



Rodillo vibratorio versus rodillo convencional en la recuperación y rendimiento. Revisión sistemática

Vibration roller versus conventional roller on recovery and performance. Systematic review

Santamaría, G.^{1ACF}; López-Llorente, A.^{2BC}; Armario, R.^{3BC}; Fernández-Lázaro, D.^{4ACEF}

¹ Departamento de Anatomía y Radiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Valladolid, Campus de Soria, 42004, Soria, España, gema.santamaria@uva.es

² Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Valladolid, Campus de Soria, 42004, Soria, España, alvaro.lopez.lllorente@estudiantes.uva.es

³ Servicio de Fisioterapia, Hospital Latorre, 42004, Soria, España. arramiraul@gmail.com

⁴ Área de Histología y Grupo de Investigación en Neurobiología, Facultad de Medicina, Universidad de Valladolid, 47005, Valladolid, España. diego.fernandez.lazaro@uva.es

Responsabilidades. (A Diseño de la investigación; B Recolector de datos; C Redactor del trabajo; D Tratamiento estadístico; E Apoyo económico; F Idea original y coordinador de toda la investigación)

Recibido el 16 de diciembre de 2024

Aceptado el 22 de abril de 2025

DOI: 10.24310/riccafd.14.1.2025.21007

Correspondencia: Gema Santamaría gema.santamaria@uva.es & Diego Fernández-Lázaro diego.fernandez@uva.es

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue revisar sistemáticamente la evidencia disponible sobre la efectividad del rodillo de espuma vibratorio (VFR) frente al rodillo de espuma convencional (FR) en el dolor, rendimiento deportivo y rango de movimiento (ROM) en personas físicamente activas. Se realizó una búsqueda sistemática en las bases de datos Medline, PEDro, Cochrane y Scopus, siguiendo las directrices PRISMA. La calidad y los sesgos de los estudios fue evaluada con la escala PEDro y la herramienta de Cochrane respectivamente. Los 15 ensayos clínicos incluidos mostraron que el VFR produce aumentos significativos ($p<0,05$) en todos los parámetros analizados excepto la fuerza. Sin embargo, hay discrepancias sobre su efectividad en comparación con el FR. El VFR es superior al FR de manera no significativa ($p>0,05$) en el dolor, la dureza del tejido, la estabilidad articular y la recuperación post-ejercicio. No se ha encontrado un consenso sobre el ROM y la fuerza.

PALABRAS CLAVE: rodillo de espuma, rodillo de espuma vibratorio, rango de movimiento, fuerza, dolor, rendimiento deportivo.

ABSTRACT

The aim of the present study was to systematically review the available evidence on the effectiveness of the vibration foam roller (VFR) versus the conventional foam roller (FR) on pain, sports performance and range of motion (ROM) in physically active individuals. A systematic search of Medline, PEDro, Cochrane and Scopus databases was conducted following PRISMA guidelines. The methodological quality and risk of bias of the studies were assessed with PEDro scale and Cochrane tool respectively. The 15 included clinical trials showed that VFR produces statistically significant increases ($p<0,05$) in all parameters analysed except strength. However, there are discrepancies about its effectiveness compared to FR. VFR is non-significantly ($p>0,05$) superior to FR in pain, tissue stiffness, joint stability and post-exercise recovery. No consensus has been found on ROM and strength.

KEY WORDS: vibration foam roller, foam roller, range of motion, strength, pain, sports performance

INTRODUCCIÓN

Los deportistas de alto rendimiento se enfrentan a períodos de entrenamiento extremadamente exigentes, que los llevan al límite de la disfunción muscular y al desarrollo de dolor subclínico (1). Las cargas de entrenamiento están asociadas a procesos homeostáticos de adaptación que, además de involucrar la remodelación estructural (2), también afectan a las propiedades viscoelásticas del tejido miofascial, alterando sus cualidades mecánicas (3). Dichos cambios pueden conducir a restricciones de la amplitud de movimiento articular (ROM), rigidez muscular y un mayor riesgo lesional si no se abordan de forma adecuada (4). Para evitar esta situación, se emplean estrategias de prevención, tratamiento y readaptación deportiva (5). En este contexto, la intervención sobre el tejido miofascial resulta crucial para mantener la tolerancia a la actividad deportiva intensa y facilitar así la adaptación muscular (6).

En el campo de la Rehabilitación Médica, una de las herramientas más utilizadas para la liberación miofascial autoinducida es el rodillo de espuma, o “foam roller” (FR) (7). Este dispositivo ha ganado popularidad por su capacidad para aplicar presión directa sobre la musculatura diana con el propio cuerpo del deportista (8), induciendo cambios en las propiedades viscoelásticas del tejido miofascial (9–11). Recientes revisiones sistemáticas demostraron que la autoaplicación de FR aumenta significativamente el ROM y la flexibilidad de personas físicamente activas (6,7,12). Sin embargo, no se encontraron efectos sobre la fuerza y el dolor muscular de inicio retardado (DOMS) (12–14). Con el objetivo de superar estas limitaciones, en Medicina de Rehabilitación, se ha desarrollado el rodillo de espuma vibratorio o “vibration foam roller” (VFR). El VFR combina los efectos mecánicos del FR convencional con los beneficios de la terapia de vibración, concretamente la vibración local (15). La vibración local induce una hiperemia activa en la musculatura diana, provocando una respuesta vasodilatadora inmediata (16). El aumento del flujo sanguíneo, por favorecer la eliminación de sustancias de desecho y aportar nutrientes y oxígeno, podría

acelerar la recuperación y disminuir el DOMS y la fatiga (17). Además, la vibración local al estimular los mecanorreceptores I y II podría coadyuvar reduciendo la percepción del dolor (15). La vibración local, mediante el reflejo tónico vibratorio, aumenta la actividad muscular y potencialmente la fuerza (18). Por lo tanto, el VFR al combinar la presión del FR con los efectos de la vibración local podría ofrecer una mejora en la recuperación muscular y el rendimiento, siendo especialmente eficaz en mitigar el DOMS y la fatiga (15). Esto podría ser debido a que la terapia de vibración local, especialmente cuando se combina con FR, se potencia la capacidad de la vibración para estimular las fibras musculares, reducir la percepción del dolor y mejorar la propiocepción. Los mecanismos fisiológicos implicados incluirían: i) una mayor excitación muscular; ii) una modulación del control del sistema nervioso a través de la alteración de la excitabilidad moto-neuronal y aumentar la excitabilidad cortical, lo que mejora el control del sistema nervioso sobre el reclutamiento muscular; iii) posibles cambios en el comportamiento hormonal, que incrementaría la recuperación y el anabolismo del músculo esquelético (19).

Desafortunadamente, aunque los beneficios del VFR son prometedores, su efectividad frente al FR aún no ha sido suficientemente estudiada. Hasta la fecha, solo existe una revisión sistemática que analiza de manera comparativa ambos rodillos (20). Así, Park et al. (20) concluyeron que el VFR es más eficaz que el FR en la mejora del ROM de cadera, rodilla y tobillo. No obstante, esta revisión (20) no abordó otros parámetros relevantes como la fuerza muscular, el DOMS o el efecto en la recuperación post-ejercicio, claves en la Medicina de Rehabilitación. Si bien la vibración localizada se posiciona como un complemento valioso asociada a FR, para los programas de rehabilitación y/o entrenamiento, es importante destacar que se necesita más investigación para comprender plenamente sus efectos sobre otros biomarcadores clínicamente relevantes en la Medicina de Rehabilitación y su aplicación óptima. Por tanto, el objetivo principal de la presente revisión sistemática es analizar la evidencia científica disponible sobre los beneficios del VFR frente al FR en personas físicamente activas en el ROM de cadera, rodilla y tobillo, el rendimiento deportivo evaluando la fuerza y recuperación postejerercicio, el dolor y otros parámetros como la dureza del tejido y el equilibrio. Estos parámetros se incluyeron como resultados porque se evalúan comúnmente en estudios de investigación de Medicina de Rehabilitación. Además, se trató de identificar cual es la metodología de aplicación de VFR más eficaz.

MATERIAL Y METODOS

La presente revisión sistemática ha sido realizada e informada siguiendo las directrices "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses" (PRISMA) (Anexo I) (21). Esta revisión fue elegible para registro en PROSPERO (#CRD42023426452).

Estrategia de búsqueda

Se ha utilizado el modelo de preguntas PICOS siguiendo las recomendaciones de la Medicina Basada en la Evidencia (MBE) (22): P (población): hombres y mujeres ≥ 18 años físicamente activos. I (intervención):

uso del VFR. C (comparación): uso del FR. O (resultados): dolor (escala visual analógica [EVA] o umbral del dolor por presión [PPT]); rendimiento físico (fuerza concéntrica, fuerza excéntrica, fuerza isométrica, salto, electromiografía [EMG], saturación muscular de oxígeno [SmO₂], flujo sanguíneo superficial [SBF], oscilación del flujo sanguíneo [BFO] endotelial, miogénico y neurogénico y concentración sanguínea de lactato) y el ROM. S (diseño del estudio): ensayos clínicos cruzados aleatorios y ensayos clínicos controlados aleatorios.

Se realizó una búsqueda estructurada entre marzo y agosto de 2024, utilizando las bases de datos Medline/PubMed, Scopus, Cochrane y “Physiotherapy Evidence Database” (PEDro). La estrategia de búsqueda utilizada contuvo una combinación de términos “Medical Subject Headings” (MeSH) y palabras libres que incluían: (“Foam Rolling” OR “Selfmyofascial release” OR “Roller massage” OR “Foam Roller”) AND (“Vibration Foam Rolling” OR “Vibration Selfmyofascial release” OR “Vibration Roller Massage” OR “Vibration Foam Roller” OR “Vibrating Foam Roller”) AND (“Range of motion” OR “ROM” OR “Flexibility” OR “Strength” OR “Muscle Strength” OR “DOMS” OR “Delayed Onset Muscle Soreness”) AND (“Sport” OR “Athletes” OR “Physically active people”) AND (“Warm up” OR “Post-exercise”).

Dos autores realizaron de forma independiente la búsqueda de estudios y un tercer revisor participó en caso de desacuerdo. La identificación de estudios se enriqueció con una búsqueda manual, comprobando las listas de referencias de publicaciones elegibles y usando ResearchGate (www.researchgate.net). Además, se generó un gráfico de red con *Connected Papers* (www.connectedpapers.com, consultado el 10 septiembre de 2024) para asegurar la inclusión de publicaciones recientes y descubrir visualmente publicaciones relevantes.

Criterios de elegibilidad

Para la selección de los artículos se establecieron los siguientes criterios de inclusión: a) adultos (≥ 18 años) físicamente activos, con ausencia de patologías agudas y/o crónicas; b) ensayos clínicos aleatorizados que evalúen el efecto del VFR frente al FR en el dolor, rendimiento físico o ROM; c) estudios que especifiquen de forma clara la intervención con ambos dispositivos, duración del tratamiento miofascial, momento de la intervención y zona de aplicación del tratamiento; d) estudios con una puntuación ≥ 4 en el cuestionario de calidad metodológica PEDro (23).

Se excluyeron todos aquellos estudios que: a) fueran revisiones sistemáticas, metaanálisis, notas, editoriales, estudios no originales y ensayos clínicos no controlados o no aleatorizados. b) fueran publicados antes de 2014. c) estuvieran publicados en un idioma diferente al español, inglés, italiano y portugués.

Evaluación de la calidad metodológica y del riesgo de sesgo

Como herramienta de evaluación de la calidad metodológica de los artículos seleccionados, se utilizó la escala PEDro (23). La calidad metodológica de los estudios se determinó en función de su puntuación: excelente (9-11 puntos), buena (6-8 puntos), regular (4-5 puntos) y mala (< 4 puntos). Adicionalmente, se evaluó el riesgo de sesgo a través de la herramienta de Cochrane (24).

Extracción y síntesis de datos

De cada estudio incluido en la revisión se extrajo la siguiente información: apellido del primer autor, año de publicación, país donde se desarrolló el estudio, tipo de estudio, tamaño muestral, sexo, edad, altura y peso de los participantes, intervención, parámetros evaluados y resultados obtenidos. Dos investigadores realizaron el proceso de extracción de datos con ayuda de una hoja de cálculo (Microsoft Inc., Seattle, WA, USA), ante desacuerdos un tercer autor participó en el proceso. En caso de detectarse datos faltantes o incompletos, se contactó directamente al autor del estudio correspondiente para solicitarlos. Si se obtuvo una respuesta, estos datos fueron incorporados a la revisión. En caso contrario, la ausencia de información se reflejó en la hoja de cálculo.

RESULTADOS

Búsqueda bibliográfica

La búsqueda sistemática resultó en un total de 719 registros, los cuales procedían de las bases de datos Medline (n=673), Scopus (n=31), Cochrane (n=12) y PEDro (n=3), no identificándose ningún registro en fuentes adicionales como ResearchGate o listas de referencias de estudios relevantes. Tras la eliminación de duplicados (n=29), se examinaron los títulos y resúmenes de 690 publicaciones, de las cuales 664 fueron excluidas por no cumplir con los criterios de selección. Los 26 registros restantes fueron revisados a texto completo. Finalmente, 15 estudios fueron incluidos en la revisión sistemática (25–39) (Figura 1).

La verificación de estudios clave en la investigación de los efectos de VFR respecto al FR se puede ver en la Figura 2, considerándose que el gráfico de nodos se originó a partir de Kasahara et al. (39).

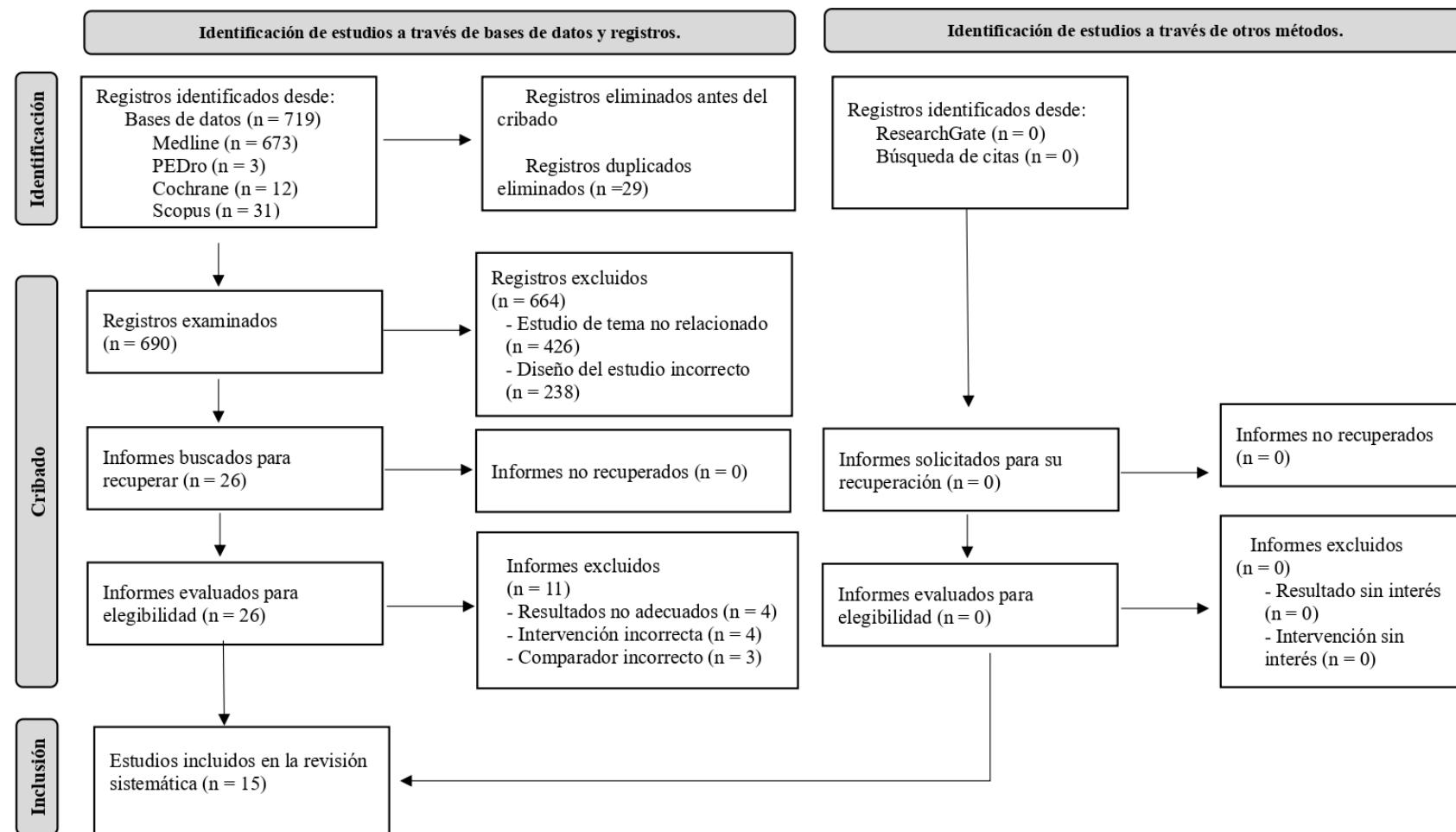


Figura 1. Diagrama de flujo que representa el proceso de identificación y selección de los estudios seleccionados según las directrices de Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses (PRISMA).

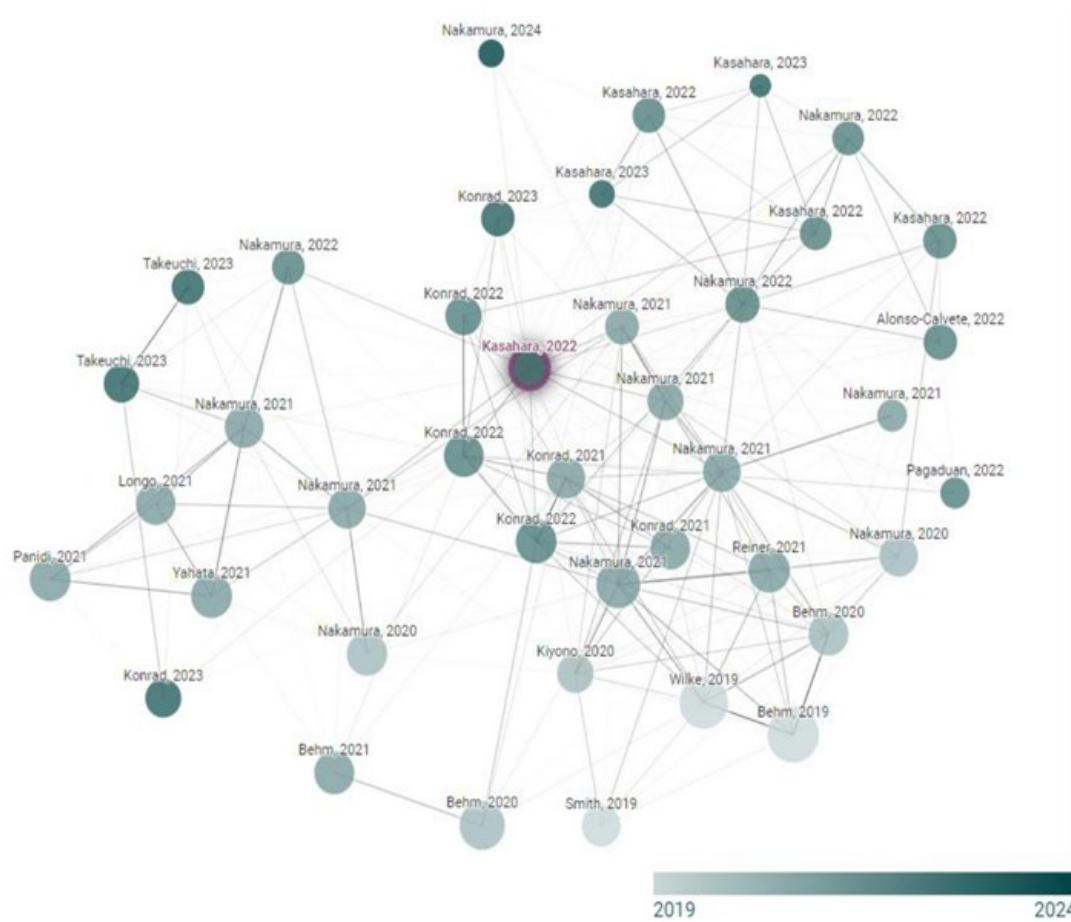


Figura 2. Diagrama de red de los ensayos del uso de rodillo de espuma vibratorio (VFR) en comparación con el uso de rodillo de espuma tradicional. Este gráfico se elaboró mediante www.connectedpapers.com, accediendo el 10 de septiembre de 2024.

Evaluación de la calidad metodológica

La puntuación obtenida en la escala PEDro (23) varío de 4 puntos (28) a 8 puntos (35), alcanzando 8 estudios una puntuación de 7 (25,27,29,30,33,34,36,39). Todos los estudios incluidos cumplieron los ítems de asignación aleatoria, comparación estadística entre grupos y medidas puntuales y de variabilidad (Tabla 1).

Evaluación del riesgo de sesgo

Tras evaluar el riesgo de sesgo con la herramienta Cochrane (24) se encontró que 1 estudio obtuvo una puntuación de 5 puntos (35), 12 estudios (25-27,29-31,33,34,36-39) alcanzaron 4 puntos y 2 estudios obtuvieron una puntuación de 3 (28,32) (Tabla 2). Los principales sesgos encontrados fueron los ítems de ocultamiento de la asignación, cegamiento de los participantes y cegamiento del evaluador (Figura 3).

Tabla 1. Calidad metodológica de los artículos incluidos en la revisión sistemática según el cuestionario PEDro (23).

ESTUDIO Y AÑO	ITEMS											T	CM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
García-Gutiérrez et al. (36), 2018	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7	B
de Benito et al. (32), 2019	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	5	R
Cheatham et al. (33), 2019	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7	B
Lim & Park. (34), 2019	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7	B
Lim et al. (35), 2019	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	8	B
Romero-Moraleda et al. (26), 2019	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	5	R
Lai et al. (29), 2020	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7	B
Alonso-Calvete et al. (28), 2021	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4	R
Reiner et al. (37), 2021	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	B
Ruggieri et al. (25), 2021	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7	B
Tsai et al. (30), 2021	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7	B
Kasahara et al. (27), 2022	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7	B
Kasahara et al. (39), 2022	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7	B
Nakamura et al. (38), 2022	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	6	B
Kasahara et al. (31), 2024	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	6	B

Abreviaturas: T: Total de ítems cumplidos por estudio; CM: Calidad Metodológica; B: Calidad Buena; R: Calidad Regular; 1: ítem cumplido; 0: ítem no cumplido.

Ítems de la escala PEDro: 1 = Criterios de elección; 2 = Asignación aleatoria; 3 = Asignación oculta; 4 = Similitud de grupos al inicio; 5 = Cegamiento de los participantes; 6 = Cegamiento del terapeuta; 7 = Cegamiento del evaluador; 8 = Mínimo del 85% de seguimiento; 9 = Análisis de los datos por intención de tratar; 10 = Comparación estadística entre grupos; y 11 = Medidas puntuales y de variabilidad.

Tabla 2. Puntuación del sesgo de los estudios según la herramienta de Cochrane.

ESTUDIO Y AÑO	ÍTEMES							T
	1	2	3	4	5	6	7	
García-Gutiérrez et al. (36), 2018	+	-	-	-	+	+	+	4
de Benito et al. (32), 2019	+	-	-	-	+	+	+	3
Cheatham et al. (33), 2019	+	-	-	-	+	+	+	4
Lim & Park. (34), 2019	+	-	-	-	+	+	+	4
Lim et al. (35), 2019	+	-	-	+	+	+	+	5
Romero-Moraleda et al. (26), 2019	+	-	-	+	+	+	+	4
Lai et al. (29), 2020	+	-	-	-	+	+	+	4
Alonso-Calvete et al. (28), 2021	+	-	-	-	+	+	+	3
Reiner et al. (37), 2021	+	-	-	-	+	+	+	4
Ruggieri et al. (25), 2021	+	-	-	-	+	+	+	4
Tsai et al. (30), 2021	+	-	-	-	+	+	+	4
Kashara et al. (27), 2022	+	-	-	-	+	+	+	4
Kasahara et al. (39), 2022	+	-	-	-	+	+	+	4
Nakamura et al. (38), 2022	+	-	-	-	+	+	+	4
Kasahara et al. (31), 2024	+	-	-	-	+	+	+	4

Abreviaturas: T: total de ítems cumplidos por estudio; “+”: sesgo de bajo riesgo; “-”: alto riesgo de sesgo; “?”: incertidumbre acerca del potencial de sesgo o falta de información al respecto.

Ítems de la herramienta Cochrane: 1 = generación de secuencias aleatorias; 2 = ocultamiento de la asignación; 3 = cegamiento de los participantes; 4 = cegamiento del evaluador; 5 = seguimiento incompleto; 6 = informe de datos; 7 = Otros sesgos.

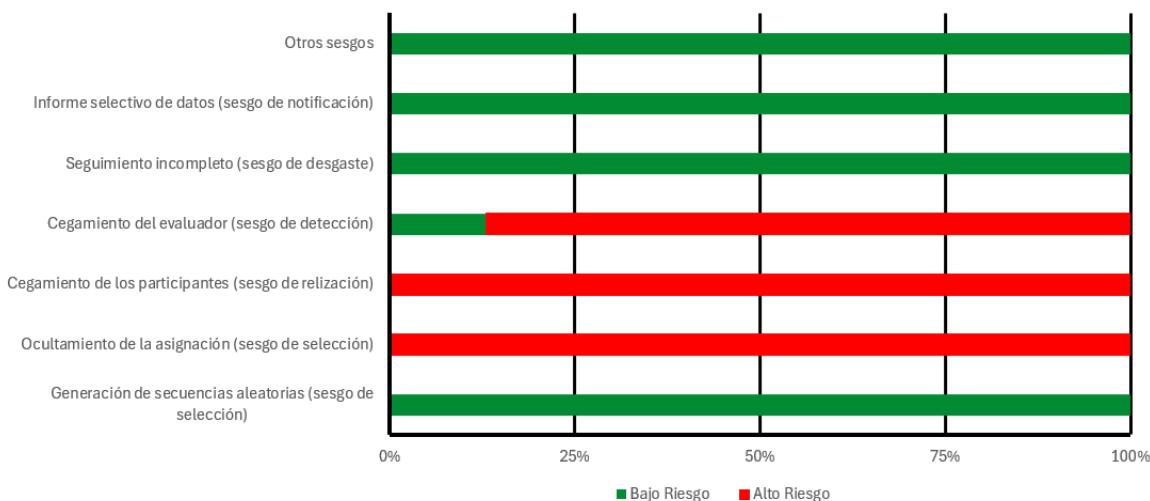


Figura 3. Problemas más comunes encontrados en el riesgo de sesgo evaluado con la Herramienta de Cochrane de los artículos incluidos en la revisión sistemática.

Características de los participantes e intervención

Se incluyeron 6 ensayos controlados aleatorios (26,27,33-35,39) y 9 ensayos cruzados aleatorios (25,28-32,36-28), uno de ellos piloto (28). La muestra total fue de 337 sujetos (248 hombres y 89 mujeres). En 6 estudios (27,30,31,37-39) la muestra fue únicamente masculina, Nakamura et al. (38) incluyeron solo mujeres y en los 8 restantes la muestra fue mixta (26,28,29,32-36). 298 participantes practicaban deporte de manera recreacional (25-28,31-39), 23 eran corredores profesionales (29) y 16 jugaban al voleibol profesionalmente (30) (Tabla 3).

Los 15 estudios compararon los resultados de la intervención de VFR con la intervención de FR. Las frecuencias de aplicación del VFR variaron desde 18 hercios (Hz) (26,28) a 68 Hz (25), siendo la frecuencia más repetida 32 Hz (34-37). Tanto el VFR como el FR fueron rodados sobre el tríceps sural (29,30,36,38,39), cuádriceps (26-28,30-33,37), isquiotibiales (25,28,30,32,34,35), glúteo (30), tibial anterior (30), tensor de la fascia lata (30) y fascia plantar (30). Solamente Kasahara et al. (39) realizaron la intervención de manera continuada durante 6 semanas, el resto de los estudios aplicaron el VFR y el FR una única vez (25-36,38) (Tabla 3).

Evaluación de los resultados

Los parámetros evaluados y los resultados obtenidos tras las intervenciones han sido expuestos en la Tabla 3. De forma complementaria, en la Figura 4 se han resumido los principales hallazgos.

Rango de movimiento articular

El ROM fue analizado por 12 (25–27,31–39) de los 15 estudios, siendo el parámetro más evaluado. El VFR fue superior al FR en 5 de los estudios (26,32,34,37,39), siendo este aumento significativo ($p<0,05$) solo en el estudio de Lim & Park (34). Los 7 estudios restantes no reportaron diferencias entre ambos rodillos (25,27,31,33,35,36,38). Los 12 ensayos encontraron aumentos estadísticamente significativos ($p<0,05$) tras el uso del VFR respecto a la línea base (25–27,31–39).

Dolor

Cuatro (26,27,31,33) de los 15 estudios incluidos evaluaron los cambios relativos a la percepción del dolor a través del PPT. El VFR fue superior al FR en 2 de los estudios (31,33), siendo este aumento significativo ($p<0,05$) en el estudio de Cheatham et al. (33). Los 2 estudios restantes no mostraron diferencias entre rodillos (26,27). No obstante, los 4 estudios encontraron descensos estadísticamente significativos ($p<0,05$) del dolor en el grupo VFR respecto a la línea base (26,27,31,33).

Adicionalmente, Romero-Moraleda et al. (26) utilizaron la escala EVA para evaluar el efecto del VFR sobre el dolor. El VFR mostró una tendencia hacia puntuaciones inferiores respecto al FR, aunque no de manera significativa ($p>0,05$) (26).

Rendimiento físico

Once (25,26,28-31,34-37,39) estudios evaluaron marcadores de rendimiento tras la intervención de VFR. Nueve de ellos evaluaron la fuerza, a través de contracciones isométricas (36–39), concéntricas (25,38), excéntricas (25), resistidas (37) y pruebas de salto (26,30,31,34,38). Comparando el VFR con el FR, 4 intervenciones obtuvieron mejores resultados aunque no estadísticamente significativos ($p>0,05$) (25,37–39), 5 no encontraron diferencias (26,31,34,36,37) y Tsai et al. (30) obtuvo peores resultados con el VFR que con el FR ($p>0,05$). Respecto a la línea base, se han reportado mejoras en 3 de los estudios (34,37,39), siendo estadísticamente significativas ($p<0,05$) en el caso de Reiner et al. (37). García-Gutiérrez et al. (36) y Kasahara et al. (31) no encontraron diferencias. Los 4 estudios restantes mostraron descensos en la fuerza (25,26,30,38), 2 de los cuales fueron estadísticamente significativos ($p<0,05$) (25,26).

La EMG fue evaluada por 3 de los estudios (25,35,37). En comparación con el FR, se reportó un aumento significativo ($p<0,05$) en la EMG de vasto medial, lateral y recto femoral tras realizar la intervención sobre la zona isquiotibial, es decir en la musculatura antagonista (35). Además, Ruggieri et al. (25) encontró un aumento de la EMG no significativo ($p>0,05$) en la musculatura aplicada. Respecto a la línea base, se observó un aumento significativo ($p<0,05$) en la musculatura antagonista (35) y ninguna diferencia en la musculatura en la que fue aplicada (25,37).

Por otra parte, únicamente Romero-Moraleda et al. (26) midieron la SmO₂, no mostrando diferencias significativas ($p>0,05$) respecto al FR, pero sí respecto a la línea base ($p<0,05$).

El SBF y BFO endotelial, miogénico y neurogénico fue evaluado por Lai et al. (29). Estos investigadores observaron que el SBF aumentó de manera no significativa respecto al FR ($p>0,05$), y de forma significativa ($p<0,05$) respecto al dato basal. En relación con el BFO, se observó un mayor aumento del BFO endotelial y miogénico respecto al FR, aunque no significativo ($p>0,05$). El BFO aumentó respecto al basal, siendo sólo significativo ($p<0,05$) el miogénico.

La concentración sanguínea de lactato fue medida por Alonso-Calvete et al. (28). Se observó una disminución significativa ($p<0,05$) respecto al FR y a la línea de base.

Otros resultados

La dureza del tejido fue evaluada por 2 estudios (27,31), mostrando que el uso de VFR reduce la dureza del tejido de forma no significativa ($p>0,05$), respecto al FR. Además, tras el uso de VFR el tejido mostró una disminución significativa ($p<0,05$) respecto a la línea base inmediatamente después del uso del VFR, manteniéndose esta disminución hasta 10 minutos (31) y 30 minutos después (27).

De Benito et al. (32) evaluaron los cambios en el equilibrio y la estabilidad articular, mostrando un aumento no significativo ($p>0,05$) de estos parámetros frente al FR.

Tabla 3. Resumen de los estudios seleccionados.

Primer autor, año de publicación y país	Tipo de estudio	Participantes (tamaño y características de la muestra)	Intervención	Parámetros evaluados	Resultados
García-Gutiérrez et al. (36), (2018) España	Ensayo cruzado aleatorio	38 participantes recreativamente activos (19 ♂ y 19 ♀) ♂: Edad (media ± DE): 21,80 ± 2,70 años Altura (media ± DE): 178,90 ± 0,10 cm Peso (media ± DE): 73,70 ± 9,10 kg ♀: Edad (media ± DE): 19,50 ± 7,20 años Altura (media ± DE): 167,80 ± 0,10 cm Peso (media ± DE): 59,20 ± 2,20 kg GVFR (n = 38) GFR (n = 38)	FR y VFR (32 Hz) masaje con balanceo rodando sobre zona de tríceps sural. 3 series de 20 segundos con 10 segundos de descanso entre series.	ROM: -Dorsiflexión Rendimiento: Fuerza CIVM a la flexión plantar -Flexión dorsal -Flexión plantar	GVFR vs GFR ROM: -Dorsiflexión ↔ CIVM: -Flexión dorsal ↔ -Flexión plantar ↔ GVFR cambios línea base ROM: -Dorsiflexión ↑* CIVM: -Flexión dorsal ↔ -Flexión plantar ↔
de Benito et al. (32), (2019) España	Ensayo cruzado aleatorio	24 participantes recreativamente activos (17 ♂ y 7 ♀) ♂: Edad (media ± DE): 22,50 ± 0,38 años Altura (media ± DE): 177,03 ± 0,72 cm Peso (media ± DE): 73,43 ± 1,41 kg ♀: Edad (media ± DE): 20,43 ± 0,51 años Altura (media ± DE): 160,86 ± 1,78 cm Peso (media ± DE): 56,64 ± 1,67 kg GVFR (n = 24) GFR (n = 24)	Fatiga muscular inducida mediante ciclismo. FR y VFR (30 Hz) masaje con balanceo rodando sobre cuádriceps e isquiotibiales de ambas piernas. 2 series de 1 minuto en cada grupo muscular con 30 segundos de descanso. A 30 rodamientos por minuto.	ROM: -Dorsiflexión -Alcance sentado Equilibrio: -Alcance anterior -Alcance posteromedial -Alcance posterolateral Estabilidad: -Rodilla -Tobillo	GVFR vs GFR ROM: -Dorsiflexión ↑ -Alcance sentado ↔ Equilibrio: -Alcance anterior ↔ -Alcance posteromedial ↑ -Alcance posterolateral ↔ Estabilidad: -Rodilla y tobillo ↑ GVFR cambios línea base ROM: -Dorsiflexión ↑* -Alcance sentado ↑ Equilibrio: -Alcance anterior ↑ -Alcance posteromedial ↑* -Alcance posterolateral ↑ Estabilidad: -Rodilla y tobillo ↑*

Cheatham et al. (33), (2019) Estados Unidos	Ensayo controlado aleatorio	45 participantes recreativamente activos (27 ♂ y 18 ♀) GVFR (n = 15) Edad (media ± DE): 26,60 ± 6,34 años Altura (media ± DE): 170,51 ± 9,49 cm Peso (media ± DE): 72,45 ± 13,01 kg GFR (n = 15) Edad (media ± DE): 24,53 ± 3,96 años Altura (media ± DE): 171,72 ± 8,25 cm Peso (media ± DE): 75,47 ± 15,02 kg • 15 personas no recibieron ningún tratamiento (grupo sin tratamiento)	FR y VFR (33 Hz) masaje con balanceo rodando sobre cuádriceps en decúbito prono. ambas piernas. 1 serie de 2 minutos.	<i>ROM:</i> -Flexión pasiva rodilla en decúbito prono <i>Dolor:</i> -PPT	<i>GVFR vs GFR</i> ROM -Flexión pasiva rodilla en decúbito prono ↔ PPT: ↑*
Lim & Park (34), (2019) Korea	Ensayo controlado aleatorio	20 participantes recreativamente activos (14 ♂ y 6 ♀) GVFR (n = 10; 7 ♂ y 3 ♀) Edad (media ± DE): 20,21 ± 1,01 años Altura (media ± DE): 170,34 ± 10,60 cm Peso (media ± DE): 63,67 ± 11,10 kg GFR (n = 10; 7 ♂ y 3 ♀) Edad (media ± DE): 21,72 ± 2,16 años Altura (media ± DE): 170,91 ± 10,60 cm Peso (media ± DE): 68,93 ± 17,16 kg	FR y VFR (32 Hz) masaje con balanceo rodando por isquiotibiales de ambas piernas. 5 series de 1 minuto con 1 minuto de descanso (mientras una pierna descansa se aplica el rodillo en la otra).	<i>ROM:</i> - ASLR - AKE <i>Rendimiento:</i> Fuerza -Salto vertical	<i>GVFR vs GFR</i> ROM -ASLR ↑* ambas piernas -AKE ↑* pierna izquierda, ↑ pierna derecha Salto vertical ↔ <i>GVFR cambios línea base</i> ROM: -ASLR ↑* ambas piernas -AKE ↑* ambas piernas Salto vertical ↑

Lim et al. (35), (2019) Korea	Ensayo controlado aleatorio	<p>16 personas recreativamente activas (11 ♂ y 5 ♀)</p> <p>GVFR (n = 8; 5 ♂ y 3 ♀)</p> <p>Edad (media ± DE): 20,37 ± 1,06 años</p> <p>Altura (media ± DE): 168,00 ± 9,41 cm</p> <p>Peso (media ± DE): 59,88 ± 8,79 kg</p> <p>GFR (n = 8; 6 ♂ y 2 ♀)</p> <p>Edad (media ± DE): 20,75 ± 1,39 años</p> <p>Altura (media ± DE): 171,63 ± 7,09 cm</p> <p>Peso (media ± DE): 67,25 ± 14,93 kg</p>	<p>FR y VFR (32 Hz)</p> <p>masaje con balanceo rodando sobre isquiotibiales de la pierna dominante (entre pliegue glúteo y fosa poplítea).</p> <p>5 series de 1 minuto con 30 segundos de descanso entre series.</p> <p>A 40 rodamientos por minuto.</p>	<p><i>ROM:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - alcance sentado <p><i>Rendimiento:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -EMG (en contracción isométrica máxima) 	<p><i>GVFR vs GFR</i></p> <p><i>ROM:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -alcance sentado ↔ <p><i>EMG:</i> VM ↑*, VL ↑* y RF ↑*</p> <p><i>GVFR cambios línea base</i></p> <p><i>ROM:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Alcance sentado ↑* <p><i>EMG:</i> VM ↑, VL ↑* y RF ↑*</p>
Romero-Moraleda et al. (26), (2019) España	Ensayo controlado aleatorio	<p>38 recreativamente activas (32 ♂ y 6 ♀)</p> <p>GVFR (n = 19)</p> <p>Edad (media ± DE): 21,90 ± 3,70 años</p> <p>Altura (media ± DE): 177,00 ± 7,00 cm</p> <p>Peso (media ± DE): 75,26 ± 8,00 kg</p> <p>GFR (n = 19)</p> <p>Edad (media ± DE): 22,20 ± 3,20 años</p> <p>Altura (media ± DE): 174,00 ± 7,00 cm</p> <p>Peso (media ± DE): 69,70 ± 11,40 kg</p>	<p>Inducir daño muscular de aparición tardía mediante sentadillas.</p> <p>48 horas después: FR y VFR (18 Hz) masaje con balanceo rodando sobre cuádriceps de pierna dominante (VM, VL y RF).</p> <p>5 series de 1 minuto con 30 segundos de descanso entre series.</p>	<p><i>ROM:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Cadera: Extensión activa y pasiva -Rodilla: Flexión activa y pasiva <p><i>Dolor:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -EVA -PPT <p><i>Rendimiento:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Fuerza -Salto con contramovimiento <p>Recuperación postejercicio</p> <ul style="list-style-type: none"> -SmO₂ 	<p><i>GVFR vs GFR</i></p> <p><i>ROM:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Cadera: Extensión activa ↔; Extensión pasiva ↑ -Rodilla: Flexión activa ↔; Flexión pasiva ↔ <p><i>Dolor:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -EVA: ↓ -PPT: VM ↔, VL ↔ y RF ↔ <p><i>Salto con contramovimiento:</i> ↔</p> <p>SmO₂: ↔</p> <p><i>GVFR cambios línea base</i></p> <p><i>ROM:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Cadera: Extensión activa ↑*; Extensión pasiva ↑* -Rodilla: Flexión activa ↑*; Flexión pasiva ↑ <p><i>Dolor:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -EVA: ↓* -PPT: VM ↑*, VL ↑* y RF ↑* <p><i>Salto con contramovimiento:</i> ↓*</p> <p>SmO₂: ↑*</p>

Lai et al. (29), (2020) Taiwán	Ensayo cruzado aleatorio	23 corredores (12 ♂ y 11 ♀) ♂: Edad (media ± DE): 26,20 ± 5,20 años Altura (media ± DE): 169,50 ± 3,90 cm ♀: Edad (media ± DE): 26,60 ± 7,80 años Altura (media ± DE): 156,80 ± 5,10 cm GVFR (n = 23) GFR (n = 23)	Fatiga muscular inducida mediante carrera. FR y VFR masaje con balanceo rodando sobre zona de tríceps sural de ambas piernas, abarcando gastrocnemios medial y lateral. 3 minutos por pierna a 20 rodamientos por minuto. Frecuencia de VFR: realizaba ciclos variando cada 10 segundos de frecuencia en el siguiente orden: 20, 25, 32, 40, 32, 25, 20, 25 (Hz).	Tres tiempos: antes de la fatiga (T1), tras la fatiga pre-intervención (T2) y tras fatiga post-intervención (T3) <i>Rendimiento:</i> Recuperación postejerercicio SBF BFO: -Endotelial -Neurogénico -Miogénico	GVFR vs GFR SBF (T2↓ vs T1) (T3↑ vs T1) (T3↑ vs T2) BFO Endotelial (T2↔ vs T1) (T3↑ vs T1) (T3↑ vs T2) BFO Neurogénico (T2↓ vs T1) (T3↔ vs T1) (T3↔ vs T2) BFO Miogénico (T2↑ vs T1) (T3↑ vs T1) (T3↔ vs T2) GVFR cambios línea base SBF (T2↑ vs T1) (T3↑* vs T1) (T3↑ vs T2) BFO Endotelial (T2↔ vs T1) (T3↑ vs T1) (T3↑ vs T2) BFO Neurogénico (T2↓ vs T1) (T3↓ vs T1) (T3↑ vs T2) BFO Miogénico (T2↑ vs T1) (T3↑ vs T1) (T3↑ vs T2)
Alonso-Calvete et al. (28), (2021) España	Estudio piloto cruzado aleatorio	n inicial = 10 socorristas n final = 7 socorristas (5 ♂ y 2 ♀) Edad (media ± DE): 23,29 ± 1,11 años Altura (media ± DE): 173,43 ± 8,60 cm Peso (media ± DE): 76,57 ± 5,94 kg GVFR (n = 7) GFR (n = 7)	Fatiga inducida tras nadar 100 metros con rescate a un maniquí. FR y VFR (18 Hz) masaje con balanceo rodando sobre cuádriceps e isquiotibiales de ambas piernas. 2 series de 30 segundos sobre cada músculo con 15 segundos de descanso.	<i>Rendimiento:</i> Recuperación postejerercicio -[LA-] Fatiga (RPE): -Global -En pecho -En brazos -En piernas	GVFR vs GFR [LA-] ↓ Fatiga: global ↔, pecho ↔, brazos ↔ y piernas ↔ GVFR cambios línea base [LA-] ↓* Fatiga: global ↓*, pecho ↓*, brazos ↓* y piernas ↓*

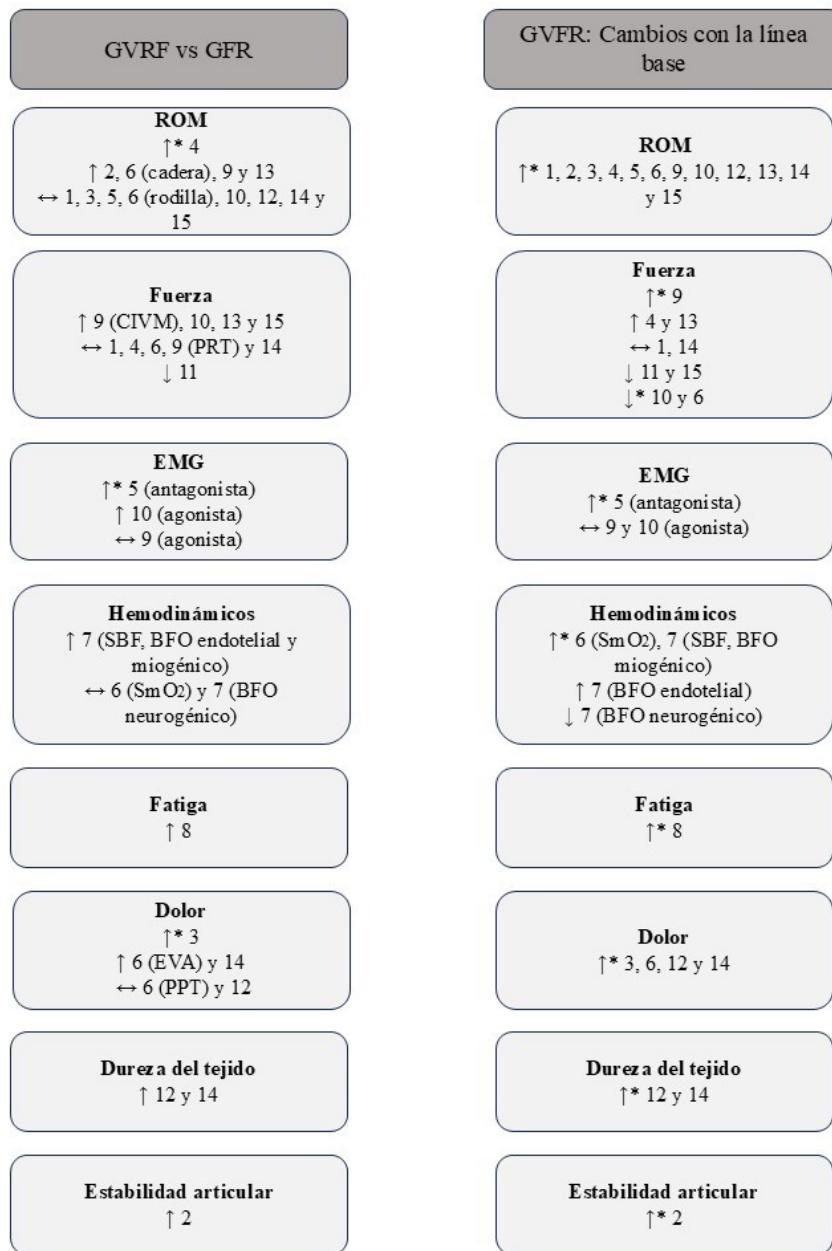
Reiner et al. (37), (2021) Austria	Ensayo cruzado aleatorio	21 ♂ hombres recreativamente activos Edad (media ± DE): 25,20 ± 3,80 años Altura (media ± DE): 182,50 ± 6,90 cm Peso (media ± DE): 77,60 ± 8,80 kg GVFR (n = 21) GFR (n = 21)	FR y VFR (32 Hz) masaje con balanceo rodando sobre cuádriceps de pierna derecha (vasto medio, vasto lateral y recto femoral). 1 serie de 1 minuto sobre cada una de las tres zonas con 30 segundos de descanso entre cada serie. A 30 rodamientos por minuto.	ROM: -extensión pasiva de cadera Rendimiento: Contracción muscular -Electromiografía de superficie Fuerza -CIVM (extensión rodilla) - PRT Rigidez muscular: -módulo de cizallamiento muscular	GVFR vs GFR Extensión pasiva de cadera ↑ Electromiografía de superficie ↔ CIVM ↑ PRT ↔ Rigidez muscular ↔ GVFR cambios línea base Extensión pasiva de cadera: RF ↑*, VL ↑ y VM ↔ Electromiografía de superficie ↔ CIVM ↑* PRT ↔ Rigidez muscular ↓*
Ruggieri et al. (25), (2021) Estados Unidos	Ensayo cruzado aleatorio	15 ♀ mujeres universitarias entrenadas en fuerza Edad (media ± DE): 22,90 ± 2,00 años Altura (media ± DE): 162,70 ± 4,80 cm Peso (media ± DE): 66,00 ± 9,70 kg GVFR (n = 15) GFR (n = 15)	FR y VFR (68 Hz) masaje con balanceo rodando sobre isquiotibiales de la pierna dominante. Se dividió la zona isquiotibial en 3 tercios y, cada tercio se rodó en una única serie durante 30 segundos, aplicando 10 segundos de descanso entre zonas.	ROM: -Elevación de la pierna en decúbito supino Rendimiento: Contracción muscular -EMG Fuerza -Fuerza máxima -Relación cuádriceps-isquiotibiales (C-I)	GVFR vs GFR Elevación pierna ↔ Actividad EMG (↑ en pierna tratada) (↓ en pierna no tratada) Fuerza máxima (↑ en pierna tratada y no tratada) Relación C-I (↑* en pierna tratada) (↔ en pierna no tratada) GVFR cambios línea base Elevación pierna ↑* Actividad EMG (↓ en pierna tratada) (↑ en pierna no tratada) Fuerza máxima (↓* en pierna tratada) (↔ en pierna no tratada) Relación C-I (↔ en pierna tratada) (↓* en pierna no tratada)

Tsai et al. (30), (2021) Taiwán	Ensayo cruzado aleatorio	16 jugadores ♂ de voleibol de la División I de la NCAA Edad (media ± DE): 21,50 ± 1,15 años Altura (media ± DE): 177,56 ± 5,05 cm Peso (media ± DE): 69,37 ± 6,66 kg GVFR (n = 16) GFR (n = 16)	FR y VFR (45 Hz) masaje con balanceo rodando en ambas piernas sobre: - Cuádriceps (primero con flexión de rodilla y después con extensión de rodilla). -Glúteos. -Bíceps femoral. -Tibial anterior. -Gastrocnemios. -Fascia lata. -Fascia plantar.	Tres tiempos: antes de la intervención (T1), 2 minutos post-intervención (T2) y 5 minutos post-intervención (T3) <i>Rendimiento:</i> Fuerza Salto con caída - RSI - GCT -Potencia de la cadera -Potencia de la rodilla -Potencia del tobillo	GVFR vs GFR Salto con caída: (T2↓ vs T2) (T3↓ vs T1) (T3↑ vs T2) -RSI (T2↓ vs T1) (T3↓ vs T1) (T3↑* vs T2) -GCT (T2↔ vs T1) (T3↑ vs T1) (T3↑ vs T2) -Potencia de la cadera (T2↓ vs T1) (T3↓ vs T1) (T3↑ vs T2) -Potencia de la rodilla (T2↑ vs T1) (T3↔ vs T1) (T3↓ vs T2) -Potencia del tobillo (T2↓ vs T1) (T3↑ vs T1) (T3↑ vs T2) <i>GVFR cambios línea base</i> Salto con caída: (T2↓ vs T1) (T3↑ vs T2) (T3↓ vs T1) -RSI (T2↔ vs T1) (T3↑ vs T1) (T3↑ vs T2) -GCT (T2↓* vs T1) (T3↓* vs T1) (T3↑ vs T2) -Potencia de la cadera (T2↓ vs T1) (T3↓* vs T1) (T3↔ vs T2) -Potencia de la rodilla (T2↔ vs T1) (T3↑ vs T1) (T3↔ vs T2) -Potencia del tobillo (T2↔ vs T1) (T3↓ vs T1) (T3↑ vs T2)
------------------------------------	--------------------------	--	--	--	---

Kasahara et al. (27), (2022) Japón	Ensayo controlado aleatorio	14 ♂ participantes recreativamente activos Edad (media ± DE): 22,10 ± 1,00 años Altura (media ± DE): 170,40 ± 5,90 cm Peso (media ± DE): 68,30 ± 10,00 kg GVFR (n = 14) GFR (n = 14)	FR y VFR masaje con balanceo rodando sobre cuádriceps de pierna dominante. 3 series de 1 minuto con 30 segundos de descanso. A 30 rodamientos por minuto.	Cinco tiempos: antes de la intervención (T1), tras la intervención (T2), 10 minutos post-intervención (T3), 20 minutos post-intervención (T4) y 30 minutos post-intervención (T5) <i>Dolor:</i> -PPT <i>ROM:</i> -Flexión rodilla pasiva <i>Dureza del tejido:</i> -penetración con una presión de 14,7 N	GVFR vs GFR PPT (T2, T3, T4 y T5 ↔ vs T1) (T3, T4 y T5 ↔ vs T2) (T4 y T5 ↔ vs T3) (T5 ↑ vs T4) Flexión rodilla pasiva (T2, T3, T4 y T5 ↔ vs T1) (T3, T4 y T5 ↔ vs T2) (T4 y T5 ↔ vs T3) (T5 ↑ vs T4) Dureza del tejido (T2, T3, T4 y T5 ↓ vs T1) (T3 ↔ vs T2) (T4 y T5 ↓ vs T2) (T4 ↓ vs T3) (T5 ↔ vs T3) (T5 ↔ vs T4) GVFR cambios línea base PPT (T2 y T3 ↑* vs T1) (T4 y T5 ↑ vs T1) (T3, T4 y T5 ↓ vs T2) (T4 y T5 ↓ vs T3) (T5 ↑ vs T4) Flexión rodilla pasiva (T2, T3, T4 y T5 ↑* vs T1) (T3, T4 y T5 ↓ vs T2) (T4 y T5 ↓ vs T3) (T5 ↔ vs T4) Dureza del tejido (T2, T3, T4 y T5 ↓* vs T1) (T3 ↔ T4 ↔ T2) (T5 ↑ vs T2) (T4 y T5 ↓ vs T3) (T5 ↑ vs T4)
Kasahara et al. (39), (2022) Japón	Ensayo controlado aleatorio	30 ♂ participantes recreativamente activos GVFR (n = 15) Edad (media ± DE): 21,80 ± 3,40 años Altura (media ± DE): 172,1 ± 5,20 cm Peso (media ± DE): 68,80 ± 8,00 kg GFR (n = 15) Edad (media ± DE): 21,30 ± 0,60 años Altura (media ± DE): 172,80 ± 5,50 cm Peso (media ± DE): 67,70 ± 7,00 kg	FR y VFR (35 Hz) masaje con balanceo rodando sobre tríceps sural 2 veces en semana durante 6 semanas. 12 sesiones con mínimo 48 horas de separación: 3 series de 1 minuto con 30 segundos de descanso.	ROM: -FD pasiva Rendimiento: Fuerza - CIVM (flexión plantar) Rigidez muscular: -módulo de cizallamiento muscular	GVFR vs GFR FD pasiva ↑ CIVM ↑ Rigidez muscular ↔ GVFR cambios línea base FD pasiva ↑* CIVM ↑ Rigidez muscular ↓ • En ambas piernas hubo el mismo efecto (en tratada y no tratada)

Nakamura et al. (38) (2022) Japón	Ensayo cruzado aleatorio	16 ♂ participantes recreativamente activos Edad (media ± DE): 21,70 ± 1,3 años Altura (media ± DE): 170,70 ± 4,20 cm Peso (media ± DE): 62,10± 5,20 kg GVFR (n = 16) GFR (n = 16)	FR y VFR (48 Hz) masaje con balanceo rodando sobre tríceps sural de la pierna dominante. 3 series de 1 minuto con descanso de 30 segundos entre series. A 15 rodamientos por minuto.	ROM (FD): -Activa -Pasiva <i>Rendimiento:</i> Fuerza -Salto con caída a una pierna -Fuerza contracción (flexión plantar): -Concéntrico -Isométrico <i>Rigidez muscular:</i> -módulo de cizallamiento muscular	GVFR vs GFR FD activa ↑ FD pasiva ↔ Salto con caída a una pierna ↑ FP concéntrico ↑ FP isométrico ↑ Rigidez muscular ↓* GVFR cambios línea base FD activa y pasiva ↑* Salto con caída a una pierna ↓ FP concéntrico ↓ FP isométrico ↓ Rigidez muscular ↓*
Kasahara et al. (31), (2024) Japón	Ensayo controlado aleatorio	14 ♂ participantes recreativamente activos Edad (media ± DE): 22,40 ± 1,0 años Altura (media ± DE): 170,70 ± 4,80 cm Peso (media ± DE): 67,60± 9,20 kg GVFR (n = 7) GFR (n = 7)	FR y VFR (35 Hz) masaje con balanceo rodado sobre el cuádriceps de la pierna dominante. 30 segundos con 15 rodamientos y (1 cada 2 segundos)	5 tiempos: antes de la intervención (T1), tras la intervención (T2), 5 minutos después (T3), 10 minutos después (T4) y 15 minutos después (T5). <i>ROM:</i> -Flexión de rodilla pasiva <i>Dolor:</i> -PPT <i>Rendimiento:</i> Fuerza -CMJ <i>Dureza del tejido</i>	GVFR vs GFR ROM ↔ PPT ↓ CMJ ↔ Dureza ↓ GVFR cambios línea base ROM (T2 ↑* vs T1) (T3 ↓* vs T2) (T4 ↓* vs T3) (T5 ↓* vs T4) PPT (T2, T3, T4, T5 ↑* vs T1) CMJ ↔ Dureza T2, T3, T4, T5 ↓* vs T1

Abreviaturas: ↔: Sin cambio significativo; ↑: Incremento no significativo; ↓: Disminución no significativa; ↑*: Incremento significativo; ↓*: Disminución significativa; ♂: Hombre; ♀: Mujer; [LA]: concentración de lactato en sangre. AKE: Prueba de extensión activa de rodilla; ASLR: Prueba de elevación de la pierna recta; BFO: Oscilación del flujo sanguíneo; CIVM: Contracción isométrica voluntaria máxima; cm: Centímetro; CMJ: Salto contramovimiento unilateral; DE: Desviación estándar; EMG: Electromiografía; EVA: Escala visual analógica; FD: Flexión dorsal; FR: Rodillo de espuma; GCT: Tiempo de contacto en el suelo; GFR: Grupo rodillo de espuma; GVFR: Grupo rodillo de espuma vibratorio; Hz: Hercios; Kg: Kilogramo; n: tamaño muestral; NCAA: Asociación Nacional Deportiva Universitaria; PPT: umbral del dolor por presión; PRT: Fuerza resistiva pasiva; RF: Recto femoral; ROM: Rango de movimiento; RPE: Índice de esfuerzo percibido; RSI: Índice de fuerza reactiva; SBF: flujo sanguíneo de la piel; SmO₂: Saturación muscular de oxígeno; VFR: Rodillo de espuma vibratorio; VL: Vasto lateral; VM: Vasto medial.

**Figura 4.** Resultados principales de los estudios seleccionados.

1. García-Gutierrez et al. (36), 2. de Benito et al. (32), 3. Cheatham et al. (33),
4. Lim & Park (34), 5. Lim et al. (35), 6. Romero-Moradela et al. (26), 7. Lai et al. (29), 8. Alonso-Calvete et al. (28), 9. Reiner et al. (37), 10. Ruggeri et al. (25), 11. Tsai et al. (30), 12. Kasahara et al. (27), 13. Kasahara et al.(39), 14. Kasahara et al. (31) 15. Nakamura et al (38). Abreviaturas: BFO: Oscilación del flujo sanguíneo; CIVM: contracción isométrica voluntaria máxima; EVA: Escala Visual Analógica; GVFR: Grupo Foam Roller Vibratorio; GFR: Grupo Foam Roller; PPT: Umbral del dolor por presión; PRT: Fuerza resistiva pasiva; ROM: Rango de movimiento; SBF: Flujo sanguíneo de la piel; SmO₂: saturación muscular de oxígeno.

DISCUSIÓN

Los 15 ensayos clínicos seleccionados (25–39) mostraron que el VFR produce aumentos estadísticamente significativos ($p<0,05$) en todos los parámetros analizados excepto la fuerza. Sin embargo, hay discrepancias sobre su efectividad en comparación con el FR. En términos generales, el VFR se muestra superior al FR, aunque de manera no significativa ($p>0,05$), en la reducción del dolor, la dureza del tejido y la fatiga, el aumento de la estabilidad articular y la recuperación post-ejercicio evaluada por marcadores hemodinámicos y la concentración sanguínea de lactato. Paralelamente, no se ha encontrado un consenso sobre el ROM y la fuerza. Algunos autores han encontrado superior al VFR (25,32,34,37–39), mientras que otros no reportaron diferencias (26,27,31,33,35,36).

Las elevadas cargas de trabajo a las que se someten los deportistas generan cambios en las propiedades mecánicas del sistema musculoesquelético, incluido el tejido miofascial (40). La carga excesiva provoca la liberación del factor transformador del crecimiento beta 1 (TGF β -1), que promueve la fibrosis y rigidez tisular, a través de la diferenciación de fibroblastos (41). Estas adaptaciones resultan en una disminución de la elasticidad, un incremento de la rigidez y la aparición de adherencias, para finalmente ocasionar una limitación en el ROM (42,43). El ROM fue el parámetro más evaluado, siendo analizado por 12 estudios (25–27,31–39). Todos concluyeron que tras la intervención con VFR el ROM aumentaba significativamente ($p<0,05$) (25–27,31–39). Ambos rodillos mediante la presión ejercida sobre la musculatura diana, estimulan el reflejo miotáctico inverso, proporcionando una señal de relajación a las fibras musculares (44). Por otro lado, la fricción generada por los rodillos facilita la ruptura de adherencias fasciales, restaurando así la extensibilidad del tejido y, en consecuencia, incrementa el ROM (14,42). Además, el VFR mediante la vibración puede disminuir la rigidez tisular y aumentar el ROM al reducir el número de puentes cruzados residuales de actina y miosina (45), inhibir la musculatura antagonista y aumentar la temperatura muscular (46). El VFR ha demostrado una mayor reducción de la dureza del tejido en comparación con el FR (27,31), confirmando el efecto beneficioso de la vibración en la relajación muscular.

Esta base teórica sugiere que el VFR es superior al FR en la mejora del ROM. Sin embargo, de los 12 estudios que lo evalúan, 5 investigaciones (26,32,34,37,39) muestran mayores resultados del VFR, mientras que los 7 restantes no encontraron diferencias (25,27,31,33,35,36,38). En discrepancia con nuestros resultados, Park et al. (20) concluyeron que el VFR es más eficaz que el FR en la mejora del ROM. Esta diferencia podría explicarse porque Park et al. (20) incluyeron ensayos realizados en personas sanas no físicamente activas, lo que nos haría pensar que los efectos del VFR en el ROM son superiores en personas sedentarias que entrenadas. Por otro lado, analizando la metodología de los estudios incluidos en nuestra revisión, parece que el tiempo de intervención puede influir en los resultados. Aquellos estudios que se posicionaron a favor del VFR mantuvieron la intervención durante 5 minutos (26,34), llegando incluso Kasahara et al. (39) a realizar sesiones de 3 minutos

durante 6 semanas, siendo la única investigación que realizó más de una sesión. En cambio, la duración de las intervenciones de aquellos autores que no encontraron diferencias fue de 30 segundos (31) a 3 minutos (27,38). En consonancia, Phillip et al. (47) reportaron que las sesiones con técnicas de liberación miofascial autoinducida de mayor duración eran más eficaces en el aumento del ROM. Respecto a las intervenciones a largo plazo, un reciente metaanálisis (48) encontró que tanto el estiramiento estático como el FR pueden recomendarse de manera similar para aumentar el ROM, a menos que el entrenamiento esté programado para ≤ 4 semanas, en cuyo caso el estiramiento estático demuestra una ventaja significativa. Este hecho podría indicar que el efecto de los rodillos sobre el ROM aumenta con el número de sesiones. Sin embargo, para lograr un acuerdo y mostrar evidencia científica sobre del mayor efecto del VFR en el ROM es necesario que futuras investigaciones evalúen el efecto de ambos rodillos a largo plazo.

La aparición de dolor es un fenómeno muy frecuente en los deportistas expuestos a elevadas cargas físicas, condicionando su rendimiento y calidad de vida (49). El dolor es producido principalmente por dos mecanismos. i) La respuesta inflamatoria mediada por las interleucinas IL-1 β , IL-6 y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) (50,51). ii) La liberación de mediadores nociceptivos como la bradicina y la sustancia P que sensibilizan las terminaciones nerviosas libres (41). El efecto del VFR en el dolor ha sido evaluado por 4 estudios a través de la PPT (26,27,31,33). Los 4 estudios coincidieron en que el dolor disminuye tras la intervención con VFR (26,27,31,33). Sin embargo, al comparar su efecto con el FR, 2 estudios encontraron más eficaz el VFR (31,33) mientras que los 2 restantes no reportaron diferencias (26,27).

Se ha hipotetizado que el FR aumenta el umbral doloroso gracias al mecanismo “Gate Control” (12). El “Gate Control” consiste en que varios estímulos, en este caso la presión y el dolor, se dirigen al mismo nivel medular y se produce un compromiso en la entrada de información a la médula, consiguiendo una inhibición del dolor temporal (52,53). El VFR podría ser superior puesto que añade un tercer input, la vibración, lo que dificultaría en mayor medida la entrada de información dolorosa al nivel medular. Además, la vibración reduce el dolor al estimular los mecanorreceptores tipo I y II miofasciales, consiguiendo una diminución de la actividad simpática y un aumento de la parasimpática (15). Los resultados de esta revisión podrían indicar que la frecuencia de la vibración es determinante en la reducción del dolor. Los 2 estudios que encontraron que el VFR es más eficaz que el FR usaron frecuencias de 33 (33) y 35 Hz (31), mientras que los que no observaron diferencias mantuvieron una frecuencia de 18 Hz (26) o no la especificaron (27). Esto concuerda con lo reportado por Cerciello et al. (54) y Cochrane et al. (49) que indica que las frecuencias de vibración altas son más eficaces en la reducción del dolor.

La recuperación eficaz de las intensas cargas de entrenamiento puede determinar el éxito o el fracaso deportivo (55). Una correcta recuperación permite a los deportistas entrenar más y mejorar su condición física (55,56), a la vez que reduce el riesgo de lesión (57). Lai et al. (29) demostraron que el VFR es superior

al FR en el aumento del SBF, BFO endotelial y miogénico. Esto podría indicar que la vibración es capaz de aumentar el flujo sanguíneo, no solo a nivel superficial (SBF y BFO endotelial) sino también a nivel muscular, facilitando la eliminación de lactato, sustancias de desecho e inflamatorias (15,17,29). En este sentido, Alonso-Calvete et al. (28) encontraron una reducción de la concentración sanguínea de lactato mayor con el VFR que con el FR. El aumento del flujo sanguíneo tras el uso del VFR se debe a una respuesta vasodilatadora provocada por la vibración (58). La vibración reduce la rigidez vascular y favorece la liberación de óxido nítrico determinando una vasodilatación (59). El aumento del flujo sanguíneo, además de facilitar la eliminación de sustancias de desecho, aumenta el aporte de nutrientes y oxígeno permitiendo regenerar las fibras musculares afectadas por la práctica deportiva (17). Por último, se ha observado que la vibración local desciende los niveles de creatina quinasa (CK) disminuyendo el daño muscular y facilitando la recuperación (49). El efecto del VFR sobre el DOMS sólo fue evaluado por Romero-Moradela et al. (26). Este autor reportó un mayor descenso del dolor del VFR en comparación con el FR evaluado mediante la escala EVA, pero no encontró diferencias con la escala PPT. Por tanto, son necesarios futuros estudios que comparen el efecto de ambos rodillos.

El último parámetro a analizar es la fuerza muscular. En los últimos años se ha visto una controversia sobre cómo afectan las técnicas miofasciales a la fuerza (47,60). Este parámetro fue evaluado por 9 estudios (25,26,30,31,34,36–39), encontrando resultados variables. 3 estudios (34,37,39) mostraron un aumento de la fuerza tras la intervención con VFR, 2 no observaron diferencias (31,36) y los 4 restantes reportaron descensos (25,26,30,38). No obstante, en 3 (25,26,38) de estos 4 estudios al comparar el VFR con el FR, la fuerza es mayor o igual. Estos resultados podrían indicar que la vibración tiene un efecto preventivo en la pérdida de fuerza ocasionada por el “Foam Rolling”. Ruggieri et al. (25) reportaron un descenso de la actividad mioeléctrica tras el uso de FR. Sin embargo, se ha comprobado que la vibración aislada de 5-50 Hz aumenta esta actividad mioeléctrica, la fuerza muscular y la potencia (46,58,61,62). Por otra parte, Reiner et al. (37) y Ruggieri et al. (25) reportaron que la EMG no variaba tras el uso de VFR. Por lo que la vibración del VFR podría minimizar la pérdida de fuerza ocasionada por el “Foam Rolling”. No obstante, la afectación de la fuerza tras el “Foam Rolling” parece ser transitoria, sin impactar en el rendimiento deportivo (7,15). Por otro lado, la gran variedad de resultados obtenidos puede ser consecuencia de la heterogeneidad de las pruebas. Los autores emplearon para evaluar la fuerza contracciones isométricas (36–39), concéntricas (25,38), excéntricas (25), resistidas (37) y pruebas de salto (26,30,34,38) dificultando la generalización de resultados.

La vibración podría aumentar la fuerza a través de diferentes mecanismos. i) Induce contracciones musculares involuntarias al activar el reflejo tónico vibratorio (18,63). Este reflejo se basa en que la excitación de los husos neuromusculares activa las motoneuronas α, consiguiendo la activación de fibras musculares previamente inactivas (58,64). ii) Activa la neurona inhibitoria Ia inhibiendo la contracción de la musculatura antagonista (46,54). iii) Estimula las funciones espinales y supraespinales consiguiendo un mejor control

motor y reclutamiento de fibras (54). García-Gutierrez et al. (36) confirmaron la superioridad del VFR frente al FR en el control motor al observar un mejor equilibrio y estabilidad articular. iv) Aumenta la expresión de genes anabólicos en los tendones y músculos, además de tener efectos sobre el sistema endocrino aumentando las concentraciones séricas de hormona del crecimiento (65) y testosterona (54,66). A pesar de los múltiples beneficios teóricos, son necesarias futuras investigaciones con pruebas de evaluación homogéneas que permitan sacar conclusiones claras sobre el efecto del VFR sobre la fuerza.

Finalmente, la duración de la intervención parece ser un punto fundamental. En la vibración a cuerpo completo se ha visto que 2 minutos aumentan la fuerza sin embargo 4 y 6 minutos la disminuyen (58,67). Esto parece deberse a que la vibración inicialmente activa el reflejo tónico vibratorio pero cuando el estímulo vibratorio se prolonga inhibe el reclutamiento de unidades motoras (68). Además, se ha demostrado que las intervenciones con técnicas de liberación miofascial autoinducida de larga duración reducen la fuerza (47). En este sentido, solo Tsai et al. (30) encontraron un descenso de la fuerza mayor con el VFR que con el FR. Estos autores aplicaron la intervención en 7 músculos, mientras que el resto se centraron en 1 o 3 músculos, confirmando que las exposiciones prolongadas tienen efectos negativos en la fuerza (69).

Aplicaciones prácticas

A lo largo de la discusión se ha analizado si el VFR es superior al FR en diferentes parámetros. Pero es importante reseñar que ningún estudio, a excepción del llevado a cabo por Tsai et al. (30), mostró que el FR fuera superior al VFR en ningún parámetro evaluado (25–29,31–39). Por lo tanto, el VFR ha demostrado ser una herramienta superior o al menos igual que el FR. El VFR al aumentar el flujo sanguíneo podría favorecer la recuperación tisular post-entrenamiento, siendo recomendable su aplicación tras la actividad deportiva (28,29). En relación con el descenso del dolor, el VFR parece ser más efectivo cuando se utilizan frecuencias de vibración más elevadas, entre 30 y 35 Hz (31,33). Por último, la duración de la intervención con VFR debe determinarse en función del objetivo a alcanzar. Para aumentar el ROM se requieren intervenciones prolongadas, mínimo 5 minutos (26,34,39,47). Por el contrario, si el objetivo es incrementar la fuerza, se recomiendan sesiones más breves, máximo 2 minutos (58,67). Estas recomendaciones se aplicarían para deportistas recreacionales, porque únicamente el estudio conducido por Tsai et al. (30) evaluó los efectos del VFR en deportistas de élite. Probablemente la metodología de aplicación del VFR sea superior, en cuanto a tiempo, frecuencia de vibración y número de sesiones, para conseguir los mismos resultados que en deportistas aficionados o recreacionales. Esto se justificaría porque en el deporte de élite o competición, los tejidos musculares y conectivos son sometidos a demandas extremas debido a la intensidad y frecuencia de los entrenamientos y competiciones (5). Esto provoca mayores perturbaciones sobre los tejidos diana implicados en la modalidad deportiva practicada (5) y por tanto se recomendaría un uso más frecuente y prolongado del VFR. Por tanto, sería necesario que futuras investigaciones evalúen el efecto del VFR en comparación con FR en deportistas de élite para elaborar unas recomendaciones específicas en este grupo poblacional.

Conclusiones

El VFR parece ser superior al FR, aunque de manera no significativa ($p>0,05$), en la reducción del dolor, la dureza del tejido y la fatiga, el aumento de la estabilidad articular y la recuperación post-ejercicio evaluada por marcadores hemodinámicos y la concentración sanguínea de lactato. Sin embargo, no se ha encontrado un consenso sobre el ROM y la fuerza. Esto sugiere que el VFR podría ser una herramienta útil en la recuperación tras entrenamientos intensos, extenuantes y frecuentes mejorando el rendimiento de los deportistas. La duración de las sesiones varía en función del objetivo. Para conseguir un aumento del ROM se requieren sesiones prolongadas (mínimo 5 minutos). Por el contrario, para incrementar la fuerza se recomiendan sesiones breves (máximo 2 minutos). Las frecuencias de vibración altas parecen más efectivas en la reducción del dolor. Es necesario que futuras investigaciones evalúen el efecto del VFR a largo plazo, así como en deportistas de élite.

LIMITACIONES Y CAMINOS FUTUROS

Limitaciones y fortalezas

En esta revisión se reconocen una serie de limitaciones. En primer lugar, un número limitado de manuscritos cumplió con los criterios de selección. Sin embargo, el enfoque sistemático siguió el método PRISMA (21), la búsqueda se realizó en 4 bases de datos e incluyó literatura gris. Adicionalmente, se utilizó la escala PEDro (23) y la herramienta de Cochrane (24) para garantizar que todos los registros seleccionados cumplieran con unos criterios mínimos de calidad y la revisión sistemática fue registrada en PROSPERO para garantizar su originalidad. En segundo lugar, existe una gran heterogeneidad en cuanto a los parámetros evaluados y la metodología para evaluarlos, así como en la intervención, lo que impide la elaboración de un metaanálisis. Por este motivo, los resultados deben ser considerados con cautela, siendo necesario que se realicen estudios homogéneos para llevar a cabo un análisis cuantitativo de los resultados. Según nuestro conocimiento, este estudio supone una investigación novedosa en el ámbito de la Medicina de Rehabilitación, ya que es la primera revisión sistemática en analizar el efecto del VFR versus al FR en sujetos físicamente activos, evaluando parámetros clínicamente relevantes como el ROM, dolor y rendimiento deportivo.

Futuras líneas de investigación

Futuras investigaciones deben evaluar el efecto del VFR en comparación con el FR a largo plazo, puesto que únicamente Kasahara et al. (39) realizaron más de una sesión. Además, son necesarias futuras investigaciones que empleen pruebas de evaluación homogéneas para sacar conclusiones claras sobre el efecto del VFR en la fuerza. Sería conveniente analizar el efecto del VFR en las DOMS, aspecto que solo ha sido evaluado por Romero-Moradela et al. (26) impidiendo sacar conclusiones firmes. Por último, futuras investigaciones

deberían evaluar el efecto del VFR en grupos poblacionales específicos como los deportistas de élite, así como su impacto en las diferentes fases de recuperación y los procesos de readaptación de lesiones.

REFERENCIAS

1. Grandou C, Wallace L, Coutts AJ, Bell L, Impellizzeri FM. Symptoms of Overtraining in Resistance Exercise: International Cross-Sectional Survey. *Int J Sports Physiol Perform.* 2021;16(1):80–9. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2019-0825>.
2. Egan B, Sharples AP. Molecular responses to acute exercise and their relevance for adaptations in skeletal muscle to exercise training. *Physiol Rev.* 2023;103(3):2057–170. <https://doi.org/10.1152/physrev.00054.2021>.
3. Wheeler AH. Myofascial pain disorders: Theory to therapy. *Drugs.* 2004;64(1):45–62. <https://doi.org/10.2165/00003495-200464010-00004>.
4. Musat CL, Niculeț E, Craescu M, Nechita L, Iancu L, Nechita A, et al. Pathogenesis of musculotendinous and fascial injuries after physical exercise - Short review. *Int J Gen Med.* 2023;16:5247–54. <https://doi.org/10.2147/ijgm.s432749>.
5. Fernández-Lázaro D. Estrategias ergogénicas para la optimización del rendimiento y la salud en practicantes de actividad física regular: Evaluación de la eficacia de la crioterapia compresiva, de la exposición a hipoxia intermitente en reposo y entrenamiento sectorizado de los músculos inspiratorios. Tesis doctoral, Universidad de León, León, España, 2020. <https://doi.org/10.18002/10612/12931>.
6. Schroeder AN, Best TM. Is self myofascial release an effective preexercise and recovery strategy? A literature review. *Curr Sports Med Rep.* 2015;14(3):200–8. <https://doi.org/10.1249/jsr.0000000000000148>.
7. Cheatham SW, Kolber MJ, Cain M, Lee M. The effects of self-myofascial release using a foam roll or roller massager on joint range of motion, muscle recovery, and performance: A systematic review. *Int J Sports Phys Ther.* 2015;10(6):827–38. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26618062/>.
8. Pearcey GEP, Bradbury-Squires DJ, Kawamoto J-E, Dronkwater EJ, Behm DG, Button DC. Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *J Athl Train.* 2015;50(1):5–13. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.1.01>.
9. Hughes GA, Ramer LM. Duration of myofascial release for optimal recovery, range of motion, and performance: A systematic review of the literature. *Int J Sports Phys Ther.* 2019;14(6):845–59. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31803517/>.

10. Bradbury-Squires DJ, Noftall JC, Sullivan KM, Behm DG, Power KE, Button DC. Roller-massager application to the quadriceps and knee-joint range of motion and neuromuscular efficiency during a lunge. *J Athl Train.* 2015;50(2):133–40. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.5.03>.
11. Mohr AR, Long BC, Goad CL. Effect of foam rolling and static stretching on passive hip-flexion range of motion. *J Sport Rehabil.* 2014;23(4):296–9. <https://doi.org/10.1123/jsr.2013-0025>.
12. Fernández-Lázaro D, Fernández-Lázaro C, Santamaría G, Seco-Calvo J. Efectos del rodillo de espuma o foam roller sobre el rango de movimiento, la flexibilidad, la fuerza y el dolor muscular de inicio retardado en deportistas de alto rendimiento. *Arch Med Deporte.* 2023;40(3):145–54. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9085821>.
13. Konrad A, Nakamura M, Behm DG. The effects of foam rolling training on performance parameters: A systematic review and meta-analysis including controlled and randomized controlled trials. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(18):11638. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811638>.
14. Wiewelhove T, Döweling A, Schneider C, Hottenrott L, Meyer T, Kellmann M, et al. A meta-analysis of the effects of foam rolling on performance and recovery. *Front Physiol.* 2019;10:376. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00376>.
15. Alonso-Calvete A, Lorenzo-Martínez M, Padrón-Cabo A, Pérez-Ferreirós A, Kalén A, Abelairas-Gómez C, et al. Does vibration foam roller influence performance and recovery? A systematic review and meta-analysis. *Sports Med Open.* 2022;8(1):32. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00421-2>.
16. Percival S, Sims DT, Stebbings GK. Local vibration therapy, oxygen resaturation rate, and muscle strength after exercise-induced muscle damage. *J Athl Train.* 2022;57(5):502–9. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0064.21>.
17. Weerapong P, Hume PA, Kolt GS. The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports Med.* 2005;35(3):235–56. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535030-00004>.
18. Da Silva M, Vaamonde D, Padullés J. Efectos del entrenamiento con vibraciones mecánicas sobre la “performance” neuromuscular. *Apunts Prep física.* 2006;84(2):39–47. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/44858>.
19. Wang F, Zhang Z, Li C, Zhu D, Hu Y, Fu H, et al. Acute effect of vibration foam rolling and local vibration during warm-up on athletic performance in tennis players. *Plos One.* 2022;17(5):e0268515. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268515>.
20. Park S-J, Lee S-I, Jeong H-J, Kim B-G. Effect of vibration foam rolling on the range of motion in healthy adults: A systematic review and meta-analysis. *J Exerc Rehabil.* 2021;17(4):226–33. <https://doi.org/10.12965/jer.2142322.161>.

21. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372(1):89. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01626-4>.
22. Santos CMDC, Pimenta CADM, Nobre MRC. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Rev Lat Am Enfermagem.* 2007;15(3):508–11. <https://doi.org/10.1590/s0104-11692007000300023>.
23. Moseley AM, Elkins MR, Van der Wees PJ, Pinheiro MB. Using research to guide practice: The Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Brazilian J Phys Ther.* 2020;24(5):384–91. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.11.002>.
24. Higgins JPT, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ.* 2011;343:d5928. <https://doi.org/10.1136/bmj.d5928>.
25. Ruggieri RM, Coburn JW, Galpin AJ, Costa PB. Effects of a vibrating foam roller on ipsilateral and contralateral neuromuscular function and the hamstrings-to-quadriceps ratios. *Int J Exerc Sci.* 2021;14(1):304–23. <https://doi.org/10.70252/KZJQ7357>.
26. Romero-Moradela B, González-García J, Cuéllar-Rayó A, Balsalobre-Fernández C, Muñoz-García D, Morencos E. Effects of vibration and non-vibration foam rolling on recovery after exercise with induced muscle damage. *J Sports Sci Med.* 2019;18(1):172–80. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30787665/>.
27. Kasahara K, Konrad A, Yoshida R, Murakami Y, Koizumi R, Sato S, et al. Comparison of the prolonged effects of foam rolling and vibration foam rolling interventions on passive properties of knee extensors. *J Sports Sci Med.* 2022;21(4):580–5. <https://doi.org/10.52082/jssm.2022.580>.
28. Alonso-Calvete A, Lage-Rey A, Lorenzo-Martínez M, Rey E. Does a short intervention with vibration foam roller recover lifeguards better after a water rescue? A pilot study. *Am J Emerg Med.* 2021;49:71–5. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2021.04.089>.
29. Lai YH, Wang AY, Yang CC, Guo LY. The recovery benefit on skin blood flow using vibrating foam rollers for postexercise muscle fatigue in runners. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(23):9118. <https://doi.org/10.3390/ijerph17239118>.
30. Tsai W-C, Chen Z-R. The acute effect of foam rolling and vibration foam rolling on drop jump performance. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(7):3489. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073489>.
31. Kasahara K, Konrad A, Yoshida R, Murakami Y, Sato S, Koizumi R, et al. Comparison of acute and prolonged effects of short-term foam rolling and vibration foam rolling on the properties of knee extensors. *Biol Sport.* 2024;41(2):19–26. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2024.129488>.

32. de Benito AM, Valdecabres R, Ceca D, Richards J, Igual JB, Pablos A. Effect of vibration vs non-vibration foam rolling techniques on flexibility, dynamic balance and perceived joint stability after fatigue. Peer J. 2019;7:8000. <https://doi.org/10.7717/peerj.8000>.
33. Cheatham SW, Stull KR, Kolber MJ. Comparison of a vibration roller and a nonvibration roller intervention on knee range of motion and pressure pain threshold: A randomized controlled trial. J Sport Rehabil. 2019;28(1):39–45. <https://doi.org/10.1123/jsr.2017-0164>.
34. Lim J-H, Park C-B. The immediate effects of foam roller with vibration on hamstring flexibility and jump performance in healthy adults. J Exerc Rehabil. 2019;15(1):50–4. <https://doi.org/10.12965/jer.1836560.280>.
35. Lim J-H, Park C-B, Kim B-G. The effects of vibration foam roller applied to hamstring on the quadriceps electromyography activity and hamstring flexibility. J Exerc Rehabil. 2019;15(4):560–5. <https://doi.org/10.12965/jer.1938238.119>.
36. García-Gutiérrez M, Guillén-Rogel P, Cochrane D, Marín P. Cross transfer acute effects of foam rolling with vibration on ankle dorsiflexion range of motion. J Musculoskelet Neuronal Interact. 2018;18(2):262–7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29855449/>.
37. Reiner MM, Glashüttner C, Bernsteiner D, Tilp M, Guilhem G, Morales-Artacho A, et al. A comparison of foam rolling and vibration foam rolling on the quadriceps muscle function and mechanical properties. Eur J Appl Physiol. 2021;121(5):1461–71. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04619-2>.
38. Nakamura M, Sato S, Kiyono R, Yoshida R, Yasaka K, Yahata K, et al. Comparison between foam rolling with and without vibration on passive and active plantar flexor muscle properties. J Strength Cond Res. 2022;36(12):3339–44. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000004123>.
39. Kasahara K, Konrad A, Yoshida R, Murakami Y, Sato S, Aizawa K. Comparison between 6-week foam rolling intervention program with and without vibration on rolling and non-rolling sides. Eur J Appl Physiol. 2022;122(9):2061–70. <https://doi.org/10.1007/s00421-022-04975-7>.
40. Komada Y, Masuda S, Ohmori T, Kanamaru A, Tanaka M, Sakaguchi T, et al. Response to mechanical properties and physiological challenges of fascia: Diagnosis and rehabilitative therapeutic intervention for myofascial system disorders. Bioengineering (Basel). 2023;10(4):474. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10040474>.
41. Zügel M, Maganaris CN, Wilke J, Jurkat-Rot K, Klingler W, Wearing S, et al. Facial tissue research in sports medicine: From molecules to tissue adaptation, injury and diagnostic consensus statement. Br J Sport Med. 2018;52(23):1497. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099308>.

42. MacDonald GZ, Penney MDH, Mullaley ME, Cuconato AL, Drake CDJ, Behm DG, et al. An acute bout of self-myofascial release increase range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. *J Strength Cond Res.* 2013;27(3):812–21. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31825c2bc1>.
43. Behm DG, Wilke J. Do self-myofascial release devices release myofascia? Rolling mechanisms: A narrative review. *Sports Med.* 2019;49(8):1173–81. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01149-y>.
44. Beardsley C, Škarabot J. Effects of self-myofascial release: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther.* 2015;19(4):747–58. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.08.007>.
45. Pournot H, Tindel J, Testa R, Mathevon L, Lapole T. The acute effect of local vibration As a recovery modality from exercise-induced increased muscle stiffness. *J Sports Sci Med.* 2016;15(1):142–7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26957937/>.
46. Dallas G, Paradisis G, Kirialanis P, Mellos V, Argitaki P, Smirniotou A. The acute effects of different training loads of whole body vibration on flexibility and explosive strength of lower limbs in divers. *Biol Sport.* 2015;32(3):235–41. <https://doi.org/10.5604/20831862.1163373>.
47. Phillips J, Diggin D, King DL, Sforzo GA. Effect of varying self-myofascial release duration on subsequent athletic performance. *J Strength Cond Res.* 2021;35(3):746–53. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002751>.
48. Konrad A, Alizadeh S, Anvar SH, Fischer J, Manieu J, Behm D. Static stretch training versus foam rolling training effects on range of motion: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2024;54(9):2311–26. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02041-0>.
49. Cochrane DJ. Effective of using wearable vibration therapy to alleviate muscle soreness. *Eur J Appl Physiol.* 2017;117(3):501–9. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3551-y>.
50. Healey KC, Hatfield DL, Blanpied P, Dorfman LR, Riebe D. The effects of myofascial release with foam rolling on performance. *J Strength Cond Res.* 2014;28(1):61–8. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3182956569>.
51. Joro R, Uusitalo A, DeRuisseau KC, Atalay M. Changes in cytokines, leptin, and IGF-1 levels in overtrained athletes during a prolonged recovery phase: a Case-control study. *J Sports Sci.* 2017;35(23):2342–9. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1266379>.
52. Moayedi M, Davis KD. Theories of pain: From specificity to gate control. *J Neurophysiol.* 2013;109(1):5–12. <https://doi.org/10.1152/jn.00457.2012>.
53. Guo D, Hu J. Spinal presynaptic inhibition in pain control. *Neuroscience.* 2014;283:95–106. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2014.09.032>.

54. Cerciello S, Rossi S, Visonà E, Corona K, Oliva F. Clinical applications of vibration therapy in orthopaedic practice. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2016;6(1):147–56. <https://doi.org/10.11138/mltj/2016.6.1.147>.
55. Kellmann M. Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20(supl 2):95–102. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01192.x>.
56. Carrard J, Rigort A, Appenzeller-Herzog C, Colledge F, Königstein K, Hinrichs T, et al. Diagnosis overtraining syndrome: A scoping review. *Sports Health.* 2022;14(5):665–73. <https://doi.org/10.1177/19417381211044739>.
57. Dupuy O, Douzi W, Theurot D, Bosquet L, Dugué B. An evidence-based approach for choosing post-exercise recovery techniques to reduce markers of muscle damage, soreness, fatigue, and inflammation: A systematic review with meta-Analysis. *Front Physiol.* 2018;9:403. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00403>.
58. Cochrane DJ. Vibration exercise: The potential benefits. *Int J Sports Med.* 2011;32(2):75–99. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1268010>.
59. Mitchell UH, Johnson PK. Vibration and skin blood flow changes in subjects with restless legs syndrome. *J Parkinsonism and Restless Legs Syndrome.* 2014;4:9–16. <http://dx.doi.org/10.2147/JPRLS.S58556>.
60. Peacock CA, Krein DD, Silver TA, Sanders GJ, Carlowitz KP. An acute bout of self-myofascial release in the form of foam rolling improves performance testing. *Int J Exerc Sci.* 2014;7(3):202–11. <https://doi.org/10.70252/DTPM9041>.
61. Cochrane DJ. The potential neural mechanism of acute vibration. *J Sports Sci Med.* 2011;10(1):19–30. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24149291/>.
62. Pamukoff DN, Ryan ED, Blackburn JT. The acute effects of local muscle vibration frequency on peak torque, rate of torque development, and EMG activity. *J Electromyogr Kinesiol.* 2014;24(6):888–94. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.07.014>.
63. Eklund G, Hagbarth KE. Normal variability of tonic vibration reflexes in man. *Exp Neurol.* 1966;16(1):80–92. [https://doi.org/10.1016/0014-4886\(66\)90088-4](https://doi.org/10.1016/0014-4886(66)90088-4).
64. Matthews PB. The reflex excitation of the soleus muscle of the decerebrate cat caused by vibration applied to its tendon. *J Physiol.* 1966;184(2):450–72. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1966.sp007926>.
65. Benítez A, Carrillo de Albornoz M, García Romero J. Respuesta endocrina a la aplicación de vibraciones de cuerpo completo en humanos. *Rev Andal Med Deporte.* 2015;8(3):109–14. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2015.04.002>.

66. Iodice P, Bellomo RG, Gialluca G, Fanò G, Saggini R. Acute and cumulative effects of focused high-frequency vibrations on the endocrine system and muscle strength. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(6):897–904. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1677-2>.
67. Stewart JA, Cochrane DJ, Morton RH. Differential effects of whole body vibration durations on knee extensor strength. *J Sci Med Sport.* 2009;12(1):50–3. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.09.005>.
68. Bongiovanni LG, Hagnarth KE, Stjernberg L. Prolongued muscle vibration reducing motor output in maximal voluntary contractions in man. *J Physiol.* 1990;423:15–26. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1990.sp018008>.
69. Mottram CJ, Maluf KS, Stephenson JL, Anderson MK, Enoka RM. Prolonged vibration of the biceps brachii tendon reduces time to failure when maintaining arm position with a submaximal load. *J Neurophysiol.* 2006;95(2):1185–93. <https://doi.org/10.1152/jn.00807.2005>.