otras. Los términos de búsquedas incluyeron de forma individual o con una combinación de títulos relacionados con recuperación y texto libre.

Las condiciones de búsqueda fueron idénticas para Pubmed, Wos, Scopus y PEDro. Todos los artículos de búsquedas fueron descargados y se realizó una referencia cruzada manual para identificar los duplicados. Los títulos y resúmenes se seleccionaron para una revisión posterior del texto completo. Los artículos incluidos en esta búsqueda fueron desde el año 2013 al 2019 debido al incremento de publicaciones desde esa fecha. Los términos de búsqueda utilizados están presentados en la Tabla 1.

Tabla 1.
Criterios de búsqueda empleados en los diferentes motores de búsqueda.
(foam roller OR roller massager OR foam rolling) and (warm-up OR activation OR performance) and (myofascial release OR self-myofascial release)

Para los artículos obtenidos en la búsqueda, se aplicaron los diferentes criterios de inclusión: 1) limitados a adultos (> 18 años); 2) adultos asintomáticos o sanos; 3) tener una puntuación superior a siete en la escala PEDro (Base de datos de pruebas de fisioterapia); 4) estudios publicados del 2013 al 2019.

Los criterios de exclusión fueron: 1) Estudios con herramientas de masaje que no incluyeron un FR; 2) Técnica de liberación miofascial distintas de los FR; 3) Estudios con una muestra menor a 10. 4) Revisión sistemática y meta-análisis.

La figura 1 muestra el diagrama de flujo de la búsqueda realizada y la selección de los

estudios. Una vez eliminados los artículos duplicados y realizada la aplicación de los criterios de inclusión / exclusión, se consideraron un total de 32 estudios para la revisión sistemática.

Extracción de datos

Una vez que se aplicaron los criterios de inclusión/exclusión, los datos sobre la fuente del estudio, la calidad del estudio, el tamaño de la muestra, las características de los participantes, la aplicación del FR, las variables y los resultados finales de las intervenciones fueron extraídos utilizando una hoja de cálculo (Microsoft Excel 2018, EE. UU.). Los estudios se agruparon según las variables dependientes, momento de aplicación y duración del tratamiento.

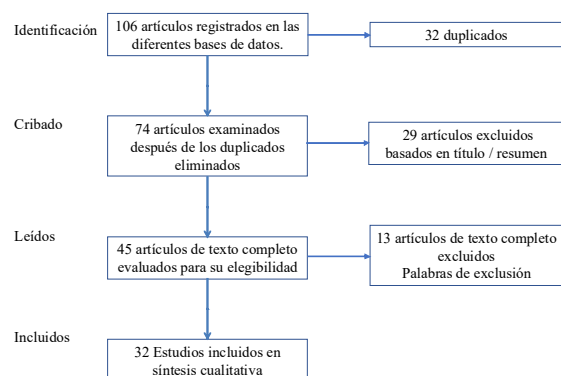


Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de los estudios incluidos.

Evaluación y calidad de los estudios

La calidad de cada estudio se evaluó con la Escala PEDro, que se ha reportado confiable para evaluar la validez interna de cada estudio (Cardoso Ribeiro, Gómez-Conesa, & Hidalgo Montesinos, 2010). La escala PEDro se conforma de 11 puntos que incluye procedimiento de cegamiento, el análisis estadístico, información sobre la aleatorización y la presentación de los resultados en la investigación evaluada. Todo estudio que su puntuación por la escala PEDro fuera por debajo de siete puntos se habría excluido de la revisión sistemática, aunque ninguno de los estudios se excluyó por este criterio (Tabla 2).

Tabla 2.
Escala PEDro para la valoración metodológica de los estudios incluidos.

| Estudio | Criterio 1 | Criterio 2 | Criterio 3 | Criterio 4 | Criterio 5 | Criterio 6 | Criterio 7 | Criterio 8 | Criterio 9 | Criterio 10 | Criterio 11 | Total |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------|
| Aune et al., 2019 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Romero-Moraleda et al., 2019 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| Baumgart et al., 2019 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Somers et al., 2019 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| Cheatham, et al., 2018 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Lee et al., 2018 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| Junker & Stöggl, 2015 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Jo et al., 2018 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| Erick et al., 2018 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| Phillips et al., 2018 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Wilke et al., 2018 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Smith et al., 2018 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Giovannelli et al., 2018 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| de Souza a et al., 2017 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Behara et al., 2017 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Romero-Moraleda et al., 2017 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| Cavanaugh et al., 2017 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| D'Amico, et al., 2017 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Monteiro et al., 2017 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Monteiro et al., 2017 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Fleckenstein et al., 2017 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Su et al., 2017 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Monteiro et al., 2016 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Markovic et al., 2015 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| Karlik et al., 2015 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| Škarabot et al., 2015 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |

Resultados

Los datos generales de los estudios incluidos en esta revisión sistemática se muestran en la Tabla 2. Se identificaron un total de 106 artículos y se excluyeron un total de 74 artículos por no cumplir los criterios de inclusión. Los 32 estudios obtenidos en la búsqueda sistemática se publicaron entre 2013 y 2019.

De los 32 estudios incluidos, 19 artículos estudian el ROM, de los cuales 13 estudian el ROM en rodilla, 5 en

tobillo y 8 en cadera. Según el tiempo de tratamiento de FR, se han encontrado cuatro artículos en los que existen diferencias en sus resultados, de Souza, et al. (2019), al igual que Phillips, et al. (2018), mostraron un aumento en el ROM de rodilla y tobillo sin mostrar diferencias significativas en cuanto a la dosis de tratamiento. En cambio, Monteiro, et al. (2017) únicamente obtuvo un aumento de ROM cuando el tratamiento superaba los 90 segundos. Por otro lado el estudio de Monteiro, et al. (2017b) obtuvo diferencias significativas en el aumento de ROM dependientes del tiempo de aplicación y

Tabla 3.
Resumen de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

| Estudio | Diseño | Edad | Muestra | Duración Tratamiento | Momento Intervención | Variables | Resultados |
|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|---|---------------------------------------|--|---|
| Aune et al., 2019 | Experimental aleatorio | 18,2 ± 1,9 | M (n=23) | FR 3 series de 60 s Trabajo excéntrico 15 rep. | Pre - 30 min 24 h. y 4 semanas. | ROM | ROM ↑ con FR en 30 min. y 24 h. pero con excéntrico ↑ 30 min. 24 h. y 4 semanas. |
| Romero-Moraleda et al., 2019 | Experimental aleatorio | 22,2 ± 3,2 | M (n=23) F (n=6) | FR 1 min 5 series. VFR 1 min 5 series. | Pre - post | PPT, CMJ, SmO2 y ROM | FR mejoró PPT, CMJ, SmO2 y ROM |
| Baumgart et al., 2019 | Experimental aleatorio cruzado | 26,6 ± 2,7 | M (n=20) | FR 30 rep. CYC 10 s | Pre - post 15 min - 30 min | CMJ y rigidez | No ↑ CMJ con FR, pero si ↓ la rigidez. CMJ con CYC |
| Somers et al., 2019 | Experimental aleatorio | 26,12 ± 4,03 | M (n=24) IF (n=18) | FR: 6 s DS: 60s FR + DS: 60s | Pre - post | ROM | ROM ↑ en todos los TTO. |
| Cheatham, et al., 2018 | Experimental aleatorio | | M (n=36) | FR | Pre - post | ROM PPT | ↑ El ROM y el PPT ↓ |
| Lee et al., 2018 | Experimental aleatorio cruzado | 20,4 ± 1.2 | M (n=30) | FR 6 min VFR 6 min Estiramientos estáticos 6 min | Pre - post | Flexibilidad, propiocepción, fuerza y equilibrio. | ROM con FR la propiocepción y equilibrio =, VFR > efecto. |
| Junker & Stöggli, 2015 | Experimental aleatorio controlado. | 25,1 ± 2,9 M 24,9 ± 4,3 F | M (n=13) F (n=10) | FR 3 veces por semanas 4 ejerc. 30s FR 6 veces por semanas 4 ejerc. 30s | Pre - post a las 4 semanas | ROM - CMJ - EMG - MVIC - PPT | ↓ PPT las demás variables no ↑. |
| Jo et al., 2018 | Experimental aleatorio controlado. | | M (n=16) F (n=9) | FR 10 min CON 10 min | Pre - post | CMJ y DRT | CON ↓ el CMJ y DRT y se mantuvo con FR |
| Erick et al., 2018 | Experimental aleatorio | 19,8 | F (n=14) | CL DS CL + FR 30 seg Por grupo muscular | Pre - post | CMJ, SJ, DJ, Agilidad y SP | ↑ CMJ y SJ sin detrimento de agilidad, DJ y SP. |
| Phillips et al., 2018 | Experimental aleatorio controlado. | >18 | M (n=8) F (n=16) | FR: 1 min FR: 5 min CON | Pre - post | CMJ - agilidad - ROM | ROM en todas sus medidas, CMJ ↓ con FR. 5 y se mantuvo FR. 1 y CON y la agilidad FR. 1 y ↓ con FR. 5 y CON. |
| Wilke et al., 2018 | Experimental aleatorio controlado. | 26,8 ± 6 | M (n=21) F (n=29) | FR: 90 s CON | Pre - post | PPT | ↓ PPT Sin cambios en el grupo CON |
| Smith et al., 2018 | Medidas repetidas | 22 | M (n=8) F (n=21) | FR: 20 min DS: 20 min FR + DS: 20 min | Pre - post 5min-15 min | VJ - ROM | VJ ↑ con FR. Más aumento FR+DS. ROM ↑ pero se disipó rápidamente. |
| Giovanelli et al., 2018 | Experimental aleatorio cruzado | 26,3±5,3 | M (n=13) | FR: 16 min | Pre - post - 3h. después | SJ CMJ Correr en cinta | CR ↑ después del tto pero a las 3h. ↓. Para CMJ y SJ ↑ después del tto y a las 3h. |
| de Souza a et al., 2017 | Transversal con diseño cruzado | 24,9 ± 3,2 | M (n=14) | FR 2 series 10 rep. FR 2 series 20 rep. | Pre - post | ROM | ↑ ROM Sin diferencias entre 10 rep. y 20 rep. |
| Behara et al., 2017 | Experimental aleatorio cruzado | 18 | M (n=14) | FR 8 min DS 8 min CON 8 min | Pre - post. | ROM - Fuerza - Potencia - Velocidad | FR y DS ↑ el ROM y fuerza, potencia y velocidad se mantuvieron. |
| Romero-Moraleda et al., 2017 | Experimental aleatorio | 22,6 ± 2,2 | M (n=21) F (n=11) | FR 1 min 5 series. NM 1 min 5 series. | Pre - post | MVIC PPT | FR mejoró MVIC y FR y NM ↓ la percepción de dolor. |
| Cavanaugh et al., 2017 | Experimental aleatorio cruzado | 25 +/- 4.6 M 21.75 +/- 3.2 F | M (n=10) F (n=8) | FR | Pre - post | MVIC en gastrocnemios | MVIC ↓. |
| D'Amico, et al., 2017 | Experimental aleatorio cruzado | 20,5 ± 0,5 | M (n=16) | FR 30s. Por zona | Pre - post | VCO2 ROM Longitud de zancada | ↑ ROM. Sin cambios VCO2, longitud de zancada . |
| Monteiro et al., 2017 a | Experimental aleatorio | | F (n=20) | FR: 30s - 60s - 90s - 120s | Pre - post. | ROM | ↑ ROM. > ↑ es superior a 90". |
| Monteiro et al., 2017 b | Experimental aleatorio | 27,8 ± 3,6 | F (n=25) | FR: 60s y 120s Reposo activo | Pre - Post | Fuerza | A > aplicación de FR más ↓ fuerza |
| Fleckenstein et al., 2017 | Experimental aleatorio cruzado | 24,8 ± 2,3 | M (n=45) | FR CON | Pre - post | MIVF - PPT - RSI | ↓ MIVF, Sin diferencias PPT y RSI. |
| Monteiro et al., 2017 | Experimental aleatorio cruzado | 27,6 ± 2,4 | M (n=10) | FR: 60s - 120s RM: 60s - 120s | Pre - post | ROM | ↑ ROM Siendo > FR120 que RM60. |
| Su et al., 2017 | Experimental aleatorio cruzado | 21,43 ± 1,48 | M (n=15) F (n=15) | FR 3 rep. 1 min DS: 6 min DD: 6 min | Pre - 48h. - 72h. | ROM | ROM ↑ con los 3 TTO. Fue > el ↑ FR. |
| Monteiro et al., 2016 | Experimental aleatorio controlado. | 27,7 ± 3,56 | F (n=25) | FR: 60s - 90s - 120s CON | Pre - post | Resistencia a la fatiga. | resistencia a la fatiga fue >CON que para FR y > resistencia a la fatiga para FR 60 que FR 120 |
| Markovic et al., 2015 | Experimental aleatorio | | M (n=20) | FR: 2min FAT: 2 min | Pre - post - 24h. | ROM | Ambos TTO. ↑ ROM >ganancia con FAT. A las 24 h. solo FAT. |
| Karlik et al., 2015 | Experimental aleatorio | 20 ± 1,5 | M (n=14) F (n=19) | FR: 2 series de 30s FR: 4 series de 30s | Pre - post | ROM | FR no ↑ ROM |
| Škarabot et al., 2015 | Experimental aleatorio cruzado | 15,3 ± 1,0 | M (n=6) F (n=5) | SS: 3 series 30s FR: 3 series 30s FR + SS: 3 series 30s | Pre - post - 10 min 15 min- 20 min | ROM | FR no ↑ el ROM SI ↑ ROM el FR + SS |
| Mohr et al., 2014 | Experimental aleatorio cruzado | 22,00 ± 3,80 | M (n=40) | FR 3 rep. 1 min SS 3 rep. de 1 min FR + SS 3 rep. 1 min CON 3 rep de 1 min | Pre - post intervención | ROM | ↑ ROM con FR y SS, >aumento con FR + SS. |
| Peacock et al., 2014 | Experimental aleatorio cruzado | | M (n=11) | DYN DYN + FR | Pre - post | agilidad, fuerza y velocidad | FR ↑ la agilidad, fuerza y velocidad. ↑ el rendimiento |
| Macdonald et al., 2014 | Experimental aleatorio controlado. | 25,1 | M (n=20) | FR: 20 min CON: 20 min | Pre - 24h. - 48h. - 72h. | PPT - ROM, fuerza de contracción máxima - VJ y contracción máxima ? a las 48h. | ↓ PPT y ↑ ROM. |
| Healey et al., 2014 | Experimental aleatorio | 21,75 | M (n=13) F (n=13) | Calentamiento + FR Calentamiento | Pre - post | VJ, agilidad y fuerza isométrica | FR no mejoró ninguna variable |
| Macdonald et al., 2013 | Experimental aleatorio controlado. | 22,3 ± 3,8 | M (n=11) | FR: 1 min CON: 1 min | Pre - 2 min - 10 min | ROM - EMG | FR ? ROM. Sin diferencias las demás variables. |

CYC: bicicleta estática; DRT: Tiempo de reacción; EMG: Eficiencia neuromuscular; MVIC: Fuerza máxima contracción isométrica; PPT: umbral del dolor; SS: estiramiento estático; DS: estiramiento dinámico; NM: neurodinamia; MIVF: Fuerza voluntaria isométrica máxima; SmO2: saturación de oxígeno; DYN: calentamiento dinámico; SJ: Salto sin contramovimiento; DJ: salto desde cajón; SP: Sprint; FAT: técnica de presión fascial; RSI: índice de fuerza reactiva; CMJ: salto en contramovimiento; ROM: rango de movimiento; FR: foam roller; CON: control; TTO: tratamiento; F: Mujeres; H: Hombres.

la densidad del FR.

Respecto a la variable PPT, se incluyeron 6 estudios, donde muestran casi unanimidad en la dirección de los resultados, observándose mejoras significativas en el PPT tras aplicación de FR exceptuando el estudio de Fleckenstein, Wilke, Vogt, & Banzer, (2017) en el cual no mostró diferencias significativas.

En el caso del CMJ aparece controversia debido a que se encuentran 10 artículos de los cuales 6, no mostraron mejoras en el aumento de la altura del salto (Baumgart, et al., 2019; Healey, Hatfield, Blanpied, Dorfman, & Riebe, 2014; Junker & Stöggel, 2015; Phillips, et al., 2018; Romero-Moraleda, et al., 2019). Mientras que varios estudios sí observan diferencias significativas entre el pre y post. El estudio de Richman, et al. (2018) mejora el CMJ y salto vertical sin contramovimiento (SJ). En el caso de Macdonald, et al. (2014), aumentó significativamente cuando es utilizado para la recuperación post-DOMS a las 48h. El estudio de Smith, Pridgeon, & Hall, (2018) también mostró un aumento en el CMJ y el estudio de Giovanelli, et al. (2018) obtiene una mejora en CMJ y SJ tanto inmediatamente después del tratamiento como a las 3h.

Con respecto a la agilidad encontramos cuatro artículos donde vuelve a existir diferentes resultados debido a que Peacock, Krein, Silver, Sanders, & von Carlowitz, (2014) y Phillips, et al. (2018) mostraron una disminución en el tiempo del test de agilidad con una aplicación de FR de 1 min. Sin embargo, con una dosis de tratamiento de 5 min no obtuvieron ningún cambio en la variable agilidad (Healey, et al., 2014; Richman, et al., 2018)

En el caso de la fuerza se incluyeron 9 artículos, de los cuales, 3 estudios mostraron aumento significativo de la fuerza (Behara & Jacobson, 2017; Lee, Chu, Lyu, Chang, & Chang, 2018; Peacock, et al., 2014). En cambio, Monteiro, et al. (2017a) nos muestra que a mayor tiempo de aplicación de FR, mayor es la disminución de fuerza. En MVIC se incluyen cuatro estudios donde existe controversia en las conclusiones obtenidas. Los estudios de Junker & Stöggel, (2015) y Healey, et al. (2014) no mostraron cambios para este variable, mientras que el estudio de Fleckenstein, et al. (2017) mostró una disminución significativa de fuerza y los estudios de Romero-Moraleda, et al. (2017) y Macdonald, et al., (2014) muestran un aumento de la fuerza a las 48 h. post DOMS.

En los estudios donde evalúan la variable de velocidad, como es el caso del estudio de Behara & Jacobson, (2017) no observaron cambios significativos, sin embargo, los resultados obtenidos por Giovanelli, et al., (2018) y Peacock, et al. (2014) mostraron un aumento significativo en esta variable.

Discusión

El objetivo de esta revisión sistemática fue analizar la evidencia científica del FR y observar si su uso en el calentamiento o su empleo posterior al ejercicio mejora el ROM, el umbral del dolor y/o el rendimiento deportivo. Como principales hallazgos resumidos en esta revisión sistemática: en el caso del ROM encontraron en la mayoría de estudios que, la aplicación del FR obtuvo un efecto positivo, por otro lado en la variable PPT observaron que tras la aplicación de FR se produjo una mejora significativa casi en la totalidad de los estudios encontrados. En el caso de las variables de rendi-

miento (agilidad, fuerza, MVIC y velocidad) encontramos controversia para poder concluir si se obtiene un efecto positivo.

Rango de movimiento (ROM)

Para la variable ROM, la evidencia científica muestra una tendencia de que el uso del FR tanto en el calentamiento como en la recuperación produce una mejora significativa de esta variable.

El estudio de Aune, et al. (2019) mostró un incremento de 3.4° (9%) en la flexión plantar de tras ser aplicado 3 series de 60 seg en los gastrocnemios, este efecto se mantuvo hasta los 30 min, sin embargo, a las 24h. el ROM disminuyó presentando aún así una mejora de 2.5° respecto al baseline. En este otro estudio nos mostraron un aumento en el ROM de tobillo con una aplicación de 1 min en gastrocnemios de 0.48 ± 0.77 cm en test knee to wall distance (Somers, et al. 2019). Otro estudio mostró un incremento de 7.8° (15%) en el ROM de cadera con una aplicación de 5 series de 1 min en cuádriceps tras la aparición de DOMS (Romero-Moraleda, et al., 2019). En otro trabajo se observó un aumento de 8° el ROM en rodilla tras haber aplicado 2 min en cuádriceps sin que hubiesen diferencias en la densidad del FR (Cheatham, Stull, & Kolber, 2019). En el caso de Phillips et al. (2018) mostraron un aumento de 9° (16,4%) en el ROM de tobillo respecto al grupo control con una aplicación de 5 min y un aumento de 7° (12,5%) con la aplicación de 1 min (Phillips, et al., 2018). Este estudio nos muestra una mejora de 9,3% en la distancia alcanzada en sit and reach tras la aplicación de 3 series por 30 segundos en glúteo, isquiosurales, cuádriceps y gastrocnemios. Ese efecto se observó sólo justo tras el tratamiento respecto al grupo control (Smith, et al., 2018). Tras una aplicación de 2 series de 10 repeticiones en el gemelo se observó un aumento en los grados de dorisflexión de tobillo de 4.5 y 4.4 para la pierna dominante y no dominante, respectivamente. Con esa misma aplicación, pero en isquiosurales, se observaron mejoras de 3.9 y 4.4° de flexión de cadera. (de Souza, et al., 2019). Al analizar el estudio de Behara & Jacobson, (2017) se muestra un incremento del 15,6% en el ROM de cadera con una intervención de 1 min de FR en cada grupo muscular siendo un total de 8 min (glúteos, cuádriceps, isquiosurales, gastrocnemios) (Behara & Jacobson 2017). El estudio de Rios Monteiro et al. (2017) mostró un aumento en cadera con un tratamiento 90 seg y 120 seg, mientras que en las aplicaciones de 30 y 60 seg no encontró diferencias significativas (Monteiro, et al., 2016). Por otro lado, la aplicación de 3 series de 30 segundos sobre cuádriceps e isquiosurales modificó en $11.17 \pm 7.22^\circ$ el ROM en test de Thomas modificado y 3.88 ± 3.77 cm para test de sit and reach (Su, et al., 2017). Los resultados obtenidos en el estudio de Markovic, (2015) presentaron un aumento del ROM de cadera y rodilla del 5 y 7% tras la aplicación de 2 min de FR en cuádriceps e isquiosurales. Con un tratamiento de 3 series de 1 min en isquiosurales, mostraron un aumento en el ROM de rodilla (Mohr, Long, & Goad, 2014). En el estudio de Macdonald, et al., (2014), tras la aplicación de un ejercicio intenso para provocar DOMS, obtuvieron una mejora del 8% en rodilla, a las 24 y a las 48h. y un 11% a las 72h., con una aplicación de un total de 20 min en isquiosurales y cuádriceps. En otro estudio encontramos un aumento del ROM en rodi-

lla del 12,7% a los 2 min y un 10,3% a los 10 min con una aplicación de 1 min en cuádriceps (MacDonald, et al., 2013). Por otro lado, estas investigaciones no mostraron mejoras respecto al grupo control, con una aplicación de 30 seg para cada grupo muscular (glúteos, flexores de cadera, cuádriceps, bandas iliotibiales (IT), aductores y gastrocnemios) (D'Amico & Paolone, 2017). El análisis de Couture, Karlik, Glass, & Hatzel, (2015) no muestra una mejoría del ROM de rodilla ya sea para una aplicación de 2 series de 10 seg o 4 series de 30 seg en isquiosurales Al igual que el estudio anterior no encontraron ninguna diferencia significativa respecto al grupo control en ROM de tobillo con un tratamiento de 3 series de 30 seg en gastrocnemios (Škarabot, Beardsley, & Štirn, 2015). Esto indica que se necesita una dosis mínima necesaria de al menos un minuto para conseguir mejoras en el ROM.

Dolor: umbral de dolor a la presión y escala visual analógica

Para el PPT y VAS la evidencia científica muestra una tendencia a que el uso del FR tanto en el calentamiento como en la recuperación produce una mejora significativa de esta variable. Con respecto al PPT y VAS se han recogido 6 artículos. El estudio de Romero-Moraleda, et al. (2019) muestra una disminución del 37,5% en la escala VAS y un 14,1% en PPT con una aplicación de 5 series de 1 min en cuádriceps tras provocar DOMS con ejercicio de sobrecarga excéntrica provocado con polea isoinercial. Otro estudio mostró un beneficio del 18,4% en PPT con un tratamiento de 2 min en cuádriceps (Cheatham & Stull, 2018). Con un tratamiento de 90 seg en gastrocnemios encontraron una disminución de 2,6 puntos en PPT (Wilke, et al., 2018). En este trabajo (Romero-Moraleda, et al., 2017) se observó una disminución de 3,5 puntos en la VAS tras una aplicación de 5 series de 1 min en cuádriceps en participantes a los que le provocaron DOMS a través de 5 series de 20 saltos desde cajón. En el estudio de Macdonald, et al. (2014), los sujetos obtuvieron una mejoría a las 24h. del 19% a las 48h. del 16% de PPT tras provocar daño muscular, con un tratamiento de 20 min Por otro lado Fleckenstein, et al. (2017) no mostró ninguna mejoría respecto al PPT, debido posiblemente a que a los participantes no se les provocó dolor muscular con ejercicio intenso.

Variables neuromusculares: Salto contra-movimiento, squat jump, agilidad, fuerza y máxima contracción isométrica voluntaria.

Para la variable CMJ, la evidencia científica muestra controversia en el uso del FR tanto en el calentamiento como en la recuperación. El estudio de Richman, et al. (2018) observó un aumento significativo en SJ del 4,7% y en CMJ del 6,4% con una aplicación de 30 seg para cada grupo muscular (cuádriceps, flexores de cadera y aductores). Por otro lado, un tratamiento de 20 min en total (cuádriceps, isquiosurales y gastrocnemios) mostró una mejoría del 5,6% (Smith, et al., 2018). En el estudio de Giovanelli, et al. (2018) obtuvieron una mejoría del 7,9% justo después del tratamiento y de un 8,7% a las 3h, del tratamiento. En la línea de los anteriores encontraron un aumento del 6% en la altura del salto a las 48h. del tratamiento de 20 min de aplicación (Macdonald, et al., 2014). En cambio, otros estudios no mostraron ningún cambio significativo (Baumgart, et al., 2019; Healey, et al.,

2014; Junker & Stöggel, 2015; Phillips, et al., 2018; Romero-Moraleda, et al., 2019). Además Phillips, et al. (2018) mostró una disminución con un tratamiento de 5 min en gastrocnemios y cuádriceps.

Para las variables de rendimiento: agilidad, fuerza, MVIC y velocidad, la evidencia científica no ha mostrado que el uso del FR tanto en el calentamiento como en la recuperación tras ejercicio intenso produzca una mejora significativa de estas variables.

Agilidad

El estudio de Phillips, et al. (2018) mostró un ligero cambio después de aplicar el FR 1 min en gastrocnemios y cuádriceps, pero con la aplicación de 5 min en los mismos músculos se observó una disminución del rendimiento, aumentando el tiempo del test. En este otro estudio, mostraron un aumento significativo con un tratamiento de 5 series de 30 seg en los músculos cuadrado lumbar, glúteos, isquiosurales y gastrocnemios (Peacock, et al., 2014). En cambio en los otros dos estudios incluidos donde miden la variable agilidad no obtuvieron ningún cambio significativo (Healey, et al., 2014; Richman, et al., 2018).

Fuerza

El estudio de Lee, et al. (2018) mostró un cambio significativo de un 33% de mejora en el torque máximo de extensión de rodilla medido con isocinético tras una aplicación de 6 min Del mismo modo, Behara & Jacobson, (2017) mostraron incrementos en el pico de torque isométrico durante la extensión de rodilla con una intervención de menor volumen (1 min) aplicada a diferentes grupos musculares. (glúteos, cuádriceps, isquiosurales, gastrocnemios). Peacock, Krein, Silver, Sanders, & Von Carlowitz, (2014) obtuvo un aumento del 6% en la 1RM, en cambio, Monteiro, et al. (2017b) encontró que cuanto más tiempo de aplicación de FR mayor fue la disminución de la fuerza medida a través de número de repeticiones de extensión de rodilla con una carga de 10RM.

En cuanto a la variable máxima contracción isométrica voluntaria, el único estudio que mostró un aumento significativo fue el de Romero-Moraleda, et al. (2017), con un 7,31% de mejoría con la aplicación de 5 series de 1 min en el recto anterior del cuádriceps. El resto de investigaciones no presentan mejoras significativas en la MVIC (Fleckenstein, et al., 2017; Healey, et al., 2014; Junker & Stöggel, 2015).

Velocidad

Según el estudio de Giovanelli, et al. (2018) se da un aumento del 38,9% con una aplicación del 16 min en total. Los demás estudios encontrados sobre esta variable no obtuvieron ningún cambio significativo (Behara & Jacobson, 2017; Peacock, et al., 2014). Para estas variables, la dosis de aplicación podría tener un efecto contraproducente pudiendo provocar una disminución en el rendimiento cuanto mayor es el tiempo de aplicación.

Conclusión

En esta revisión podemos concluir que la literatura científica apoya que la utilización del FR tras el entrenamiento tiene un efecto positivo en la ganancia de ROM. En el caso

del dolor medido a través de PPT y del VAS podemos confirmar que existe una disminución de la percepción de dolor tras el tratamiento de FR. Sin embargo, en el caso de las variables neuromusculares (fuerza, velocidad y agilidad) los diferentes estudios muestran controversia para determinar si existe una mejora significativa en estas variables tras la aplicación de FR. Su aplicación en el calentamiento no ha mostrado tener un efecto sobre el incremento del rendimiento deportivo.

Aplicaciones prácticas

La utilización de esta herramienta en el ámbito deportivo puede ser un buen complemento para optimizar la mejora aguda del ROM y para provocar un efecto analgésico. Sin embargo, su utilización en el calentamiento con el fin de mejorar las variables neuromusculares no ha mostrado respaldo científico suficiente para recomendar su aplicación. Además, es necesario tener en cuenta la dosis de aplicación así como la técnica, la cual debería ser supervisada por un profesional.

Referencias

- Aune, A. A. G., Bishop, C., Turner, A. N., Papadopoulos, K., Budd, S., Richardson, M., & Maloney, S. J. (2019). Acute and chronic effects of foam rolling vs eccentric exercise on ROM and force output of the plantar flexors. *Journal of Sports Sciences*, 37(2), 138–145. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1486000>
- Baumgart, C., Freiwald, J., Kühnemann, M., Hotfiel, T., Hüttel, M., & Hoppe, M. (2019). Foam Rolling of the Calf and Anterior Thigh: Biomechanical Loads and Acute Effects on Vertical Jump Height and Muscle Stiffness. *Sports*, 7(1), 27. <https://doi.org/10.3390/sports7010027>
- Beardsley, C., & Škarabot, J. (2015). Effects of self-myofascial release: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(4), 747–758. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.08.007>
- Behara, B., & Jacobson, B. H. (2017). Acute Effects of Deep Tissue Foam Rolling and Dynamic Stretching on Muscular Strength, Power, and Flexibility in Division I Linemen. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 888–892. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001051>
- Cardoso Ribeiro, C., Gómez-Conesa, A., & Hidalgo Montesinos, M. D. (2010). Metodología para la adaptación de instrumentos de evaluación. *Fisioterapia*, 32(6), 264–270. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2010.05.001>
- Cheatham, S. W., & Stull, K. R. (2018). Comparison of three different density type foam roller on knee range of motion and pressure pain threshold: a randomized controlled trial. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(3), 474–482. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30038833> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC6044602>
- Cheatham, S. W., Stull, K. R., & Kolber, M. J. (2019). Comparison of a Vibration Roller and a Nonvibration Roller Intervention on Knee Range of Motion and Pressure Pain Threshold: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Sport Rehabilitation*, 28(1), 39–45. <https://doi.org/10.1123/jsr.2017-0164>
- Couture, G., Karlik, D., Glass, S. C., & Hatzel, B. M. (2015). The Effect of Foam Rolling Duration on Hamstring Range of Motion. *The Open Orthopaedics Journal*, 9(1), 450–455. <https://doi.org/10.2174/1874325001509010450>
- D'Amico, A., & Paolone, V. (2017). The Effect of Foam Rolling on Recovery Between two Eight Hundred Metre Runs. *Journal of Human Kinetics*, 57(1), 97–105. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0051>
- de la Cámara, M., Valcarce Torrente, M., & Veiga, Ó. (2019). Encuesta Nacional de Tendencias de Fitness en España para el Año 2020 (National Survey of Fitness Trends in Spain for 2020). *Retos*, 37(37), 434–441.
- de Souza, A., Sanchotene, C. G., Lopes, C. M. da S., Beck, J. A., da Silva, A. C. K., Pereira, S. M., & 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. <https://doi.org/10.1123/jsr.2017-0114>
- Fleckenstein, J., Wilke, J., Vogt, L., & Banzer, W. (2017). Preventive and Regenerative Foam Rolling are Equally Effective in Reducing Fatigue-Related Impairments of Muscle Function following Exercise. *Journal of Sports Science & Medicine*, 16(4), 474–479.
- Giovanelli, N., Vaccari, F., Floreani, M., Rejc, E., Copetti, J., Garra, M., ... 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. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0142>
- Healey, K. C., Hatfield, D. L., Blanpied, P., Dorfman, L. R., & Riebe, D. (2014). *The effects of Myofascial Release With Foam Rolling on Performance*. 28(1), 61–68.
- Hodgson, D. D., Lima, C. D., Low, J. L., & 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), 835–845. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30276016> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC6159503>
- Junker, D. H., & Stöggel, T. L. (2015). The Foam Roll as a Tool to Improve Hamstring Flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(12), 3480–3485. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001007>
- Lee, C.-L., Chu, I.-H., Lyu, B.-J., Chang, W.-D., & Chang, N.-J. (2018). Comparison of vibration rolling, nonvibration rolling, and static stretching as a warm-up exercise on flexibility, joint proprioception, muscle strength, and balance in young adults. *Journal of Sports Sciences*, 36(22), 2575–2582. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1469848>
- Macdonald, G. Z., Button, D. C., Drinkwater, E. J., & Behm, D. G. (2014). Foam rolling as a recovery tool after an intense bout of physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(1), 131–142. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182a123db>
- MacDonald, G. Z., Penney, M. D. H. H., Mullaley, M. E., Cuconato, A. L., Drake, C. D. J. J., Behm, D. G., & Button,

- D. C. (2013). An acute bout of self-myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 812–821. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825c2bc1>
- Markovic, G. (2015). Acute effects of instrument assisted soft tissue mobilization vs. foam rolling on knee and hip range of motion in soccer players. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(4), 690–696. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.04.010>
- Mohr, A. R., Long, B. C., & 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. <https://doi.org/10.1123/JSR.2013-0025>
- Monteiro, E. R., Cavanaugh, M. T., Frost, D. M., & Novaes, J. da S. (2016). Is self-massage an effective joint range-of-motion strategy? A pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.10.003>
- Monteiro, E. R., Škarabot, J., Vigotsky, A. D., Brown, A. F., Gomes, T. M., & Novaes, J. da S. (2017a). Acute effects of different self-massage volumes on the FMS™ overhead deep squat performance. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(1), 94–104. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28217420> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5294950>
- Monteiro, E. R., Škarabot, J., Vigotsky, A. D., Brown, A. F., Gomes, T. M., & Novaes, J. da S. (2017b). Maximum repetition performance after different antagonist foam rolling volumes in the inter-set rest period. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(1), 76–84.
- Peacock, C. A., Krein, D. D., Silver, T. A., Sanders, G. J., & von Carlowitz, K. P. A. (2014). An acute bout of self-myofascial release in the form of foam rolling improves performance testing. *International Journal of Exercise Science*, 7(3), 202–211.
- Phillips, J., Diggin, D., King, D. L., & Sforzo, G. A. (2018). Effect of Varying Self-myofascial Release Duration on Subsequent Athletic Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002751>
- Richman, E. D., Tyo, B. M., & Nicks, C. R. (2018a). Combined Effects of Self-Myofascial Release and Dynamic Stretching on Range of Motion, Jump, Sprint, and Agility Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002676>
- Richman, E. D., Tyo, B. M., & Nicks, C. R. (2018b). Combined Effects of Self-Myofascial Release and Dynamic Stretching on Range of Motion, Jump, Sprint, and Agility Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002676>
- Romero-Moraleda, B., González-García, J., Cuéllar-Rayó, Á., Balsalobre-Fernández, C., Muñoz-García, D., & Morencos, E. (2019). Effects of Vibration and Non-Vibration Foam Rolling on Recovery after Exercise with Induced Muscle Damage. *Journal of Sports Science & Medicine*, 18(1), 172–180.
- Romero-Moraleda, B., La Touche, R., Lerma-Lara, S., Ferrer-Peña, R., Paredes, V., Peinado, A. B., & Muñoz-García, D. (2017). Neurodynamic mobilization and foam rolling improved delayed-onset muscle soreness in a healthy adult population: a randomized controlled clinical trial. *PeerJ*, 5, e3908. <https://doi.org/10.7717/peerj.3908>
- Škarabot, J., Beardsley, C., & Štirn, I. (2015). Comparing the effects of self-myofascial release with static stretching on ankle range-of-motion in adolescent athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(2), 203–212. Retrieved from <http://libproxy.unitec.ac.nz:2048/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=112626125&site=ehost-live&scope=site>
- Smith, J. C., Pridgeon, B., & Hall, M. C. (2018). Acute Effect of Foam Rolling and Dynamic Stretching on Flexibility and Jump Height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(8), 2209–2215. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002321>
- Somers, K., Aune, D., Horten, A., Kim, J., & Rogers, J. (2019). Acute Effects of Gastrocnemius/Soleus Self-Myofascial Release vs. Dynamic Stretching on Closed Chain Dorsiflexion. *Journal of Sport Rehabilitation*, 1–28. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0199>
- Su, H., Chang, N.-J., Wu, W.-L., Guo, L.-Y., & Chu, I.-H. (2017). Acute Effects of Foam Rolling, Static Stretching, and Dynamic Stretching During Warm-ups on Muscular Flexibility and Strength in Young Adults. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26(6), 469–477. <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0102>
- Wilke, J., Vogt, L., & Banzer, W. (2018). Immediate effects of self-myofascial release on latent trigger point sensitivity: a randomized, placebo-controlled trial. *Biology of Sport*, 35(4), 349–354. <https://doi.org/10.5114/biolspor.2018.78055>

