



Revista Internacional de Medicina y Ciencias  
de la Actividad Física y del Deporte /  
International Journal of Medicine and Science  
of Physical Activity and Sport

ISSN: 1577-0354

[vicente.martinez@uam.es](mailto:vicente.martinez@uam.es)

Universidad Autónoma de Madrid

Ayala, F.; Sainz de Baranda, P.; De Ste Croix, M.  
**ESTIRAMIENTOS EN EL CALENTAMIENTO: DISEÑO DE RUTINAS E IMPACTO SOBRE EL  
RENDIMIENTO**

Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte / International  
Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport, vol. 12, núm. 46, 2012, pp. 349-368  
Universidad Autónoma de Madrid  
Madrid, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54224389011>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Ayala, F.; Sainz de Baranda, P. y De Ste Croix, M. (2012). Estiramientos en el calentamiento: Diseño de rutinas e impacto sobre el rendimiento / Stretching in warm-up: Design of routines and their impact on athletic performance. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 12 (46) pp. 349-368  
<Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista46/aritestiramiento285.htm>

## REVISIÓN

# ESTIRAMIENTOS EN EL CALENTAMIENTO: DISEÑO DE RUTINAS E IMPACTO SOBRE EL RENDIMIENTO

## STRETCHING IN WARM-UP: DESIGN OF ROUTINES AND THEIR IMPACT ON ATHLETIC PERFORMANCE

Ayala, F.<sup>1</sup>; Sainz de Baranda, P.<sup>2</sup> y De Ste Croix, M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Grupo de Investigación Aparato Locomotor, Fisioterapia y Deporte. Facultad de Medicina. Universidad de Murcia. franciscoayalarodriguez@gmail.com

<sup>2</sup> Profesora de la Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo. Universidad de Castilla La Mancha (Spain). [pilar.sainzdebaranda@uclm.es](mailto:pilar.sainzdebaranda@uclm.es)

<sup>3</sup> Profesor titular doctor. Faculty of Sports, Health and Social Care. University of Gloucestershire, Gloucester (United Kingdom). [mdestecroix@glos.ac.uk](mailto:mdestecroix@glos.ac.uk)

### Agradecimientos

“Este trabajo es resultado del proyecto 06862/FPI/07 financiado con cargo al Programa de Formación de Recursos Humanos para la Ciencia y la Tecnología de la Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia, en el marco del PCTRM 2007-2010, con financiación del INFO y del FEDER de hasta un 80 %”.

**Código UNESCO UNESCO Code:** 5899 Educación Física y Deporte / Physical education and sport; 2411 Fisiología humana / Human physiology

**Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe Classification:** 5. Didáctica y metodología / Teaching and methodology

**Recibido** 8 de julio de 2010 **Received** July 8, 2010

**Aceptado** 8 de septiembre de 2011 **Accepted** September 8, 2011

### RESUMEN

Son numerosos los autores que han analizado el efecto agudo de diferentes rutinas de estiramiento dentro del calentamiento sobre el rendimiento deportivo, siendo a menudo contradictorios los resultados obtenidos. Es posible que estos resultados conflictivos puedan ser explicados por el diseño diferente de las rutinas de estiramiento, así como por la propia metodología de los estudios. Por tanto, el análisis de los diferentes componentes de la carga de una rutina de estiramientos podría permitir una mejor comprensión del efecto agudo real del estiramiento sobre el rendimiento. Con esta revisión sistemática,

se pretende analizar el efecto agudo del estiramiento en función de diferentes variables metodológicas utilizadas en los estudios de investigación relacionadas con la estructuración del proceso del calentamiento, las técnicas de estiramiento utilizadas y los parámetros de la carga.

**PALABRAS CLAVE:** estiramientos, calentamiento, efecto agudo, rendimiento deportivo.

## ABSTRACT

Several authors have analyzed the acute effect of different stretching exercises routines as part of warm-up on athletic performance, and the results are often contradictory. It is possible that these conflicting results may be explained due different stretching routines design used in these studies as well as the different method development in the studies. Therefore, the analysis of the different stretching program parameters (duration, technique, intensity...) could allow a better understanding of the real acute stretching effects on athletic performance. The purpose of this review is to analyze the acute effect of stretching as part of warm-up according to the different stretching program parameters used for the different research studies related to the proper warm-up design sequence, stretching technique performed and the stretching load.

**KEY WORDS:** stretching, warm-up, acute effect, athletic performance.

## 1. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, entrenadores, deportistas y sujetos físicamente activos han realizado largos calentamientos y rutinas de estiramiento como parte de su preparación antes de afrontar el entrenamiento y la competición, con la creencia de que estas rutinas podían aumentar su rendimiento (Fletcher y Anness 2007). Sin embargo, y a pesar de la práctica generalizada de ejercicios de estiramientos como parte importante del calentamiento, hay una limitada información científica que sostente los beneficios sobre el rendimiento deportivo derivados de su realización.

En este sentido, los actuales hallazgos científicos con respecto al efecto agudo de la práctica de estiramientos como parte del calentamiento previo a una actividad físico-deportiva muestran resultados contradictorios, de tal forma que determinados estudios informan de efectos positivos sobre el rendimiento deportivo, aunque otros muchos estudios sugieren que el estiramiento parece tener pocos efectos positivos y que incluso podría contribuir a un descenso en el rendimiento (Rubini, Costa y Gómez, 2007).

Es posible que estos resultados conflictivos puedan ser explicados por el diseño diferente de las rutinas de estiramiento, así como por la propia metodología de los estudios científicos. Por tanto, el análisis de los diferentes componentes de la carga de una rutina de estiramientos podría permitir una

mejor comprensión del efecto agudo real del estiramiento sobre el rendimiento. Este conocimiento es fundamental para entrenadores, deportistas y demás profesionales del ámbito de las Ciencias del Deporte, pues les permitirá el diseño científicamente justificado de rutinas de estiramiento que potencien los efectos del calentamiento y optimicen el rendimiento deportivo.

Por ello, con la presente revisión sistemática se pretende analizar el efecto agudo del estiramiento dentro del calentamiento en función de las diferentes variables metodológicas utilizadas en los estudios de investigación presentes en la literatura científica: (1) Duración de las rutinas de estiramiento; (2) Técnicas de estiramiento; (3) Intensidad del estiramiento; (4) Estructuración del proceso del calentamiento y (5) Muestra objeto de estudio.

## 2. MÉTODO DE BÚSQUEDA

La localización de artículos se realizó en las dos bases de datos informatizadas on-line más importantes en el ámbito de las áreas de la Salud y de la Educación Física:

- PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>): es la base de datos de la Librería Nacional de Medicina de los Estados Unidos de América y de los Institutos Nacionales de Salud.
- SportsDiscus (<http://www.sirc.ca/products/sportsdiscus.cfm>): es la base de datos del Sport Information Resource Centre (SIRC) realizada por la Coaching Association de Canadá.

Las palabras clave utilizadas para la búsqueda fueron: stretching, warm-up, acute effect, strength, athletic performance. No fue aplicada limitación en el año de publicación.

## 3. DISEÑO DE RUTINAS DE ESTIRAMIENTO

### 3.1. Duración de las rutinas de estiramiento

Los estudios sobre el efecto agudo del estiramiento estático como parte del calentamiento sobre el rendimiento en acciones de fuerza máxima y potencia han empleado volúmenes de estiramiento muy diversos, oscilando entre los 15-30 segundos (Little y Williams, 2006; Kay y Blazevich. 2008; Vetter, 2007; Yamaguchi, Ishii, Yamanaka y Yasuda, 2005) hasta los 3600 segundos por grupo muscular (Avela, Kyrolainen y Komi, 1999, Avela, Finni, Liikavainio, Niemela y Komi, 2004).

Varios estudios, con una duración total del estímulo de estiramiento estático de 90 a 3600 segundos por grupo muscular informan de un descenso significativo del rendimiento en pruebas de fuerza (tabla 1). Asimismo, estos estudios muestran déficits en fuerza que oscilan entre el 2-3% (Bacurau, Monteiro, Ugrinowitsch, Tricoli, Cabral y Aoki, 2009; Cramer, Housh, Jonson,

Millar, Coburn y Beck, 2004; Marek et al., 2005) y el 28% (Avela, Kyrolainen y Komi, 1999; Fowles, Sale y MacDougall, 2000).

En esta línea, Fowles, Sale y MacDougall (2000) evaluaron la máxima contracción voluntaria (MCV) isométrica después de 30 minutos de estiramiento de los flexores plantares y observaron un descenso del 28% inmediatamente después de la rutina de estiramientos estáticos. Asimismo, Avela et al. (2004) informaron de un descenso del 13,8% de la MCV isométrica tras la aplicación de una rutina de 60 minutos de estiramiento estático sobre el tríceps sural. Por su parte, Cramer et al. (2007a) obtuvieron una reducción en torno al 5% de la MCV concéntrica de la extensión de rodilla después de 480 segundos de estiramiento de la musculatura del cuádriceps.

Por otro lado, determinados autores no informan de un descenso del rendimiento después de aplicar rutinas de estiramiento estático con un volumen por grupo muscular que oscila entre los 15 segundos (Kay y Blazevich, 2008) y los 480 segundos (Cramer, Housh, Coburn, Beck y Johnson, 2006; Cramer, Housh, Johnson, Weir, Beck y Coburn, 2007).

Power, Behm, Cahill, Carroll y Young (2004) tras evaluar el efecto agudo de una rutina de estiramientos estáticos de 135 segundos (3x45s) por grupo muscular sobre la altura del salto vertical, no encontraron una reducción del rendimiento como consecuencia de la aplicación de los estiramientos. Posteriormente, Vetter (2007) tras aplicar una rutina de estiramientos de 30 segundos por grupo muscular no observó un descenso en el rendimiento en el sprint de 30 metros.

Para tratar de analizar la importancia de la carga total de estiramientos, en los últimos años ha crecido el número de los estudios que valoran el efecto sobre el rendimiento de diferentes volúmenes de estiramiento estático dentro de la misma rutina de calentamiento (Costa, Graves, Whitehurst y Jacobs, 2009; Kay y Blazevich, 2008; Ogura, Miyahara, Naito, Katamoto y Auki, 2007; Young, Elias y Power, 2006; Zakas, Doganis, Galazoulas y Vamvakoudis, 2006a; Zakas, Galazoulas, Doganis y Zakas, 2006b). La mayor parte de estas investigaciones sugieren que volúmenes elevados de estiramiento estático, en torno a los 2 minutos de duración por grupo muscular, podrían producir alteraciones en el rendimiento en pruebas de fuerza y potencia, mientras que volúmenes bajos parecen no alterar el rendimiento (tabla 1).

**Tabla 1: Efecto agudo de la duración del estiramiento sobre el rendimiento**

Referencia	Rutina de estiramientos	Tipo de acción	Rendimiento
Población			
Young et al. (2006) H ( n = 12) M ( n = 8) Adultos jóvenes	Estática (1 ejercicio) a) 2x30s b) 4x30s c) 8x30s	Drop Jump	a) No cambios b) No cambios c) ↓ Rendimiento
Zakas et al. (2006a) H ( n = 15) Futbolistas de élite	Estática a) 4 x 15s (no asistido) b) 32 x 15s (4 no asistido y 28 asistido)	Isoc Con	a) No cambios b) ↓ Rendimiento
Zakas et al. (2006b) H ( n = 16) Futbolistas púberes	Estática a) 3 x 15s (no asistido) b) 20 x 15s (3 no asistido, 17 asistido)	Isoc Con	a) No cambios b) ↓ Rendimiento
Ogura et al. (2007) H ( n = 10) Futbolistas amateurs	Estática a) 1 x 30s b) 1 x 60s	MCV Isom	a) No cambios b) ↓ Rendimiento
Kay et al. (2008) H ( n = 4) M ( n = 3) Físicamente activos	Estática (asistido) a) 1 x 5s b) 1 x 15s c) 4 x 5s a) 4 x 15s	MCV Isom	a) No cambios b) No cambios c) No cambios d) ↓ Rendimiento
Costa et al. (2009) M ( n = 28) Físicamente activas	Estática (4 ejercicios) a) 3 x 15s b) 3 x 45s	Estabilidad	a) ↑ Rendimiento b) No cambios

MCV: máxima contracción voluntaria; H: hombres; M: mujeres; s: segundos; Iso: isométrica; Con: concéntrica

Así, Zakas et al. (2006a) evaluaron el efecto de una rutina de estiramientos estáticos de corta duración (4x15s) y otra de larga duración (32x15s) para el cuádriceps sobre la MCV concéntrica de la extensión de rodilla. Estos autores no informaron de descensos en la MCV concéntrica tras la aplicación de la rutina de estiramientos de corta duración, mientras que un descenso en torno al 6% fue observado tras la ejecución de la rutina de larga duración.

Por su parte, Young et al. (2006) evaluaron el efecto agudo de 3 duraciones diferentes del estiramiento estático (2x30, 4x30 y 8x30 segundos) del tríceps sural sobre la altura en un salto con caída previa (“drop jump”). Los resultados observaron que las rutina de 60 y 120 segundos de estiramiento estático no afectaron a la altura conseguida en el salto con caída previa, mientras que una reducción del 10,8% en la altura del salto fue obtenida tras la aplicación de la rutina de 480 segundos de estiramiento.

Por tanto, el volumen total que un músculo es sometido a estiramiento es una variable metodológica importante que podría explicar la disparidad en los resultados científicos existentes (Papadopoulos, Kalapotharakos, Noussios, Meligkas y Gantiraga, 2006), porque ha sido demostrado que largas dosis de

estiramiento estático pueden producir mayores alteraciones en el rendimiento que volúmenes bajos de estiramiento. Además, a la hora de extrapolar los resultados científicos al campo del entrenamiento y la competición deportiva, es importante que las rutinas de estiramiento empleadas sean realistas y reflejen la realidad propia del entrenamiento. En este sentido, numerosos autores sugieren rechazar el uso de las rutinas de estiramientos estáticos de larga duración diseñadas por numerosos estudios científicos como parte del calentamiento previo a una actuación deportiva por a) no reflejar la realidad propia de las rutinas de estiramientos efectuadas en los calentamientos típicos de los deportistas (Young and Behm, 2002; Kay y Blazevich, 2008; Fletcher y Jones, 2004; Costa et al., 2009) y b) por producir un descenso significativo en el rendimiento en pruebas de fuerza y potencia (Zakas et al., 2006a, Zakas et al., 2006b).

Por lo que respecta al tiempo aislado de cada serie de estiramiento estático por grupo muscular, no existen estudios previos que hayan comparado el efecto de dos duraciones aisladas diferentes del estiramiento con igual carga total por grupo muscular. Tan solo un estudio (Kay y Blazevich, 2008) compara el efecto de dos duraciones del estiramiento aislado diferentes empleando un volumen total de estimulo muy parecido (1x15s y 4x5s) pero no igual, sobre la MCV isométrica de la flexión plantar. Los resultados obtenidos no mostraron diferencia alguna entre las dos duraciones aisladas del estiramiento estático. Este resultado podría permitir aventurar que lo más importante podría ser la duración total del estimulo de estiramiento, aunque esta hipótesis es puramente teórica y necesita un mayor apoyo científico.

Un aspecto importante a destacar es el hecho de que la mayor parte de los autores emplean duraciones del estiramiento aislado por serie de 15 o 30 segundos, siendo muy escasos los estudios que emplean duraciones más elevadas (Ogura et al., 2007; Allison, Bailey y Folland, 2008). Los estudios justifican la elección de duraciones de 15 o 30 segundos por serie de estiramientos en el hecho de que es igual de efectivo para el aumento del rango de movimiento (ROM) el uso de duraciones cortas del estiramiento que emplear elevadas duraciones del mismo (Bandy y Irion, 1994; Bandy, Irion y Briggler, 1998; Cipriani, Abel y Pirrwitz, 2003). En este sentido Ogura et al. (2007) comparan el empleo de dos duraciones cortas diferentes del estiramiento aislado, 1x30 y 1x60 segundos, sobre la MCV isométrica de la flexión de rodilla, encontrando un descenso significativo en el rendimiento en dicha prueba tras la aplicación de la rutina de estiramientos con una duración 1x60 segundos. Por tanto, a la justificación anterior para el uso de duraciones iguales o inferiores a los 30s del estiramiento aislado se podría añadir la hipótesis de que duraciones elevadas, además de ser igual de efectivas para el aumento del ROM podrían alterar el rendimiento deportivo.

Son necesarios más estudios científicos que analicen cuál es la duración óptima de la carga total del estiramiento estático por grupo muscular, así como qué duración aislada del mismo sería la más adecuada. Por esto, todas las

hipótesis anteriormente expuestas deben ser consideradas con cautela a la hora de ser extrapoladas al ámbito físico-deportivo.

Por lo que respecta a las técnicas de estiramiento dinámica y balística, parece no existir una relación de dependencia con respecto al volumen total de estímulo de estiramiento, aunque esta hipótesis es puramente teórica, pues son muy reducidos los estudios que utilizan estas técnicas de estiramiento.

Los estudios que diseñaron rutinas de estiramiento dinámico o balístico emplearon volúmenes entre 8 (Vetter, 2007) y 220 (Bacurau et al., 2009) repeticiones por grupo muscular, con un ritmo de 1 o 2 ciclos por segundo, no existiendo una destacada disparidad en los resultados obtenidos. En este sentido, Unick, Kieffer, Cheesman y Feeney (2005) no observaron modificaciones en la altura de salto con contra-movimiento después de aplicar una rutina de estiramientos balísticos con un volumen de 45 ciclos por grupo muscular en jugadoras de baloncesto. Igualmente, Bacurau et al. (2009) tras aplicar 220 ciclos de estiramiento balístico sobre la musculatura isquiosural y cuádriceps, no encontraron alteración en la fuerza máxima.

Por otro lado, no existen estudios científicos (bajo nuestro conocimiento) que analicen y comparan diferentes volúmenes de estiramiento dinámico y balístico. Por ello, son necesarios estudios científicos que analicen que volumen total de estiramiento dinámico y balístico es el más eficaz y eficiente para ser efectuado por los deportistas como parte de sus calentamientos.

### **3.2. Técnicas de estiramiento**

Existen numerosas técnicas de estiramiento, incluyendo la estática, dinámica, balística y facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP). En el ámbito del deporte, las técnicas de estiramiento comúnmente utilizadas han sido el estiramiento estático, dinámico y balístico (Mahieu et al., 2007). Además, las rutinas de estiramiento estático son las que generalmente prescriben los profesionales del ámbito de la actividad física para su ejecución en el calentamiento. Esta técnica de estiramiento ha sido principalmente recomendada porque implica un mínimo riesgo de lesión, es eficiente, requiere de escasa asistencia y es eficaz para el aumento del rango de movimiento (ROM) (Janot, Dalleck y Reyment, 2007).

Apoyándose en su enorme popularidad, la mayor parte de los estudios científicos que analizan el efecto agudo del estiramiento sobre el rendimiento emplean la técnica estática en sus rutinas de ejercicios para el calentamiento (Avela Kyrolainen, H. y Komi, 1999; Avela et al., 2004; Behm et al., 2006; Brandenburg, Pitney, Luebbers, Veera y Czajka, 2007; Cramer et al., 2004; Fowles, Sale y MacDougall, 2000; Kokkonen, Nelson y Cornwell, 1998; Maissetti, Sastre, Lecompte y Portero, 2007; Wallmann, Mercer y McWhorter, 2005; Young, Elias y Power, 2006), siendo muy escasos los estudios que emplean técnicas de estiramiento FNP (Bradley, Olsen y Portas, 2007; Marek et al., 2005), dinámicas (Faigenbaum et al., 2006; Little y Williams, 2006;

McMillian, Moore, Hatler y Taylor, 2006; Vetter, 2007; Yamaguchi et al., 2005) y balísticas (Bacurau et al., 2009; Unick et al., 2005)

**Tabla 2:** Efecto agudo de la técnica del estiramiento sobre el rendimiento

Referencia	Rutina de estiramientos	Tipo de acción	Rendimiento
Población			
Fletcher et al. (2004) M (n = 97) Jugadores de rugby	7 ejercicios a) Estática: 1 x 20s b) Dinámica: 1 x 20 rep	20m sprint	a) ↓ Rendimiento b) ↑ Rendimiento
Marek et al. (2005) H (n = 9) M (n = 10) Físicamente activos	4 ejercicios (1 no asistido, 3 asistidos) a) Estática: 4 x 30s a) PNF: 4 x 30s	Isoc Con	a) ↓ Rendimiento b) ↓ Rendimiento
Papadopoulos et al. (2005) H (n = 8) Físicamente activos	2 ejercicios (no asistidos) a) Estática: 3 x 30s b) Dinámica: 6 x 15rep	Isoc Con	a) ↓ Rendimiento b) No cambios
Unick et al. (2005) M (n = 16) Jugadoras de baloncesto	4 ejercicios a) Estática: 3 x 15s b) Balística: 3 x 15 rep	CMJ Drop Jump	a) No cambios b) No cambios
Faigenbaum et al. (2006) H (n = 36) M (n = 4) Adolescentes	a) Estática: 5 ejercicios (2 x 30s) b) Dinámica: 9 ejercicios (2 x 10 yardas)	Lanzamiento balón medicinal 10 yardas sprint Círculo agilidad	a) ↓ Rendimiento b) ↑ Rendimiento
Little et al. (2006) M (n = 28) Futbolistas profesionales	5 ejercicios a) Estática: 1 x 30s b) Dinámica: 1 x 30 rep	10m sprint 20m sprint Círculo zig-zag	a) ↓ Rendimiento 20 m sprint b) ↑ Rendimiento
McMillian et al. (2006) H (n = 16) M (n = 14) Militares	a) Estática: 8 ejercicios (1 x 20-30s) b) Dinámica: 16 ejercicios (1 x 10 rep)	Lanzamiento balón medicinal Salto longitud Círculo agilidad	a) No cambios b) ↑ Rendimiento
Bradley et al. (2007) H (n = 18) Estudiantes	5 ejercicios a) Estática: 4 x 30s b) PNF: 4 x 30s	Squat jump CMJ	a) ↓ Rendimiento b) ↓ Rendimiento
Vetter et al. (2007) H (n = 14) M (n = 12) Físicamente activos	5 ejercicios a) Estática: 1 x 30s a) Dinámica: 1 x 8 rep	30 m sprint	a) No cambios b) No cambios
Bacurau et al. (2009) M (n = 14) Físicamente activos	6 ejercicios a) Estática: 3 x 30s a) Balística: 3 x 30 rep	1 RM	b) ↓ Rendimiento c) No cambios
Ayala et al. (2010) H (n = 28) Futbolistas adolescentes	2 ejercicios a) Estática: 1 x 30s a) Dinámica: 1 x 15 rep	10m sprint 30m sprint	a) ↓ Rendimiento b) No cambios

MCV: máxima contracción voluntaria; H: hombres; M: mujeres; s: segundos; Iso: isométrica; Con: concéntrica; CMJ: salto con contra-movimiento.

Los estudios que emplean rutinas de ejercicios de estiramiento estático en el calentamiento previo a una actuación deportiva muestran resultados contradictorios con respecto al rendimiento (tabla 2). Por un lado, son numerosos los estudios que muestran un efecto agudo negativo sobre la máxima fuerza y potencia muscular (Avela et al., 2004; Behm et al., 2006;

Cornwell, Nelson y Sidaway, 2002; Cramer et al., 2004; Cramer et al., 2007a; Evetovich, Nauman, Conley y Todd, 2003; Kokkonen, Nelson y Cornwell, 1998; Fowles, Sale y MacDougall, 2000; Nelson y Kokkonen, 2001; Wallmann, Mercer y McWhorter, 2005). Mientras que por otro lado, determinados autores no encuentran impacto alguno del estiramiento estático sobre el rendimiento (Brandenburg, Pitney, Luebbers, Veera y Czajka, 2007; Costa et al., 2009; Cramer et al., 2006; Egan, Cramer, Massey y Marek, 2006; Papadopoulos et al., 2006; Power et al., 2004). Quizás la discrepancia en los resultados responda a variables como el volumen total de estiramiento (previamente analizada), el tipo de test empleado y la estructura del calentamiento. Existe una laguna importante en cuanto a la comparación entre técnica de estiramiento estática-pasiva y técnica de estiramiento estática-activa. Tan sólo Ayala y Sainz de Baranda (2010) compararon ambas técnicas de estiramiento con igual duración del estímulo tensional sobre la musculatura isquiosural (180 segundos). Estos autores observaron que la técnica de estiramiento estática-pasiva produjo descensos significativos en el rendimiento del sprint de 30 metros a diferencia de la técnica estática-activa, la cual no alteró significativamente el tiempo en recorrer los 30 metros en jugadores de fútbol de división de honor juvenil.

Por su parte, es muy limitada la literatura científica que analiza el impacto del estiramiento PNF sobre el rendimiento (Bradley, Olsen y Portas, 2007; Marek et al., 2005; Young y Elliott, 2001). Un estudio examinó el efecto agudo del estiramiento PNF sobre la MCV concéntrica (Marek et al., 2005). Los sujetos realizaron 4 ejercicios de estiramiento PNF del cuádriceps previo al proceso de evaluación. Los resultados mostraron un descenso significativo de la MCV de la extensión de rodilla como consecuencia de la realización de los estiramientos. Otro estudio comparó el efecto de dos protocolos de calentamiento diferentes sobre la fuerza explosiva y el rendimiento del salto vertical (Young y Elliott, 2001). El calentamiento consistió en 5 minutos de carrera seguido de una rutina de estiramientos estáticos o PNF o descanso (grupo control). Los investigadores no encontraron diferencias en el rendimiento del salto vertical después de los diferentes protocolos de calentamiento.

Además, en los últimos años ha crecido el interés científico por analizar el impacto de rutinas de estiramientos dinámicos y balísticos como parte del calentamiento sobre el rendimiento deportivo debido al posible efecto agudo negativo de las rutinas estáticas. En este sentido, los estudios que analizan y comparan diferentes técnicas de estiramientos dentro del mismo protocolo de calentamiento son aún escasos y muy recientes (Ayala y Sainz de Baranda, 2009; Bacurau et al., 2009; Faigenbaum et al., 2006; Little y Williams, 2006; McMillian et al., 2006; Thomsen, Kackley, Palumbo y Faigenbaum, 2007; Unick et al., 2005; Vetter, 2007).

Así, Ayala y Sainz de Baranda (2010) al comparar el efecto de una rutina de estiramiento estático y otra de estiramiento dinámico con similares parámetros de la carga (2x30s y 2x15 repeticiones respectivamente) sobre el

rendimiento en el sprint parado y lanzado de 10 y 30 metros observaron que la técnica estática presentaba un efecto negativo sobre el rendimiento, mientras que la técnica dinámica no alteró el mismo. Igualmente, Flecher y Jones (2004) informaron que al comparar una rutina de estiramientos estática y otra de estiramientos dinámicos como parte del calentamiento previo a una prueba de sprint de 20 m, el rendimiento en los 20 m fue negativamente alterado después de aplicar la técnica estática, mientras que un descenso del 1,85% en el tiempo empleado en el sprint 20 m fue conseguido tras aplicar la técnica dinámica. Los resultados obtenidos por Vetter (2007) mostró un descenso en la altura del salto vertical tras la aplicación de una rutina de estiramientos estáticos, mientras que el rendimiento del salto fue aumentado tras la aplicación de una rutina de estiramientos dinámicos.

Por todo ello, los resultados de los diferentes estudios científicos que comparan rutinas de estiramiento con diferentes técnicas e igual volumen sugieren que las técnicas dinámicas y balísticas presentan, en muchos casos, un impacto positivo sobre el rendimiento, mientras que las rutinas de estiramiento estático de corta duración y PNF presentan resultados contradictorios, oscilando entre un impacto negativo y un impacto nulo sobre el rendimiento.

### **3.3. Intensidad del estiramiento**

Otra variable fundamental en el diseño de rutinas de calentamiento que podría influenciar la respuesta aguda de la misma sobre el rendimiento es la intensidad de los ejercicios de estiramiento realizados (Young, 2007). Este concepto hace referencia a la “distancia” alcanzada en la elongación muscular como consecuencia de la ejecución de un ejercicio de estiramiento (Young et al., 2006).

Son muy limitados los estudios que han analizado diferentes intensidades del estiramiento, siendo la técnica estática la única estudiada (Gajdosik, Lentz, McFarley, Meyer y Riggan, 2006; Young et al., 2006).

El método preciso para controlar la intensidad de los ejercicios de estiramiento estático ha sido escasamente descrito en la literatura científica (Young et al., 2006; Young, 2007). La intensidad del estiramiento ha sido establecida generalmente a través de instrucciones relativas a percepciones subjetivas en la sensación de estiramiento por parte de los participantes, como por ejemplo: “dolor percibido” (Nelson y Kokkonen, 2001), “umbral de dolor” (Kokkonen, Nelson y Cornwell, 1998), “punto de medio discomfort” (Cramer et al., 2004; Cramer et al., 2006; Cramer et al., 2007; Egan et al., 2006), “punto justo antes del discomfort” (Ogura et al., 2007; Unick et al., 2005; Wallmann et al., 2005).

Así, Young et al. (2006) informaron de una posible tendencia a eliminar las alteraciones en la potencia muscular tras aplicar un tratamiento de estiramientos con una intensidad del 90% (medida a través del máximo ROM

articular) a diferencia de una rutina de estiramientos con una intensidad del 100% (máxima sensación tolerable de estiramiento). Además, Gajdosik et al. (2006) observaron que tras analizar 3 intensidades del estiramiento estático diferentes (100%, 90% y 80% del máximo ROM) con la misma duración (60s) no se encontraron diferencias en el efecto sobre las propiedades dinámicas elásticas pasivas.

Por tanto, es probable que la intensidad del estiramiento estático sea otro factor que podría influenciar el rendimiento muscular posterior, aunque dada la escasa literatura científica al respecto, esta teoría es puramente teórica y debe ser considerada con cautela.

### **3.4. Estructuración del proceso de calentamiento y su impacto sobre el rendimiento**

Con el objetivo de poder aplicar las conclusiones científicas presentes en la literatura en relación al uso del estiramiento en el calentamiento para el entrenamiento y la competición es muy importante que, no solo las rutinas de estiramientos utilizadas sean realistas y contextualizadas con respecto a los parámetros de la carga que emplean los deportistas, sino también que la estructura del calentamiento refleje la realidad deportiva.

En este sentido, una rutina de calentamiento a menudo incluye: a) un componente general compuesto por actividades como carrera o bicicleta a una intensidad submáxima (calentamiento general); b) una serie de ejercicios de estiramientos, normalmente en posición estática (rutina de estiramientos); y c) un componente específico que implica la realización de acciones propias de la práctica deportiva posterior (calentamiento específico) (Young y Power, 2006; Young, 2007).

A pesar de la gran popularidad y aceptación de esta estructura del calentamiento, los estudios que analizan el efecto agudo de rutinas de estiramiento como parte de la preparación previa a una actuación deportiva utilizan diferentes diseños metodológicos. Los diferentes diseños son obtenidos de la sustitución y/o diferente distribución de uno o varios de los componentes de los que se compone una rutina tradicional de calentamiento.

Por un lado, un gran número de estudios (Brandenburg et al., 2007; Behm et al., 2006; Cramer et al., 2004; Cramer et al., 2007a; Cramer et al., 2007b; Egan et al., 2006; Fletcher y Jones 2004; Kay y Blazevich, 2008; Marek et al., 2005; Papadopoulos et al., 2006; Thomsen et al., 2007; Unick et al., 2005; Wallmann et al., 2005; Young et al., 2006; Young et al., 2006; Zakas et al., 2006a; Zakas et al., 2006b) emplean como diseño experimental el siguiente:

Calentamiento general + Rutina de ejercicios de estiramientos

Estos estudios han tratado de evaluar el efecto de diferentes combinaciones de calentamiento general con y sin rutina de estiramientos.

Asimismo, la fase de calentamiento general estaba compuesta mayoritariamente por ejercicios aeróbicos a intensidad submáxima en cicloergómetro (Brandenburg et al., 2007; Behm et al., 2006; Cramer et al., 2004; Cramer et al., 2007a; Cramer et al., 2007b; Costa et al., 2009; Egan et al., 2006; Marek et al., 2005; Papadopoulos, Siatras, y Kellis, 2005; Thomsen et al., 2007; Unick et al., 2005; Wallmann et al., 2005; Young et al., 2006; Young et al., 2006; Zakas et al., 2006a; Zakas et al., 2006b) o de carrera continua (Bacurau et al., 2009; Fletcher y Jones 2004; Kay y Blazevich, 2008; Papadopoulos et al., 2006;; Young et al., 2006).

Sin embargo, aunque este diseño de investigación permite evaluar el efecto aislado de las rutinas de estiramiento, no refleja la estructura de los calentamientos que realizan los deportistas, ya que colocan las rutinas de estiramientos al final del calentamiento (Young, 2007). Además, esta estructura de calentamiento no tiene en cuenta la influencia de los ejercicios específicos propios de la práctica deportiva posterior.

En esta línea, la mayor parte de los estudios que han evaluado el efecto del calentamiento general con y sin la posterior ejecución de ejercicios de estiramiento (Allison et al. 2008; Bacurau et al. 2009; Cornwell, Nelson, y Sidaway, 2002; Young et al., 2006; Zakas et al., 2006a; Zakas et al., 2006b), aunque no todos (Papadopoulos, Siatras, y Kellis, 2005; Unick et al., 2005) observaron que la combinación de calentamiento general + rutina de estiramientos conseguía aumentos significativamente mayores en el ROM que la realización del calentamiento general aislado con independencia del tipo de rutina de estiramientos utilizada y del medio utilizado para la realización de los ejercicios aeróbicos (cicloergómetro o carrera continua). Asimismo, los resultados relativos a los parámetros de fuerza y potencia muscular parecen depender del diseño elegido para la rutina de estiramientos.

Por otro lado, Young (2007) sugiere que para analizar el efecto de las rutinas de estiramiento dentro del contexto del calentamiento deportivo, el diseño de investigación ideal sería la comparación de dos protocolos: a) calentamiento general + rutina de estiramientos + calentamiento específico (secuencia tradicional de calentamiento); con b) calentamiento general + calentamiento específico.

Este diseño de investigación podría dar respuesta a la cuestión referente a si la inclusión de rutinas de ejercicios de estiramientos dentro de los calentamientos altera significativamente el rendimiento en comparación con protocolos de calentamiento sin rutinas de estiramientos (Young, 2007).

Sin embargo, son muy escasos los estudios que emplean este tipo de diseños de investigación en sus estudios (Fletcher y Anness 2007; Little y Williams, 2006; Vetter, 2007; Young, Clothier, Otago, Bruce y Liddell, 2004).

Así, Young et al. (2004) investigaron la influencia de una rutina de estiramientos estáticos sobre la velocidad en la ejecución del golpeo en

jugadores de Fútbol Australiano. Un calentamiento consistió en cinco minutos de carrera, estiramientos estáticos y 7 lanzamientos a intensidad creciente (calentamiento específico). Este protocolo fue comparado con otro consistente en carrera y golpeos. La rutina de estiramientos tenía un volumen de 90s (3x30s) de estiramiento por grupo muscular. Los resultados demostraron que no hubo diferencias en la velocidad de golpeo entre los dos protocolos de calentamiento empleados.

Igualmente, Little y Williams (2006) elaboraron un protocolo de calentamiento compuesto por una fase de 4 minutos de carrera + rutina de estiramientos (estática o dinámica) + sprints cortos con cambios de dirección; y lo compararon con otro calentamiento sin rutina de estiramientos que actuó como control, todo ello en jugadores profesionales de fútbol y empleando un diseño cruzado. Después de cada uno de los calentamientos, los jugadores fueron evaluados en el salto vertical, en el sprint y en un circuito de agilidad. Los resultados sugirieron que los protocolos de calentamiento con rutinas de estiramiento (estático o dinámica) poseían mejores valores de rendimiento en la prueba de 20 metros de sprint lanzado que el protocolo de calentamiento sin ejercicios de estiramiento. Además, el calentamiento que empleo la técnica de estiramientos dinámica obtuvo mejores resultados en la capacidad de aceleración que el resto.

Por su parte, Vetter (2007) comparó el efecto de 6 calentamientos diferentes sobre el rendimiento en el salto con contra-movimiento y en el sprint de 30 metros. Los protocolos de calentamiento analizados fueron: a) calentamiento general; b) calentamiento general + calentamiento específico; c) calentamiento general + rutina de estiramientos dinámicos + calentamiento específico; d) calentamiento general + rutina de estiramientos dinámicos; e) calentamiento general + rutina de estiramientos estáticos + calentamiento específico; d) calentamiento general + rutina de estiramientos estáticos. Un descenso significativo en la altura del salto fue observado tras la realización del protocolo de calentamiento compuesto por calentamiento general + rutina de estiramientos estática. El protocolo compuesto por calentamiento general + rutina de estiramientos dinámicos + calentamiento específico obtuvo una mejora significativa en el rendimiento en el salto vertical en comparación con el resto de protocolos.

Colectivamente, todos estos estudios sugieren que una rutina de estiramientos con un volumen contextualizado llevada a cabo después de una fase de ejercicios aeróbicos a intensidad submáxima y antes de una fase de ejercicios deportivos de cierta intensidad podría no alterar e incluso mejorar el rendimiento. Esta afirmación contradice los resultados obtenidos por los estudios que emplearon protocolos compuestos por calentamiento general + rutina de estiramientos estáticos. Quizás una posible explicación pueda radicar en el hecho de que el presumible efecto agudo negativo sobre el rendimiento en fuerza atribuido a las rutinas de estiramiento estático pudiera verse diluido por la fase específica de los protocolo de calentamiento utilizados.

### 3.5. Muestra objeto de estudio

Son muy escasos los estudios que analizan el efecto agudo de una rutina de estiramientos en función del sexo, encontrando que hombres y mujeres responden de igual forma ante una carga aguda de estiramientos (Cramer et al., 2007; Fletcher y Anness 2007; Vetter, 2007).

Asimismo, podría no existir un efecto agudo dependiente del tipo de población, pues parece influenciar por igual a deportistas (Ogura et al. 2007; Zakas et al., 2006a; Zakas et al., 2006b), sujetos físicamente activos (Cramer et al., 2007a; Evetovich et al., 2003; Fowles, Sale y MacDougall, 2000; Yamaguchi et al., 2006) y sedentarios (Avela, Kyrolainen y Komi, 1999; Avela et al., 2004). Sin embargo, parece existir una tendencia por la cual los sujetos deportistas podrían presentar una menor susceptibilidad al efecto agudo negativo del estiramiento estático.

Esta hipótesis podría ser apoyada por los resultados obtenidos por Egan et al. (2006) y Marek et al. (2005), pues al aplicar la misma rutina de estiramientos sobre dos poblaciones diferentes (jugadoras de alto nivel de baloncesto y sujetos físicamente activos respectivamente), no encontraron en los primeros un efecto agudo negativo sobre la MCV isocinética concéntrica a 60 y 300%/s, mientras que estos últimos, si observaron una reducción significativa en la fuerza a ambas velocidades.

Sin embargo, esta hipótesis es puramente teórica, pues no existen estudios que comparen explícitamente el efecto agudo de una rutina de estiramientos con los mismos parámetros de la carga en diferentes poblaciones: deportistas, sujetos físicamente activos, sedentarios,...

Otro aspecto a destacar lo encontramos en los estudios de Little y Williams (2006) y Fletcher y Jones (2004), pues ambos estudios aplicaron rutinas de estiramientos estáticos muy similares en jugadores de fútbol profesionales y jugadores de rugby amateur respectivamente, no encontrando una reducción en el tiempo del sprint por parte de los primeros, mientras que una pérdida del rendimiento fue observada en los segundos. Por otro lado, Knudson, Noffal, Bahamonde, Bauer y Blackwell (2004) emplearon en su estudio muestras de jugadores de tenis de diferente nivel, edad y sexo observando que la influencia del estiramiento es consistente entre estas variables. Quizás, la modalidad deportiva pueda producir adaptaciones específicas en sus practicantes independientemente del sexo, nivel y edad, lo que puede influenciar los efectos de las rutinas de estiramientos.

## 4. CONCLUSIONES

En los últimos años, han sido numerosos los estudios científicos que han evaluado el efecto agudo de diferentes rutinas de estiramiento sobre el rendimiento en pruebas de fuerza y potencia muscular (tabla 1 y tabla 2). Asimismo, los diseños metodológicos, rutinas de estiramiento, sujetos

empleados e instrucciones ejecutadas han presentado una enorme variabilidad entre cada uno de los estudios, lo cual podría explicar la disparidad en los resultados obtenidos.

Un análisis simplista de la literatura científica podría establecer como conclusión básica que las rutinas de estiramiento estáticas y FNP presentan un efecto agudo negativo sobre el rendimiento en pruebas de fuerza y potencia muscular, mientras que las rutinas de estiramientos dinámicas parecen presentar una tendencia positiva hacia la mejora del rendimiento. Estas consideraciones supondrían la eliminación de las rutinas de ejercicios de estiramientos estáticos de todo calentamiento previo a una actuación físico-deportiva de rendimiento.

Sin embargo, un análisis profundo de los estudios al respecto revela que la mayor parte de ellos emplean rutinas de estiramientos estáticos con una carga de trabajo descontextualizada del ámbito deportivo y más apropiada del ámbito clínico. Por otro lado, la gran mayoría son estudios de laboratorio, con una gran validez interna pero con escasa validez ecológica, donde las diferentes pruebas de valoración no reflejan acciones propias del ámbito competitivo, sino más bien acciones aisladas y descontextualizadas (Murphy y Wilson, 1997). Además, la estructura de los protocolos de calentamiento empleados en los mismos no refleja la realidad propia de la fase de preparación llevada a cabo por los deportistas.

Por todas estas razones, sería un error afirmar que la utilización de los estiramientos estáticos dentro del calentamiento debe ser eliminada o tienen un efecto negativo sobre el rendimiento. Sin embargo, son necesarios más estudios científicos que analicen el efecto agudo de rutinas de estiramiento estáticas y sobre todo dinámicas con parámetros de la carga adaptados a la realidad deportiva, empleando diseños metodológicos apropiados además de seleccionar pruebas de valoración que reflejen cambios reales en el rendimiento deportivo.

Desde el prisma del entrenamiento deportivo, el análisis crítico de la literatura científica llevado a cabo en esta revisión bibliográfica posibilita plantear algunas consideraciones para que la utilización de los estiramientos dentro del calentamiento conlleve un efecto positivo en el rendimiento posterior, teniendo en cuenta tanto la estructuración del calentamiento, como las técnicas de estiramiento y los parámetros de la carga, de tal forma que:

1. Todos los programas de calentamiento deben introducir rutinas de estiramientos.
2. La secuencia más adecuada será la que utilice “calentamiento general + rutina de estiramientos + calentamiento específico”
3. Con relación a las técnicas de estiramiento se recomienda utilizar las técnicas activas, dinámicas y balísticas.

4. Cuando se utilicen rutinas de estiramiento estático dentro del calentamiento deben ser de corta duración, nunca superando los 2 minutos de estiramientos por grupo muscular. Además, se recomienda que la duración aislada de cada estiramiento oscile entre 5 a 15 segundos.
5. La intensidad de los estiramientos estáticos debe ser de “leve sensación de tirantez” (80-85% del máximo ROM articular).
6. El efecto positivo de las técnicas dinámicas y balísticas sobre el rendimiento posterior no parece ser afectado por el número de ciclos o repeticiones realizados, si bien se recomienda un volumen de 60 ciclos por grupo muscular dividido en series de 15-20 repeticiones.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Allison, S.J., Bailey, D.M. y Folland, J. (2008). Prolonged static stretching does not influence running economy despite changes in neuromuscular function. *Journal of Sports Science* 26(14), 1489-1495.
2. Avela, J., Kyrolainen, H. y Komi, P.V. (1999). Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *Journal of Applied Physiologic* 86(4), 1283–1291.
3. Avela, J., Finni, T., Liikavainio, T., Niemela, E. y Komi, P. (2004). Neural and mechanical responses of the triceps surae muscle group after 1 h of repeated fast passive stretches. *Journal of Applied Physiologic* 96, 2325–2332.
4. Ayala, F. y Sainz de Baranda, P. (2010). Efecto agudo del estiramiento sobre el sprint en jugadores de fútbol de división de honor juvenil. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte* 6(18), 1-12.
5. Bacurau, R.F.P., Monteiro, G.A., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., Cabral, L.F. y Aoki, M.S. (2009). Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *Journal Strength and Conditioning Research* 23(1), 304–308.
6. Bandy, W.D., Irion, J.M. y Briggler, M. (1997). The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Physical Therapy* 77, 1090-1096.
7. Bandy, W.D. y Irion, J.M. (1994). The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Physical Therapy* 74(9), 845-850.
8. Behm, D.G., Bradbury, E.E., Haynes, A.T., Odre, J.N., Leonard, A.M. y Paddock, N. (2006). Flexibility is not related to stretch-induced deficits in force or power. *Journal of Sports Science and Medicine* 5, 33-42.
9. Bradley, P.S., Olsen, P.D. y Portas, M.D. (2007). The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21(1), 223-226.
10. Brandenburg, J., Pitney, W.A., Luebers, P.E., Veera, A. y Czajka, A. (2007). Time course of changes in vertical jumping ability alter static

- stretching. International Journal of Sports Physiology and Performance 2, 170-181.
11. Cipriani, D., Abel, B, y Pirrwtz D. (2003). A comparison of two stretching protocols on hip range of motion: implications for total daily stretch duration. Journal of Strength and Conditioning Research 17(2), 274–278.
12. Cornwell, A., Nelson, A.G. y Sidaway, B. (2002). Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. European Journal of Applied Physiologic 86, 428-434.
13. Costa, P.B., Graves, B.S., Whitehurst, M. y Jacobs, P.L. (2009). The acute effects of different durations of static stretching on Dynamic balance. Journal of Strength and Conditioning Research 23(1), 141-147.
14. Cramer, J.T., Beck, T.W., Housh, T.J., Massey, L.L., Marek, S.M., Danglemeier, S., Purkayastha, S., Culbertson, J.Y., Fitz, K. y Egan, A. (2007). Acute effects of static stretching on characteristics of the isokinetic angle-torque relationship, surface electromyography, and mechanomyography. Journal of Sports Sciences 25(6), 687-698.
15. Cramer, J.T., Housh, T.J., Coburn, J.W., Beck, T.W. y Johnson, G.O. (2006). Acute effects of static stretching on maximal eccentric torque production in women. Journal of Strength and Conditioning Research 20(2), 354-358.
16. Cramer, J.T., Housh, T.J., Johnson, G.D., Weir, J.P., Beck, T.W. y Coburn, J.W. (2007). An acute bout of static stretching does not affect maximal eccentric isokinetic Peak torque, the joint angle at peak torque, mean power, electromyography, or mechanomyography. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy 37(3), 130-139.
17. Cramer, J.T., Housh, T.J., Jonson, G.O., Millar, J.M., Coburn, J.W. y Beck, T.W. (2004). Acute effects of static stretching on peak torque in women. Journal of Strength and Conditioning Research 18(2), 236-241.
18. Egan, A.D., Cramer, J.T., Massey, L.L. y Marek, S.M. (2006). Acute effects of static stretching on peak torque and mean power output in National Collegiate Athletic Association Division I women's basketball players. Journal of Strength and Conditioning Research 20(4), 778-782.
19. Evetovich, T., Nauman, N., Conley, D. y Todd, J. (2003). Effect of static stretching of the biceps brachii on torque, electromyography, and mechanomyography during concentric isokinetic muscle actions. Journal of Strength and Conditioning Research 17, 484-488.
20. Faigenbaum, A.D., Kang, J., McFarland, J., Bloom, J.M., Magnatta, J., Ratamess, N.A. y Hoffman, J.R. (2006). Acute effects of different warm up protocols on anaerobic performance in teenage athletes. Pediatric Exercise Science 17, 64-75.
21. Fletcher, I. y Anness, R. (2007). The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty-meter sprint performance in track-and-field athletes. Journal of Strength and Conditioning Research 21(3), 784-787.
22. Fletcher, I.M. y Jones, B. (2004). The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. Journal of Strength and Conditioning Research 18, 885-888.

23. Fowles, J.R., Sale, D.G. y MacDougall, J.D. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *Journal of Applied Physiologic* 89, 1179-1188.
24. Gajdosik, R.L., Lentz, D.J., McFarley, D.C., Meyer, K.M., Riggin, T. (2006). Dynamic elastic and static viscoelastic stress-relaxation properties of the calf muscle-tendon unit of men and women. *Isokinetics and Exercise Science* 14: 33-44
25. Janot, J., Dalleck, L. y Reyment, C. (2007). Pre-Exercise Stretching and Performance. *IDEA Fitness Journal* 44-51.
26. Kay, A.D. y Blazevich, A.J. (2008). Reductions in active plantarflexor moment are significantly correlated with static stretch duration. *European Journal of Sport Science* 8(1), 41-46.
27. Knudson, D., Noffal, G., Bahamonde, R.E., Bauer, J.A. y Blackwell, J.R. (2004) Stretching has not effect on tennis serve performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18(3), 654-656.
28. Kokkonen, J.; Nelson, A.G. y Cornwell, A. (1998). Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance, *Research Quarterly from Exercise and Sport* 69, 411–415.
29. Little, T. y Williams, A.G. (2006). Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 20(1), 203-207.
30. Mahieu, N.N., McNair, P., De Muynck, M., Stevens, V., Blanckaert, I., Smits, N. y Witvrouw, E. (2007). Effect of static and ballistic stretching on the muscle-tendon tissue properties. *Medicine & Science in Sports Exercise* 39(3), 494-501.
31. Maisetti, O., Sastre, J., Lecompte, J. y Portero, P. (2007). Differential effects of an acute bout of passive stretching on maximal voluntary torque and the rate of torque development of the calf muscle-tendon unit. *Isokinetics and Exercise Science* 15, 11-17.
32. Marek, S.M., Cramer, J.T., Fincher, A.L., Massey, L.L., Dangelmater, S.M., Purkayastha, S., Fitz, K.A. y Culbertson, J.Y. (2005). Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *Journal of Athletic Training* 40(2), 94-103.
33. McMillian, D.J., Moore, J.H., Hatler, B.S. y Taylor, D.C. (2006). Dynamic vs. static-stretching warm-up: the effect on power and agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 20(3) 492-499.
34. Murphy, A.J. y Wilson, G.J. (1997). The Ability of Tests of Muscular Function to Reflect Training Induced Changes in performance. *Journal of Sports Sciences* 15, 191-200.
35. Nelson, A. G. y Kokkonen, J. (2001). Acute ballistic muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 72, 415-419.
36. Ogura, Y., Miyahara, Y., Naito, H., Katamoto, S. y Auki, J. (2007). Duration of static stretching influences muscle force production in

- hamstring muscles. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21(3), 788-792.
37. Papadopoulos, C., Kalapotharakos, V.I., Noussios, G., Meligas, K. y Gantiraga, E. (2006). The effect of static stretching on maximal voluntary contraction and force-time curve characteristics. *Journal of Sport Rehabilitation* 15, 185-194.
38. Papadopoulos, G., Siatras, T.H. y Kellis, S. (2005). The effect of static and dynamic stretching exercises on the maximal isokinetic strength of the knee extensors and flexors. *Isokinetics and Exercise Science* 13, 285-291.
39. Power, K., Behm, D., Cahill, F., Carroll, M. y Young, W. (2004). An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 36(8), 1389–1396.
40. Rubini, E.C., Costa, A.L. y Gomes, P.S. (2007). The effects of stretching on strength performance. *Sports Medicine* 37(3), 213-224.
41. Thomsen, A.G., Kackley, T., Palumbo, M.A. y Faigenbaum, A.D. (2007). Acute effects of different warm-up protocols with and without a weighted vest ton dumping performance in athletic women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21(1), 52-56.
42. Unick, J., Kieffer, S., Cheesman, W. y Feeney, A. (2005). The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 19(1), 206-212.
43. Vetter, R.E. (2007). Effects of six Warm-up protocols on sprint and jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21(3), 819-823.
44. Wallmann, H.W., Mercer, J.A. y McWhorter, J.W. (2005). Surface electromyographic assessment of the effect of static stretching of the gastrocnemius on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 19(3), 684-688.
45. Yamaguchi, T., Ishii, K., Yamanaka, M. y Yasuda, K. (2006). Acute effect of static stretching on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. *Journal of Strength and Conditioning Research* 20(4), 804-810.
46. Young, W.B., Clothier, P., Otago, L., Bruce, L. y Liddell, D. (2004). Acute effects of static stretching on hip flexor and quadriceps flexibility, range of motion and foot speed in kicking a football. *Journal of Sports Science and Medicine* 27, 23-31.
47. Young, W., Elias, G. y Power, J. (2006) Effects of static stretching volume and intensity on plantar flexor explosive force production and range of motion. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 46(3), 403-411.
48. Young, W. y Elliott, S. (2001). Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 72, 273-279

49. Young, W.B. (2007). The use of static stretching in warm-up for training and competition. International Journal of Sports Physiology and Performance 2, 212-216.
50. Young, W.B. y Behm, D.G. (2002). Should static stretching be used during a warm-up for strength and power activities?. Strength and Conditioning Journal 24, 33-37
51. Zakas, A., Doganis, G., Galazoulas, C. y Vamvakoudis, E. (2006). Effect of Acute Static Stretching Duration on Isokinetic Peak Torque in Pubescent Soccer Players. Pediatric Exercise Science 18, 252-261.
52. Zakas, A., Galazoulas, C., Doganis, G. y Zakas, N. (2006). Effect of two acute static stretching durations of the rectus femoris muscle on quadriceps isokinetic peak torque in professional soccer players. Isokinetics and Exercise Science 14, 357-362.

**Referencias totales / Total references:** 52 (100%)

**Referencias propias de la revista / Journal's own references:** 0