Revista de Educación Física, (Rev Edu Fís / J Physical Edu) 2019, 2(154)

Article

La Importancia de la Posición y la Intensidad del Estiramiento.Una Revisión Sistemática

The Relevance of Stretch Intensity and Position: a Systematic Review

Nikos Apostolopoulos[1], George S. Metsios[1], Andreas D. Flouris[2], Yiannis Koutedakis[1,2] y Matthew A. Wyon[1,3]

[1]*Centro de Investigación de Rendimiento, Ejercicio y Deporte, Instituto Deportivo, Universidad de Wolverhampton, Walsall, UK*
[2]*Departamento de Ciencias del Ejercicio, Universidad de Thessaly, Trikala, Grecia*
[3]*Instituto Nacional de Medicina y Ciencia de la Danza, Londres, UK*

RESUMEN

Los ejercicios de estiramiento para aumentar el rango de movimiento (ROM) de las articulaciones han sido utilizados por entrenadores deportivos y profesionales médicos para mejorar el rendimiento y la rehabilitación. La capacidad de los tejidos conectivos y musculares para cambiar su arquitectura en respuesta al estiramiento es importante para su correcto funcionamiento, reparación y rendimiento. Dada la escasez de datos relevantes en la bibliografía, esta revisión examinó dos elementos clave del estiramiento: la intensidad del estiramiento y la posición del estiramiento; y su importancia para el ROM, el dolor muscular de aparición tardía (DOMS) y la inflamación en diferentes poblaciones. Una búsqueda en tres bases de datos, Pub-Med, Google Scholar y Cochrane Reviews, identificó 152 artículos, que posteriormente se clasificaron en cuatro grupos: deportistas (24), clínicos (29), adultos mayores (12) y población general (87). El uso de diferentes poblaciones facilitó un examen más amplio de los componentes del estiramiento y sus efectos. Los 152 artículos incorporaron información con respecto a la duración, la frecuencia y la posición del estiramiento, mientras que sólo 79 se referían a la intensidad del estiramiento y 22 de estos 79 estudios se consideraron de alta calidad. Parece que la intensidad del estiramiento está relativamente poco investigada, y la importancia de la posición del cuerpo y su influencia en la intensidad del estiramiento, es en gran parte desconocida. En conclusión, esta revisión ha destacado las áreas para la investigación futura, incluida la intensidad y la posición del estiramiento y su efecto sobre el tejido músculo-tendinoso, en relación con la sensación de dolor, el dolor muscular de aparición tardía, la inflamación, así como la salud y el rendimiento muscular.

Palabras Clave: Estiramiento, intensidad, inflamación, performance, lesión rehabilitación

ABSTRACT

Stretching exercises to increase the range of motion (ROM) of joints have been used by sports coaches and medical professionals for improving performance and rehabilitation. The ability of connective and muscular tissues to change their

architecture in response to stretching is important for their proper function, repair, and performance. Given the dearth of relevant data in the literature, this review examined two key elements of stretching: stretch intensity and stretch position; and their significance to ROM, delayed onset muscle soreness (DOMS), and inflammation in different populations. A search of three databases, Pub-Med, Google Scholar, and Cochrane Reviews, identified 152 articles, which were subsequently categorized into four groups: athletes (24), clinical (29), elderly (12), and general population (87). The use of different populations facilitated a wider examination of the stretching components and their effects. All 152 articles incorporated information regarding duration, frequency and stretch position, whereas only 79 referred to the intensity of stretching and 22 of these 79 studies were deemed high quality. It appears that the intensity of stretching is relatively under-researched, and the importance of body position and its influence on stretch intensity, is largely unknown. In conclusion, this review has highlighted areas for future research, including stretch intensity and position and their effect on musculo-tendinous tissue, in relation to the sensation of pain, delayed onset muscle soreness, inflammation, as well as muscle health and performance.

Keywords: Stretching, intensity, inflammation, performance, injury, rehabilitation

INTRODUCCIÓN

El estiramiento se refiere a un movimiento aplicado por una fuerza externa y/o interna para aumentar el rango de movimiento articular, es decir, la flexibilidad (Light et al., 1984; Weerapong et al., 2004). Las formas de estiramiento incluyen activa, pasiva, dinámica, estática, balística y facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF) (Sady et al., 1982; Shellock y Prentice, 1985; Alter, 2004; Bonnar et al., 2004; Shrier, 2004). Tradicionalmente, los ejercicios de estiramiento han sido recomendados por entrenadores deportivos y profesionales médicos como un medio para mejorar el rendimiento y prevenir lesiones mediante la recuperación del rango de movimiento articular (ROM), es decir, el aumento de la flexibilidad (Hortobágyi et al., 1985; Taylor et al., 1990; Wilson et al., 1991).

El estiramiento depende de la tensión activa y pasiva del músculo, de la unidad músculo-tendinosa (MTU), así como de los proprioceptores del sistema musculoesquelético, los husos musculares y el órgano tendinoso de Golgi (Nikolaou et al., 1987; Guissard y Duchateau, 2006; Knudson, 2006; Abdel-aziem et al., 2013). La tensión creada por el músculo puede clasificarse como activa o pasiva, con activa refiriéndose a la interacción de los filamentos de actina y miosina del músculo, y pasiva a la elongación del tejido conectivo más allá de su longitud de reposo (Knudson, 2006). Tanto activa como pasiva definen las propiedades del músculo dependientes de la longitud que están fuertemente relacionadas con el estiramiento, ya que la interacción de cada uno implica que las intervenciones de ejercicio, como el estiramiento, pueden tener un efecto complejo sobre el músculo esquelético, dependiendo de la interacción de los tejidos y de la naturaleza del estímulo de entrenamiento (Knudson, 2006). En otras palabras, cuando el músculo se estira utilizando técnicas de estiramiento [es decir, estáticas, activas, dinámicas o PNF], esto puede explicar los cambios en la tensión activa y pasiva del músculo que mejora el ROM de una articulación (Knudson, 1999).

La MTU se destaca en el estiramiento, con Kubo et al. (2001) sugiriendo que el mecanismo potencial para reducir el riesgo de lesiones con una mayor flexibilidad es el cambio en sus propiedades viscoelásticas. Durante el estiramiento, con la MTU sostenida a una longitud constante, la fuerza pasiva a esa longitud disminuye gradualmente, resultando en una relajación del estrés (Magnusson et al., 1995). Los estudios *in-vivo* (Magnusson et al., 1995) e *in-vitro* (Taylor et al., 1990) han observado que el estiramiento repetido de la MTU a una longitud constante reduce la tensión pasiva máxima, lo que sugiere que esta reducción en la viscosidad y/o rigidez de la MTU durante el estiramiento es responsable del aumento del ROM de la articulación (Kubo et al., 2001).

Dentro de las fibras musculares y los tendones se encuentran los proprioceptores, sensores que proporcionan información sobre el ángulo articular, la longitud del músculo y la tensión muscular. Dos proprioceptores relacionados con el estiramiento son los husos musculares (responden a cambios en la longitud) y el órgano tendinoso de Golgi (responde a cambios en la tensión) (Guissard y Duchateau, 2006; Abdel-aziem et al., 2013), transmitiendo información sobre la tensión muscular al sistema nervioso central (Abdel-aziem et al., 2013). Por lo tanto, la interacción de la tensión muscular (activa y pasiva), la MTU y la viscoelasticidad y el tejido propioceptivo (husos musculares y órgano tendinoso de Golgi), son importantes a la hora de considerar cómo el estiramiento puede influir en el aumento o disminución de la flexibilidad y el ROM de una articulación.

En la bibliografía, se han identificado cuatro parámetros de estiramiento como importantes para influir potencialmente en el aumento o disminución de la flexibilidad de una articulación: intensidad, duración, frecuencia (Marschall, 1999), y posición del estiramiento (Wyon et al., 2009). El enfoque de esta revisión se centró en la intensidad del estiramiento y la

posición del estiramiento. La intensidad es importante porque la magnitud de la fuerza generada durante el estiramiento puede influir en la respuesta del tejido. Por ejemplo, muy poca fuerza puede resultar en una respuesta elástica con poca o ninguna ganancia en el ROM (Jacobs y Sciascia, 2011), mientras que la aplicación de demasiada fuerza puede lesionar el tejido, llevando a una respuesta inflamatoria (Brand, 1984; McClure et al., 1994). La razón para incluir la posición del estiramiento es que esto puede influir directa o indirectamente en la intensidad del estiramiento, ya que se sabe que el tejido muscular y tendinoso y sus componentes (es decir, el colágeno) responden a niveles alterados de actividad (Kjaer, 2004). La posición que se adopte durante el estiramiento puede influir en la magnitud de la fuerza generada antes y durante el estiramiento, alterando potencialmente la respuesta del tejido muscular y tendinoso. En un estudio de Abdel-aziem et al. (2013), al comparar un estiramiento de los isquiotibiales de pie con un estiramiento en decúbito supino, el estiramiento en supino aisló mejor el músculo isquiotibial, fue más cómodo, pero más importante, facilitó una mejor respuesta de relajación durante el estiramiento. En esta revisión, se identificaron cuatro posiciones: con carga, con apoyo, con terapeuta y con máquina, cada una de las cuales se definió en la Sección de Materiales y Métodos (*intensidad y posición del estiramiento*). Aunque el ángulo articular, la dirección de la fuerza, la magnitud y la duración del estiramiento pueden permanecer idénticos, esto no excluye la noción de que se pueda generar una fuerza en relación con la posición de estiramiento que aumente el estrés o tensión en el músculo, el tendón y la MTU. Aunque la fuerza generada durante el estiramiento sobre el tejido muscular y tendinoso no se conoce con respecto a las diferentes posiciones de estiramiento, sugiriendo más investigación, lo que se sabe y se ha observado es que la carga impartida por la fuerza afecta la adaptación estructural y funcional del tejido (Kjaer, 2004).

Esta adaptación del músculo a la fuerza se refiere a la plasticidad muscular, una propiedad mecánica que indica la capacidad de las células musculares para alterar su estructura y función en respuesta a diversos estímulos (Martins et al., 2013). Se ha observado que el estiramiento de las células musculares interactúa estrechamente con el tejido muscular esquelético, lo que sugiere un proceso de adaptación cuando se somete a una carga mecánica (Kjaer, 2004). La carga se ha definido como un estiramiento cíclico o estático, tensión o esfuerzo de cizallamiento, siendo una combinación de estas cargas la responsable de alterar la forma de un cuerpo que resulta en una adaptación (Salameh y Dhein, 2013). Estas fuerzas pueden deformar la matriz extracelular (ECM), que une los tejidos del cuerpo y desempeña un papel importante en el mantenimiento de la estructura tisular de los tendones, ligamentos y músculos (Kjaer, 2004). Los estudios sobre el estiramiento han indicado que el estiramiento puede promover la sarcomerogénesis, una síntesis de la proteína contráctil producida por un músculo específico, por la mecanotransducción (Martins et al., 2013). Durante el estiramiento, este estímulo mecánico afecta a la ECM, con las integrinas, los receptores transmembrana que unen las interacciones entre la célula y la ECM, detectando y transmitiendo este estímulo al interior de la célula (De Deyne, 2001). Este estímulo activa una serie de proteínas nucleares que modifican la transcripción genética regulando la sarcomerogénesis (De Deyne, 2001). Con la intensidad definida como la magnitud de la fuerza o torque que se aplica a la articulación durante un ejercicio de estiramiento (Jacobs y Sciascia, 2011), y la relajación del estrés se refiere a una disminución de la fuerza necesaria para sostener un tejido a lo largo del tiempo, la combinación de intensidad y posición de estiramiento puede jugar un papel significativo en el aumento del ROM de una articulación, posiblemente a través del proceso de sarcomerogénesis. Posteriormente, la combinación de la intensidad y la posición de estiramiento con la duración y la frecuencia puede desempeñar un papel importante en el aumento del ROM (Wyon et al., 2009, 2013), influyendo posiblemente en la respuesta del cuerpo con respecto al dolor muscular de aparición tardía (DOMS) o la inflamación (Smith et al., 1993).

El DOMS es una sensación de dolor sordo y punzante, combinado con sensibilidad y rigidez que ocurre 24 horas después del ejercicio no acostumbrado, alcanzando su punto máximo de 1-3 días, desapareciendo a los 7-10 días (MacIntyre et al., 1995). Generalmente se acepta que el DOMS está asociado con daño muscular y/o del tejido conectivo, y/o respuestas inflamatorias subsecuentes inducidas por el ejercicio excéntrico (Nosaka et al., 2002). Según Smith (1991), los eventos observados asociados con la inflamación aguda también se observan con el DOMS: hinchazón, pérdida de función y dolor. Los síntomas y signos que surgen del tejido normal expuesto a estímulos de alta intensidad generalmente reflejan la intensidad, localización y tiempos de los estímulos iniciadores (Kidd y Urban, 2001). La intensidad del estiramiento ha sido intrínsecamente mediada por el dolor, con estiramientos más allá del umbral del dolor durante períodos prolongados asociados con una respuesta inflamatoria (Jacobs y Sciascia, 2011). Dada la relación entre el dolor y el daño tisular, y su relación con la inflamación (Merskey y Bogduk, 1994), es muy interesante que, aunque la duración y la frecuencia hayan atraído la atención científica, la magnitud de la intensidad del estiramiento y la posición del cuerpo durante el estiramiento no lo hayan hecho de la misma forma.

Se ha observado en la bibliografía que las variables independientes de duración y frecuencia, de carácter "cuantitativo", se utilizan ampliamente (Tablas 1-4). Probablemente son más fáciles de manipular con los participantes instruidos para sostener un estiramiento en particular durante un cierto período de tiempo (duración) repetido por varias series (frecuencia). Sin embargo, las variables independientes de intensidad y posición del estiramiento son más difíciles de manipular. Son de carácter "ordinal" y se refieren a una sensación, una percepción única para cada participante. Los investigadores a menudo recurren a términos descriptivos para transmitir la sensación, cómo debería sentirse la intensidad durante el ejercicio de estiramiento (es decir, molestia, dolor, etc.), y la posición adoptada durante el ejercicio (es decir, de pie versus posición supina). Por lo tanto, dada la dificultad para manipular la intensidad y la posición del

estiramiento, la mayoría de los artículos los mencionan junto con la duración y la frecuencia en relación con las aplicaciones tanto clínicas como deportivas. Hasta la fecha no existen revisiones sistemáticas centradas en la intensidad del estiramiento y la posición del cuerpo y cómo esto puede afectar al tejido blando y conectivo. Esto es interesante ya que la intensidad del estiramiento y la posición del cuerpo se han incluido en el diseño de los experimentos de estiramiento, presumiendo su relevancia, sin embargo, no se han investigado completamente. De hecho, la mayoría de las revisiones sistemáticas se refieren al estiramiento en respuesta al rendimiento muscular (Weerapong et al., 2004; Rubini et al., 2007; Kay y Blazevich, 2012), al dolor muscular, al riesgo de lesiones (Herbert y Gabriel, 2002; Connolly et al., 2003; Thacker et al., 2004), y a los aumentos en el ROM (Decoster et al., 2005; Harvey et al., 2006).

Tabla 1. *Población de Deportistas*

Article	*n*	Methodology				Main outcomes	Q
		MeSH term	Type of stretch	Elements of stretching	Stretch position		
Hayes and Walker, 2007‡	7	ROM	Static dynamic	Intensity D, duration, frequency	Loaded	Pre-exercise stretching no impact on running economy or sub-max exercise oxygen cost.	3
Silveira et al., 2011‡	12	ROM	Static dynamic	Intensity D duration frequency	Loaded	Static stretching did not improve dynamic hamstring flexibility; however, dynamic stretching improved both dynamic and static flexibility.	3
Wyon et al., 2013‡	39	ROM	Static	Intensity G, D duration, frequency	Supported	Low intensity stretching beneficial in development of active and passive ROM.	3
Allison et al., 2008†	10	ROM	Static	Intensity D, duration, frequency	Loaded	Prolonged static stretch no influence on running economy despite changes in neuromuscular function.	2
Ayala et al., 2010	18	ROM	Active	Duration, frequency	Loaded	Effect of acute stretching prior to intensive activity needs to be considered before pre-exercise warm up routine.	1
Bazett-Jones et al., 2008†	21	ROM	Static	Intensity D, duration, frequency	Loaded	After 6 weeks static stretch hamstring no improvement in knee ROM, sprint or vertical jump.	1
Bazett-Jones et al., 2005	10	ROM	Static	Duration, frequency	Therapist	Potentiating effect ↑ ROM but also fatigue.	1
Bello et al., 2011	14	ROM	Passive	Duration, frequency	Therapist	Athletes Rhythmic stabilization >Passive Stretch fewer injuries.	1
Caplan et al., 2009†	18	ROM	Static PNF	Intensity D, duration, frequency	Loaded	Both static stretch and PNF ↑ Hip Flexor ROM, running mechanics during high velocity running.	1
Decicco and Fisher, 2005	30	ROM	PNF	Duration, frequency	Therapist	CRC, HRC PNF ↑ external shoulder ROM: 2×/week for 6 weeks.	1
Favero et al., 2009†	10	ROM	Static	Intensity P, duration, frequency	Loaded	Acute stretching no conclusive evidence on sprint performance in the context of the athletes existing ROM.	1
Halbertsma et al., 1996	16	ROM	Static	Duration, frequency	Loaded	1–10 min stretch ↑ passive muscle moment ROM elongation of hamstring.	1
Herman and Smith, 2008	24	ROM	Static dynamic	Duration, frequency	Loaded	4 weeks of dynamic warm up intervention daily preseason ↑ sustained power, strength, muscle endurance anaerobic, and agility.	2
Larsen et al., 2005	20	ROM	Static	Duration, frequency	Loaded	Static stretch no effect on knee Joint Position Sensation.	2
Maenhout et al., 2012†	62	ROM	Static	Intensity G, duration, frequency	Loaded	Acromiohumeral distance smaller on dominant side in athletes with glenohumeral internal rotation deficit. This 2-D measure of subacromial space was found to ↑ after 6 week sleeper stretch.	2
Magnusson et al., 1998†	12	ROM	Static	Intensity P, duration, frequency	Machine	Static stretch and cycling stretch ↑ joint ROM by ↑ stretch tolerance.	1
McBride et al., 2007	8	ROM	Static	Duration, frequency	Therapist	Stretching ↓ muscle force output in single joint isometric contraction and rate of force development in multiple joint isometric contraction.	1
Mendez-Sanchez et al., 2009	8	ROM	Static active	Duration, frequency	Therapist	Adding sciatic nerve slider to sustained hamstring stretching ↑ in both lumbar and lower quadrant flexibility.	2
Moller et al., 1985	48	ROM	PNF	Duration, frequency	Loaded	ROM training ↓ post 24 h, stretching prior to activity, ↑ knee flexion, post training greatest ↑ hip extension flexion and knee flexion.	1
Morrin and Redding, 2013†	10	ROM	Static ballistic	Intensity MSNP, duration, frequency	Loaded	It has been suggested that a combined warm-up protocol consisting of SS and DS should be promoted as an effective warm-up for dancers.	1
Roberts and Wilson, 1999†	12	ROM	Static	Intensity D, duration, frequency	Loaded	15 s stretch > 5 s ↑ improvements in active ROM.	1
Torres et al., 2008	11	ROM	Static dynamic	Duration, frequency	Loaded	No short-term effect of stretching on upper-body muscular performance regardless of stretch mode.	2
Tsolakis et al., 2010†	20	ROM	Static dynamic	Intensity G, duration, frequency	Loaded	Static or ballistic stretching in the later stages of a general warm-up normally used before training or competition does not hinder specific performance in fencing.	1
Zourdos et al., 2012	14		Dynamic	Duration frequency	Loaded	Dynamic stretching does not affect running endurance performance in trained male runners.	1

MeSH, medical search headings; ROM, range of motion; PNF, proprioceptive neuromuscular facilitation; D, discomfort; P, pain; G, gentle; ↑, increased; ↓, decreased; Q, quality of study; † Indicates study mentioning intensity; ‡ Indicates high quality study mentioning intensity.

https://www.frontiersin.org/files/Articles/144223/fpsyg-06-01128-HTML/image_m/fpsyg-06-01128-t001.jpg

Con esta revisión de la bibliografía se eligieron cuatro poblaciones (deportistas, clínicos, adultos mayores y población general), cada una de las cuales destacó una variación con el uso y la importancia del estiramiento. Cabe señalar que la población general hizo referencia a estudios que no se refieren específicamente a los deportistas, clínicos y adultos mayores. Dentro del grupo de deportistas, los atletas, técnicos y entrenadores recomiendan el estiramiento en un esfuerzo por prevenir lesiones y mejorar el rendimiento (Thacker et al., 2004). En la población de clínicos, el estiramiento se utiliza para tratar numerosas afecciones fisiopatológicas, tales como accidentes cerebrovasculares, contracturas y diversos trastornos musculoesqueléticos, con el fin de aliviar el dolor. Con la población de adultos mayores, la mayor preocupación con el estiramiento es aumentar el movimiento de los miembros inferiores para mejorar la marcha y la movilidad (Christiansen, 2008; Cristopoliski et al., 2009). Sin embargo, aunque estas variaciones entre estas poblaciones son importantes, el énfasis de esta revisión es investigar cómo la intensidad del estiramiento y la posición del cuerpo pueden afectar e influir en el tejido blando y conectivo de estas poblaciones, dada la escasez de estudios con respecto a estos parámetros de estiramiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Utilizando los siguientes límites: humanos (adultos), idioma Inglés, ensayos clínicos, ensayos controlados aleatorios y revisiones, se consultaron tres bases de datos (PubMed/Medline, Google Scholar y Cochrane Reviews), con el fin de determinar la intensidad del estiramiento y su asociación con el estiramiento. Los términos Medical Subject Heading (MeSH), "estiramiento" y "ejercicios de estiramiento", se utilizaron en combinación con "ROM", "DOMS" e "inflamación" en cuatro poblaciones diferentes: deportistas, clínicos, adultos mayores y población general. El grupo de deportistas consistió en todos los estudios que mencionaban una actividad deportiva que incluía sólo a los deportistas, el grupo de clínicos se refería a pacientes con cualquier enfermedad/lesión, y el grupo de adultos mayores incluía a personas de 65 años o más. El grupo general comprendía todos los estudios restantes que no cumplían los criterios establecidos para los tres grupos antes mencionados. Además, para evaluar la calidad de los estudios seleccionados se empleó una evaluación de "*calidad de los estudios*" según lo establecido por Jadad et al. (1996). La elegibilidad para cada estudio se basó en los siguientes criterios. Si los estudios se describieron como aleatorizados, se les asignó un punto, y otro punto si se describió el método de aleatorización. La aleatorización se consideró apropiada si permitía a cada participante tener el mismo acceso para recibir la intervención, si no se cumplía este criterio se descontaba un punto. A los estudios también se les asignó un punto si se describían como doble ciego, con otro punto asignado si tanto la persona que lo administraba como el participante que recibía la intervención no podían identificarlo. Si no se cumplía este criterio, se descontaba un punto. A su vez, se dio un punto si el estudio describía el número y las razones de retiro de los participantes. La puntuación máxima para cada estudio fue de cinco, y el mínimo para un informe incluido fue de uno. Se consideró que las puntuaciones de tres o más eran de alta calidad. Los estudios que no cumplieron con ninguno de los criterios fueron excluidos de la revisión de la bibliografía. La búsqueda inicial mostró 400 artículos relevantes, de los cuales 205 se superpusieron entre las bases de datos, dejando 195 estudios. De estos estudios, 43 se excluyeron por no cumplir con ninguno de los criterios de la evaluación de "calidad del estudio" como se describió anteriormente. Esto resultó en la inclusión de 152 artículos (Deportistas n = 24; Clínicos n = 29; Adultos Mayores n = 12; General n = 87) para esta revisión (Figura 1, diagrama de flujo PRISMA).

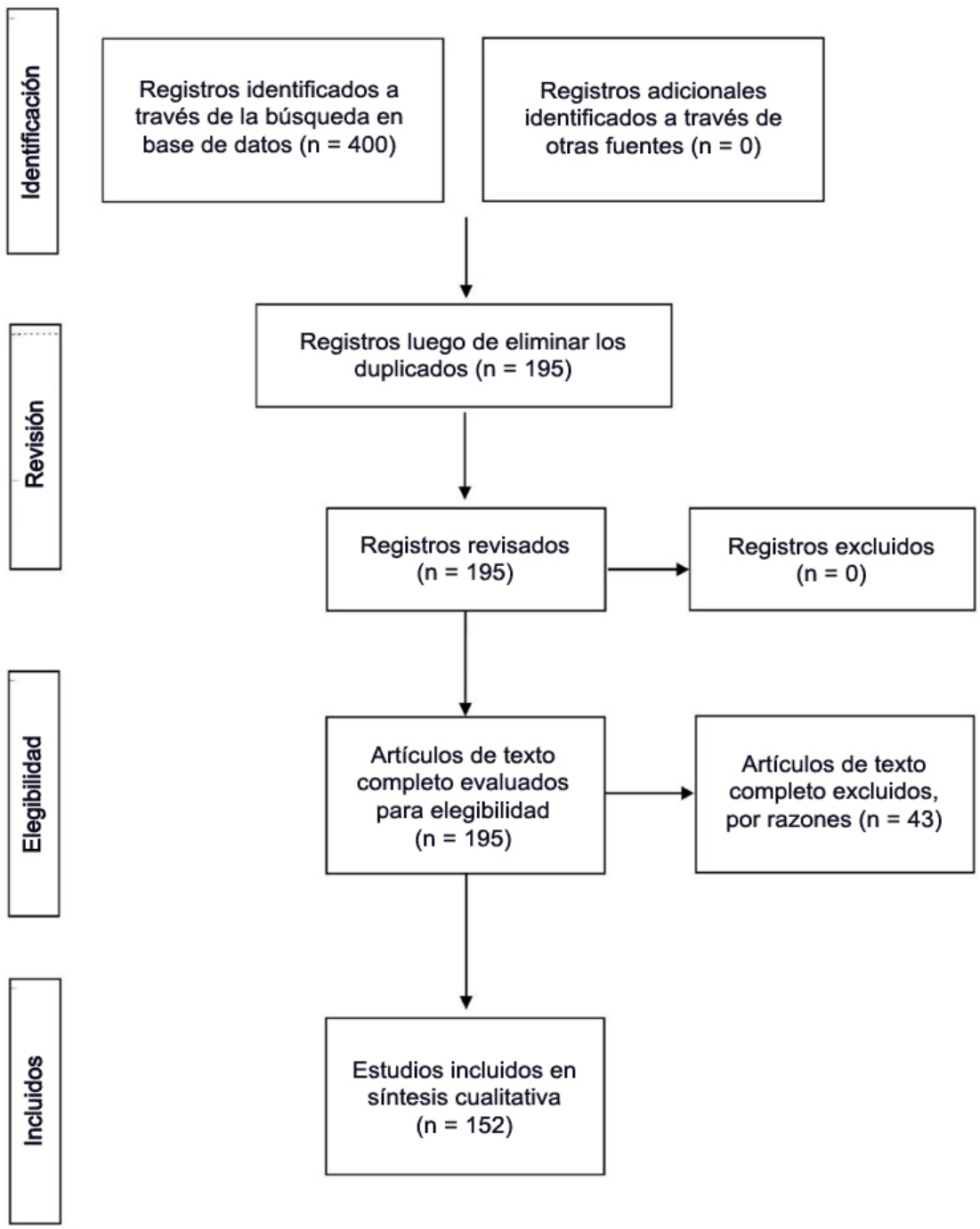


Figura 1. *Diagrama de flujo PRISMA*

https://www.frontiersin.org/files/Articles/144223/fpsyg-06-01128-HTML/image_m/fpsyg-06-01128-g001.jpg

Posición e Intensidad del Estiramiento

Para el propósito de esta revisión de bibliografía, se evaluó la intensidad del estiramiento para cada artículo si se refería a una sensación subjetiva del estiramiento: molestia suave (sensación de tirón suave sobre el músculo), estiramiento máximo sin dolor (MSNP, por sus siglas en inglés) y dolor, o si se mencionaba el uso de una escala (es decir, una escala numérica, visual y de clasificación de dolor). A su vez, la posición se valoró evaluando la ejecución del ejercicio de estiramiento como: con apoyo, con carga, con terapeuta y asistido por máquina. Con apoyo se refiere a la colocación del cuerpo en una posición en la que es estable con una amplia base de apoyo (es decir, acostado o de pie). Un estiramiento con carga, se refiere a la colocación del cuerpo en una posición de estiramiento donde el músculo que se está estirando también se utiliza para ayudar a sostener el cuerpo durante el estiramiento (es decir, un estiramiento del isquiotibial acostado versus

un estiramiento del isquiotibial parado). Las dos últimas posiciones de estiramiento se referían al uso de una máquina (por ejemplo, un dinamómetro isocinético) o un terapeuta como medio para aplicar la fuerza sobre la unidad músculo-tendón. Las sensaciones y posiciones descritas anteriormente son de naturaleza consciente (Proske y Gandevia, 2012), siendo el individuo consciente de la tensión generada por el músculo durante el estiramiento. Este input sensorial genera una conciencia que puede influir en la intensidad del estiramiento.

RESULTADOS

Población de Deportistas

Se identificaron 24 estudios en los que todos mencionaron la duración y la frecuencia, pero sólo 12 hicieron referencia a la intensidad (Magnusson et al., 1998; Roberts y Wilson, 1999; Hayes y Walker, 2007; Allison et al., 2008; Bazett-Jones et al., 2008; Caplan et al., 2009; Favero et al., 2009; Tsolakis et al., 2010; Silveira et al., 2011; Maenhout et al., 2012; Morrin y Redding, 2013; Wyon et al., 2013). (Tabla 1). De estos 12 estudios, 11 hicieron que los participantes realizaran un estiramiento con carga, de los cuales seis los hicieron estirar hasta la molestia (Roberts y Wilson, 1999; Hayes y Walker, 2007; Allison et al., 2008; Bazett-Jones et al., 2008; Caplan et al., 2009; Silveira et al., 2011). Es interesante notar que dos estudios observaron que el estiramiento no tuvo impacto en la economía de la carrera (Hayes and Walker, 2007; Allison et al., 2008), un estudio no notó mejoría en el ROM de la rodilla (Bazett-Jones et al., 2008), y otro no observó mejoría en la flexibilidad dinámica de los isquiotibiales (Silveira et al., 2011). Sin embargo, este estudio observó que el estiramiento dinámico mejoró tanto la flexibilidad dinámica como la estática. Curiosamente, los dos estudios restantes indicaron que el estiramiento hasta la molestia resultó en un beneficio con un aumento en el ROM de flexión de cadera (Caplan et al., 2009) y en el ROM activo (Roberts y Wilson, 1999). Tal contradicción sugiere la necesidad de realizar más estudios que examinen específicamente cómo el estiramiento hasta la molestia durante un estiramiento con carga puede afectar el sistema musculoesquelético. Dos estudios hicieron que los participantes se estiraran usando un estiramiento de intensidad suave (Tsolakis et al., 2010; Maenhout et al., 2012). Tsolakis et al. observaron que el estiramiento suave utilizado antes del entrenamiento o de la competición no dificultaba el rendimiento en esgrima (Tsolakis et al., 2010), y Maenhout et al. notaron un aumento en el espacio subacromial después de 6 semanas de estiramiento (Maenhout et al., 2012). Dos estudios que hicieron que los participantes se estiraran hasta el dolor utilizaron diferentes posiciones de estiramiento, con carga (Favero et al., 2009) y con máquinas (Magnusson et al., 1998), con resultados que indicaron que el estiramiento agudo no mejoró el rendimiento del sprint (Favero et al., 2009) y que un aumento en el ROM se debió a la tolerancia al estiramiento (Magnusson et al., 1998). Esto contrasta directamente con los estudios que observaron una mejora con el uso de estiramientos suaves e intensos (Tsolakis et al., 2010; Maenhout et al., 2012). A su vez, el estudio de Wyon et al. que se refería tanto a un estiramiento suave como a un estiramiento con molestia intensa con apoyo, observó un aumento en el ROM activo y pasivo con el uso de un estiramiento suave (Wyon et al., 2013).

Cabe destacar que dentro de esta población, sólo tres estudios fueron de alta calidad (Hayes y Walker, 2007; Silveira et al., 2011; Wyon et al., 2013) (ver Tabla 1), lo que indica la necesidad de realizar más estudios para observar cómo la intensidad y la posición del cuerpo pueden afectar a la población de deportistas.

Población de Clínicos

Se han realizado 29 estudios en poblaciones clínicas que sufren de dolor de cuello, cáncer, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, contracturas, así como problemas de articulaciones y puntos gatillo (Tabla 2). Los 29 estudios mencionaron la duración y la frecuencia, con siete estudios haciendo referencia a la intensidad del estiramiento (Light et al., 1984; Hanten et al., 2000; Horsley et al., 2007; Cunha et al., 2008; Maluf et al., 2010; Trampas et al., 2010; Renan-Ordine et al., 2011), de los cuales sólo dos fueron de alta calidad (Horsley et al., 2007; Maluf et al., 2010). Estos estudios de alta calidad hicieron que los participantes realizaran estiramientos con carga con Maluf et al. haciendo que los pacientes se estiraran hasta sentir molestia, mientras que Horsley et al. utilizaron el MSNP. De manera interesante, el estudio de Horsley et al. no observó ningún beneficio con el uso del estiramiento con respecto a la contractura de muñeca de los pacientes con accidente cerebrovascular, un problema del sistema nervioso central (SNC), mientras que Maluf et al. indicaron un beneficio del estiramiento para el dolor transmandibular, un problema del sistema nervioso periférico (SNP).

Tabla 2. *Población de Clínicos*

Article	*n*	Methodology				Main outcomes	Q
		MeSH term	Type of stretch	Elements of stretching	Stretch position		
Horsley et al., 2007‡	40	ROM	Static	Intensity MSNP, duration, frequency	Loaded	4 weeks of regular stretching little or no effect on wrist contracture after stroke, upper limb pain or improved activity.	3
Maluf et al., 2010‡	24	ROM	Static	Intensity D, duration, frequency	Loaded	Global postural re-education and static stretching both effective for Transmandibular ↓pain intensity, EMG activity ↑ pain thresholds.	3
Albayrak et al., 2014	36	ROM	Static	Duration, frequency	Therapist	Stretching exercise increased flexion mobility as a result both depression level and health status improved.	3
Gustafsson and McKenna, 2006	32	ROM	Static	Duration, frequency	Machine	Treatment group ↑ pain.	33
Häkkinen et al., 2007	125	ROM	Static	Duration, frequency	Therapist	Manual therapy and stretching effective short-term ↓ spontaneous strain pain in patients with chronic neck pain.	3
Harvey et al., 2000	14	ROM	Static	Duration, frequency	Machine	4 weeks of 30 s stretches/day does not affect extensibility of hamstring muscle group in people with spinal cord injuries.	3
Harvey et al., 2003	16	ROM	Static	Duration, frequency	Machine	4 weeks of 30 s/day stretching no change in ankle mobility of recent injured patients with spinal cord injury.	3
Kilbreath et al., 2012	160	ROM	Static passive	Duration, frequency	Loaded	Few impairments reported including swelling following intervention and 6 months post intervention for breast cancer.	3
Lee et al., 2007	64	ROM	Static	Duration, frequency	Loaded	Pectoral stretching no influence on shoulder ROM, strength, arm circumference for women undergoing breast cancer radiotherapy.	3
Maynard et al., 2005	87	ROM	Static	Duration, frequency	Machine	Single session isokinetic and isotonic stretch ankle plantar flexor no clinical significance gait of hemiplegic stroke patients.	3
Moseley et al., 2005	150	ROM	Passive	Duration, frequency	Loaded	No benefit passive and static over exercise alone for treatment plantar flexion post cast immobilization ankle fracture.	3
Putt et al., 2008	14	ROM	PNF	Duration, frequency	Therapist	Hold and relax technique short term benefits for COPD.	3
Turton and Britton, 2005	25	ROM	Static	Duration, frequency	Therapist	Stretching not a workable treatment to prevent contractures.	3
Volpato et al., 2014	14	ROM	Static	Duration, frequency	Therapist	Stabilization exercise or with strengthening proved more effective for improving lumbar pain and flexibility compared to ST stretch.	3
Wang et al., 2008	44	ROM	Static	Duration, frequency	Machine	Ultrasound reliable to assess real-time effects of stretching exercises.	3
Weng et al., 2009	132	ROM	Static PNF, active	Duration, frequency	Therapist	PNF > Static effectiveness of isokinetic exercise in terms of functional improvement for knee osteoarthritis.	3
Winters et al., 2004	33	ROM	Active passive	Duration, frequency	Loaded	Active and Passive ↑ flexibility of tight hip flexor muscles in patients with musculoskeletal issues.	3
Cunha et al., 2008†	33	ROM	Static	Intensity D, duration, frequency	Loaded	↑ in pain relief, ROM, quality of life however follow up both groups reported ↑ pain.	2
Hanten et al., 2000†	40	ROM	Static	Intensity P, duration, frequency	Machine	Ischemic pressure and sustained stretching effective in ↓ trigger point sensitivity and pain intensity in neck and upper back.	2
Jung et al., 2009	30	ROM	Static	Duration, frequency	Loaded	Standing wall stretch with medial arch subtalar joint ↑ length of Gastrocnemius in subjects with pes planus.	1
Kim et al., 2013	36	ROM	Static	Duration, frequency	Loaded	Compared to the stretching group the ankle muscle strength training group showed statistically sig increases of forward thrust at stroke patients' toe off which positively affected the stroke patients' ability to perform gait.	1
Law et al., 2009	30	ROM	Static	Duration, frequency	Loaded	3 weeks stretching ↑ muscle tolerance not muscle extensibility.	1
Light et al., 1984†	11	ROM	Static PNF	Intensity G, duration, frequency	Loaded	Low-load prolonged stretching (LLPS) is beneficial in the treatment of knee contractures in the immobile nursing home.	1
Ma et al., 2010	43	ROM	Static	Duration, frequency	Loaded	Mini scalpel needling > acupuncture needling or self-neck stretching for Myofascial pain syndrome.	1
Magnusson et al., 1996	10	ROM	Static PNF	Duration, frequency	Machine	Variable angle protocol demonstrated that PNF stretching altered stretch perception.	1
Renan-Ordine et al., 2011†	60	ROM	Static	Intensity D, duration, frequency	LoadedTherapist	Evidence suggests that TrP manual therapies to a self-stretching protocol resulted in superior short-term outcomes vs. self-stretching in treatment of planter heal pain.	2
Trampas et al., 2010†	30	ROM	PNF	Intensity D, duration, frequency	Therapist	Myofascial trigger point therapy (MTrP) and modified PNF beneficial for latent MTrP.	2
Triandafilou et al., 2011	15	ROM	Static passive	Duration, frequency	Machine	Repetitive Passive ROM > prolonged stretching for improving hand control but not statistically significant.	1
Youdas et al., 2009†	22	ROM	Static	Intensity D, duration frequency	Loaded	Active ankle dorsiflexion ROM increased significantly from baseline to week 4, with normal ROM restored with 4 week after acute intervention.	1

MeSH, medical search headings; ROM, range of motion; PNF, proprioceptive neuromuscular facilitation; D, discomfort; P, pain; G, gentle; ↑, increased; ↓, decreased; Q, Quality of Study; † Indicates study mentioning intensity; ‡ Indicates high quality study mentioning intensity.

https://www.frontiersin.org/files/Articles/144223/fpsyg-06-01128-HTML/image_m/fpsyg-06-01128-t002.jpg

De los cinco estudios restantes de menor calidad que hacen referencia a la intensidad (Light et al., 1984; Hanten et al., 2000; Cunha et al., 2008; Trampas et al., 2010; Renan-Ordine et al., 2011), tres tuvieron participantes que se estiraron hasta sentir molestia mientras realizaban un estiramiento con carga (Cunha et al., 2008; Renan-Ordine et al., 2011) o con el uso de un terapeuta (Trampas et al., 2010). De los dos estudios restantes, Hanten et al. hicieron que los pacientes se estiraran hasta el dolor con el uso de una máquina (Hanten et al., 2000) y Light et al. usaron un estiramiento con carga con una intensidad de estiramiento suave (Light et al., 1984). De manera interesante, entre los siete estudios que hacen referencia a la intensidad, dos estudios observaron la respuesta de los participantes a la reeducación postural global, una técnica que estira simultáneamente todos los músculos de la cadena muscular posterior o anterior. Estos estudios se contradicen entre sí, y el estudio de alta calidad indica un aumento en el alivio del dolor (Maluf et al., 2010), mientras que el otro estudio informa un aumento en el dolor post-intervención (Cunha et al., 2008). Esta contradicción ejemplifica el estado actual del conocimiento con respecto a la intensidad y posición del estiramiento y además sugiere la necesidad de estudios de investigación de mayor calidad. Puede que se necesite estandarizar las metodologías y la recolección de datos para asegurar mejores resultados. También se observó una contradicción entre dos estudios de baja calidad relacionados con los puntos gatillo (TrP) (Trampas et al., 2010; Renan-Ordine et al., 2011). Renan-Ordine et al. sugirieron que las terapias manuales con puntos gatillo (TrP) eran superiores al uso del auto-estiramiento (Renan-Ordine et al., 2011), y Trampas et al. indicaron que el estiramiento era más beneficioso para las TrPs miofasciales latentes (Trampas et al., 2010). Además, otro estudio que observó una combinación de una intensidad suave con un estiramiento con carga, informó un beneficio en el tratamiento de las contracturas de rodilla (Light et al., 1984). Es interesante notar que ambos, un estudio que combina el estiramiento hasta la molestia a través de un terapeuta, y un estudio que combina un estiramiento con carga con una intensidad suave, mostraron un beneficio. El uso de un terapeuta puede haber aumentado la estabilidad y la capacidad de relajación de los participantes, lo que produjo el mismo efecto que el observado con el uso de un estiramiento suave y con carga. Esta observación también se aplica al último estudio, que informó una disminución de la sensibilidad a la TrP y de la intensidad del dolor en el cuello después del estiramiento a una intensidad de dolor mediante el uso de una máquina (Hanten et al., 2000); en este caso, la máquina proporcionó un entorno controlado estable, lo que posiblemente permitió a los participantes relajarse durante la intervención.

De los 29 estudios, 15 estudios que no mencionaron la intensidad, calificaron a tres de cada cinco usando las puntuaciones de los criterios de calidad (Harvey et al., 2000, 2003; Winters et al., 2004; Maynard et al., 2005; Moseley et al, 2005; Turton y Britton, 2005; Gustafsson y McKenna, 2006; Häkkinen et al., 2007; Lee et al., 2007; Putt et al., 2008; Wang et al., 2008; Weng et al., 2009; Kilbreath et al., 2012; Albayrak et al., 2014; Volpato et al., 2014). De estos estudios de alta calidad, seis estudios no revelaron ningún beneficio con respecto a los problemas de la médula espinal y las contracturas con el uso del estiramiento estático (Harvey et al., 2000, 2003; Maynard et al., 2005; Turton y Britton, 2005; Gustafsson y McKenna, 2006; Horsley et al., 2007). Cuatro estudios sobre lesiones de la médula espinal utilizaron una máquina para estabilizar la posición de estiramiento (Harvey et al., 2000, 2003; Maynard et al., 2005; Gustafsson y McKenna, 2006) y el único estudio sobre contracturas utilizó un terapeuta para proporcionar el estiramiento (Turton y Britton, 2005). Se ha observado que el estiramiento no afecta las lesiones y trastornos del SNC, sino que altera la función del SNP. Esta opinión está respaldada por cinco estudios que indican que el estiramiento estático fue beneficioso para tratar el dolor de cuello (Häkkinen et al., 2007), un cambio morfológico positivo de la banda iliotibial (Wang et al., 2008), la osteoartritis de rodilla (Weng et al., 2009) y un aumento del ROM en la flexión de cadera (Winters et al., 2004). Los participantes fueron sometidos al estiramiento con una máquina (Wang et al., 2008), un terapeuta (Häkkinen et al., 2007; Putt et al., 2008; Weng et al., 2009), o realizaron un estiramiento con carga (Winters et al., 2004). El estudio de Albayrak también apoyó la opinión de la influencia del estiramiento sobre el SNP observando que un aumento de la movilidad mejoraba tanto el nivel de depresión como el estado de salud de los pacientes (Albayrak et al., 2014).

Población de Adultos Mayores

Doce estudios con grupos de control designados informaron los beneficios del estiramiento en los adultos mayores. Se observaron mejoras en varios resultados, incluyendo la longitud de la marcha y la velocidad, así como la flexibilidad y la movilidad (Feland et al., 2001; Kerrigan et al., 2003; Gadjosik et al., 2005; Zakas et al., 2006; Christiansen, 2008; Batista et al., 2009; Cristopoliski et al., 2009; Stanziano et al., 2009; González-Ravé et al., 2012; Locks et al., 2012; Watt et al., 2011a,b) (Tabla 3). Todos los artículos informaron duración y frecuencia, con cinco referidos a la intensidad del estiramiento, de los cuales dos fueron de alta calidad (Zakas et al., 2006; Cristopoliski et al., 2009), y tres de baja calidad (Feland et al., 2001; Batista et al., 2009; González-Ravé et al., 2012).

Tabla 3. *Población de Adultos Mayores*

Article	*n*	Methodology				Main outcomes	Q
		MeSH term	Type of stretch	Elements of stretching	Stretch position		
Christiansen, 2008	40	ROM	Static	Duration, frequency	Supported	Intervention group ↑ hip and knee and ankle motion and gait speed.	4
Kerrigan et al., 2003	96	ROM	Static	Duration, frequency	Supported	↑ static peak hip extension, comfortable and fast walking speed, dynamic hip extension, peak ankle plantar flexion, and ankle power generation.	4
Watt et al., 2011a	82	ROM	Static	Duration, frequency	Supported	10 week flexibility ↑ stride length, peak hip extension during walking.	4
Watt et al., 2011b	74	ROM	Static	Duration, frequency	Supported	↑ walking speed, stride length, passive hip extension ROM.	4
Cristopoliski et al., 2009‡	20	ROM	Static	Intensity D, duration, frequency	Therapist	Experimental group ↑ step length, higher velocity ↓ double support time after training and ↑ anterior and lateral pelvis tilt and greater rotation.	3
Locks et al., 2012	45	ROM	Static PNF	Duration, frequency	Therapist	6 weeks stretching/resistive training ↑ functional status of older people, Diastolic Blood Pressure ↓, detraining ↑ SBP when resistive exercise used alone.	3
Zakas et al., 2006‡	22	ROM	Static	Intensity G, duration, frequency	Supported	results indicate immediate changes in flexibility via acute stretching exercise in sedentary elderly women when muscle undergo static elongation, irrespective of performance of warming up exercises.	3
Batista et al., 2009†	12	ROM	Active	Intensity MSNP, duration, frequency	Supported	Active stretching program was effective in increasing the flexibility of knee flexors, extensor and flexor torque, and functional mobility in older women.	1
Feland et al., 2001†	62	ROM	Static	Intensity D, duration, frequency	Therapist	Longer hold times 60 s > 30 s > 15 s greater rate of gains and more sustained ↑ ROM in elderly.	2
Gadjosik et al., 2005	19	ROM	Static	Duration, frequency	Machine	Stretching group ↑ max dorsiflexion Passive ROM, ↑ passive resistive force ↑ absorbed and retained passive elastic energy. ↓ time agility course and 10-m walk.	2
González-Ravé et al., 2012†	54	ROM	Static PNF, passive	Intensity D, duration, frequency	Therapist	Physically active older people ↑ ROM in response to stretching techniques similar for both passive and PNF techniques.	1
Stanziano et al., 2009	17	ROM	PNF	Duration, frequency	Machine	8 week flexibility ↓ age related losses ROM ↑ functional performance.	2

MeSH, medical search headings; ROM, range of motion; PNF, proprioceptive neuromuscular facilitation; ↑, increased; ↓, decreased; Q, quality of study; † Indicates study mentioning intensity; ‡ Indicates high quality study mentioning intensity.

https://www.frontiersin.org/files/Articles/144223/fpsyg-06-01128-HTML/image_m/fpsyg-06-01128-t003.jpg

Los dos estudios de alta calidad hicieron que los participantes adultos mayores realizaran un estiramiento con apoyo (Zakas et al., 2006) o fueran estirados por un terapeuta mediante un estiramiento estático (Cristopoliski et al., 2009). Un estudio observó una mejora en la flexibilidad (Zakas et al., 2006), mientras que el otro observó un aumento en la longitud de los pasos, lo que resultó en un aumento de la velocidad al caminar (Cristopoliski et al., 2009). Cinco estudios calificaron de alta calidad pero no mencionaron la intensidad del estiramiento utilizada en el estiramiento estático (Kerrigan et al., 2003; Christiansen, 2008; Watt et al., 2011a,b), o en combinación con un estiramiento de PNF (Locks et al., 2012). Todos los participantes realizaron un estiramiento con apoyo y estable, que resultó en un aumento en la marcha, la velocidad al caminar, la longitud de la zancada, el ROM para la extensión de cadera y la flexión plantar.

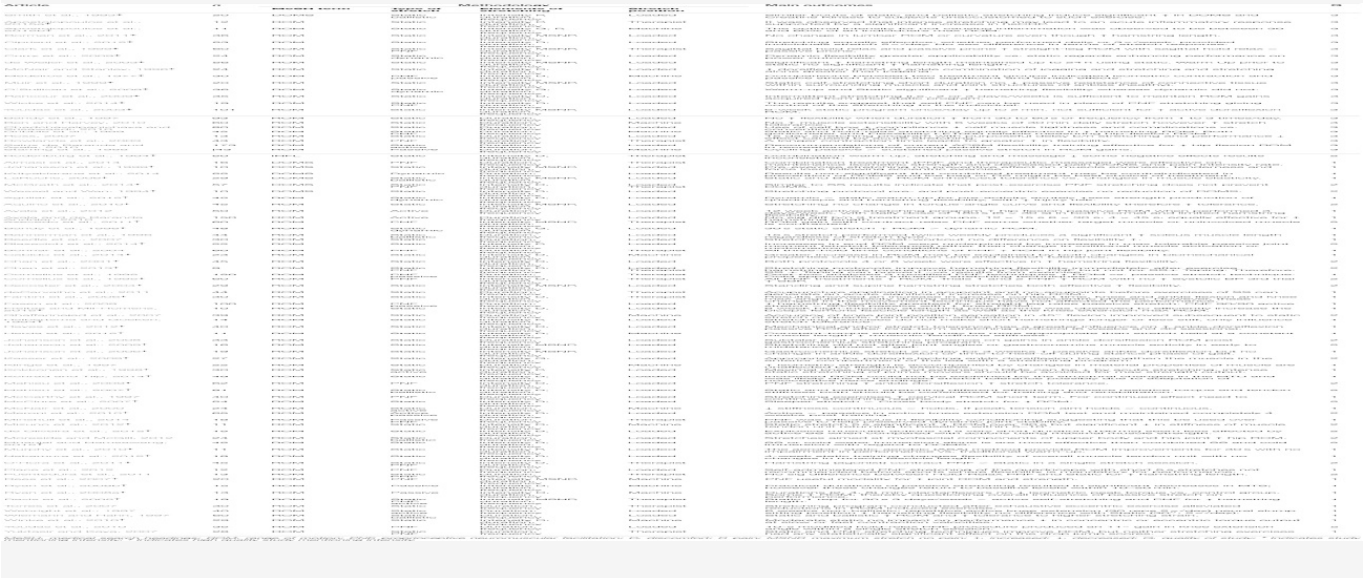
De los cinco estudios restantes que fueron de baja calidad, tres mencionaron intensidad, con un estudio en el que los participantes realizaron un estiramiento estático con el uso de un terapeuta (Feland et al., 2001), otro con el uso de un terapeuta expuso a los adultos mayores a un estiramiento estático en combinación con uno pasivo y PNF (González-Ravé et al., 2012), y el último estudio en el que los adultos mayores realizaron un estiramiento activo con apoyo (Batista et al., 2009). Los tres observaron que el estiramiento era beneficioso con respecto al aumento de la flexibilidad de los flexores y extensores de rodilla (Batista et al., 2009), así como el aumento del ROM de los isquiotibiales, la cadera y el hombro (Feland et al., 2001; González-Ravé et al., 2012). Los otros estudios utilizaron máquinas para inducir el estiramiento, y encontraron un aumento en la dorsiflexión y la fuerza de resistencia pasiva, y una disminución en las pérdidas de ROM relacionadas con la edad (Gadjosik et al., 2005; Stanziano et al., 2009). Es interesante notar que con la población de adultos mayores todos los estudios hicieron que los participantes realizaran un estiramiento con apoyo, o hicieron uso de un terapeuta o una máquina. Ninguno de los participantes realizó estiramientos con carga.

Población General

Un total de 87 artículos fueron incluidos en la población general, con todos los artículos referidos a duración y frecuencia, y 55 mencionando intensidad (Tabla 4). De estos 55 artículos, 15 eran de alta calidad y 40 de baja calidad. Dentro de los

estudios de alta calidad, un estudio hizo que los participantes se estiraran hasta el dolor durante un estiramiento con carga, e informó que el estiramiento estático era más probable que causara DOMS en comparación con el balístico (Smith et al., 1993). Seis estudios hicieron que los participantes se estiraran hasta la molestia, y cinco de ellos hicieron que los participantes realizaran un estiramiento con carga (McNair y Stanley, 1996; Curry et al., 2009; Rancour et al., 2009; Cipriani et al., 2012; Wicke et al., 2014). El último estudio utilizó una máquina para generar tensión en la unidad músculo-tendinosa durante el estiramiento (Medeiros et al., 1977). El estudio de Medeiros et al. indicó que tanto el estiramiento isométrico como el pasivo producen resultados similares en el ROM de la articulación de cadera (Medeiros et al., 1977). McNair et al. observaron que una combinación de un estiramiento hasta la molestia con carga era más efectiva para aumentar la dorsiflexión en comparación con el trote (McNair y Stanley, 1996). El estudio de Wicke et al. (2014) sugirió que el auto-PNF puede utilizarse en lugar del estiramiento estático para aumentar el ROM en una articulación. El estudio de Cipriani et al. (2012) no indicó diferencias de sexo en términos de respuesta al estiramiento, y Curry et al. (2009) observaron que la flexibilidad dinámica mejoraba el rendimiento en los resultados de potencia más que el estiramiento estático. El estudio de Rancour et al (2009) sugirió que el entrenamiento de estiramiento intermitente (es decir, 2 ó 3 veces por semana) era suficiente para mantener las ganancias del ROM adquiridas de un programa de estiramiento estático.

Tabla 4. *Población General*



https://www.frontiersin.org/files/Articles/144223/fpsyg-06-01128-HTML/image_m/fpsyg-06-01128-t004.jpg

De los ocho estudios de alta calidad restantes, cuatro se refirieron al MSNP durante una posición de estiramiento con carga (Muir et al., 1999; de Weijer et al., 2003; Youdas et al., 2009; Borman et al., 2011), uno observó el uso de un terapeuta durante un estiramiento con MSNP (Clark et al., 1999), y el último observó los resultados de un estiramiento suave con carga (O'sullivan et al., 2009). En general, es interesante notar que los artículos que se refieren a los estiramientos suaves y realizados con MSNP indicaron un beneficio dentro de los participantes en comparación con los estiramientos que utilizan el dolor y la molestia durante un estiramiento con carga. Finalmente, dos estudios se refirieron a la intensidad del estiramiento, con el uso de un terapeuta y una máquina (Apostolopoulos et al., 2015a,b). En el primer estudio los participantes fueron estirados hasta el dolor con el uso de un terapeuta, concluyendo que un estiramiento intenso puede causar inflamación (Apostolopoulos et al., 2015a). De manera similar, el segundo estudio, que utilizó una máquina para estirar a los participantes en varias intensidades de estiramiento, concluyó que un estiramiento muy intenso causaba inflamación (Apostolopoulos et al., 2015b).

Con respecto a los 40 estudios de baja calidad, 25 tenían participantes que se estiraban hasta el malestar, de los cuales 15 en combinación con un estiramiento con carga (Wessel y Wan, 1994; Chan et al., 2001; Mahieu et al., 2007; McClure et al., 2007; Mahieu et al., 2009; Meroni et al., 2010; Aguilar et al., 2012; de Oliveira et al., 2012; Hayes et al., 2012; Morais de Oliveira et al., 2012; Nakamura et al., 2012; Chen et al, 2013; Konrad y Tilp, 2014; McGrath et al., 2014; Freitas y Mil-Homens, 2015; Muanjai y Namsawang, 2015), cuatro utilizaron un terapeuta (Rodenburg et al., 1994; Cornelius et al., 1995; Fantini et al, 2006; O'Hora et al., 2011), mientras que los seis restantes utilizaron máquinas (Ryan et al., 2008a,b; Winke et al., 2010; Herda et al., 2012; Mizuno et al., 2012; Cabido et al., 2014). A su vez, de los 25 artículos cuatro sugerían que los cambios observados con el estiramiento se debían a la tolerancia al estiramiento más que a la mecánica

(Mahieu et al., 2009; Hayes et al., 2012; Cabido et al., 2014; Konrad y Tilp, 2014). En contraste, cuatro artículos observaron cambios en el sistema musculoesquelético en respuesta al estiramiento (Herda et al., 2012; Mizuno et al., 2012; Nakamura et al., 2012; Freitas y Mil-Homens, 2015).

De los 15 artículos restantes, nueve se referían al MSNP, con seis referidos a un estiramiento con carga (Johansson et al., 1999; Decoster et al., 2004; Johanson et al., 2006, 2009; LaRoche, 2006; Aquino et al., 2010), dos con un terapeuta (Davis et al., 2005; Azevedo et al., 2011), y el último hizo que los participantes realizaran el estiramiento con el uso de una máquina (Rees et al., 2007). Similar a los artículos que se referían a la molestia, dos indicaron que la tolerancia al estiramiento fue la razón del aumento observado en el ROM (LaRoche, 2006; Aquino et al., 2010).

Cuatro artículos hicieron que los participantes se estiraran hasta el dolor, tres realizando un estiramiento con carga (Kokkonen et al., 1998; Murphy et al., 2010; Blazevich et al., 2012) y uno con un terapeuta (Halbertsma y Goeken, 1994). Dos estudios sugirieron que el aumento del ROM se debía a la tolerancia al estiramiento (Halbertsma y Goeken, 1994; Blazevich et al., 2014). Los dos últimos estudios de baja calidad se refirieron a los estiramientos suaves con carga (Bandy et al., 1998; Kasser et al., 2009).

Cincuenta y ocho estudios hicieron referencia al estiramiento estático por sí solo o en combinación con otras técnicas de estiramiento relacionadas con el ROM (Tabla 4). Cuatro estudios se refirieron al estiramiento estático o en combinación con respecto al DOMS (Wessel y Wan, 1994; Johansson et al., 1999; LaRoche, 2006; McGrath et al., 2014). Es interesante notar que los cuatro hicieron que los participantes realizaran un estiramiento con carga.

Cuando se compararon los artículos que hacían referencia a los estiramientos con carga con los de los terapeutas o las máquinas cuando se referían a la molestia, el dolor, el MSNP y la suavidad, se observó que los artículos que utilizaban terapeutas y máquinas indicaban una mejoría en el ROM en general (Rodenburg et al., 1994; Cornelius et al., 1995; Davis et al., 2005; Fantini et al., 2006; Rees et al., 2007; Ryan et al., 2008a,b; Herda et al., 2012; Mizuno et al., 2012). En contraste, cuando se realizó un estiramiento hasta el dolor utilizando un terapeuta, esto no mejoró el ROM de los músculos isquiotibiales (Halbertsma y Goeken, 1994). Se necesita investigación adicional para determinar la razón de la influencia observada del terapeuta y la máquina con el uso de la comparación de MSNP versus dolor.

En general, los 40 estudios de baja calidad no fueron concluyentes en cuanto a si el estiramiento fue beneficioso. Esta discrepancia puede deberse a la influencia de la molestia o el dolor con el uso de un estiramiento con carga, en comparación con el uso de una máquina o un terapeuta donde posiblemente haya más control y apoyo durante la ejecución del estiramiento. Se necesita más investigación para determinar si éste es el caso o no.

Vale la pena señalar que 10 estudios carecían de un grupo de control designado (Cornelius et al., 1995; Kokkonen et al., 1998; McNair et al., 2000; Beedle et al., 2007; Ghaffarinejad et al., 2007; Torres et al., 2007; Meroni et al., 2010; Murphy et al., 2010; Winke et al., 2010; Cabido et al., 2014), con sólo cuatro estudios que hacían referencia a los tres parámetros de estiramiento (intensidad, duración y frecuencia). De estos cuatro estudios, tres utilizaron una posición de estiramiento con carga (Kokkonen et al., 1998; Meroni et al., 2010; Murphy et al., 2010) con dos haciendo referencia al dolor, y el último al malestar. Desafortunadamente, la falta de un grupo de control hace que estos estudios no sean concluyentes, lo que refuerza la necesidad de diseñar y realizar estudios de mayor calidad para poder observar y determinar adecuadamente la importancia de la intensidad y posición del estiramiento.

DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión fue examinar la relevancia de la intensidad y la posición del estiramiento en diferentes poblaciones e investigar la relación potencial de ambos en términos de inflamación, DOMS y ROM. Se identificaron un total de 152 artículos para esta revisión de la bibliografía. La mayoría de los estudios en cada una de las cuatro poblaciones fueron de baja calidad basados en los criterios de "calidad del estudio" seleccionados para esta revisión. Sobre la base de los criterios utilizados, es necesario disponer de material de mayor calidad en relación con estos importantes elementos de ejercicio y entrenamiento y su influencia en el rendimiento deportivo, así como en la rehabilitación.

Un tema común en las cuatro poblaciones es que los estudios asociados se refieren principalmente a la duración y la frecuencia, con sólo unos pocos refiriéndose a la intensidad. La razón probable de esto es que la duración y la frecuencia son más fáciles de manipular y cuantificar (Feland et al., 2001). Con respecto a la intensidad y posición del estiramiento, las discrepancias fueron prevalentes dentro de los cuatro grupos. En el grupo de deportistas, todos los estudios abordaron el ROM, con sólo 12 mencionando la intensidad (Magnusson et al., 1998; Roberts y Wilson, 1999; Hayes y Walker, 2007; Allison et al.., 2008; Bazett-Jones et al., 2008; Caplan et al., 2009; Favero et al., 2009; Tsolakis et al., 2010; Silveira et al.,

2011; Maenhout et al., 2012; Morrin y Redding, 2013; Wyon et al., 2013). Es notable que cinco (Hayes y Walker, 2007; Allison et al., 2008; Bazett-Jones et al., 2008; Favero et al., 2009; Silveira et al., 2011) de los siete estudios (Roberts y Wilson, 1999; Hayes y Walker, 2007; Allison et al., 2008; Bazett-Jones et al., 2008; Caplan et al., 2009; Favero et al., 2009; Silveira et al., 2011) que combinaron un estiramiento con carga con una intensidad hasta la molestia y el dolor no observaron ninguna mejoría. El único estudio que se refirió a un estiramiento con apoyo mientras los participantes realizaban un estiramiento de intensidad suave o hasta la molestia, observó que los participantes que realizaban un estiramiento suave con apoyo tuvieron las mayores ganancias tanto en el ROM activo como pasivo (Wyon et al., 2013). Esto plantea la cuestión de si un estiramiento con carga puede influir en la intensidad del estiramiento. Sin embargo, estos estudios que se referían a la molestia y el dolor durante un estiramiento con carga (Allison et al., 2008; Bazett-Jones et al., 2008; Caplan et al., 2009; Favero et al., 2009) fueron de baja calidad, lo que impidió establecer conclusiones definitivas basadas en los criterios de revisión de la bibliografía que analizó los estudios de mayor calidad que mencionaban la intensidad del estiramiento.

En línea con el grupo de deportistas, los estudios que comprendían el equivalente clínico se centraron principalmente en el ROM. Sin embargo, hubo una mayor dependencia en el uso de terapeutas y máquinas para lograr una posición óptima de estiramiento. Con respecto a la intensidad, dos estudios que examinan la reeducación postural global se refirieron a la intensidad durante una posición de estiramiento con carga (Cunha et al., 2008; Maluf et al., 2010). Desafortunadamente, se informaron resultados contradictorios: uno (Cunha et al., 2008) (estudio de baja calidad) indicó un aumento del dolor durante el seguimiento, mientras que el otro (Maluf et al., 2010) (estudio de alta calidad) no informó este hallazgo. En contraste, dos estudios de baja calidad que utilizaron una posición de estiramiento con apoyo revelaron efectos beneficiosos (Hanten et al., 2000; Trampas et al., 2010). Parece probable que esta posición con apoyo permita una mejor estabilidad asegurando un mejor control y aplicación de la intensidad del estiramiento (Wyon et al., 2009). Debe señalarse que, aunque un gran número de los estudios fueron de alta calidad, el enfoque fue si estos estudios mencionaron la intensidad y a qué nivel fue la intensidad del estiramiento (es decir, molestia, dolor, suavidad).

La población de adultos mayores también estaba interesada en la influencia de los ejercicios de estiramiento en el ROM. A diferencia de las otras poblaciones, el grupo de adultos mayores no hizo que los participantes realizaran un estiramiento con carga, posiblemente preocupados por cargar un músculo envejecido. La mayoría de los estudios fueron de alta calidad. En general, los beneficios observados en esta población se relacionaron con los participantes que realizaron un estiramiento con apoyo o que fueron estirados por un terapeuta en una posición con apoyo (es decir, acostados sobre una base). Con los músculos y el tejido conectivo en un entorno estable, se puede impartir un mayor control sobre la magnitud de la intensidad. Esto es importante ya que varios cambios musculoesqueléticos y fisiológicos relacionados con la edad, como la atrofia muscular, la reducción de la capacidad de cicatrización y la pérdida de fuerza y elasticidad, han sido asociados con los adultos mayores (Feland et al., 2001).

En línea con los otros grupos informados aquí, la mayoría de los estudios en la población general se enfocaron en el ROM. Refiriéndose a un estiramiento con carga en conjunto con la intensidad (es decir, malestar, dolor y MSNP), no surgió ninguna tendencia definitiva en cuanto al beneficio de esta combinación. Sin embargo, los estudios que mencionan la intensidad del estiramiento durante una posición de estiramiento con apoyo (máquina y/o terapeuta) sí revelaron un beneficio (Rees et al., 2007; Winke et al., 2010). Con el uso de terapeutas para estirar a los participantes, un mayor apoyo de la estructura músculo-tendinosa podría explicar la disminución de la intensidad del estiramiento durante el mismo.

Cabe destacar que, aunque los 152 artículos consideraban la duración y la frecuencia, sólo 79 (51,33%) se referían a la intensidad. De estos 79 artículos, sólo 22 (27,84%) (Medeiros et al., 1977; Smith et al., 1993; McNair y Stanley, 1996; Clark et al., 1999; Muir et al., 1999; de Weijer et al., 2003; Youdas et al., 2003; Zakas et al., 2006; Hayes y Walker, 2007; Horsley et al., 2007; Cristopoliski et al., 2009; Curry et al.., 2009; O'sullivan et al., 2009; Rancour et al., 2009; Maluf et al., 2010; Borman et al., 2011; Silveira et al., 2011; Cipriani et al., 2012; Wyon et al., 2013; Wicke et al., 2014; Apostolopoulos et al., 2015a,b) fueron de alta calidad [Véanse las tablas, los estudios se indican con un (‡)]. Quince de los estudios hicieron referencia a posiciones de estiramiento con carga, ocho de los cuales hicieron que los participantes se estiraran hasta la molestia (McNair y Stanley, 1996; Hayes y Walker, 2007; Curry y cols., 2009; Rancour y cols., 2009; Maluf y cols., 2010; Silveira y cols., 2011; Cipriani y cols., 2009), 2012; Wicke et al., 2014), uno hasta el dolor (Smith et al., 1993), cinco al MSNP (Muir et al., 1999; de Weijer et al., 2003; Youdas et al., 2003; Horsley et al., 2007; Borman et al., 2011), y en el último estudio los participantes estiraron a una intensidad suave (O'sullivan et al., 2009). Un estudio tuvo a los participantes estirando hasta el dolor con el uso de un terapeuta (Apostolopoulos et al., 2015a). La mayoría de los estudios que hacían referencia a la molestia, el dolor y el MSNP presentaron resultados contradictorios en cuanto a si el estiramiento era beneficioso. Sin embargo, es interesante observar que el estiramiento suave con carga (O'sullivan et al., 2009) comparado con los seis estudios restantes de alta calidad, que hicieron referencia a los estiramientos suaves con apoyo (Zakas et al., 2006; Wyon et al.., 2013), hasta la molestia con el uso de un terapeuta (Cristopoliski et al., 2009) o una máquina (Medeiros et al., 1977; Apostolopoulos et al., 2015b), y un MSNP con un terapeuta (Clark et al., 1999), todos indicaron que el estiramiento bajo estas condiciones era beneficioso. El estudio de Apostolopoulos et al. (2015b) que compara varias intensidades de estiramiento basadas en el ROM máximo de un individuo (mROM) concluyó que los

estiramientos entre 30 y 60% del mROM (intensidad de estiramiento suave) no causaban inflamación, mientras que un estiramiento de 90% del mROM (dolor) causaba inflamación.

Un estudio que hizo que los bailarines realizaran un estiramiento suave o un estiramiento intenso hasta la molestia en una posición con apoyo; observó que el estiramiento suave con apoyo produjo las mayores ganancias en términos de aumento del ROM activo y pasivo (Wyon et al., 2013). Es probable que la posición de estiramiento suave con apoyo influyera en los componentes elásticos en serie y en paralelo y, por lo tanto, impidiera la activación de un reflejo de estiramiento. Cuando se estira un músculo relajado, el cambio de longitud se comparte entre los componentes elásticos en serie y en paralelo (Buller, 1975). Por el contrario, cuando un músculo se contrae isométricamente, el elemento elástico en paralelo se descarga, mientras que el elemento elástico en serie se estira en una cantidad que depende de la fuerza desarrollada hacia el músculo. La activación del elemento elástico en serie estimula el Órgano Tendinoso de Golgi, ya que éste se encuentra en serie con este componente (Kandel et al., 2000). El aumento de la tensión muscular durante la activación puede ser un sub-producto de un estiramiento con carga junto con un nivel de intensidad percibido como una molestia o dolor. Esto indica la importancia potencial del efecto de la fuerza generada durante los ejercicios de estiramiento, así como la posición adoptada por el participante durante el ejercicio de estiramiento real.

La elongación pasiva del músculo de longitudes cortas a medianas requiere poca aplicación de fuerza. Sin embargo, estirar el músculo a una longitud mayor requiere una gran fuerza (Jespersen, 1950). La fuerza generada durante un solo estiramiento intenso se ha asociado con varios resultados: lesión visible del músculo esquelético (inflamación, degeneración de miofibras y disfunción), adaptación del músculo esquelético (regeneración y crecimiento con ganancias funcionales) y/o mala adaptación (un estado sub-degenerativo o sub-necrótico que generalmente se asocia con bajos niveles de inflamación persistente y pérdida de función) (Cutlip et al., 2009). La intensidad del estiramiento durante un ejercicio de estiramiento se ha descrito como la magnitud de la fuerza, y se ha sugerido que si la fuerza aplicada es excesiva, puede lesionar el tejido, lo que puede resultar en una respuesta inflamatoria (Brand, 1984; McClure et al., 1994). En el estudio realizado por Light et al. se observó que el uso de un estiramiento prolongado de baja carga era superior a un estiramiento breve de alta carga en el tratamiento de contracturas de rodilla en 11 pacientes adultos mayores. Por lo tanto, este estudio puede sugerir que un estiramiento pasivo de baja intensidad sostenido a una longitud constante puede llevar a una relajación del estrés. Según Kubo et al (2001), un estiramiento que se mantiene a una longitud constante influye en la MTU, lo que resulta en una reducción de la rigidez que puede ser responsable del aumento del ROM de la articulación. Por lo tanto, la magnitud de la fuerza aplicada durante el estiramiento puede influir en el ROM agudo y crónico.

Como se ha destacado anteriormente, la respuesta del cuerpo a esta fuerza es activar componentes del sistema inmunológico que, dependiendo de la severidad de la respuesta, pueden resultar en un deterioro significativo (Cuthbertson, 1942). Se ha demostrado que la exposición crónica al desarrollo de fuerzas elevadas crea manifestaciones inflamatorias (Archambault et al., 2001; Stauber y Willems, 2002; Barbe y Barr, 2006). Tal carga mecánica, asociada con el estiramiento excesivo de los sarcómeros más allá de la superposición del miofilamento, crea una interrupción física de las fibras musculoesqueléticas, lo que provoca dolor e inflamación (Gregory et al., 2002). A su vez, las vías locales activadas del tejido dañado intervienen en la inflamación y el daño tisular (Armstrong et al., 1983; Fridén et al., 1986; Geronilla et al., 2003).

Conclusión

Esta revisión sistemática revela que sólo unos pocos de los artículos publicados en esta área de investigación examinaron estudios que abordaban la intensidad del estiramiento, incluso en una variedad de grupos de población. Este componente del estiramiento puede estar relacionado con un aumento de la inflamación en condiciones crónicas cuando el estiramiento se utiliza para tratar afecciones clínicas o para mejorar el ROM del tejido blando y conectivo tanto en entornos terapéuticos como deportivos. Además, debido a la falta de estudios de buena calidad, es difícil establecer conclusiones acerca de los efectos de la intensidad y/o la posición del estiramiento sobre los efectos observados del estiramiento. Se requiere más investigación sobre la aplicación apropiada de la intensidad del estiramiento y el papel crítico que podría desempeñar en la optimización de la salud musculoesquelética. Lo que se necesita es un estudio de alta calidad que tal vez utilice un nuevo paradigma de investigación. Este estudio examinaría la eficiencia de un estiramiento de baja intensidad con apoyo como un medio para aumentar el ROM, sin activar el reflejo de estiramiento, mientras minimiza la inflamación.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran que la investigación se llevó a cabo en ausencia de relaciones comerciales o financieras que pudieran interpretarse como un potencial conflicto de intereses.

REFERENCIAS

1. Abdel-aziem, A. A., Draz, A. H., Mosaad, D. M., and Abdelraou, O. R. (2013). Effect of body position and type of stretching on hamstring flexibility. *Int. J. Med. Res. Health Sci. 2, 399–406.* doi: 10.5958/j.2319-5886.2.3.070
2. Aguilar, A. J., DiStefano, L. J., Brown, C. N., Herman, D. C., Guskiewicz, K. M., and Padua, D. A. (2012). A dynamic warm-up model increases quadriceps strength and hamstring flexibility. *J. Strength Cond. Res. 26, 1130–1141.* doi: 10.1519/JSC.0b013e31822e58b6
3. Albayrak, I., Ugurlu, H., and Salli, A. (2014). The effectiveness of various physical therapy and rehabilitation modalites in patients developing contracture due to immobilization. *J. Phys. Med. Rehabil. Sci. 17, 117–127.*
4. Allison, S., Bailey, D., and Folland, J. (2008). Prolonged static stretching does not influence running economy despite changes in neuromuscular function. *J. Sports Sci. 26, 1489–1495.* doi: 10.1080/02640410802392715
5. Almasi, J., Jalalvand, A., and Farokhroo, N. (2014). The effect of PNF stretching and therapeutic massage combination treatment on markers of exercise induced muscle damage. *Int. J. Biosci. 4, 217–228.* doi: 10.12692/ijb/4.4.217-228
6. Alter, M. (2004). Science of Stretching. *Champaign, IL: Human Kinetics.*
7. Apostolopoulos, N., Metsios, G. S., Nevill, A., Koutedakis, Y., and Wyon, M. (2015b). Stretch intensity vs inflammation: a dose-dependent association? Int. *J. Kinesiol. Sports Sci. 3, 27–31.* doi: 10.7575/aiac.ijkss.v.3n.1p.27
8. Apostolopoulos, N., Metsios, G. S., Taunton, J., Koutedakis, Y., and Wyon, M. (2015a). Acute inflammation response to stretching: a randomised trial. *Ital. J. Sports Rehabil. Posturol. 2, 368–381.* doi: 10.17385/ItaJSRP.015.3008
9. Aquino, C. F., Fonseca, S. T., Gonçalves, G. G., Silva, P. L., Ocarino, J. M., and Mancini, M. C. (2010). Stretching versus strength training in lengthened position in subjects with tight hamstring muscles: a randomized controlled trial. *Man. Ther. 15, 26–31.* doi: 10.1016/j.math.2009.05.006
10. Archambault, J. M., Hart, D. A., and Herzog, W. (2001). Response of rabbit achilles tendon to chronic repetitive loading. *Connect. Tissue Res. 42, 13–23.* doi: 10.3109/03008200109014245
11. Armstrong, R. B., Ogilvie, R. W., and Schwane, J. A. (1983). Eccentric exercise-induced injury to rat skeletal muscle. *J. Appl. Physiol. 54, 80–93.*
12. Ayala, F., and de Baranda Andújar, P.S. (2010). Effect of 3 different active stretch durations on hip flexion range of motion. *J. Strength Cond. Res. 24, 430–436.* doi: 10.1519/JSC.0b013e3181c0674f
13. Ayala, F., Sainz De Baranda, P., and De Ste Croix, M. (2010). Effect of active stretch on hip flexion range of motion in female futsal players. *J. Sports Med. Phys. Fitness. 50, 428–435.*
14. Ayala, F., Sainz de Baranda, P., De Ste Croix, M., and Santonja, F. (2012). Reproducibility and criterion-related validity of the sit and reach test and toe touch test for estimating hamstring flexibility in recreationally active young adults. *Phys. Ther. Sport 13, 219–226.* doi: 10.1016/j.ptsp.2011.11.001
15. Azevedo, D. C., Melo, R. M., Alves Corrêa, R. V., and Chalmers, G. (2011). Uninvolved versus target muscle contraction during contract-relax proprioceptive neuromuscular facilitaiton stretching. *Phys. Ther. Sport. 12, 117–121.* doi: 10.1016/j.ptsp.2011.04.003
16. Bandy, W. D, Irion J. M., and Briggler, M. (1997). The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys. Ther. 77, 1090–1096.*
17. Bandy, W., Irion, J., and Briggler, M. (1998). The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles J. *Orthop. Sports Phys. Ther. 27, 295–300.* doi: 10.2519/jospt.1998.27.4.295
18. Bannerman, N., Pentecost, E., Rutter, S., Willoughby, S., and Vujnovich, A. (1996). Increase of soleus muscle length: a comparison between two stretching techniques. *N. Z. J. Physiother. 24, 15–18.*
19. Barbe, M. F, Barr, A. E. (2006). Inflammation and the pathophysiology of work-related musculoskeletal disorders. *Brain Behav. Immun.20, 423–429.* doi: 10.1016/j.bbi.2006.03.001
20. Batista, L. H., Vilar, A. C., de Almeida Ferreira, J. J., Rebelatto, J. R., and Salvini, T. F. (2009). Active stretching improves flexibility, joint torque, and functional mobility in older women. *Am. J. Phys. Med. Rehabil. 88, 815–822.* doi: 10.1097/PHM.0b013e3181b72149
21. Bazett-Jones, D., Gibson, M., and McBride, J. (2008). Sprint and vertical jump performances are not affected by six weeks of static hamstring stretching. *J. Strength Cond. Res. 22, 25–31.* doi: 10.1519/JSC.0b013e31815f99a4
22. Bazett-Jones, D. M., Winchester, J. B., and McBride, J. M. (2005). Effect of potentiation and stretching on maximal force, rate of force development, and range of motion. *J. Strength Cond. Res. 19, 421–426.* doi: 10.1519/14193.1
23. Beedle, B. B., Leydig, S. N., and Carnucci, J. M. (2007). No difference in pre-and postexercise stretching on flexibility. *J. Strength Cond. Res. 21, 780–783.* doi: 10.1519/R-20736.1
24. Bello, M., Mesiano Maifrino, L. B., Gama, E. F., and Rodrigues de Souza, R. (2011). Rhythmic stabilization versus conventional passive stretching to prevent injuries in indoor soccer athletes: a controlled clinical trial. *J. Bodyw. Mov. Ther. 15, 380–383.* doi: 10.1016/j.jbmt.2010.11.002
25. Ben, M., and Harvey, L. (2010). Regular stretch does not increase muscle extensibility: a randomized controlled trial. *Scand. J. Med. Sci. Sports. 20, 136–144.* doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.00926.x
26. Blazevich, A. J., Cannavan, D., Waugh, C. M., Miller, S. C., Thorlund, J. B., Aagaard, P., et al. (2014). Range of motion, neurochemical, and architectural adaptations to plantar flexor stretch training in humans. *J. Appl. Physiol. 117, 452–462.* doi: 10.1152/japplphysiol.00204.2014
27. Blazevich, A., Cannavan, D., Waugh, C., Faith, F., Miller, S., and Kay, A. (2012). Neuromuscular factors influencing the maximum stretch limit of the human plantar flexors. *J. Appl. Physiol. 113, 1446–1455.* doi: 10.1152/japplphysiol.00882.2012
28. Bonnar, B. P., Deivert, R. G., and Gould, T. E. (2004). The relationship between isometric contraction durations during hold-relax stretching and improvement of hamstring flexibility. *J. Sports Med. Phys. Fitness. 44, 258.*

29. Borman, N. P., Trudelle-Jackson, E., and Smith, S. S. (2011). Effect of stretch positions on hamstring muscle length, lumbar flexion range of motion, and lumbar curvature in healthy adults. *Physiother. Theory Pract. 27, 146–154.* doi: 10.3109/09593981003703030
30. Brand, P. (1984). Clinical Mechanics of the Hand. *St. Louis, MO: CV Mosby.*
31. Buller, A. (1975). "The physiology of skeletal muscle," in Neurophysiology, ed C. *Hunt (Baltimore, MD: University Park Press), 275–302*.
32. Cabido, C. E. T., Bergamini, J. C., Andrade, A. G. P., Lima, F. V., Menzel, H.-J., and Chagas, M. H. (2014). Acute effect of constant torque and angle stretching on range of motion, muscle passive properties, and stretch discomfort perception. *J. Strength Cond. Res. 28, 1050–1057.* doi: 10.1519/JSC.0000000000000241
33. Caplan, N., Rogers, R., Parr, M. K., and Hayes, P. R. (2009). The effect of proprioceptive neuromuscular facilitation and static stretch training on running mechanics. *J. Strength Cond. Res. 23, 1175–1180.* doi: 10.1519/JSC.0b013e318199d6f6
34. Chadchavalpanichaya, N., and Srisawasdi, G. (2010). The effect of calf stretching box on stretching calf muscle compliance: a prospective, randomized single-blinded controlled trial. *J. Med. Assoc. Thai. 93, 1470–1479.*
35. Chan, S. P., Hong, Y., and Robinson, P. D. (2001). Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. *Scand. J. Med. Sci. Sports 11, 81–86.* doi: 10.1034/j.1600-0838.2001.011002081.x
36. Chen, C.-H., Huang, T.-S., Chai, H.-M., Jan, M.-H., and Lin, J.-J. (2013). Two stretching treatments for the hamstrings: proprioceptive neuromuscular facilitation versus kinesio taping. *J. Sport Rehabil. 22, 59–66.*
37. Christiansen, C. (2008). The effects of hip and ankle stretching on gait function of older people. *Arch. Phys. Med. Rehabil. 89, 1421–1428.* doi: 10.1016/j.apmr.2007.12.043
38. Cipriani, D. J., Terry, M. E., Haines, M. A., Tabibnia, A. P., and Lyssanova, O. (2012). Effect of stretch frequency and sex on the rate of gain and rate of loss in muscle flexibility during a hamstring-stretching program: a randomized single-blind longitudinal study. *J. Strength Cond. Res. 26, 2119–2129.* doi: 10.1519/JSC.0b013e31823b862a
39. Clark, S., Christiansen, A., Hellman, D. F., Hugunin, J. W., and Hurst, K. M. (1999). Effects of ipsilateral anterior thigh soft tissue stretching on passive unilateral straight-leg raise. *J. Orthop. Sports Phys. Ther. 29, 4–12.* doi: 10.2519/jospt.1999.29.1.4
40. Connolly, D. A. J., Sayers, S. P., and McHugh, M. P. (2003). Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *J. Strength Cond. Res. 17, 197–208.* doi: 10.1519/00124278-200302000-00030
41. Cornelius, W. L., Ebrahim, K., Watson, J., and Hill, D. W. (1992). The effects of cold application and modified PNF stretching techniques on hip joint flexibility in college males. *Res. Q. Exerc. Sport 63, 311–314.* doi: 10.1080/02701367.1992.10608747
42. Cornelius, W. L., Jensen, R. L., and Odell, M. E. (1995). Effects of PNF stretching phases on acute arterial blood pressure. *Can. J. Appl. Physiol. 20, 222–229.* doi: 10.1139/h95-016
43. Cristopoliski, F., Barela, J. A., Leite, N., Fowler, N. E., and Rodacki, A. L. (2009). Stretching exercise program improves gait in the elderly. *Gerontology 55, 614–620.* doi: 10.1159/000235863
44. Cunha, A. C., Burke, T. N., França, F. J., and Marques, A. P. (2008). Effect of global posture re-education and of static stretching on pain, range of motion, and quality of life in women with chronic neck pain: a randomized clinical trial. *Clinics 63, 763–770.* doi: 10.1590/S1807-59322008000600010
45. Curry, B., Chengkalath, D., Crouch, G., Romance, M., and Manns, P. (2009). Acute effects of dynamic stretching, static stretching and light aerobic activity on muscular performance in women. *J. Strength Cond. Res. 23, 1811–1819.* doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b73c2b
46. Cuthbertson, D. (1942). Post-shock metabolic response. *Lancet i, 433–437.* doi: 10.1016/S0140-6736(00)79605-X
47. Cutlip, R. G., Baker, B. A., Hollander, M., and Ensey, J. (2009). Injury and adaptive mechanisms in skeletal muscle. *J. Electromyogr. Kinesiol. 19, 358–372.* doi: 10.1016/j.jelekin.2008.06.007
48. Davis, D. S., Ashby, P. E., McCale, K. L., McQuain, J. A., and Wine, J. M. (2005). The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *J. Strength Cond. Res. 19, 27–32.* doi: 10.1519/14273.1
49. De Deyne, P. G. (2001). Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. *Phys. Ther. 81, 819–827.*
50. de Oliveira, A. L., Greco, C. C., and Molina, R. (2012). The rate of force development obtained at early contraction phase is not influenced by active static stretching. *J. Strength Cond. Res. 26, 2174–2179.* doi: 10.1519/JSC.0b013e31823b0546
51. de Weijer, V. C., Gorniak, G. C., and Shamus, E. (2003). The effect of static stretch and warm-up exercise on hamstring length over the course of 24 hours. *J. Orthop. Sports Phys. Ther. 33, 727–733.* doi: 10.2519/jospt.2003.33.12.727
52. deCarvalho, A. O., Cabral, L., and Rubini, E. (2011). Acupuncture improves flexibility: acute effect of acupuncture before a static stretch of hip adductors. *Med. Acupunct. 23, 27–33.* doi: 10.1089/acu.2010.0773
53. Decicco, P., and Fisher, M. (2005). The effect of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on shoulder range of motion in overhand athletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness. 45, 183.*
54. Decoster, L. C., Cleland, J., Altieri, C., and Russell, P. (2005). The effects of hamstring stretching on range of motion: a systematic review. *J. Orthop. Sports Phys. Ther. 35, 377–387.* doi: 10.2519/jospt.2005.35.6.377
55. Decoster, L. C., Scanlon, R. L., Horn, K. D., and Cleland, J. (2004). Standing and supine hamstring stretching are equally effective. *J. Athl. Train. 39, 330–334.*
56. Fantini, C. H., Menzel, H.-J., and Chagas, M. H. (2006). "Influence of stretching exercise on performance and movement technique during drop jumps," in XXIV International Symposium on Biomechanics in Sports (ISBS) Symposium, 2006 (Salzburg, Austria), 671–674.
57. Fasen, J. M., O'Connor, A. M., Schwartz, S. L., Watson, J. O., Plastaras, C. T., Garvan, C. W., et al. (2009). A randomized controlled trial of hamstring stretching: comparison of four techniques. *J. Strength Cond. Res. 23, 660–667.* doi: 10.1519/JSC.0b013e318198fbd1
58. Favero, J. P., Midgley, A. W., and Bentley, D. J. (2009). Effects of an acute bout of static stretching on 40 m sprint performance: influence of baseline flexibility. *Res. Sports Med. 17, 50–60.* doi: 10.1080/15438620802678529
59. Feland, J., Myrer, J., Schulthies, S., Fellingham, G., and Measom, G. (2001). The effect of duration of stretching of the hamstring

muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Phys. Ther. 81, 1110–1117.*
60. Freitas, S. R., and Mil-Homens, P. (2015). Effect of 8 week high intensity stretching training on biceps femoris architecture. *J. Strength Cond. Res. 29, 1737–1740.* doi: 10.1519/JSC.0000000000000800
61. Fridén, J., Sfakianos, P. N., and Hargens, A. R. (1986). Muscle soreness and intramuscular fluid pressure: comparison between eccentric and concentric load. *J Appl Physiol. 61, 2175–2179.*
62. Gajdosik, R. L., Vander Linden, D. W., McNair, P. J., Williams, A. K., and Riggin, T. J. (2005). Effects of an eight-week stretching program on the passive-elastic properties and function of the calf muscles of older women. *Clin. Biomech. 20, 973–983.* doi: 10.1016/j.clinbiomech.2005.05.011
63. Geronilla, K. B., Miller, G. R., Mowrey, K. F., Wu, J. Z., Kashon, M. L., Brumbaugh, K., et al. (2003). Dynamic force responses of skeletal muscle during stretch-shortenning cycles. *Eur. J. Appl. Physiol. 90, 144–153.* doi: 10.1007/s00421-003-0849-8
64. Ghaffarinejad, F., Taghizadeh, S., and Mohammadi, F. (2007). Effect of static stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense. *Br. J. Sports Med. 41, 684–687.* doi: 10.1136/bjsm.2006.032425
65. González-Ravé, J. M., Sánchez-Gómez, A., and Santos-García, D. J. (2012). Efficacy of two different stretch training programs (passive vs. *proprioceptive neuromuscular facilitation) on shoulder and hip range of motion in older people. J. Strength Cond. Res. 26, 1045–1051.* doi: 10.1519/JSC.0b013e31822dd4dd
66. Gregory, J. E., Brockett, C. L., Morgan, D. L., Whitehead, N. P., and Proske, U. (2002). Effect of eccentric muscle contractions on Golgi tendon organ responses to passive and active tension in the cat. *J. Physiol. 538, 209–218.* doi: 10.1113/jphysiol.2001.012785
67. Gribble, P., Gusklewicz, K., Prentice, W., and Shields, E. (1999). Effects of static and hold-relax stretching on hamstring range of motion using the FlexAbility LE 1000. *J. Sports Rehabili. 8, 195–208.*
68. Guissard, N., and Duchateau, J. (2006). Neural aspects of muscle stretching. *Exerc. Sport Sci. Rev. 34, 154–158.* doi: 10.1249/01.jes.0000240023.30373.eb
69. Gustafsson, L., and McKenna, K. (2006). A programme of static positional stretches does not reduce hemiplegic shoulder pain or maintain shoulder range of motion-a randomized controlled trial. *Clin. Rehabil. 20, 277–286.* doi: 10.1191/0269215506cr944oa
70. Häkkinen, A., Salo, P., Tarvainen, U., Wirén, K., and Ylinen, J. (2007). Effect of manual therapy and stretching on neck muscle strength and mobility in chronic neck pain. *J. Rehabil. Med. 39, 575–579.* doi: 10.2340/16501977-0094
71. Halbertsma, J. P., van Bolhuis, A. I., and Goeken, L. N. H. (1996). Sports stretching: effect on passive muscle stiffness of short hamstrings. *Arch. Phys. Med. Rehabil. 77, 688–692.* doi: 10.1016/S0003-9993(96)90009-X
72. Halbertsma, J. P., and Göeken, L. N. (1994). Stretching exercises: effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects. *Arch. Phys. Med. Rehabil. 75, 976–981.*
73. Hanten, W. P., Olson, S. L., Butts, N. L., and Nowicki, A. L. (2000). Effectiveness of a home program of ischemic pressure followed by a sustained stretch for treatment of myofascial trigger points. *Phys. Ther. 80, 997–1003.*
74. Harvey, L. A., Batty, J., Crosbie, J., Poulter, S., and Herbert, R. D. (2000). A randomized trial assessing the effects of 4 weeks of daily stretching on ankle mobility in patients with spinal cord injuries. *Arch. Phys. Med. Rehabil. 81, 1340–1347.* doi: 10.1053/apmr.2000.9168
75. Harvey, L., Byak, A., Ostrovskaya, M., Glinsky, J., Katte, L., and Herbert, R. (2003). Randomized trial of the effects of four weeks of daily stretch on extensibility of hamstring muscles in people with spinal cord injuries. *Aust. J. Physiother. 49, 176–181.* doi: 10.1016/S0004-9514(14)60237-3
76. Harvey, L., Herbert, R., and Crosbie, J. (2006). Does stretching induce lasting increases in joint ROM? A systematic review. *Phys. Res. Int. 7, 1–13.*
77. Hayes, B. T., Harter, R. A., Widrick, J. J., Williams, D. P., Hoffman, M. A., and Hicks-Little, C. A. (2012). Lack of neuromuscular origins of adaptation after a long-term stretching program. *J. Sports Rehabil. 21, 99–106.*
78. Hayes, P., and Walker, A. (2007). Pre-exercise stretching does not impact upon running economy. *J. Strength Cond. Res. 21, 1227–1232.* doi: 10.1519/R-19545.1
79. Herbert, R. D., and Gabriel, M. (2002). Effects of stretching before and after exercise on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ 325, 1–5.* doi: 10.1136/bmj.325.7362.468
80. Herda, T. J., Costa, P. B., Walter, A. A., Ryan, E. D., and Cramer, J. T. (2012). The time course of the effects of constant-angle and constant-torque stretching on the muscle-tendon unit. *Scand. J. Med. Sci. Sports 24, 62–67.* doi: 10.1111/j.1600-0838.2012.01492.x
81. Herman, S. L., and Smith, D. T. (2008). Four-week dynamic stretching warm-up intervention elicits longer-term performance benefits. *J. Strength Cond. Res. 22, 1286–1297.* doi: 10.1519/JSC.0b013e318173da50
82. Horsley, S. A., Herbert, R. D., and Ada, L. (2007). Four weeks of daily stretch has little or no effect on wrist contracture after stroke: a randomised controlled trial. *Aust. J. Physiother. 53, 239–245.* doi: 10.1016/S0004-9514(07)70004-1
83. Hortobágyi, T., Faludi, J., Tihanyi, J., and Merkely, B. (1985). Effects of intense stretching flexibility training on the mechanical profile of the knee extensors and on the range of motion of the hip joint. *Int. J. Sports Med. 6, 317–321.* doi: 10.1055/s-2008-1025862
84. Jacobs, C. A., and Sciascia, A. D. (2011). Factors that influence the efficacy of stretchng programs for patients with hypomobility. *Sports Health 3, 520–523.* doi: 10.1177/1941738111415233
85. Jadad, A. R., Moore, R. A., Carroll, D., Jenkinson, C., Reynolds, D. J., Gavaghan, D. J., et al. (1996). Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary. *Control. Clin. Trials 17, 1–12.* doi: 10.1016/0197-2456(95)00134-4
86. Jespersen, K. (1950). Fibrositis of muscles. *Ann. Rheum. Dis. 9, 66–70.* doi: 10.1136/ard.9.1.66
87. Johanson, M., Baer, J., Hovermale, H., and Phouthavong, P. (2008). Subtalar joint position during gastrocnemius stretching and ankle dorsiflexion range of motion. *J. Athl. Train. 43, 172–178.* doi: 10.4085/1062-6050-43.2.172
88. Johanson, M. A., Cuda, B. J., Koontz, J. E., Stell, J. C., and Abelew, T. A. (2009). Effect of stretching on ankle and knee angles and gastrocnemius activity during the stance phase of gait. *J Sports Rehabili. 18, 521–534.*

89. Johanson, M., Wooden, M., Catlin, P., Hemard, L., Lott, K., Romalino, R., et al. (2006). Effects of gastrocnemius stretching on ankle dorsiflexion and time-to heel-off during the stance phase of gait. *Phys. Ther. Sport. 7, 93–100.* doi: 10.1016/j.ptsp.2006.02.002
90. Johansson, P. H., Lindström, L., Sundelin, G., and Lindström, B. (1999). The effects of preexercise stretching on muscular soreness, tenderness and force loss following heavy eccentric exercise. *Scand. J. Med. Sci. Sports. 9, 219–225.* doi: 10.1111/j.1600-0838.1999.tb00237.x
91. Jung, D.-Y., Koh, E.-K., Kwon, O.-Y., Yi, C.-H., Oh, J.-S., and Weon, J.-H. (2009). Effect of medial arch support on displacement of the myotendinous junction of the gastrocnemius during standing wall stretching. *J. Orthop. Sports Phys. Ther. 39, 867–874.* doi: 10.2519/jospt.2009.3158
92. Kandel, E., Schwartz, J., and Jessell, T. (eds.). (2000). Principles of Neural Science, 4th Edn. *New York, NY: McGraw-Hill.*
93. Kasser, R. J., Pridmore, K., Hoctor, K., Loyd, L., and Wortman, A. (2009). Comparison of stretching versus strengthening for increasing active ankle dorsiflexion range of motion. *Top. Geriatr. Rehabil. 25, 211–221.* doi: 10.1097/TGR.0b013e3181b02d4a
94. Kay, A. D., and Blazevich, A. J. (2012). Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review. *Med. Sci. Sports Exerc. 44, 154–164.* doi: 10.1249/MSS.0b013e318225cb27
95. Kerrigan, D. C., Xenopoulos-Oddsson, A., Sullivan, M. J., Lelas, J. J., and Riley, P. O. (2003). Effect of a hip flexor-stretching program on gait in the elderly. *Arch. Phys. Med. Rehabil. 84, 1–6.* doi: 10.1053/apmr.2003.50056
96. Kidd, B. L., and Urban, L. A. (2001). Mechanisms of inflammatory pain. *Br. J. Anaesth. 87, 3–11.* doi: 10.1093/bja/87.1.3
97. Kilbreath, S., Refshauge, K., Beith, J., Ward, L., Simpson, J., and Hansen, R. (2012). Upper limb progressive resistance training and stretching exercises following surgery for early breast cancer: a randomized controlled trial. *Breast Cancer Res. Treat. 113, 667–676.* doi: 10.1007/s10549-012-1964-1
98. Kim, T. H., Yoon, J. S., and Lee, J. H. (2013). The effect of ankle joint muscle strengthening training and static muscle stretching training on stroke patients' C. *O.P sway amplitude. J. Phys. Ther. Sci. 25, 1613–1616.* doi: 10.1589/jpts.25.1613
99. Kjaer, M. (2004). Role of extracellular matrix in adaptation of tendon and skeletal muscle to mechanical loading. *Physiol. Rev. 84, 649–698.* doi: 10.1152/physrev.00031.2003
100. Klinge, K., Magnusson, S. P., Simonsen, E. B., Aagaard, P., Klausen, K., and Kjaer, M. (1997). The effect of strength and flexibility training on skeletal muscle electromyographic activity, stiffness, and viscoelastic stress relaxation response. *Am. J. Sports Med. 25, 710–716.* doi: 10.1177/036354659702500522
101. Knudson, D. (1999). Stretching during warm-up: do we have enough evidence? J. *Phys. Educ. Recreation Dance 70, 24–27.* doi: 10.1080/07303084.1999.10605682
102. Knudson, D. (2006). The biomechanics of stretching. *J. Exerc. Sci. Phys. 2, 3–12.*
103. Kokkonen, J., Nelson, A. G., and Cornwell, A. (1998). Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res. Q. Exerc. Sport. 69, 411–415.* doi: 10.1080/02701367.1998.10607716
104. Konrad, A., and Tilp, M. (2014). Increased range of motion after static stretching is not due to changes in muscle and tendon structures. *Clin. Biomech. 29, 636–642.* doi: 10.1016/j.clinbiomech.2014.04.013
105. Krityakiarana, W., Budworn, J., Khajohnanan, C., Suramas, N., and Puritasang, W. (2014). Effect lof ice bad, dynamic stretchng and combined treatments on the prevention and treatmetn of delayed onset muscle soreness. *Int. J. Physiother. Res. 2, 799–805.* doi: 10.16965/ijpr.2014.696
106. Kubo, K., Kanehisa, H., Kawakami, Y., and Fukunaga, T. (2001). Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J. Appl. Physiol. 90, 520–527.*
107. LaRoche, D. (2006). Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. *Am. J. Sports Med. 34, 1000–1007.* doi: 10.1177/0363546505284238
108. Larsen, R., Lund, H., Christensen, R., Røgind, H., Danneskiold-Samsøe, B., and Bliddal, H. (2005). Effect of static stretching of quadriceps and hamstring muscles on knee joint position sense. *Br. J. Sports Med. 39, 43–46.* doi: 10.1136/bjsm.2003.011056
109. Law, R. Y., Harvey, L. A., Nicholas, M. K., Tonkin, L., De Sousa, M., and Finniss, D. G. (2009). Stretch exercises increase tolerance to stretch in patients with chronic musculoskeletal pain: a randomized controlled trial. *Phys. Ther. 89, 1016–1026.* doi: 10.2522/ptj.20090056
110. Lee, T. S., Kilbreath, S. L., Refshauge, K. M., Pendlebury, S. C., Beith, J. M., and Lee, M. J. (2007). Pectoral stretching program for women undergoing radiotherapy for breast cancer. *Breast Cancer Res. Treat. 102, 313–321.* doi: 10.1007/s10549-006-9339-0
111. Light, K. E., Nuzik, S., Personius, W., and Barstrom, A. (1984). Low-load prolonged stretch vs high-load brief stretch in treating knee contractures. *Phys. Ther. 64, 330–333.*
112. Locks, R. R., Costa, T. C., Koppe, S., Yamaguti, A. M., Garcia, M. C., and Gomes, A. R. S. (2012). Effects of strength and flexibility training on functional performance of healthy older people. *Rev. Bras. Fisioter. 16, 184–190.* doi: 10.1590/S1413-35552012000300003
113. Ma, C., Wu, S., Li, G., Xiao, X., Mai, M., and Yan, T. (2010). Comparison of miniscalpel-needle release, acupuncture needling and stretching exercise to trigger point in myofascial pain syndrome. *Clin. J. Pain. 26, 251–257.* doi: 10.1097/AJP.0b013e3181b8cdc8
114. MacIntyre, D., Reid, W., and McKenzie, D. (1995). Delayed onset muscle soreness: the inflammatory response to muscle injury and its clinical implications. *Sports Med. 20, 24–40.* doi: 10.2165/00007256-199520010-00003
115. Maenhout, A., Van Eessel, V., Van Dyck, L., Vanraes, A., and Cools, A. (2012). Quantifying acromioclavicular distance in overhead athletes with glenohumeral internal rotation loss and the influence of a stretching program. *Am. J. Sports Med. 40, 2105–2112.* doi: 10.1177/0363546512454530
116. Magnusson, S. P., Simonsen, E. B., Aagaard, P., Gleim, G. W., McHugh, M. P., and Kjaer, M. (1995). Viscoelastic responses to repeated static stretching in human skeletal muscle. *Scand. J. Med. Sci. Sports. 5, 342–347.* doi:

10.1111/j.1600-0838.1995.tb00056.x
117. Magnusson, S., Aagaard, P., Simonsens, E., and Bojsen-Møller, F. (1998). A biomechanical evaluation of cyclic and static stretch in human skeletal muscle. *Int. J. Sports Med. 19, 310–316.* doi: 10.1055/s-2007-971923
118. Magnusson, S., Simonsen, E., Aagaard, P., Dyhre-Poulosen, P., McHugh, M., and Kjaer, M. (1996). Mechanical and physiological responses to stretching with and without preisometric contraction in human skeletal muscle. *Arch. Phys. Med. Rehabil. 77, 373–378.* doi: 10.1016/S0003-9993(96)90087-8
119. Mahieu, N. N., Cools, A., De Wilde, B., Boon, M., and Witvrouw, E. (2009). Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on the plantar flexor muscle-tendon tissue properties. *Scand. J. Med. Sci. Sports 19, 553–560.* doi: 10.1111/j.1600-0838.2008.00815.x
120. Mahieu, N. N., McNair, P., DeMuynck, M., Stevens, V., Blanckaert, I., Smits, N., et al. (2007). Effect of static and ballistic stretching on the muscle-tendon tissue properties. *Med. Sci. Sport Exerc. 39, 494–501.* doi: 10.1249/01.mss.0000247004.40212.f7
121. Maluf, S., Moreno, B., Crivello, O., Cabral, C., Bortolotti, G., and Marques, A. (2010). Global postural re-education and static stretching exercises in the treatment of myogenic temporomandibular disorders: a randomized study. *J. Manipulative Physiol. Ther. 33, 500.* doi: 10.1016/j.jmpt.2010.08.005
122. Marschall, F. (1999). Wie beinflussen unterschiedliche Dehnintensitaten kurzfristig die Veranderung der Bewegungsreichweite? (Effects of different stretch-intensity on the acute change of range of motion). *Dtsch. Z. Sportmed. 50, 5–9.*
123. Martins, W. R., Carvalho, M. M., Mota, M. R., Cipriano, G. F. B., Mendes, F. A. S., Diniz, L. R., et al. (2013). Diacutaneous fibrolysis versus passive stretching after articular immobilisation: muscle recovery and extracellular matrix remodelling. *OA Med. Hypothesis 1, 17–22.* doi: 10.13172/2053-0781-1-2-1023
124. Maynard, V., Bakheit, A. M., and Shaw, S. (2005). Comparison of the impact of a single session of isokinetic or isotonic muscle stretch on gait in patients with spastic hemiparesis. *Clin. Rehabil. 19, 146–154.* doi: 10.1191/0269215505cr853oa
125. McBride, J. M., Deane, R., and Nimphius, S. (2007). Effect of stretching on agonist-antagonist muscle activity and muscle force output during single and multiple joint isometric contractions. *Scand. J. Med. Sci. Sports. 17, 54–60.* doi: 10.1111/j.1600-0838.2005.00495.x
126. McCarthy, P., Olsen, J., and Smeby, I. (1997). Effects of contract-relax stretching procedures on active range of motion of the cervical spine in the transverse plane - a brief report. *Clin. Biomech. 12, 136–138.* doi: 10.1016/S0268-0033(96)00060-5
127. McClure, P., Balaicuis, J., Heiland, D., Broersma, M. E., Thorndike, C. K., and Wood, A. (2007). A randomized controlled comparison of stretching procedures for posterior shoulder tightness. *J. Orthop. Sports Phys. Ther. 37, 108–114.* doi: 10.2519/jospt.2007.2337
128. McClure, P. W., Blackburn, L. G., and Dusold, C. (1994). The use of splints in the treatment of joint stiffness: biologic rationale and an algorithm for making clinical decisions. *Phys. Ther. 74, 1101–1107.*
129. McGrath, R. P., Whitehead, J. R., and Caine, D. J. (2014). The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on post-exercise delayed onset muscle soreness in young adults. *Int. J. Exerc. Sci. 7, 14–21.*
130. McNair, P. J., and Stanley, S. N. (1996). Effect of passive stretching and jogging on the series elastic muscle stiffness and range of motion of the ankle joint. *Br. J. Sports Med. 30, 313–318.* doi: 10.1136/bjsm.30.4.313
131. McNair, P. J, Dombroski, E. W., Hewson, D. J., and Stanley, S. N. (2000). Stretching at the ankle joint: viscoelastic responses to holds and continuous passive motion. *Med. Sci. Sport Exerc. 33, 354–358.* doi: 10.1097/00005768-200103000-00003
132. Medeiros, J. M., Smidt, G. L., Burmeister, L. F., and Soderberg, G. L. (1977). The influence of isometric exercise and passive stretch on hip joint motion. *Phys. Ther. 57, 518–523.*
133. Méndez-Sánchez, R., Alburquerque-Sendín, F., Fernández-de-las-Peñas, C., Barbero-Iglesias, F. J., Sánchez-Sánchez, C., Calvo-Arenillas, J. I., and Huijbregts, P. (2009). Immediate effects of adding a sciatic nerve slider technique on lumber and lower quadrant mobility in soccer players: a pilot study. *J. Altern. Compliment. Med. 16, 669–675.* doi: 10.1089/acm.2009.0403
134. Meroni, R., Cerri, C., Lanzarini, C. G., Barindelli, G., Morte, G. D., Gessaga, V., et al. (2010). Comparison of active stretching technique and static stretching on hamstring flexibility. *Clin. J. Sport Med. 20, 8–14.* doi: 10.1097/JSM.0b013e3181c96722
135. Merskey, H., and Bogduk, N. (1994). Classification of Chronic Pain. *Seattle, WA: IASP Press.*
136. Minshull, C., Eston, R., Bailey, A., Rees, D., and Gleeson, N. (2014). The differential effects of PNF versus passive stretch conditioning on neuromuscular performance. *Eur. J. Sport Sci. 14, 233–241.* doi: 10.1080/17461391.2013.799716
137. Mizuno, T., Matsumoto, M., and Umemura, Y. (2012). Decrements in stiffness are restored within 10 min. *Int. J. Sports Med. 36, 484–490.* doi: 10.1055/s-0032-1327655
138. Möller, M. H., Oberg, B. E., and Gilquist, J. (1985). Stretching exercise and soccer: effect of stretching on range of motion in the lower extremity in connection with soccer training. *Int. J. Sports Med. 6, 50–52.* doi: 10.1055/s-2008-1025813
139. Morais de Oliveira, A. L., Greco, C. C., Molina, R., and Denadai, B. S. (2012). The rate of force development obtained at early contraction phase is not influenced by active static stretching. *J. Strength Cond. Res. 26, 2174–2179.* doi: 10.1519/JSC.0b013e31823b0546
140. Moreside, J. M., and McGill, S. M. (2012). Hip joint range of motion improvements using three different interventions. *J. Strength Cond. Res. 26, 1265–1273.* doi: 10.1519/JSC.0b013e31824f2351
141. Morrin, N., and Redding, E. (2013). Acute effects of warm-up stretch protocols on balance, vertical jump height, and range of motion in dancers. *J. Dance Med. Sci. 17, 34–40.* doi: 10.12678/1089-313X.17.1.34
142. Moseley, A. M., Herbert, R. D., Nightingale, E. J., Taylor, D. A., Evans, T. M., Robertson, G. J., et al. (2005). Passive stretching does not enhance outcomes in patients with plantarflexion contracture after cast immobilization for ankle fracture: a randomized controlled trial. *Arch. Phys. Med. Rehabil. 86, 1118–1126.* doi: 10.1016/j.apmr.2004.11.017
143. Muanjai, P., and Namsawang, J. (2015). Effects of stretching and cold-water immersion on fucntional signs of muscle soreness follwoing plyometric training. *J. Phys. Educ. Sport 15, 128–135.* doi: 10.7752/jpes.2015.01021
144. Muir, I. W., Chesworth, B. M., and Vandervoort, A. A. (1999). Effect of a static calf-stretching exercise on the resistive torque during passive ankle dorsiflexion in healthy subjects. *J. Orthop. Sports Phys. Ther. 29, 106–115.* doi:

10.2519/jospt.1999.29.2.106
145. Murphy, J. R., Di Santo, M. C., Alkanani, T., and Behm, D. G. (2010). Aerobic activity before and following short-duration static stretching improves range of motion and performance vs. *a traditional warm-up. Appl. Physiol. Nutr. Metab. 35, 679–690.* doi: 10.1139/H10-062
146. Nakamura, M., Ikezoe, T., Takeno, Y., and Ichihashi, N. (2012). Effects of a 4-week static stretch training program on passive stiffness of human gastrocnemius muscle-tendon unit in vivo. *Eur. J. Appl. Physiol. 112, 2749–2755.* doi: 10.1007/s00421-011-2250-3
147. Nikolaou, P. K., Macdonald, B. L., Glisson, R. R., Seaber, A. V., and Garrett, W. E. Jr. (1987). Biomechanical and histological evaluation of muscle after controlled strain injury. *Am. J. Sports Med. 15, 9–14.* doi: 10.1177/036354658701500102
148. Nosaka, K., Newton, M., and Sacco, P. (2002). Delayed-onset msucle soreness does not reflect the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage. *Scand. J. Med. Sci. Sports 12, 337–346.* doi: 10.1034/j.1600-0838.2002.10178.x
150. O'Hora, J., Cartwright, A., Wade, C. D., Hough, A. D., and Shum, G. L. (2011). Efficacy on static stretching and proprioceptive neuromuscular facilitation stretch on hamstrings length after a single session. *J. Strength Cond. Res. 25, 1586–1591.* doi: 10.1519/JSC.0b013e3181df7f98
151. O'Sullivan, K., Murray, E., and Sainsbury, D. (2009). The effect of warm-up static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. *BMC Musculoskelet. Disord. 10:37.* doi: 10.1186/1471-2474-10-37
152. Place, N., Blum, Y., Armand, S., Maffiuletti, N. A., and Behm, D. G. (2012). Effects of a short proprioceptive neuromuscular facilitation stretching bout on quadriceps neuromuscular function, flexibility and vertical jump performance. *J. Strength Cond. Res. 27, 463–470.* doi: 10.1519/JSC.0b013e3182576ffe
153. Proske, U., and Gandevia, S. (2012). The proprioceptive sense: thier roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiol. Rev. 92, 1651–1697.* doi: 10.1152/physrev.00048.2011
154. Puentedura, E. J., Huijbregts, P. A., Celeste, S., Edwards, D., In, A., Landers, M. R., et al. (2011). Immediate effects of quantified hamstring stretching: hold-relax proprioceptive neuromuscular facilitation versus static stretching. *Phys. Ther. Sport. 12, 122–126.* doi: 10.1016/j.ptsp.2011.02.006
155. Putt, M. T., Watson, M., Seale, H., and Paratz, J. D. (2008). Muscle stretching technique increases vital capacity and range of motion in patients with chronic obstructve pulmonary disease. *Arch. Phys. Med. Rehabil. 89, 1103–1107.* doi: 10.1016/j.apmr.2007.11.033
156. Rancour, J., Holmes, C. F., and Cipriani, D. J. (2009). The effects of intermittent stretching following a 4-week static stretching protocol: a randomized trial. *J. Strength Cond. Res. 23, 2217–2222.* doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b869c7
157. Rees, S., Murphy, A., Watsford, M., McLachlan, K., and Coutts, A. (2007). Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on stiffness and force-producing characterisitics of the ankle of inactive women. *J. Strength Cond. Res. 21, 572–577.* doi: 10.1519/R-20175.1
158. Renan-Ordine, R., Alburquerque-Sendín, F., de Souza, D. P., Cleland, J. A., and Fernández-de-Las-Peñas, C. (2011). Effectiveness of myofascial trigger point manual therapy combined with a self-stretching protocol for the management of plantar heel pain: a randomized controlled trial. *J. Orthop. Sports Phys. Ther. 41, 43–50.* doi: 10.2519/jospt.2011.3504
159. Roberts, J. M., and Wilson, K. (1999). Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. *Br. J. Sports Med. 33, 259–263.* doi: 10.1136/bjsm.33.4.259
160. Rodenburg, J. B., Steenbeek, D., Schiereck, P., and Bär, P. R. (1994). Warm-up, stretching and massage diminish harmful effects of eccentric exercise. *Int. J. Sports Med. 15, 414–419.* doi: 10.1055/s-2007-1021080
161. Ross, M. (2007). Effect of a 15-day pragmatic hamstring stretching program on hamstring flexibility and single hop for distance test performance. *Res. Sports Med. 15, 271–281.* doi: 10.1080/15438620701693298
162. Rowlands, A. V., Marginson, V. F., and Lee, J. (2003). Chronic flexibility gains: effect of isometric contraction duration during proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques. *Res. Q. Exerc. Sport 74, 47–51.* doi: 10.1080/02701367.2003.10609063
163. Rubini, E. C., Costa, A. L. L., and Gomes, P. S. C. (2007). The effects of stretching on strength performance. *Sports Med. 37, 213–224.* doi: 10.2165/00007256-200737030-00003
164. Ryan, E. D., Beck, T. W., Herda, T. J., Hull, H. R., Hartman, M. J., Costa, P. B., et al. (2008b). The time course of musculotendinous stiffness responses following different durations of passive stretching. *J. Orthop. Sports Phys. Ther. 38, 632–639.* doi: 10.2519/jospt.2008.2843
165. Ryan, E. D., Beck, T. W., Herda, T. J., Hull, H. R., Hartman, M. J., Stout, J. R., et al. (2008a). Do practical durations of stretching alter muscle strength? a dose-response study. *Med. Sci. Sport Exerc. 40, 1529–1537.* doi: 10.1249/MSS.0b013e31817242eb
166. Sady, S., Wortman, M., and Blanke, D. (1982). Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromusculaar facilitation? Arch. *Phys. Med. Rehabil. 63, 261–263.*
167. Sainz de Baranda, P., and Ayala, F. (2010). Chronic flexibility improvements after 12 week of stretching program utilizing the ACSM recommendations: hamstring flexibility. *Int. J. Sports Med. 31, 389–396.* doi: 10.1055/s-0030-1249082
168. Salameh, A., and Dhein, S. (2013). Effects of mechanical forces and stretch on intercellular gap junction coupling. *Biochim. Biophys. Acta. 1828, 147–156.* doi: 10.1016/j.bbamem.2011.12.030
169. Shellock, F. G., and Prentice, W. E. (1985). Waring-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Med. 2, 267–278.* doi: 10.2165/00007256-198502040-00004
170. Shrier, I. (2004). Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *Clin. J. Sport Med. 14, 267–273.* doi: 10.1097/00042752-200409000-00004
171. Silveira, G., Sayers, M., and Waddington, G. (2011). Effect of dynamic versus static stretching in the warm-up on hamstring flexibility. *Sport J. 14, 1–8.*
172. Smith, L. L. (1991). Acute inflammation: the underlying mechanism in delayed onset muscle soreness? Med. *Sci. Sports Exerc. 23, 542–551.* doi: 10.1249/00005768-199105000-00006

173. Smith, L. L., Brunetz, M. H., Chenier, T. C., McCammon, M. R., Houmard, J. A., Franklin, M. E., et al. (1993). The effects of static and ballistic stretching on delayed onset muscle soreness and creatine kinase. *Res. Q. Exerc. Sport. 64, 103–107.* doi: 10.1080/02701367.1993.10608784
174. Stanziano, D. C., Roos, B. A., Perry, A. C., Lai, S., and Signorile, J. F. (2009). The effects of an active-assisted stretching program on functional performance in elderly persons: a pilot study. *Clin. Interv. Aging. 4, 115–120.*
175. Starring, D. T., Gossman, M. R., Nicholson, G. G. Jr., and Lemons, J. (1988). Comparison of cyclic and sustained passive stretching using a mechanical device to increase resting length of hamstring muscles. *Phys. Ther. 68, 314–320.*
176. Stauber, W. T., and Willems, M. E. (2002). Prevention of histopahtologic changes from 30 repeated stretches of active rat skeletal muscles by long inter-stretch rest times. *Eur. J. Appl. Physiol. 88, 94–99.* doi: 10.1007/s00421-002-0672-7
177. Taylor, D. C., Dalton, J. D., Seaber, A. V., and Garrett, W. E. (1990). Viscoelastic properties of muscle-tendon units. *Ther biomechanical effects of stretching. Am. J. Sports Med. 18, 300–309.* doi: 10.1177/036354659001800314
178. Thacker, S. B., Gilchrist, J., Stroup, D. F., and Kimsey, C. D. Jr. (2004). The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Med. Sci. Sports Exerc. 36, 371–378.* doi: 10.1249/01.MSS.0000117134.83018.F7
179. Torres, E. M., Kraemer, W. J., Vingren, J. L., Volek, J. S., Hatfield, D. L., Spiering, B. A., et al. (2008). Effects of stretching on upper-body muscular performance. *J. Strength Cond. Res. 22, 1279–1285.* doi: 10.1519/JSC.0b013e31816eb501
180. Torres, R., Appell, H. J., and Duarte, J. A. (2007). Acute effects of stretching on muscle stiffness after a bout of exhaustive eccentric exercise. *Int. J. Sports Med. 28, 590–594.* doi: 10.1055/s-2007-964865
181. Trampas, A., Kitsios, A., Sykaras, E., Symeonidis, S., and Lazarou, L. (2010). Clincial massage and modified proprioceptive neuromuscular facilitation stretching in males with latent myofascial trigger points. *Phys. Ther. Sport. 11, 91–98.* doi: 10.1016/j.ptsp.2010.02.003
182. Triandafilou, K. M., Ochoa, J., Kang, X., Fischer, H. C., Stoykov, M. E., and Kamper, D. G. (2011). Transient impact of prolonged versus repetitive stretch on hand motor control in chronic stroke. *Top. Stroke Rehabil. 18, 316–324.* doi: 10.1310/tsr1804-316
183. Tsolakis, C., Douvis, A., Tsigganos, G., Zacharogiannis, E., and Smirniotou, A. (2010). Acute effects of stretching on flexibility, power and sport specific performance in fencers. *J. Hum. Kinet. 26, 105–114.* doi: 10.2478/v10078-010-0054-x
184. Turton, A., and Britton, E. (2005). A pilot randomized controlled trial of a daily muscle stretching regime to prevent contractures in the arm after stroke. *Clin. Rehabil. 19, 600–612.* doi: 10.1191/0269215505cr891oa
185. Volpato, C. P., Added, M. A. N., de Paula, X., Richter, G. C., Tanaka, V., de Carvalho, N. A. A., et al. (2014). Influence of stretching and strengthening of the iliopsoas associated with lumbar segmental stabilization exercises in patients with low back pain: the pilot study. *J. Exerc. Sports Orthop. 1, 1–5.*
186. Wang, H.-K., Ting-Fang Shih, T., Lin, K.-H., and Wang, T.-G. (2008). Real-time morphologic changes of the iliotibial band during therapeutic stretching;an ultrasonographic study. *Man. Ther. 13, 334–340.* doi: 10.1016/j.math.2007.03.002
187. Watt, J. R., Jackson, K., Franz, J. R., Dicharry, J., Evans, J., and Kerrigan, D. C. (2011a). Effect of a supervised hip flexor stretching program on gait in elderly individuals. *PM R 3, 324–329.* doi: 10.1016/j.pmrj.2010.11.012
188. Watt, J. R., Jackson, K., Franz, J. R., Dicharry, J., Evans, J., and Kerrigan, D. C. (2011b). Effect of a supervised hip flexor stretching program on gait in frail elderly patients. *PM R 3, 330–335.* doi: 10.1016/j.pmrj.2011.01.006
189. Webright, W. G., Randolph, B. J., and Perrin, D. (1997). Comparison of nonballistic active knee extension in neural slump position and static stretch techniques on hamstring flexibility. *J. Orthop. Sports Phys. Ther. 26, 7–13.* doi: 10.2519/jospt.1997.26.1.7
190. Weerapong, P., Hume, P., and Kolt, G. (2004). Stretching: mechanisms and benefits for sport performance and injury performance. *Phys. Ther. Rev. 9, 189–206.* doi: 10.1179/108331904225007078
191. Weng, M.-C., Lee, C.-L., Chen, C.-H., Hsu, J.-J., Lee, W.-D., Huang, M.-H., et al. (2009). Effects of different stretching techniques on the outcomes of isokinetic exercise in patients with knee osteoarthritis. *Kaohsiung J. Med. Sci. 25, 306–315.* doi: 10.1016/S1607-551X(09)70521-2
192. Wessel, J., and Wan, A. (1994). Effect of stretching on the intensity of delayed-onset muscle soreness. *Clin. J. Sport Med. 4, 83–87.* doi: 10.1097/00042752-199404000-00003
193. Wicke, J., Gainey, K., and Figueroa, M. (2014). A Comparison of self-administered proprioceptive neuromuscular facilitation to static stretching on range of motion and flexibility. *J. Strength Cond. Res. 28, 168–172.* doi: 10.1519/JSC.0b013e3182956432
194. Wiemann, K., and Hahn, K. (1997). Influences of strength, stretching and circulatory exercises on flexibility parameters of the human hamstrings. *Int. J. Sports Med. 18, 340–346.* doi: 10.1055/s-2007-972643
195. Wilson, G. J., Wood, G. A., and Elliot, B. C. (1991). The relationship between stiffness of the musculature and static flexibility: an alternative explanation for the occurrence of muscular injury. *Int. J. Sports Med. 12, 403–407.* doi: 10.1055/s-2007-1024702
196. Winke, M., Jones, N., Berger, C., and Yates, J. (2010). Moderate static stretching and torque production of the knee flexors. *J. Strength Cond. Res. 24, 706–710.* doi: 10.1519/JSC.0b013e3181c7c557
197. Winters, M., Blake, C., Trost, J., Marcello-Brinker, T., Lowe, L., Garber, M., et al. (2004). Passive versus active stretching of hip flexor muscles in subjects with limited hip extension: a randomized clinical trial. *Phys. Ther. 84, 800–807.*
198. Wyon, M., Felton, L., and Galloway, S. (2009). A comparison of 2 stretching modalities on lower-limb range of motion measurements in recreational dancers. *J. Strength Cond. Res. 23, 2144–2148.* doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b3e198
199. Wyon, M. A., Smith, A., and Koutedakis, Y. (2013). A comparison of strength and stretch interventions on active and passive ranges of movement in dancers: a randomized controlled trial. *J. Strength Cond. Res. 27, 3053–3059.* doi: 10.1519/JSC.0b013e31828a4842
200. Youdas, J. W., McLean, T. J., Krause, D. A., and Hollman, J. H. (2009). Changes in active ankle dorsiflexion range of motion after acute inversion ankle sprain. *J. Sport Rehabil. 18, 358–374.*
201. Youdas, J., Haeflinger, K., Kreun, M., Holloway, A., Kramer, C., and Hollman, J. (2010). The efficacy of two modified

proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques in subjects with reduce hamstring length. *Phys. Theory Pract. 26, 240–250.* doi: 10.3109/09593980903015292
202. Youdas, J. W., Krause, D. A., Egan, K. S., Therneau, T. M., and Laskowski, E. R. (2003). The effect of static stretching of the calf muscle-tendon unit on active ankle dorsiflexion range of motion. *J. Orthop. Sports Phys. Ther. 33, 408–417.* doi: 10.2519/jospt.2003.33.7.408
203. Yuktasir, B., and Kaya, F. (2007). Investigation into the long-term effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. *J. Bodyw. Mov. Ther. 13, 11–21.* doi: 10.1016/j.jbmt.2007.10.001
204. Zakas, A., Doganis, G., Zakas, N., and Vergou, A. (2006). Acute effects of active warm-up and stretching on the flexibility of elderly women. *J. Sports Med. Phys. Fitness 46, 617–622.*
205. Zourdos, M. C., Wilson, J. M., Sommer, B. A., Lee, S.-R., Park, Y.-M., Henning, P. C., et al. (2012). Effects of dynamic stretching on energy cost and running endurance performance in trained male runners. *J. Strength Cond. Res. 26, 335–341.* doi: 10.1519/JSC.0b013e318225bbae

Cita Original

Apostolopoulos N , Metsios GS , Flouris AD Koutedakis Y, Wyon MA (2015) The Relevance of Stretch Intensity and Position: A Systematic Review Frontiers in Psychology 1(6) 1128