

Article

# Efectos Agudos y Tardíos de la Duración del Uso de Rodillo de Espuma Sobre la Flexibilidad y el Rendimiento del Salto Vertical en Atletas Masculinos

Callum Blades<sup>1,2</sup>, Thomas W. Jones<sup>1</sup>, Callum G. Brownstein<sup>1,3</sup> y Kirsty M. Hicks<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Sport, Exercise and Rehabilitation, Faculty of Health and Life Sciences, Northumbria University, Newcastle-upon-Tyne, UK

<sup>2</sup>Institute of Human Sciences, University of Wolverhampton, Walsall, UK

<sup>3</sup>Université Lyon, UJM-Saint-Etienne, Inter-university Laboratory of Human Movement Biology, Saint-Etienne, France

## RESUMEN

Se informa que las duraciones del rodillo de espuma (FR, foam rolling) que duren  $\leq 60$  segundos (seg) por músculo aumentan de forma aguda la flexibilidad y el rendimiento del salto vertical. Sin embargo, una investigación limitada ha indagado si estos beneficios pueden durar más que el período preparatorio posterior al calentamiento inactivo que generalmente separa los calentamientos del comienzo de la competencia deportiva. Once atletas masculinos (altura  $1.77 \pm 0.09$  m, masa corporal  $78.0 \pm 17.0$  kg, edad  $22 \pm 2$  años) completaron la familiarización, seguida de 3 pruebas experimentales en un diseño cruzado de medidas repetidas aleatorias y equilibradas. Las pruebas comenzaron con 5 minutos (min) de trote, antes de la prueba de referencia del rango de movimiento de dorsiflexión del tobillo (ADF-ROM), sentarse y alcanzar (S&R), salto con contramovimiento (CMJ) y salto desde sentadilla (SJ). Luego, los participantes se sentaron inactivamente durante 10 min (control) o realizaron FR de las extremidades inferiores por un total de 30 (30 FR) o 60 seg (60 FR) que se dirigieron a cuatro músculos de las piernas agonistas-antagonistas. Luego se repitieron las pruebas antes y después de un período preparatorio post-calentamiento de 15 min inactivo simulado para establecer los efectos agudos y tardíos del uso de FR sobre el rendimiento. Se utilizó un análisis de varianza de medidas repetidas de dos vías para identificar cualquier efecto de interacción significativo entre las condiciones (30 FR, 60 FR, control) y el punto de tiempo (línea de base, aguda, tardía). No se detectó un efecto significativo de interacción condición x punto de tiempo para ADF-ROM ( $f = 1.63$ ,  $p = 0.19$ ), S&R ( $f = 0.80$ ,  $p = 0.54$ ), CMJ ( $f = 0.83$ ,  $p = 0.99$ ) o SJ ( $f = 0.66$ ,  $p = 0.99$ ). Por lo tanto, un uso de FR total  $\leq 60$  seg parece insuficiente para mejorar la flexibilidad o el rendimiento del salto vertical en atletas masculinos.

## INTRODUCCIÓN

El rodillo de espuma (FR) aplica compresión externa sobre la fascia que rodea las unidades musculotendinosas<sup>1</sup>. Se ha

demostrado que esta compresión externa altera la flexibilidad de los músculos y los tendones, con una flexibilidad articular superior<sup>2-6</sup> y un rendimiento en las pruebas de salto vertical, velocidad lineal y agilidad multidireccional reportado en algunos estudios después del uso del FR<sup>7,8</sup>, pero no siempre en otros<sup>9-12</sup>. Estos beneficios potenciales sugieren que el FR podría complementar los calentamientos deportivos, pero existe poco consenso sobre la duración mínima necesaria del uso del FR para obtener algún beneficio potencial<sup>13</sup>. Además, para mejorar el rendimiento deportivo posterior, la duración mínima del uso de FR debe generar beneficios agudos que pueden durar más que un período preparatorio inactivo posterior al calentamiento, que generalmente separa un calentamiento del inicio o reinicio de la competencia<sup>14</sup>. Dichos períodos de inactividad pueden afectar el rendimiento deportivo al disminuir la temperatura central y muscular, con períodos tan cortos como 15 minutos (min) que disminuyen significativamente tanto la temperatura muscular como el rendimiento deportivo posterior<sup>14,15</sup>.

Múltiples estudios coinciden en que las duraciones del uso de FR que sean de  $\geq 90$  segundos (seg) por músculo, que generalmente se realizan completando múltiples series más cortas (es decir, 3 x 30 seg), parecen aumentar la flexibilidad de la cadera<sup>4</sup>, la rodilla<sup>6</sup> y el tobillo<sup>5</sup>. Además, un estudio que usó masaje con rodillos, una técnica similar al uso de FR, informó un aumento de la contracción voluntaria máxima isométrica (MVC) en el tibial anterior<sup>16</sup>. Los mecanismos propuestos para explicar el aumento de la flexibilidad articular son la generación de calor causada por la fricción creada durante el uso del FR, y la aplicación de la tensión mecánica del FR sobre la fascia<sup>17</sup>. Esto podría hacer que la fascia cambie de un estado de reposo más viscoso y sólido a un estado compatible que promueva una mayor flexibilidad<sup>17</sup>. Además, el uso del FR podría causar la fosforilación de las cadenas livianas reguladoras de miosina, lo que proporciona un mecanismo potencial que explica el aumento observado en el torque de la MVC<sup>16</sup>. Es importante destacar que, después de 20 minutos de inactividad, se ha informado que las mejoras agudas en la dorsiflexión del tobillo se mantienen por encima de los controles que no utilizan el FR<sup>5</sup>. Por lo tanto, se ha demostrado que utilizar el FR por un total de  $\geq 90$  seg genera beneficios, como una mayor flexibilidad, que persisten entre el calentamiento y el inicio/reinicio de la competencia. Sin embargo, la validez ecológica de pasarse de  $\geq 90$  seg por grupo muscular en un calentamiento con tiempo limitado sigue siendo cuestionable. Sin embargo, se sabe menos si se pueden obtener los mismos beneficios agudos con duraciones del uso del FR de  $< 90$  seg por músculo. Una revisión de 73 artículos sugiere que esto podría ser posible, y recomienda que el uso del FR durante 3 x 30-120 seg por músculo parece la más óptima para aumentar la flexibilidad<sup>18</sup>. Esto es importante porque comprender la duración mínima necesaria del uso del FR para inducir efectos agudos positivos podría ayudar a los profesionales a optimizar las prácticas previas a la competencia y de mitad de tiempo en una competencia.

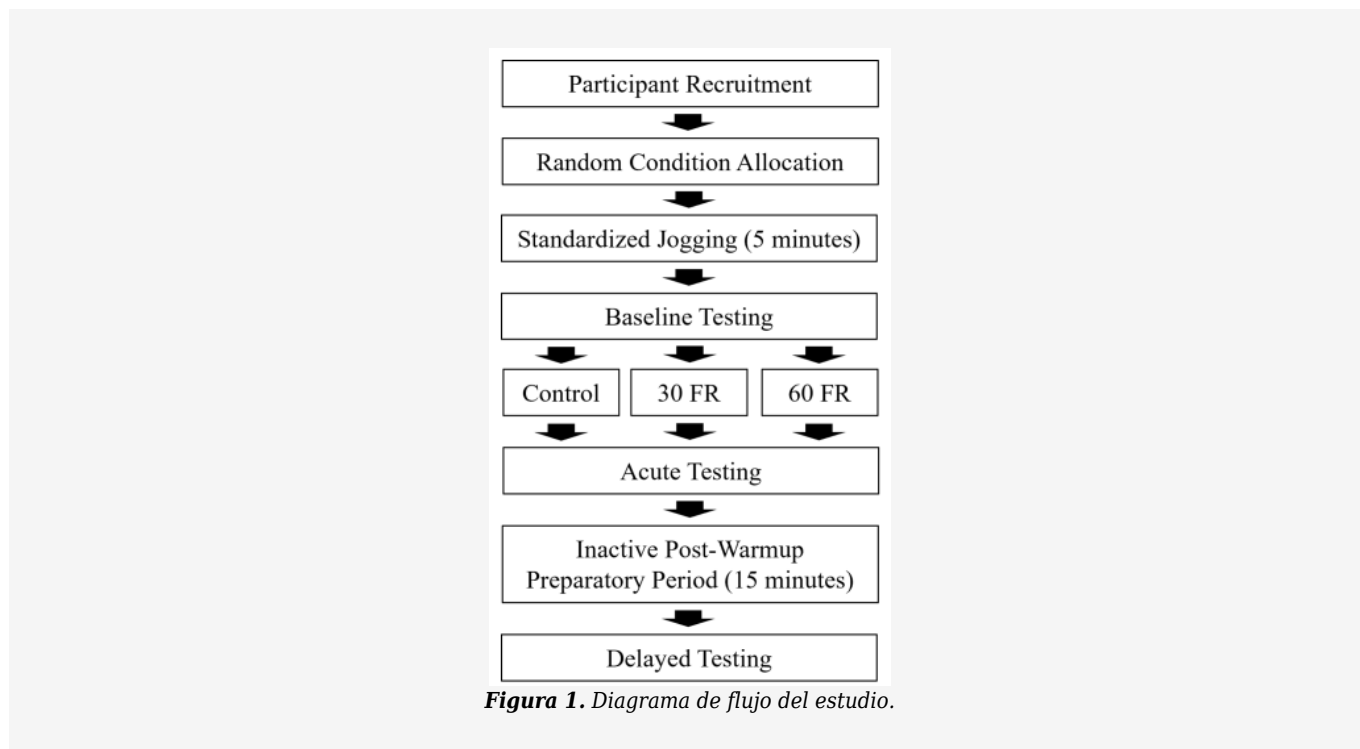
Los efectos agudos del uso del FR por un total de  $< 90$  seg siguen siendo equívocos, con poca investigación hasta el momento que analice si  $< 90$  seg puede durar más que un período preparatorio posterior al calentamiento inactivo. Los estudios que examinaron tanto a personas recreativas como a atletas competitivos han destacado poca o ninguna mejora en la extensión de la rodilla o la flexibilidad del cuádriceps después de 60 seg de FR<sup>11,12</sup>, ni una altura de salto vertical superior<sup>2,9,10</sup>. Sin embargo, entre los atletas universitarios, la flexibilidad de la cadera aumentó significativamente después de 60 seg de FR<sup>2</sup>, y la altura del salto vertical mejoró significativamente después de un total de 30 seg de FR<sup>8</sup>, y ningún efecto perjudicial sobre el torque de la MVC de los isquiotibiales<sup>19</sup>. Tales hallazgos contradictorios, por lo tanto, hacen que el efecto agudo, y especialmente el efecto tardío más allá de cualquier período preparatorio posterior al calentamiento inactivo, del uso de FR totalizando  $< 90$  seg no sea concluyente.

Las discrepancias entre las investigaciones que implementan duraciones más cortas de actividad FR en el rendimiento podrían atribuirse a los grupos musculares objetivo. La investigación informó una mejora de la flexibilidad después del uso del FR con un total de  $< 90$  seg por par de músculos agonistas-antagonistas dirigidos por músculo<sup>2</sup>, mientras que la mayoría de los estudios encontraron pocos o ningún efecto cuando se dirigieron sólo a los antagonistas<sup>11,12</sup>. En teoría, la flexibilidad mejorada podría haber resultado de la inhibición recíproca, un fenómeno por el cual los agonistas dirigidos dan como resultado la inhibición de las neuronas motoras antagonistas para aumentar la flexibilidad articular. Por lo tanto, dada la eficacia propuesta del uso de FR agonista-antagonista, se requiere más investigación para establecer el efecto de duraciones más cortas del uso de FR ( $< 90$  seg por músculo), con un enfoque específico en los pares de músculos agonista-antagonista. Además, a pesar de que algunos estudios informan que el uso del FR totalizando  $< 90$  seg con una altura de salto vertical mejorada de forma aguda<sup>8</sup>, aún se desconoce si algún beneficio del FR de duraciones reducidas puede durar más que un período preparatorio típico de inactividad posterior al calentamiento. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue investigar los efectos agudos de duraciones cortas del uso del FR sobre la flexibilidad y el rendimiento del salto vertical, así como si algún efecto agudo podría durar más que un período preparatorio post-calentamiento inactivo simulado de 15 min.

# MÉTODOS

## Diseño

Se empleó un diseño cruzado de medidas repetidas (figura 1). Los participantes completaron una familiarización y 3 pruebas experimentales entre las 19:00 y las 20:30 horas, cada una de las cuales estuvo separada por al menos 48 horas de descanso. La familiarización implicó completar un ensayo utilizando un protocolo idéntico al de las pruebas experimentales. Las pruebas experimentales comenzaban con 5 minutos de trote a un ritmo estandarizado, antes de una batería de pruebas de flexibilidad y de salto vertical (datos de línea de base). Esta batería de pruebas se realizó en un orden fijo de rango de movimiento de dorsiflexión del tobillo (ADF-ROM), sentarse y alcanzar (S&R) para la flexibilidad de la cadera y la espalda baja, salto con contramovimiento (CMJ) y salto desde sentadilla (SJ). Dicho orden fijo se adhirió a las recomendaciones de la Asociación Nacional de Fuerza y Acondicionamiento (NSCA) para realizar pruebas de flexibilidad antes de las pruebas de salto vertical<sup>21</sup>. Luego, los participantes se asignaron al azar en 3 grupos que realizaron duraciones totales de FR de 0 (control), 30 (30 FR) o 60 seg (60 FR) en un orden equilibrado a través de los ensayos experimentales. Luego, la batería de pruebas se repitió inmediatamente para identificar cualquier efecto agudo del uso de FR (agudo), que luego fue seguida por los participantes que permanecieron sentados durante 15 minutos para simular un período preparatorio posterior al calentamiento inactivo. Luego, la batería de pruebas se repitió inmediatamente después del período preparatorio posterior al calentamiento simulado (retrasado), para establecer si algún efecto agudo del uso de FR podría durar más de 15 minutos de inactividad. Para todas las pruebas, se utilizó la puntuación máxima de 3 intentos registrados para el análisis estadístico.



## Participantes

El estudio recibió la aprobación de ética institucional del Comité de Ética de Investigación en Ciencias de la Vida y la Salud de la Universidad de Northumbria y se realizó de acuerdo con la Declaración de Helsinki. Después de recibir una explicación verbal y escrita del estudio, 11 atletas masculinos (estatura  $1.77 \pm 0.09$  m, masa corporal  $78.0 \pm 17.0$  kg, edad  $22 \pm 2$  años,  $\geq 6$  meses de experiencia en boxeo amateur) dieron su consentimiento informado por escrito para participar. Todos los participantes no tenían lesiones actuales en las extremidades inferiores ni experiencia en el uso de FR estructurado. Los participantes también completaron las pautas actuales de actividad física del Reino Unido de al menos 150 minutos de actividad aeróbica semanal moderada o 75 minutos vigorosos<sup>22</sup>.

## Procedimientos

Todos los grupos realizaron un calentamiento inicial de trote alrededor de un cuadrado de 10 metros<sup>2</sup> (m<sup>2</sup>) señalizado con conos durante 5 min. La velocidad se estandarizó mediante un metrónomo *on line* (8notes.com, Red Balloon Technology Ltd, St Albans, Reino Unido) a 132 pulsos por minuto, instruyendo a los participantes para que hicieran coincidir sus pasos con el pulso.

Después del calentamiento inicial, se realizaron 3 intentos en cada prueba de flexibilidad inicial y salto vertical. Todas las medidas de flexibilidad se realizaron sin calzado y las pruebas de salto vertical se completaron con el mismo calzado entre los ensayos. Para el ADF-ROM, los participantes colocaron el dedo más largo del pie, ya sea el hálux o el segundo dedo, contra una pared y luego flexionaron la rodilla correspondiente hasta que hizo contacto con la pared<sup>23</sup>. Luego, el dedo más largo se alejaba progresivamente de la pared hasta que la rodilla no podía flexionar para que la rótula tocara la pared. La distancia más lejana entre el dedo más largo del pie y la pared, donde la flexión de la rodilla aún podía permitir que la rótula tocara la pared, se midió con una precisión de 0.1 centímetros (cm). Esto se hizo usando una cinta métrica inextensible colocada perpendicularmente a la pared, con todas las lecturas tomadas desde el aspecto más distal del dedo más largo. Para la prueba de S&R, los participantes colocaron sus pies en la base de una caja de S&R (Cranlea, Birmingham, Reino Unido). Mientras mantenían ambas rodillas extendidas, los participantes se inclinaban hacia adelante con las manos entrelazadas. Luego se registró la distancia más lejana alcanzada a 0.5 cm<sup>24</sup>.

La prueba de salto vertical se midió hasta 0.1 cm usando un Opto Jump (Microgate, Bolzano, Italia), que estaba conectado a una computadora portátil (Idea Pad 510, Lenovo, Carolina del Norte, EE. UU.) con el Opto Jump Next (Microgate, Bolzano, Italia). Los participantes comenzaron con los pies separados aproximadamente al ancho de los hombros y las manos en las caderas. Durante el CMJ, los participantes se pusieron en posición de sentadilla a una profundidad seleccionada por ellos mismos (establecida durante la familiarización) antes de saltar inmediatamente verticalmente a la altura máxima. Para el SJ, los participantes se pusieron en posición de sentadilla a un ángulo de la rodilla de 90° que se midió con un goniómetro (Cranlea, Birmingham, Reino Unido); esta posición se mantuvo durante 3 seg, antes de saltar verticalmente a la altura máxima. Durante los saltos CMJ y SJ, se instruyó a los participantes para que mantuvieran la extensión de la rodilla y la cadera durante el vuelo, permitiéndose una ligera flexión de la rodilla y la cadera al aterrizar. Se excluyeron los saltos cuando las manos del participante no permanecían en las caderas o si se producía alguna flexión de las caderas o las rodillas durante la fase de vuelo.

Después del calentamiento inicial, la flexibilidad de referencia y las pruebas de salto vertical, se realizaron las condiciones de uso del FR con un rodillo de espuma Grid (Trigger Point, Porcheville, Francia) apuntando a los músculos en un orden fijo de gastrocnemio izquierdo y luego el derecho, isquiotibiales, cuádriceps y tibial anterior. Los músculos fueron dirigidos unilateralmente, con la extremidad no dirigida colocada por encima de la extremidad dirigida para maximizar la compresión. Durante el uso de FR, los participantes colocaron ambas manos en el suelo para mayor estabilidad y movieron su cuerpo hacia adelante y hacia atrás sobre el rodillo de espuma. Esta velocidad de movimiento fue estandarizada por el metrónomo en línea a 40 pulsos/min y se alentó a los participantes a mantener su masa corporal completa sobre el rodillo de espuma mientras utilizaban el FR. La condición de 30 FR implicó dos series de 15 seg por músculo (4 min de FR total), mientras que la condición de 60 FR implicó dos series de 30 seg por músculo (8 min de FR total). La condición de control implicó que los participantes permanecieran sentados durante 10 min.

La confiabilidad de cada prueba se determinó antes de la prueba formal durante un estudio piloto (tabla 1). 6 participantes masculinos (altura  $1.74 \pm 0.11$  m, masa corporal  $75.3 \pm 10.5$  kg, edad  $25 \pm 8$  años), completaron 2 pruebas separadas por 48 horas. Estos ensayos incluyeron completar 5 minutos de trote estandarizado y luego una batería de pruebas, ambos usando procedimientos idénticos a los descritos anteriormente para ADF-ROM, S&R, CMJ, y SJ. Luego se determinó la confiabilidad test-retest mediante el cálculo del error típico como la desviación estándar de la puntuación de diferencia entre los ensayos dividida por la raíz cuadrada de 2.25

**Tabla 1.** Error típico entre ensayos para cada prueba determinado a partir de 2 ensayos separados por 48 horas de inactividad, así como promedios grupales de cada ensayo.

Test	Trial 1 (cm)	Trial 2 (cm)	Inter-Trial TE (cm)
ADF-ROM distance	9.3 + 3.8	9.7 + 3.2	1.8
S&R distance	20.8 + 5.1	19.4 + 6.4	1.5
CMJ height	31.8 + 7.7	33.7 + 6.5	1.4
SJ height	30.4 + 6.8	30.6 + 4.7	1.7

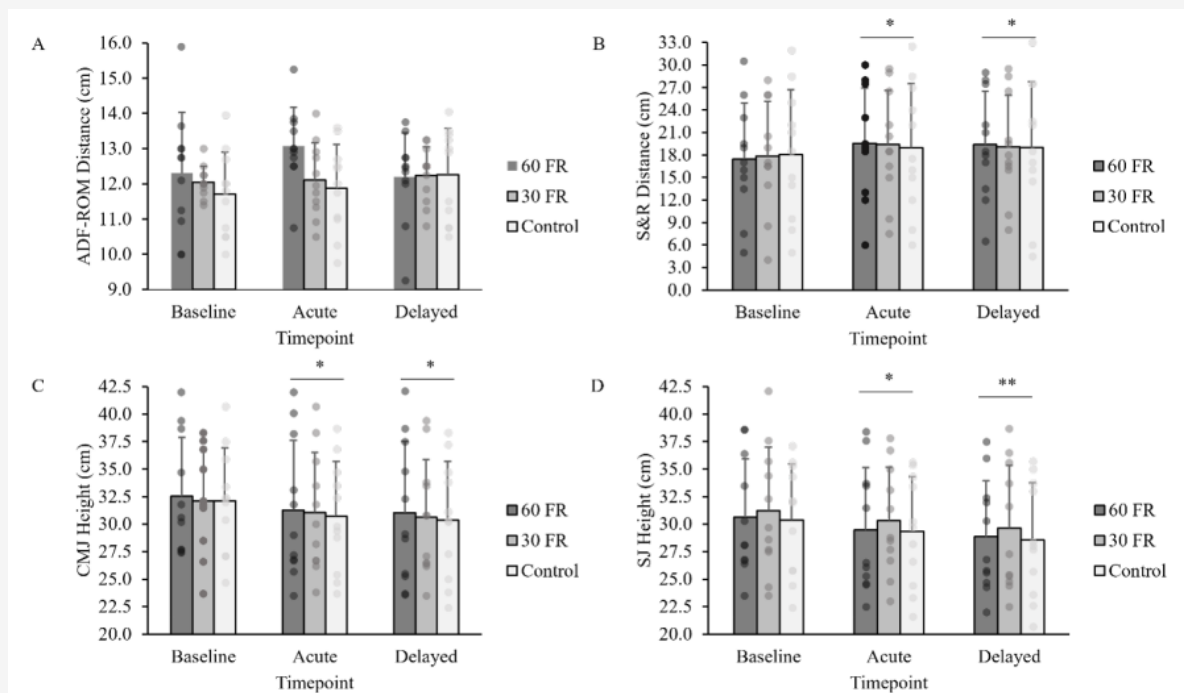
*Note.* Trial 1 and 2 values are M + SD, TE = typical error, ADF-ROM = ankle dorsiflexion range of motion, S&R = sit and reach, CMJ = countermovement jump, SJ = squat jump.

## Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron con el software SPSS (SPSS Statistics v26, IBM, Nueva York, EE. UU.), con una significación establecida en  $p < 0.05$ . La distribución normal de los datos se confirmó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Un t-test de muestra apareada no identificó ninguna diferencia entre el ADF-ROM de la pierna izquierda y derecha al inicio del estudio ( $p = 0.65$ ). Como resultado, se utilizó la media de la pierna derecha e izquierda durante el análisis posterior. La esfericidad se evaluó usando la prueba de Mauchly, con las no violaciones interpretadas usando la esfericidad asumida y las violaciones interpretadas con las correcciones de Greenhouse-Geisser. Luego se usó un análisis de varianza de medidas repetidas de dos vías para identificar un efecto de interacción significativa entre la condición del uso de FR (30 FR, 60 FR, control) y el punto de tiempo (línea de base, agudo, tardío). Cuando se detectó un efecto de interacción significativo, se realizó un análisis *post hoc* utilizando la diferencia mínima significativa y se calculó un intervalo de confianza (IC) del 95%. El tamaño del efecto también se determinó para cualquier efecto de interacción significativo utilizando la *g* de Hedge, que se categorizó como  $< 0.2$  trivial, 0.2-0.6 pequeño, 0.6-1.2 moderado, 1.2-2.0 grande, 2.0-4.0 muy grande y  $> 4.0$  extremadamente grande<sup>26</sup>. Todos los datos se presentan como diferencia  $M \pm SD$ , valor *f*, valor *p*, IC del 95% y *g*.

## RESULTADOS

No se detectó un efecto significativo de interacción entre la condición del uso de FR y el punto de tiempo para la distancia ADF-ROM ( $f = 1.63$ ,  $p = 0.19$ ), distancia S&R ( $f = 0.80$ ,  $p = 0.54$ ), altura del CMJ ( $f = 0.83$ ,  $p = 0.99$ ), o altura SJ ( $f = 0.66$ ,  $p = 0.99$ ; figura 2). Tampoco ningún efecto de la condición del uso de FR en todos los puntos de tiempo para la distancia ADF-ROM ( $f = 2.00$ ,  $p = 0.16$ ), la distancia S&R ( $f = 0.01$ ,  $p = 0.99$ ), la altura del CMJ ( $f = 0.22$ ,  $p = 0.80$ ), o altura SJ ( $f = 1.05$ ,  $p = 0.37$ ; figura 2).



**Figura 2.** Efectos de 60 seg (60 FR), 30 seg (30 FR) y sin uso de FR (control) sobre la flexibilidad y el rendimiento del salto de 11 atletas masculinos. Los participantes realizaron mediciones del rango de movimiento de dorsiflexión del tobillo (ADF-ROM), test de sentarse y alcanzar (S&R), salto con contramovimiento (CMJ) y salto desde sentadilla (SJ), antes de usar el FR (línea de base), inmediatamente después de usar FR (aguda) y después de 15 min de inactividad (tardía). \* = efecto temporal significativo frente al valor inicial, \*\* = efecto temporal significativo vs valor inicial y agudo.

No se detectó un efecto principal significativo para la distancia ADFROM ( $f = 2.32$ ,  $p = 0.13$ ) en todas las condiciones del uso de FR, se detectaron efectos de tiempo significativos para la distancia S&R ( $f = 6.58$ ,  $p = 0.02$ ), la altura del CMJ ( $f = 18.33$ ,  $p = 0.01$ ), y altura del SJ ( $f = 27.89$ ,  $p = 0.01$ , figura 2). Se detectaron aumentos significativos en la distancia S&R del tamaño del efecto trivial en las 3 condiciones de FR desde el inicio hasta el efecto agudo ( $1.5 \pm 0.1$  cm,  $p = 0.03$ , IC del 95% [0.2, 2.8] cm,  $g = 0.19$ ) y desde el inicio hasta el efecto tardío ( $1.4 \pm 0.2$  cm,  $p = 0.02$ , IC del 95% [0.2, 2.5] cm,  $g = 0.18$ ). Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas en las 3 condiciones del uso de FR de agudo a tardío ( $0.2 \pm 0.1$  cm,  $p = 0.46$ , IC del 95% [-0.2, 0.6] cm,  $g = 0.02$ ).

Se produjeron disminuciones significativas en la altura del CMJ, de pequeño efecto, en todas las condiciones de uso del FR desde el inicio hasta el efecto agudo ( $-1.2 \pm 0.7$  cm,  $p = 0.01$ , IC del 95% [-0.5, -2.0] cm,  $g = 0.24$ ) y desde el inicio hasta el final tardío ( $-1.6 \pm 0.8$  cm,  $p = 0.01$ , IC del 95% [-1.0, -2.2] cm,  $g = 0.30$ ). Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas en las 3 condiciones de uso del FR entre el efecto agudo y el efecto tardío ( $-0.3 \pm 0.1$  cm,  $p = 0.24$ , IC del 95% [-0.8, 0.5] cm,  $g = 0.06$ ). Asimismo, se detectaron disminuciones significativas en la altura del SJ, de efecto pequeño, desde el efecto inicial hasta el efecto agudo ( $-1.0 \pm 0.2$  cm,  $p = 0.01$ , IC del 95% [-0.6, -1.5] cm,  $g = 0.20$ ) y desde el efecto inicial hasta el efecto tardío ( $-1.7 \pm 0.0$  cm,  $p = 0.01$ , IC del 95% [-1.1, -2.4] cm,  $g = -0.32$ ). También se detectó una disminución adicional significativa y trivial en la altura del SJ entre la fase aguda y la tardía ( $-0.7 \pm 0.2$  cm,  $p = 0.01$ , IC del 95% [-0.2, -1.2] cm,  $g = 0.13$ ).

## DISCUSIÓN

Este estudio investigó los efectos agudos de las duraciones del uso de FR por un total de 30 y 60 seg sobre la flexibilidad y el rendimiento del salto vertical, y si los efectos agudos detectados podrían durar más que un período preparatorio post-calentamiento inactivo simulado. Los hallazgos clave fueron que, a pesar de apuntar a los pares de músculos agonista-antagonista, ni 30 FR ni 60 FR indujeron ningún efecto diferencial en la flexibilidad o el rendimiento del salto en comparación con ningún uso de FR.

Anteriormente se ha sugerido que las discrepancias entre la literatura previa, que no reportaron efecto<sup>11,12</sup> o un efecto

positivo<sup>2</sup> del uso de FR de corta duración (<60 seg) sobre la flexibilidad, podrían atribuirse a diferencias en los protocolos del uso de FR. Específicamente, algunos de estos estudios se han dirigido a músculos de forma aislada<sup>11,12</sup> en lugar de grupos de músculos agonistas-antagonistas<sup>2</sup>. Anteriormente se planteó la hipótesis de que focalizarse a pares de músculos agonistas-antagonistas podría aumentar potencialmente la flexibilidad mediante la inducción de la inhibición recíproca<sup>3</sup>. Sin embargo, a pesar de apuntar a grupos musculares agonistas-antagonistas del tren inferior del cuerpo, el estudio actual no informó ningún efecto de 30 FR o 60 FR en ADF-ROM o S&S, lo que contrasta con los hallazgos anteriores<sup>2</sup>. Curiosamente, en comparación con el estudio actual, la investigación anterior utilizó un rodillo de espuma texturizado (The Rumble Roller) con nódulos elevados que se cree que estimulan capas más profundas de tejido muscular<sup>2</sup>. Por lo tanto, la investigación futura debe establecer si el tipo de rodillo de espuma y, por lo tanto, la profundidad del FR, podría influir en los efectos agudos inducidos por el uso de FR que sumen un total de 30-60 seg. Aunque existen hallazgos contradictorios<sup>2,27</sup>, una revisión sistemática reciente de 14 estudios observó que los rodillos de espuma de mayor densidad parecen aumentar la flexibilidad más que los rodillos de espuma de densidad más suave debido a una mayor compresión de la fascia<sup>7</sup>. Asimismo, las fuerzas de compresión inducidas por el uso de FR aumentan cuando la masa corporal de los participantes es mayor en comparación con una menor, y el dispositivo se mueve proximalmente en comparación con distalmente.<sup>12,28</sup> Por lo tanto, las investigaciones futuras deben realizar el uso de FR con placas de fuerza para cuantificar aún más estas fuerzas y comparar las diferencias entre los participantes.

El hallazgo de que ni la altura del CMJ ni la del SJ aumentaron después de 30 FR o 60 FR dentro del estudio actual, coincide con estudios previos que reportaron ningún aumento en la altura del CMJ después de un total de 30-60 seg de usar el FR, en comparación con los controles.<sup>2,9,10</sup> Específicamente, otra investigación no informó ninguna diferencia en la altura del CMJ después de un total de 60 seg del uso de FR en comparación con el estiramiento dinámico o sin condiciones de tratamiento<sup>2</sup>. Además, no se observó ninguna mejora en la altura del CMJ después de un total de 30 seg del uso de FR en comparación con los controles que realizaron ejercicios de planchas<sup>9</sup>, o en comparación con los controles que imitan los movimientos del FR en patinetas<sup>10</sup>. Curiosamente, la investigación que informó una altura del CMJ sin cambios investigó el uso del FR de forma aislada, sin ninguna actividad adicional de calentamiento<sup>2,9,10</sup>, mientras que la investigación que informó un aumento de la altura del salto vertical combinó el uso de FR con estiramiento dinámico<sup>8</sup>. Se ha informado que utilizar el FR por un total de 60 seg, sin ninguna otra actividad de calentamiento adicional, no produjo un aumento en la temperatura muscular o la contractilidad muscular (por tensiomiografía)<sup>12</sup>. Aunque el estudio actual no investigó los mecanismos detrás de un uso de FR aislado, se sabe que un aumento en la temperatura del músculo se correlaciona positivamente con la producción de fuerza<sup>29</sup>. Por lo tanto, puede ser que se calculó que la duración de la actividad del uso de FR, realizada de forma aislada, dentro del estudio actual podría no haber sido lo suficientemente larga como para aumentar la temperatura muscular y mejorar la altura del CMJ y del SJ. Por lo tanto, la investigación futura podría investigar si los mecanismos que sustentan el uso del FR aislado están influenciados por la duración.

Aunque el estudio actual detectó efectos de tiempo significativos para la distancia del test de S&S, la altura del CMJ y la altura del SJ, independientemente de la condición del uso de FR, estos hallazgos deben interpretarse con cautela. Esto se debe a que las medias de todos los efectos detectados menos uno, fueron menores que el error típico, lo que implica que la mayoría de estos efectos detectados estuvieron por debajo del error de medición de la prueba. Específicamente, después de aplicar el error típico, sólo la disminución media de CMJ desde la línea de base hasta el efecto tardío aparece por encima del error de medición. Por el contrario, ni la disminución media de la altura del CMJ entre los puntos de tiempo iniciales y agudos, ni ninguno de los aumentos de S&S o disminuciones del SJ detectados en los puntos de tiempo estuvieron por encima del error típico.

Para identificar de forma independiente el efecto de la actividad del uso de FR, el estudio actual investigó el FR en un contexto aislado, sin embargo, se debe tener en cuenta que normalmente se incluirían otras actividades dentro de un calentamiento bien estructurado antes de la competencia deportiva<sup>30</sup>. Estos probablemente incluirían estiramientos dinámicos, como así también ejercicios específicos de deportes de mayor intensidad que podrían influir en el rendimiento competitivo posterior<sup>30</sup>. Aunque de forma limitada, investigaciones previas han informado que cuando 30 seg de usar el FR se combinan con estiramientos dinámicos, la altura del salto vertical mejora<sup>8</sup>. En consecuencia, se requiere más investigación para establecer si, cuando se integra como parte de un calentamiento tradicional, utilizar el FR por duraciones más cortas puede mejorar el rendimiento y durar más que el período preparatorio posterior al calentamiento. Además, también se mantiene el caso de que un calentamiento deportivo debe preparar psicológicamente al atleta para las demandas de la competencia posterior<sup>31</sup>. Los efectos psicológicos del uso del FR no se investigaron en el estudio actual y hasta ahora también han recibido una atención limitada dentro de la literatura. Aunque no se utilizó el FR, la investigación que estudió el estiramiento encontró que los participantes creían que su flexibilidad y rendimiento de salto vertical aumentarían después del estiramiento estático o dinámico, a pesar de que posteriormente no se detectó ningún efecto fisiológico sobre la flexibilidad o la función muscular<sup>32</sup>. En consecuencia, esto justifica un estudio en futuras investigaciones porque cualquier hallazgo psicológico positivo podría proporcionar una alternativa racional para incluir el uso del FR de corta duración dentro de un calentamiento deportivo.

## CONCLUSIÓN

---

En conclusión, las duraciones del uso de FR de un total de 30 o 60 seg, dirigidas a pares de músculos agonistas-antagonistas, no demostraron un aumento en las medidas de flexibilidad o rendimiento de salto vertical más allá de los logrados por una condición de control inactiva. Por lo tanto, la inclusión de duraciones tan cortas de uso del FR dentro de un calentamiento sigue siendo cuestionable y requiere más investigación antes de que se puedan idear directrices claras.

### Agradecimientos

Los autores declararon no tener conflicto de intereses. Los autores desean agradecer al entrenador en jefe del Club de Boxeo de la Universidad de Northumbria por permitir el acceso, así como a todos los participantes que se ofrecieron como voluntarios para el estudio.

## REFERENCIAS

---

1. Blades, C., Jones, T. W., Brownstein, C. G., Hicks, K. M. (2022). Para ver las referencias bibliográficas remitirse al artículo original: *The Acute and Delayed Effects of Foam Rolling Duration on Male Athlete's Flexibility and Vertical Jump Performance* International Journal of Strength and Conditioning <https://doi.org/10.47206/ijsc.v2i1.90>  
<https://doi.org/10.47206/ijsc.v2i1.90>