



Cejudo, A.; Izzo, R.; Ruiz-López, P.A.; Sainz de Baranda, P. (2021). Efecto agudo de Foam-Rolling de corta duración sobre el rango de movimiento del tobillo en estudiantes físicamente activos. *Journal of Sport and Health Research*. 13(1): 139-152.

Original

## EFECTO AGUDO DE FOAM-ROLLING DE CORTA DURACIÓN SOBRE EL RANGO DE MOVIMIENTO DEL TOBILLO EN ESTUDIANTES FÍSICAMENTE ACTIVOS

## ACUTE EFFECT OF SHORT-DURATION FOAM-ROLLING ON THE RANGE OF MOVEMENT OF THE ANKLE IN PHYSICALLY ACTIVE ADULTS

Cejudo, A.<sup>1</sup>; Izzo, R.<sup>2</sup>; Ruíz-López, P.A.<sup>3</sup>; Sainz de Baranda, P.<sup>4</sup>

<sup>1,4</sup> *Grupo de Investigación Aparato Locomotor y Deporte. Departamento de Actividad Física y Deporte. Facultad de Ciencias del Deporte. Campus de Excelencia Mare Nostrum. Universidad de Murcia (España).*

<sup>2</sup> *Facoltà di Scienze Motorie. Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo" (Italy).*

<sup>3</sup> *Centro de entrenamiento Trinum. Murcia (España).*

Correspondence to:

**Sainz de Baranda, P.**

Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia  
C/Argentina s/n, 30720. Santiago de la Ribera-San Javier (Murcia).  
868 88 8500

[psainzdebaranda@um.es](mailto:psainzdebaranda@um.es)

*Edited by: D.A.A. Scientific Section  
Martos (Spain)*



Received: 27/10/2019

Accepted: 16/03/2020



## RESUMEN

**Introducción.** La auto-liberación miofascial es una intervención popularmente utilizada por los profesionales de la rehabilitación, el acondicionamiento físico y el deporte para favorecer la recuperación post-lesión y el rendimiento físico-técnico deportivo. Diferentes estudios han demostrado la eficacia del efecto agudo del foam-rolling (FR) con duraciones muy amplias (80-180 s) sobre el incremento de la extensibilidad muscular en el calentamiento. Sin embargo, no se ha encontrado ningún trabajo que analice el efecto agudo con una duración más real del contexto físico-deportivo sobre el sóleo. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto agudo de un protocolo corto de FR sobre la extensibilidad del sóleo en estudiantes físicamente activos.

**Material y métodos:** Treinta y uno adultos físicamente activos (edad:  $22,7 \pm 1,8$  años; peso:  $73,6 \pm 11,6$  kg; altura:  $1,76 \pm 0,09$  cm). En la pierna dominante de los participantes fue aplicado el protocolo FR (1 x 30 s), mientras que la pierna no dominante fue designada como grupo control. El rango de movimiento (ROM) de dorsi-flexión del tobillo para el sóleo de ambas extremidades fue valorado antes e inmediatamente después de la intervención de FR siguiendo la metodología de protocolo ROM-SPORT. Se aplicó una prueba t-test student para observar posibles diferencias entre la pre- y post-intervención de FR. Se calculó la magnitud del tamaño del efecto de Cohen de todos los resultados, y la magnitud del efecto fue interpretado de acuerdo con los criterios de Hopkins, Marshall, Batterham & Hanin (2009).

**Resultados.** El aumento promedio del grupo FR fue de  $3^\circ$  con un tamaño del efecto moderado ( $p=0,000$ ;  $d=0,66$ ). El grupo control mostró un aumento significativo de  $0,8^\circ$  ( $p=0,036$ ), pero el tamaño del efecto fue trivial ( $d=0$ ).

**Conclusiones.** Los resultados sugieren que 30 s de FR es una estrategia real y efectiva para aumentar la extensibilidad del sóleo y el rango de movimiento de dorsi-flexión del tobillo durante el calentamiento.

**Palabras clave:** Flexibilidad, Dorsi-flexión del tobillo, auto-liberación miofascial, rendimiento físico.

## ABSTRACT

**Introduction.** Myofascial self-release is a common technique used by rehabilitation, physical conditioning and sports professionals to improve post-injury recovery and physical and technical sports performance. Different studies have shown the effectiveness of the Foam-Rolling (FR) acute effect with very long periods (80-180 s) on the increase of the muscle extensibility when warming up. However, no research work has been found on the analysis of the acute effect on the soleus muscle with a more realistic duration in the fitness and sport context.

The objective of this study was to determine the acute effect of a short protocol of FR on the soleus muscle extensibility in physically active students.

**Material and methods:** Thirty-one physically active adult students (age:  $22.7 \pm 1.8$  years; weight:  $73.6 \pm 11.6$  kg; height:  $1.76 \pm 0.09$  cm) who exercised regularly at least three times a week for 45 minutes per session. A (1 x 30 s) FR protocol was applied onto the dominant leg of the participants while the non-dominant leg was used as the control group. The ankle dorsiflexion movement range for the soleus muscle in the two legs was assessed before and immediately after FR application according to the ROM-SPORT protocol and methodology. Student's t-test was run to observe any eventual difference between pre and post-application of FR. The Cohen effect size of all the results obtained was calculated, and the magnitude of the effect was interpreted according to the Hopkins, Marshall, Batterham & Hanin (2009) criteria.

**Results:** There was an average increase of the FR group of  $3^\circ$  with moderate effect size magnitude ( $p=0.000$ ;  $d=0.66$ ). An increase of  $0.8^\circ$  ( $p=0.036$ ) in the control group was observed, though the effect size magnitude was not relevant ( $d=0.00$ ).

**Conclusions.** Results suggest that 30 s of foam-rolling is a real and effective strategy to increase the extensibility of the soleus muscle and the ankle dorsiflexion movement range during the warm up.

**Keywords:** Flexibility, ankle dorsiflexion, self-massage, physical performance.



## INTRODUCCIÓN

La limitación del rango de movimiento (ROM) de la dorsi-flexión del tobillo perjudica de manera importante la ejecución técnica y el rendimiento en la sentadilla profunda (Kim et al., 2015), sentadilla tradicional (Conradsson, Fridén, Nilsson-Wikmar, & Ang, 2010) y sentadilla unilateral (Mauntel et al., 2013). En este sentido, estudios previos han encontrado movimientos de compensación en el plano frontal o transversal como la pronación del pie (Dill et al., 2014; Lack et al., 2014), la rotación interna de la pierna (Dill et al., 2014), la rotación interna y aducción del muslo (Bell-Jenje et al., 2016; Wyndow et al., 2016) o descenso hemipélvico (Rabin & Kozol, 2010; Rabin, et al., 2014), que converge a un valgo de rodilla (Dill et al., 2014; Macrum et al., 2012; Malloy et al., 2015; Rabin & Kozol, 2010; Rabin, et al., 2014; Rabin, Portnoy, & Kozol, 2016; Wyndow et al., 2016) por la restricción en el ROM del tobillo. Consecuentemente, éstas desalineaciones de la extremidad inferior predisponen a un inadecuado mecanismo del aterrizaje (Fong et al., 2011; Mason-Mackay, Whatman, & Reid, 2017) o una ineficaz absorción de fuerzas por parte del tendón de Aquiles tras un salto (Whitting, Steele, McGhee, & Munro, 2011). De esta forma, puede justificarse parcialmente la asociación encontrada entre la limitada dorsi-flexión del tobillo (valorada con la rodilla en flexión) y el esguince de tobillo (Ekstrand & Gillquist, 1982; Pope Herbert & Kirwan, 1998), tendinopatía rotuliana (Malliaras et al., 2006; Backman & Danielson, 2011; Scattone-Silva et al., 2016) y Aquílea (Rabin, Kozol & Finestone, 2014) en la práctica físico-deportiva; también, la limitación del ROM de la dorsi-flexión del tobillo ha sido relacionada con una disminución del rendimiento en tareas motoras como ponerse de pie, la marcha o bajar escaleras (Min-Hyeok & Jae-Seop, 2017; Moseley, Crosbie, & Adams, 2003). Por otro lado, una limitación del ROM de la dorsi-flexión del tobillo ha sido relacionada con un peor equilibrio dinámico postural valorado a través del test Y-balance (Overmoyer & Reiser, 2015; Kang, Lee, Park y Oh, 2015) y con una menor altura en el salto vertical (Faiss, et al., 2010).

Consecuentemente, los profesionales del ejercicio físico y del deporte habitualmente incluyen en el protocolo de calentamiento diferentes tipos de ejercicios (por ejemplo, estiramiento o liberación miofascial) para incrementar la extensibilidad del

tríceps sural, y así prevenir lesiones y optimizar su posterior rendimiento en el entrenamiento y la competición (Bishop & Middleton, 2013; Needham, Morse & Degens, 2009; Swanson, 2006).

La aplicación de ejercicios de estiramiento es el tipo de entrenamiento habitualmente utilizado en el calentamiento para incrementar la extensibilidad muscular (Russell, Decoster & Enea, 2010). Fundamentalmente, la aplicación de las técnicas de estiramiento propias del calentamiento (por ejemplo, estática activa o dinámica) han demostrado efectos agudos positivos en el incremento de la extensibilidad muscular (Ayala, Sainz de Baranda & De Ste Croix, 2012; Bishop & Middleton, 2013; García-Pinillos et al., 2015; Little & Williams, 2006; Chaouachi et al., 2010) y en el rendimiento en el salto vertical, sprint y la agilidad tras incrementar la extensibilidad muscular y el ROM (Bishop & Middleton, 2013; Faigenbaum et al., 2012; Fletcher & Anness, 2007; Little & Williams, 2006). Estos efectos agudos pueden ser atribuidos probablemente al aumento de la temperatura muscular (Bishop, 2003; Faulkner, Ferguson, Gerrett, Hupperets, Hodder, & Havenith, 2013) y la tolerancia al estiramiento más que a cambios en sus propiedades visco-elásticas (Magnusson, 1998; Gajdosik et al., 2007; Laroche et al., 2006; Law, Harvey, Nicholas, Tonkin, De Sousa, & Finnis, 2009).

El foam-rolling (FR) es un método que ha ido creciendo en popularidad en los últimos años, que se plantea como un método adicional al calentamiento o una alternativa a los ejercicios de estiramiento. Este tipo de liberación auto-miofascial ha mostrado ser un prometedor método para mejorar el ROM máximo y la movilidad funcional sin un posterior déficit concomitante del rendimiento (Behm & Wilke, 2019; Cheatham, Kolber, Cain & Lee, 2015) en términos de activación y fuerza muscular (Abels, et al., 2013; Aune et al., 2018; Behara & Jacobson, 2015; Beardsley & Skarabot, 2015; Halperin et al., 2014; Healey et al., 2014; Hodgson, Quigley, Whitten, Reid & Behm, 2017; MacDonald et al., 2013; Madoni, Costa, Coburn & Galpin, 2018; Sullivan et al., 2013), altura de salto (Baumgart, Freiwald, Kuhnemann, Hotfiel, Huttel, Hoppe, 2019; Behara & Jacobson, 2015; Hodgson, Quigley, Whitten, Reid & Behm, 2017; Jones, Coburn & Noffal, 2015), sprint (Miller, Coburn & Brsown, 2019), agilidad (Healey et al.,



2014) y resistencia a la fatiga (Behm, Wiseman & Halperin, 2018). En algunos estudios de investigación, se ha observado que el FR mejora la fuerza (Halperin et al., 2014; Peacock et al., 2014), la potencia (Peacock et al., 2014), la velocidad del sprint (Peacock et al., 2014), la eficiencia neuromuscular durante la zancada (Bradbury-Squires et al., 2015) y la propiocepción de la rodilla (David, Ludwig & Shapiro, 2019). Además, Healey et al. (2014) cree que actúa como posible efecto total de calentamiento, reduciendo consecuentemente el tiempo requerido para esta parte del entrenamiento o de la competición.

En este sentido, diferentes estudios han demostrado la eficacia aguda del FR sobre el incremento de la extensibilidad isquiosural (Souza et al., 2017; Sullivan et al., 2013), cuádriceps (MacDonald et al., 2013), psoas-iliaco (Vigotsky et al., 2015) y tríceps sural (Souza et al., 2017; Škarabot, Beardsley & Štirn, 2015). Sin embargo, la gran mayoría de las investigaciones implementa múltiples series de 30 a 60 s de duración (duraciones totales entre 60 y 180 segundos).

A pesar de la importancia que tiene una adecuada extensibilidad del sóleo, existe limitada evidencia científica sobre el efecto de un protocolo de FR sobre esta musculatura (Souza et al., 2017). Por otro lado, sería interesante conocer si el efecto de la aplicación del FR con una duración más real del contexto fitness y deportivo (30 segundos) es suficiente para inducir supuestos cambios fasciales y musculares (ROM dorsi-flexión del tobillo). Por ello, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto agudo de un protocolo corto de foam-rolling (FR) sobre la extensibilidad del sóleo en estudiantes físicamente activos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Muestra

Un total de treinta y uno adultos jóvenes físicamente activos participaron voluntariamente en este estudio (tabla 1). Los participantes eran alumnos de una Facultad de Ciencias del Deporte, que practicaban ejercicio físico regular al menos tres veces por semana y 45 minutos por sesión atendiendo a las mínimas recomendaciones del American College of Sport Medicine (2011).

Antes de la recolección de datos, los participantes completaron un cuestionario que contenía preguntas sobre sus características antropométricas (edad, masa corporal, estatura e índice de masa corporal); antecedentes físico-deportivos (categoría federativa, experiencia práctica, extremidad dominante); y régimen de entrenamiento (años de experiencia, meses de entrenamiento al año, frecuencia semanal de práctica, horas de práctica de ejercicio físico semanal y diario, ejercicios de estiramiento y carga rutinaria realizada en sus sesiones de entrenamiento diarias).

**Tabla 1.** Datos antropométricos de los 31 adultos jóvenes activos del presente estudio<sup>a</sup>

	Mín	Máx	Hombres	Mujeres	Total
Edad (años)	21	27	22,7±1,7	23,0±2,0	22,7±1,8
Masa corporal (kg) *	47	97	78,3±9,0	59,9±6,2	73,6±11,6
Altura (m) *	1,56	1,92	1,8±0,1	1,6±0,1	1,76±0,09
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	19,3	28,7	24,2±2,0	22,3±2,3	23,7±2,2

<sup>a</sup> Valores expresados como media  $\pm$  desviación estándar; \*: diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,000$ ); IMC: índice de masa corporal; kg: kilogramos; m: metros; Mín: Mínimo; Máx: Máximo.

El criterio de exclusión fue la historia de problemas ortopédicos en el tobillo en los tres meses previos al estudio, porque los síntomas residuales podrían tener un impacto en la competencia habitual del movimiento de los participantes y el ROM del tobillo (López-Valenciano, et al., 2018). Los participantes que presentaron dolor muscular de aparición tardía (agujetas) en el momento de ser evaluado también fueron excluidos por su posible influencia sobre la extensibilidad muscular (McHugh et al., 1999); igualmente se excluyeron a los participantes que no completaron el cuestionario previo o que no completaron la prueba de valoración del ROM tobillo. El presente estudio fue aprobado por el Comité Ético y Científico de la Universidad de Murcia (ID: 1702/2017).

### Diseño experimental

Un diseño de investigación cuasi-experimental de medidas repetidas pretest y posttest fue utilizado para conseguir el objetivo propuesto donde cada



participante ejecutó cada intervención experimental (foam rolling vs control) en diferente extremidad.

### Procedimiento

Una semana antes del inicio del estudio, todos los participantes fueron sometidos a una sesión de familiarización del procedimiento del estudio (teórica y práctica) con el propósito de conocer la correcta ejecución técnica del test ROM y la metodología correcta del uso del FR. Igualmente, otro propósito de esta sesión de familiarización fue la reducción del posible sesgo de aprendizaje sobre los resultados obtenidos en la prueba de valoración. Además, en esta sesión se registró la extremidad dominante de los participantes. La extremidad designada como dominante fue aquella utilizada como preferente en el golpeo a un balón (López-Valenciano, et al., 2018).

El día de la intervención, antes de iniciar la sesión de FR, cada participante se sometió a dos intentos máximos de ROM de dorsi-flexión del tobillo con rodilla flexionada (DFT\_RF) en ambos lados corporales. En orden aleatorio, se llevó a cabo la valoración del ROM DFT\_RF. Posteriormente, los participantes realizaron los 30 s de masaje con el FR únicamente en la extremidad dominante (extremidad no dominante fue utilizada como grupo control) siguiendo las instrucciones de un experto en este método.

La extremidad dominante fue designada como grupo experimental, es decir, recibió la sesión de FR. La extremidad no dominante fue utilizada como grupo control. Fue utilizado un foam roller The Grid Foam Roller (Trigger Point Technologies, Austin, TX, USA) de tipo rígido y rugoso, el cuál es el recomendado para el calentamiento (Ferreira, 2016). FR se realizó en una posición supina mientras se mantenían la pierna en ligera flexión, pero con la musculatura relajada. Se instruyó a los participantes para que impulsaran su cuerpo hacia atrás y hacia adelante entre la fosa poplítea y el tendón de Aquiles, en un movimiento dinámico lento, mientras intentaban focalizar una presión sin dolor (escala subjetiva del dolor, 7-8/10 [Bradbury-Squires et al., 2015; Souza et al., 2017]) del foam roller sobre tríceps sural (Figura 1). El ritmo de desplazamiento sobre el foam roller fue constante a 25 BPM usando un metrónomo electrónico (Metronome Beats APP, versión 2.6.2, Stonekick, St Albans, Reino Unido).

Después de finalizar la intervención, fue valorado nuevamente el ROM DFT\_RF en dos ocasiones al igual que el pretest (Figura 2).

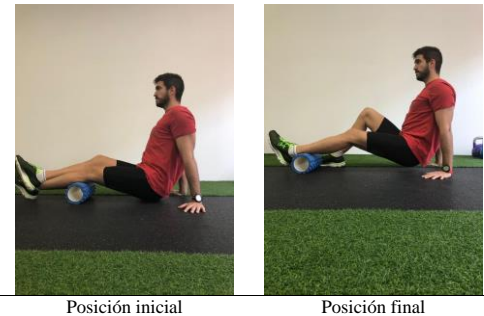


Figura 1. Procedimiento de intervención con foam roller en el foam roller.

### Prueba de valoración

Como variable dependiente se estableció la valoración del ROM DFT\_RF (Figura 2), que forman parte del protocolo ROM-SPORT (Cejudo, 2015). Este ROM fue obtenido en la extremidad dominante y no dominante siguiendo la metodología previamente descrita (Cejudo, Sainz de Baranda, Ayala y Santonja, 2014; Cejudo et al., 2019). Su resultado determinó indirectamente la extensibilidad del sóleo.

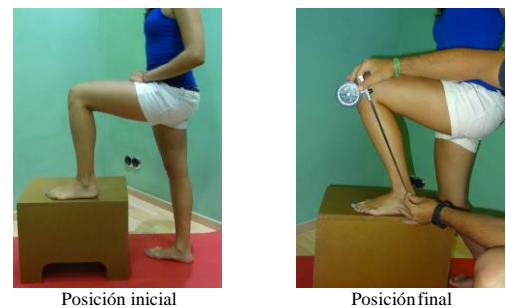


Figura 2. Valoración del rango de movimiento de dorsi-flexión del tobillo con rodilla flexionada para el sóleo siguiendo el protocolo "ROM-SPORT".

La prueba seleccionada ha sido considerada apropiada por las principales Organizaciones Médicas Americanas, Greene & Heckman (1994) y American Medical Association (Gerhardt, Cocchiarella y Lea, 2002), e incluidas en los principales manuales de valoración de músculo-esquelética (Clarkson, 2003; Magee, 2002; Norkin & White, 2006; Palmer & Epler, 2002), basándose en estudios de validez y fiabilidad, en los conocimientos anatómicos y en base a la amplia experiencia clínica y deportiva del equipo investigador. Además, varios



estudios han observado valores de fiabilidad buenos a excelentes para la medida de esta prueba con un rango de variabilidad (Mínimo Cambio Detectable) entre 3, 8° y 5° (Cejudo, Sainz de Baranda, Ayala & Santonja, 2014a; Cejudo, Ayala, Sainz de Baranda & Santonja, 2015a).

Todas las pruebas fueron llevadas a cabo siempre por el mismo examinador bajo unas condiciones ambientales estables para tratar de minimizar la posible influencia de la variabilidad inter-examinador y ritmos circadianos sobre los resultados (Atkinson y Nevill, 1998). Previa a la valoración del ROM, los participantes no realizaron un protocolo de calentamiento con la idea de adecuarse al tiempo disponible de la sesión práctica y simular las condiciones clínicas reales.

Cada participante fue valorado con ropa deportiva y descalzo. De cada medida se realizaron dos valoraciones máximas y la media de ambas se utilizó en el análisis estadístico. Un descanso de 30 segundos fue realizado entre cada lado corporal.

Para la medición del ROM, se utilizó un inclinómetro ISOMED Unilevel (Portland, Oregón) con varilla telescópica extensible (Gerhardt, Cocchiarella & Lea, 2002) y un goniómetro metálico con brazo largo (Baseline® Stainless). Antes de cada sesión de evaluación, el inclinómetro se calibró a 0° con la vertical. El ángulo entre el eje longitudinal del segmento movilizado se registró (siguiendo su bisectriz) con el vertical (Cejudo et al, 2015a). Uno o ambos de los siguientes criterios determinaron el punto final la prueba: (a) un examinador palpa o aprecia algún movimiento de compensación (por ejemplo, pérdida de contacto del talón con el banco o movimiento de valgo del calcáneo) que incrementó el ROM y (b) el participante sintió un estiramiento fuerte pero tolerable, un poco antes de que ocurriera dolor (Cejudo et al., 2015a).

### Análisis estadístico

Previo al análisis estadístico, la distribución normal de los datos fue comprobada a través de la prueba de Shapiro-Wilk. Se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables cuantitativas, que incluía la media y su correspondiente desviación típica, para las medidas ROM DFT\_RF. Además, una prueba t para muestras relacionadas fue empleada para determinar

la existencia de diferencias entre los valores de la extremidad inferior dominante y no dominante. También, se aplicó una prueba t para muestras independientes para observar la existencia de diferencias significativas de las características antropométricas y el ROM DFT\_RF entre hombres y mujeres. Se aplicó una prueba t-test student para observar posibles de diferencias entre pretests y postest en el grupo intervención y grupo control. Además, se calculó el tamaño del efecto de Cohen de todos los resultados, y la magnitud del efecto era interpretado de acuerdo con los criterios de Hopkins, Marshall, Batterham & Hanin (2009). Siguiendo la recomendación de estos expertos, aceptamos la categoría “moderado” como el nivel mínimo de efecto relevante con aplicación práctica en los resultados.

### RESULTADOS

Cuando se analizaron las diferencias de flexibilidad entre ambos lados corporales no se encontraron diferencias significativas ni en los hombres ni en las mujeres en las diferentes medidas ( $p=0,268$  a  $1,000$ ). Los datos aportados por la prueba t para muestras independientes indicaron diferencias significativas según sexo en las variables peso y talla ( $p = 0,000$ ). El mismo análisis no encontró diferencias significativas ni tamaño del efecto en el ROM DFT\_RF (sóleo [ $p=0,136$  a  $0,552$ ;  $d \leq 0,2$ ]).

En la figura 3 se muestran los resultados de la valoración pretests y postest del ROM DFT\_RF valorado, diferenciando el grupo intervención y el grupo control.

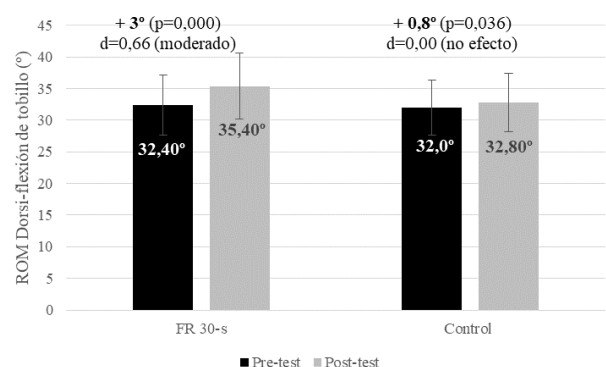


Figura 3. Resultados del efecto de 30 s de FR aplicado sobre el tríceps sural en 31 adultos jóvenes activos. DFT\_RF: Dorsi-flexión del tobillo con rodilla flexionada para el sóleo; FR30-s: Grupo intervención de FR; La magnitud del tamaño del efecto de



la diferencia de medias estandarizada (DME) se interpretó como grande si la DME  $\geq 4$ , extremadamente grande; muy grande de 2-3,9; moderada si 0.6-1,19; pequeña si 0.2-0.59, y ningún efecto determinado si DME  $\leq 0,2$  (Cohen, 1988).

Los resultados del presente estudio observaron un aumento agudo promedio de  $3^\circ$  ( $p=0,000$ ;  $d=0,66$  [moderada]) y  $0,8^\circ$  ( $p=0,036$ ;  $d=0,0$  [trivial]) de ROM DFT\_RF en el grupo intervención y control, respectivamente.

## DISCUSIÓN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto agudo de un protocolo corto de foam-rolling (FR) sobre la extensibilidad del sóleo en estudiantes físicamente activos. Los resultados del presente estudio han demostrado un incremento agudo de la extensibilidad del sóleo a través del ROM DFT\_RF de  $3^\circ$  (8,5%).

A pesar de la corta duración (30 segundos) de la intervención de FR, los resultados del presente estudio coinciden con el intervalo de mejoras obtenidas en otros estudios previos (Bushell et al., 2015; Bradbury-Squires et al., 2015; Markovic, 2015; MacDonald et al., 2013; Souza et al., 2017; Vigotsky et al., 2015). Estos trabajos científicos muestran incrementos angulares entre  $1, 8^\circ$  y  $10^\circ$  en la extensibilidad de diferentes grupos musculares (isquiosural, cuádriceps, psoas-iliaco y sóleo). Una de las diferencias a destacar con nuestro procedimiento en comparación a estos estudios previos es la duración de FR, la cual oscila entre 60-160 segundos. Sin embargo, como se observa en la tabla 2 no se ha encontrado una relación lineal positiva entre la duración aplicada de FR y el incremento en la extensibilidad muscular.

Tabla 2. Comparación de la duración de aplicación de Foam Rolling y el incremento de extensibilidad muscular valorada con tests angulares.

	Músculo	Duración	Incremento de ROM
Vigotsky et al. (2015)	Psoas-iliaco	120 s	$1,8^\circ$
Presente estudio	Soleo	30 s	$3^\circ$
Bushell et al. (2015)	Psoas-iliaco	180 s	$3,7^\circ$
Souza et al. (2017)	Isquiosural	80 o 160 s	$4^\circ$
	Sóleo	80 o 160 s	$5^\circ$
Markovic (2015)	Cuádriceps	120 s	$6,6^\circ$
	isquiosural	120 s	$7^\circ$
Bradbury-Squires et al., 2015		20 s	$8^\circ$
	Cuádriceps	60 s	$10^\circ$
MacDonald et al., 2013	Cuádriceps	120 s	$10^\circ$

Investigaciones previas similares, que han determinado el efecto agudo del FR sobre la extensibilidad muscular mediante tests lineales

encontraron mejoras estadísticamente significativas ( $p<0,05$ ) con valores entre 0,4 y 1,3 cm (Sullivan et al., 2013; Peacock et al., 2014) en el test distancia dedos-planta, y entre 0,4 y 0,8 cm (Škarabot, Beardsley & Štirn, 2015; Halperin et al., 2014) en el test de zancada anterior con autocarga (extensibilidad del sóleo) tras la intervención de FR durante 20/150 segundos y 90 segundos, respectivamente.

La variabilidad del tamaño del incremento de extensibilidad muscular entre los diferentes trabajos científicos puede estar justificada por la diversidad de los métodos descritos en los estudios; por ejemplo, uso o no de calentamiento, diferentes tipo de test de extensibilidad muscular, procedimiento de FR aislado o combinado con estiramiento, tipo de foam roller u otro material de liberación miofascial, tipo de población y su tamaño muestral e intensidad de aplicación (Behm & Wilke, 2019); también, es considerado importante la realización de mínimo dos mediciones pre-intervención para disponer de una válida línea base pretests (Bradbury-Squires et al., 2015), concretamente si existen diferencias superiores al 5% entre ambas medidas.

Estos incrementos de extensibilidad muscular tras el masaje con el foam roller han sido previamente justificados por: 1) el aumento de la circulación local y de la temperatura intramuscular (McKenney et al., 2013; Cheatham, Kolber, Cain & Lee, 2015; Schleip & Muller, 2013), 2) aumento de la tolerancia al estiramiento por sobrecarga de los receptores cutáneos (mismo mecanismo que el estiramiento), que inhibe o minimiza la sensación de dolor (McKechnie et al., 2007), 3) cambios de la viscosidad/compliance de la fascia (propiedades tixotrópica) mediante la estimulación de receptores intersticiales y terminaciones de Ruffini (Paolini, 2009; MacDonald et al., 2013; Schleip, 2003;), 4) disminución del tono muscular tras la estimulación del órgano del tendón de Golgi e inhibición del huso muscular (Schleip, 2003; Clark & Lucett, 2011), y 5) alargamiento de los sarcómeros tras la liberación puntos gatillo miofasciales por medio de la presión del foam roller (Abes, 2013; Kalichman & Ben, 2016).

En el presente estudio también se han encontrado ligeros incrementos significativos en el grupo control con una diferencia entre el pretest y posttest de  $0,8^\circ$ . Este efecto puede estar inducido por el aumento de



temperatura del tríceps sural consecuencia del desplazamiento al laboratorio el día de la sesión de intervención. Sin embargo, este incremento es considerado “clínicamente no relevante” por un tamaño del efecto “trivial” de las diferencias de medias estandarizadas de ROM entre ambas sesiones de valoración al igual que otros trabajos científicos. Siguiendo la clasificación de Hopkins, Marshall, Batterham & Hanin (2009) sólo se puede aceptar nivel mínimo de efecto relevante con aplicación práctica en los resultados al grupo de intervención con FR, al encontrar valores dentro de la categoría moderada.

Las limitaciones del presente estudio incluyen un reducido tamaño muestral, ya que solamente participaron 31 sujetos. Futuras investigaciones deben ir encaminadas a predecir la mejora del rendimiento físico-deportivo con la mejora de la extensibilidad de los diferentes grupos musculares de la extremidad inferior. De la misma manera, sería interesante aplicar el método foam rolling atendiendo a las cadenas fasciales y musculares (Wilke, et al., 2016); así como en combinación con otros componentes del calentamiento.

#### *Aplicación práctica*

Dada la relación encontrada entre la extensibilidad muscular y la mejora de los diferentes componentes del rendimiento físico-deportivo en la literatura científica, debe de considerarse la utilización del método foam rolling de duraciones cortas a amplias en la práctica físico-deportiva. Además, se recomienda combinar con ejercicios de estiramiento estático activos y dinámicos en la rutina de calentamiento. El efecto doble de ambos métodos en sesiones de entrenamiento específicas podrá a ayudar a lograr un perfil de flexibilidad óptimo, ya que es otra estrategia para alcanzar un mayor rendimiento físico-técnico de cualquiera de las actividades fitness o de cualquier deporte (Cejudo et al., 2015; García-Pinillos et al., 2015).

#### **CONCLUSIONES**

Los resultados sugieren que 30s de foam-rolling es una estrategia real y efectiva para aumentar la extensibilidad del sóleo y el rango de movimiento de dorsi-flexión del tobillo durante el calentamiento.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo fue realizado durante la estancia en la Università Degli Studi Di Urbino Carlo Bo (Italia) dentro del Programa Erasmus + durante los meses de Junio y Julio de 2018.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Abels, K.M. (2013). The impact of foam rolling on explosive strength and excitability of the motor neuron pool [Thesis]. The University of Texas at Austin, Texas.
2. American College of Sports Medicine (2011). Position Stand: Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1334-1359.
3. Atkinson, G., & Nevill, A.M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 4, 217-238.
4. Aune, A.A.G., Bishop, C., Turner, A.N., Papadopoulos, K., Budd, S., Richardson, M., et al. (2018). Acute and chronic effects of foam rolling vs eccentric exercise on ROM and force output of the plantar flexors. *Journal of Sports Sciences*, 1-8. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1486000>.
5. Ayala, F.; Sainz de Baranda, P., & De Ste Croix, M. (2012). Stretching in warm-up: Design of routines and their impact on athletic performance. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 12, (46), 349-368. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista46/artestiramiento285.htm>
6. Backman, L. J., & Danielson, P. (2011). Low range of ankle dorsiflexion predisposes for patellar tendinopathy in junior elite basketball players. A 1-Year Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 39 (12), 2626-2633.





7. Baumgart, C., Freiwald, J., Kuhnemann, M., Hotfiel, T., Huttel, M., & Hoppe, M.W. (2019). Foam rolling of the calf and anterior thigh: biomechanical loads and acute effects on vertical jump height and muscle stiffness. *Sports (Basel)*, 7:1. <https://doi.org/10.3390/sport7010027>.
8. Beardsley, C., & Skarabot, J. (2015). Effects of self-myofascial release: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(4), 747-758.
9. Behara, B., & Jacobson, B.H. (2015). The acute effects of deep tissue foam rolling and dynamic stretching on muscular strength, power, and flexibility in division I Linemen. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(4), 888-892. doi: 10.1519/JSC.0000000000001051.
10. Behm, D.G., & Chaouachi, A. (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European Journal of Applied Physiology*, 111(11), 2633-51. doi: 10.1007/s00421-011-1879-2.
11. Behm, D.G.D.C., Wiseman, S., & Halperin, I. (2018). Use of topical analgesic and rolling alone or in combination does not increase flexibility, pain pressure threshold, and fatigue endurance—a repeated-measures randomized, within-subjects, exploratory study. *Journal of Performance Health Research*, 2(1), 19-26.
12. Bell-Jenje, T., Olivier, B., Wood, W., Rogers, S., Green, A., & McKinnon, W. (2016). The association between loss of ankle dorsiflexion range of movement, and hip adduction and internal rotation during a step down test. *Manual Therapy*, 21, 256-61. doi: 10.1016/j.math.2015.09.010.
13. Bishop, D. (2003). Warm-up I. Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine*, 33, 439-454.
14. Bishop, D., & Middleton, G. (2013). Effects of static stretching following a dynamic warm-up on speed, agility and power. *Journal of Human Sport and Exercise*, 8(2), 391-400.
15. Bradbury-Squires, D.J., Nofthall, J.C., Sullivan, K.M., et al. (2015). Roller-massager application to the quadriceps and knee-joint range of motion and neuromuscular efficiency during a lunge. *Journal of Athletic Training*, 50(2), 133-140.
16. Bushell, J.E., Dawson, S.M., & Webster, M.M. (2015). Clinical Relevance of Foam Rolling on Hip Extension Angle in a Functional Lunge Position. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 29(9):2397-403.
17. Cejudo, A., Robles-Palazón, F.J., Ayala, F., De Ste Croix, M., Ortega, E., Santonja, F., Sainz de Baranda, P. (2019). Age-related differences in flexibility in soccer players 8-19 years old. *PeerJ* 7: e6236.
18. Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F. & Santonja, F. (2017). Clasificación de los valores de rango de movimiento de la extremidad inferior en jugadores de fútbol sala. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 6(1), 41-50.
19. Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (2015). Test-retest reliability of seven common clinical tests for assessing lower extremity muscle flexibility in futsal and handball players. *Physical Therapy in Sport*, 16(2), 107-13.
20. Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., y Santonja, F. (2014). A simplified version of the weight-bearing ankle lunge test: Description and test-retest reliability. *Manual Therapy*, 19, 355-359.
21. Chaouachi, A., Castagna, C., Chtara, C., Brugheilly, M., Galy, O., Chamari, A., & Behm, D.G. (2010). Effects of warm-ups involving static or dynamic stretching on agility, sprinting and jumping performance in trained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2001-2011.
22. Cheatham, S.W., Kolber, M.J., Cain, M., & Lee, M. (2015). The effects of self-myofascial release using a foam roll or roller massager on joint range of motion, muscle recovery, and performance: A



- systematic review. *International Journal of Sports and Physical Therapy*, 10, 827-838.
23. Clark, M.A., Lucett, S.C., (2010). *NASM essentials of sport performance training*. UK, Lippincott, Williams and Wilkins.
  24. Clarkson, H.M. (2003). *Proceso evaluativo músculo-esquelético*. Barcelona: Paidotribo.
  25. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (Second Edition). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
  26. Conradsson, D., Fridén, C., Nilsson-Wikmar, L., & Ang, B.O. (2010). Ankle-joint mobility and standing squat posture in elite junior cross-country skiers. A pilot study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50(2), 132-8.
  27. David, E.A.T., Ludwig, K. & Shapiro, S. (2019). The effect of foam rolling of the hamstrings on proprioception at the knee and hip joints. *International Journal of Exercise Science*, 12, 343-54.
  28. De Souza, A., Sanchotene, C. G., da Silva Lopes, C. M., 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. doi:10.1123/jsr.2017-0114
  29. Dill, K.E., Begalle, R.L., Frank, B.S., Zinder, S.M., & Padua, D.A. (2014). Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing-lunge ankle-dorsiflexion range of motion. *Journal of Athletic Training*, 49(6), 723-32. doi: 10.4085/1062-6050-49.3.29.
  30. Faigenbaum, A.D., Kang, J., McFarland, J., Bloom, J.M., Magnatta, J., Ratamess, N.A., & Hoffman, J.R. (2006). Acute effects of different warm-up protocols on anaerobic performance in teenage athletes. *Pediatric Exercise Science*, 17, 64-75.
  31. Faiss, R., Terrier, P., Praz, M., Fuchslocher, J., Gobelet, C., & Deriaz, O. (2010). Influence of initial foot dorsal flexion on vertical jump and running performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(9), 2352-7. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181aff2cc.
  32. Faulkner, S.H., Ferguson, R.A., Gerrett, N., Hupperets, M., Hodder, S.G., & Havenith, G. (2013). Reducing muscle temperature drop after warm-up improves sprint cycling performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45, 359-365.
  33. Ferreira, L. (2016). Influencia de la autoliberación miofascial versus estiramientos estáticos en un programa de entrenamiento de fuerza en miembros inferiores (Tesis Doctoral). Universidad Valencia. España.
  34. Fletcher, I.M., & Anness, R. (2007). The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty-meter sprint performance in track-and-field athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(3), 784-787.
  35. Fong, C. M., Blackburn, J. T., Norcross, M. F., McGrath, M., & Padua, D. A. (2011). Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. *Journal of Athletic Training*, 46, 5-10.
  36. Gajdosik, R.L., Allred, J.D., Gabbert, H.L., & Sonsteng, B.A. (2007). A stretching program increases the dynamic passive length and passive resistive properties of the calf muscle-tendon unit of unconditioned younger women. *European Journal of Applied Physiologic*, 99, 449-454.
  37. García-Pinillos, F., Ruiz-Ariza, A., Moreno Del Castillo, R., & Latorre-Román, P.Á. (2015). Impact of limited hamstring flexibility on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility in young football players. *Journal of Sports Sciences*, 33, 1293-1297.
  38. Gerhardt, J., Cocchiarella, L. & Lea, R. (2002). *The Practical Guide to Range of Motion Assessment*. Chicago: American Medical Association.



39. Greene, W.B. & Heckman (1994). *The clinical Measurement of Joint Motion*. Chicago: American Academy of Orthopaedic Surgeon.
40. Halperin, I., Aboodarda, S.J., Button, D.C., Andersen, L.L., & Behm, D.G. (2014). Roller massager improves range of motion of plantar flexor muscles without subsequent decreases in force parameters. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(1), 92-102.
41. Healey, K.C., Hatfield, D.L., Blanpied, P., Dorfman, L.R., & Riebe, D. (2014). The effects of myofascial release with foam rolling on performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 61-68.
42. Hodgson, D.D., Quigley, P.J., Whitten, J.H.D., Reid, J.C., & Behm D.G. (2017). Impact of 10-minute interval roller massage on performance and active range of motion. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(6), 1512-1523. doi: 10.1519/JSC.0000000000002271.
43. Hopkins, W.G., Marshall, S.W., Batterham, A.M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41, 3-12. doi:10.1249/mss.0b013e31818cb278
44. Jones, A., Coburn, J.W., & Noffal, G.J. (2015). Effects of foam rolling on vertical jump performance. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 3, 38-42.
45. Kalichman, L., & Ben David, C. (2017). Effect of self-myofascial release on myofascial pain, muscle flexibility, and strength: A narrative review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(2), 446-451. doi: 10.1016/j.jbmt.2016.11.006.
46. Kang, M.H., Lee, D.K., Park, K.H., & Oh, J.S. (2015). Association of ankle kinematics and performance on the y-balance test with inclinometer measurements on the weight-bearing-lunge test. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24(1), 62-7. doi: 10.1123/jsr.2013-0117.
47. Kim, S.H., Kwon, O.Y., Park, K.N., Jeon, I.C., & Weon, J.H. (2015). Lower extremity strength and the range of motion in relation to squat depth. *Journal of Human Kinetics*, 7(45), 59-69. doi: 10.1515/hukin-2015-0007.
48. LaRoche, D.P., & Connolly, D.J. (2006). Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. *The American Journal of Sports Medicine*, 34, 1001-1008.
49. Law, R.Y.W., Harvey, L.A., Nicholas, M.K., Tonkin, L., De Sousa, M., & Finnis D.G. (2009). Stretch exercises increase tolerance to stretch in patients with chronic musculoskeletal pain: A randomized controlled trial. *Physical Therapy*, 89(10), 1016-1026.
50. Little, T., & Williams, A.G. (2006). Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20, 203-207.
51. López-Valenciano, A., Ayala F., Vera-Garcia, F.J., De Ste Croix, M., Hernández-Sánchez, S., Ruiz-Pérez, I., Cejudo, A. & Santonja, F. (2018). Comprehensive profile of hip, knee and ankle ranges of motion in professional soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(1), 102-109. doi: 10.23736/S0022-4707.17.07910-5.
52. MacDonald, G.Z., Penney, M.D., Mullaley, M.E., et al. (2013). An acute bout of self-myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 812-821.
53. Macrum, E., Bell, D. R., Boling, M., Lewek, M., & Padua, D. (2012). Effect of limiting ankle-dorsiflexion range of motion on lower extremity kinematics and muscle activation patterns during a squat. *Journal of Sport Rehabilitation*, 21, 144-150.
54. Madoni, S.N., Costa, P.B., Coburn, J.W., Galpin, A.J. (2018). Effects of foam rolling on range of motion, peak torque, muscle activation, and the



- hamstrings-to-quadriceps strength ratios. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(7), 1821-30. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002468>.
55. Magee, D.J. (2002). *Orthopedic physical assessment*, (4th ed.), vol. 11. W.B. Saunders Company: Philadelphia, Pennsylvania.
56. Magnusson, S.P. (1998). Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 8, 65-77.
57. Malliaras, P., Cook, J. L., & Kent, P. (2006). Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(4), 304-309.
58. Malloy, P., Morgan, A., Meinerz, C., Geiser, C., & Kipp, K. (2015). The association of dorsiflexion flexibility on knee kinematics and kinetics during a drop vertical jump in healthy female athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23, 3550-3555.
59. 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.
60. Mason-Mackay, A.R., Whatman, C., & Reid, D. (2017). The effect of reduced ankle dorsiflexion on lower extremity mechanics during landing: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(5), 451-458. doi: 10.1016/j.jsams.2015.06.006.
61. Mauntel, T.C., Begalle, R.L., Cram, T.R., Frank, B.S., Hirth, C.J., Blackburn, T., & Padua, DA. (2013). The effects of lower extremity muscle activation and passive range of motion on single leg squat performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(7), 1813-23. doi: 10.1519/JSC.0b013e318276b886.
62. McGowan, C.J., Pyne, D.B., Thompson, K.G., & Rattray, B. (2015). Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sports Medicine*, 45(11), 1523-46. doi: 10.1007/s40279-015-0376-x.
63. McHugh, M. P., Connolly, D. A. J., Eston, R. G., & Gleim, G. W. (1999). Exercise-induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect. *Sports Medicine*, 27(3), 158-170.
64. McKechnie, G.J., Young, W.B., & Behm, D.G. (2007). Acute effects of two massage techniques on ankle joint flexibility and power of the plantar flexors. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(4), 498-504.
65. McKenney, K., Sinclair, A., Elder, C., & Hutchins, A. (2013). Myofascial release as a treatment for orthopaedic conditions: a systematic review. *Journal of Athletic Training*, 48 (4), 522-527.
66. Miller, K.L.C.P.B., Coburn, J.W., & Brsown, L.E. (2019). The effects of foam rolling on maximal sprint performance and range of motion. *The Journal of Australian Strength and Conditioning*, 27, 15-26.
67. Min-Hyeok, K., & Jae-Seop, O. (2017) Relationship Between Weight bearing Ankle Dorsiflexion Passive Range of Motion and Ankle Kinematics During Gait. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 107(1), 39-45.
68. Moseley, A.M., Crosbie, J., & Adams, R. (2003). High- and low-ankle flexibility and motor task performance. *Gait Posture*, 18(2), 73-80.
69. Needham, R.A., Morse, C.I. & Degens, H. (2009). The acute effect of different warm-up protocols on anaerobic performance in elite youth soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(9), 2614-2620.
70. Norkin, C. & White, J. (2006). *Goniometría. Evaluación de la Movilidad Articular*. Madrid: Marban.
71. Overmoyer, G.V., & Reiser, R.F. (2015). Relationships between lower-extremity flexibility, asymmetries, and the Y balance test. *The Journal*



- of *Strength & Conditioning Research*, 29(5), 1240-7. doi: 10.1519/JSC.0000000000000693.
72. Palmer, M.L. & Epler, M.E. (2002). *Fundamentos de las técnicas de la evaluación musculoesquelética*. Barcelona: Paidotribo.
73. Paolini, J. (2009). Review of myofascial release as an effective massage therapy technique. *Athletic Therapy Today*, 14(5), 30-34.
74. 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.
75. Pope, R., Herbert, R., & Kirwan, J. (1998). Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise calf muscle stretching on injury risk in Army recruits. *Australian Journal of Physiotherapy*, 44(3), 165-172.
76. Rabin, A., Kozol, Z., & Finestone, A.S. (2014). Limited ankle dorsiflexion increases the risk for mid-portion Achilles tendinopathy in infantry recruits: a prospective cohort study. *Journal of Foot and Ankle Research*, 7(1), 48.
77. Rabin, A., Kozol, Z., Spitzer, E., & Finestone, A. (2014). Ankle dorsiflexion among healthy men with different qualities of lower extremity movement. *Journal of Athletic Training*, 49, 617-623.
78. Rabin, A., Kozol, Z., Spitzer, E., & Finestone, A.S. (2015). Weight-bearing ankle dorsiflexion range of motion-can side-to-side symmetry be assumed? *Journal of Athletic Training*, 50(1), 30-5.
79. Rabin, A., Portnoy, S., & Kozol, Z. (2016). The association of ankle dorsiflexion range of motion with hip and knee kinematics during the lateral step down test. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 1-31.
80. Russell, P., Decoster, L.C., & Enea, D. (2010). Effects of gastrocnemius, hamstring, and combined stretching programs on knee extensibility. *Athletic Training & Sports Health Care*, 2(2), 67-73.
81. Sainz de Baranda, P., Cejudo, A., Ayala, F., & Santonja, F. (2015). Perfil óptimo de flexibilidad del miembro inferior en jugadoras de fútbol sala. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 15(60), 647-662.
82. Scattone-Silva, R., Nakagawa, T.H., Ferreira, A.L., García, L.C., Santos, J.E., & Serrão, F.V. (2016). Lower limb strength and flexibility in athletes with and without patellar tendinopathy. *Phys Ther Sport*, 20, 19-25.
83. Schleip, R. (2003). Fascial plasticity—a new neurobiological explanation: Part 1. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 7(1), 11-19.
84. Schleip, R., & Muller, D.G. (2013). Training principles for fascial connective tissues: scientific foundation and suggested practical applications. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 17 (1), 103-115.
85. 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.
86. Sullivan, K.M., Silvey, D.B., Button, D.C., & 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, 228-236.
87. Swanson J. (2006). A functional approach to warm-up and flexibility. *Strength & Conditioning Journal*, 28(5), 30-36.
88. Whitting, J.W., Steele, J.R., McGhee, D.E., & Munro, B.J. (2011). Dorsiflexion capacity affects achilles tendon loading during drop landings. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(4), 706-13. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181f474dd.



89. Wilke, J., Krause, F., Vogt, L., & Banzer, W. (2016). What Is Evidence-Based About Myofascial Chains: A Systematic Review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(3), 454-61. doi: 10.1016/j.apmr.2015.07.023.
90. Wyndow, N., De Jong, A., Rial, K., et al. (2016). The relationship of foot and ankle mobility to the frontal plane projection angle in asymptomatic adults. *Journal of Foot and Ankle Research*, 9, 3.