

## Efecto agudo del estiramiento sobre el rendimiento físico: el uso de los estiramientos en el calentamiento

Acute effect of stretching on physical performance: the use of stretching exercises in warm-up

Francisco Ayala<sup>1</sup>, Pilar Sainz de Baranda<sup>2</sup>, Antonio Cejudo<sup>3</sup>, Mark de Ste Croix<sup>4</sup>

1 Facultad de Ciencias de la Salud, la Actividad Física y del Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia

2 Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Castilla-La Mancha

3 Centro deportivo INACUA

4 Faculty of Sports, Health and Social Care. University of Gloucestershire, Gloucester (United Kingdom)

### CORRESPONDENCIA:

Francisco Ayala

Campus de los Jerónimos, s/n

30107 Guadalupe (Murcia)

fayala@pdi.ucam.edu

Recepción: julio 2010 • Aceptación: febrero 2011

### Resumen

Con esta revisión crítica se pretende analizar el efecto agudo del estiramiento dentro del calentamiento en función de las diferentes pruebas de valoración que han sido utilizadas para valorar el efecto agudo del estiramiento (isométricas, isocinéticas, capacidad de salto, pruebas funcionales). La realización de estiramientos como parte fundamental de todo calentamiento ha sido ampliamente recomendada. Sin embargo, en los últimos años se ha observado un incremento del número de estudios científicos que cuestionan la inclusión de los ejercicios de estiramiento en la fase de calentamiento. Es importante un análisis crítico de la literatura científica que permita valorar si la práctica de estiramientos previos a una actividad físico-deportiva podría afectar al rendimiento. Este conocimiento es básico para deportistas, especialmente aquellos que practiquen deportes que requieran acciones de fuerza y potencia durante el curso del entrenamiento y la competición.

Tras el análisis de la literatura científica se observa que los estiramientos dinámicos presentan un efecto positivo en las diferentes pruebas de valoración (isocinéticas, capacidad de salto, pruebas funcionales), mientras que las rutinas de estiramientos estáticos presentan un efecto negativo provocando un descenso significativo del rendimiento en las pruebas isométricas (con volúmenes superiores a los 60-90 segundos por grupo muscular), isocinéticas (afectando a la máxima contracción voluntaria concéntrica), capacidad de salto (en el SJ y en el CMJ) y en las pruebas funcionales que valoran el *sprint*.

**Palabras clave:** estiramiento estático, estiramiento dinámico, fuerza, potencia, capacidad de salto, *sprint*.

### Abstract

The main purpose of this critical review was to analyze the acute effect of stretching exercises as part of the warm-up on various strength and power measurement tests (isometric test, isokinetic test, jump test, and agility and coordination test) used to evaluate the acute effect of the stretch.

The use of stretching as an important part of all warm-ups has been widely recommended. However, the number of scientific studies that question the inclusion of stretching exercises in the warm-up has grown in recent years. A critical analysis of the scientific literature could be very helpful to assess whether pre-stretching may affect the subsequent sport performance. This knowledge is essential for athletes, especially those who play sports that involve strength and power skills throughout the course of training and competition.

The analysis of the scientific literature has shown that dynamic stretching has a positive effect on the different evaluation tests (isokinetic, jump performance, and functional tests), while static stretch routines have a negative effect, showing a significant decrease in isometric test performance (with stretching doses greater than 60-90s per muscle group), isokinetic test performance (affecting maximal voluntary concentric contraction mainly), jump performance (for the SJ and CMJ) and functional test that evaluate sprint performance.

**Key words:** static stretching, dynamic stretching, strength, power, jump performance, sprint.

## Introducción

El calentamiento antes de un entrenamiento o competición deportiva es una práctica universalmente aceptada (Young, 2007). En este sentido, la realización de estiramientos como parte fundamental de todo calentamiento ha sido ampliamente recomendada para individuos que participan en programas de rehabilitación física, prevención de lesiones, mejora de la salud y/o aumento del rendimiento deportivo (American College of Sports Medicine [ACSM] 1998; Shrier, 2004).

Los principales objetivos que teóricamente se le atribuyen a la realización de estiramientos previos a una actividad deportiva son: (a) incremento del rendimiento incluyendo la mejora de la coordinación y propiocepción (Andersen, 2006; Kovacs, 2006; Shehab, Mirabelli, Garenflo y Fetters, 2006), (b) incremento del ROM (Ayala y Sainz de Baranda, 2010), (c) reducción del riesgo potencial de lesión (Croiser, Forthomme, Namurois, Vanderthommen y Crielaard, 2002; Wiltvrouw, Mahieu, Danneels y McNair, 2004), (d) aumento de la circulación sanguínea y descenso de la viscosidad intra e inter muscular (Fredette, 2001); así como (e) incremento de la temperatura muscular y corporal (Shellock y Prentice, 1985).

Sin embargo, en los últimos años se ha observado un incremento del número de estudios científicos que cuestionan la inclusión de los ejercicios de estiramiento en la fase de calentamiento (Vetter, 2007). Además, determinados estudios científicos de revisión sugieren que la realización de estiramientos juega un papel limitado en la prevención de lesiones, pudiendo presentar además un efecto adverso sobre el rendimiento deportivo (Pope, Herbert, Kirwan y Graham, 2000; Rubini, Costa y Gomes, 2007).

En las décadas de 1980 y 1990, la literatura científica sugirió que la práctica de estiramientos estáticos previos a una actividad físico-deportiva incrementaba positivamente el rendimiento (Kovacs, 2006). Sin embargo, los actuales hallazgos científicos sugieren que el estiramiento que se realiza como parte del calentamiento parece tener pocos efectos positivos y que incluso podría contribuir a un descenso en el rendimiento (Janot, Dalleck y Reymont, 2007). Además, numerosos estudios recientes, aunque no todos, observan que una carga aguda de estiramientos puede reducir la capacidad de salto (Allison, Bailey y Folland, 2008; Bradley, Olsen y Portas, 2007; Faigenbaum et al., 2006; Thompson, Kackley, Palumbo y Faigenbaum, 2007; Vetter, 2007; Wallmann, Mercer y McWhorter, 2005; Young, Elias y Power, 2006) y *sprint* (Ayala y Sainz de Baranda, 2010; Fletcher y Jones, 2004), así como inhibir la capacidad de producción de fuerza y potencia

máxima durante varias acciones musculares (Bacurau et al., 2009; Behm, Bradbury, Haynes, Odre, Leonard y Paddock, 2006; Cramer et al., 2007a; Evetovich, Nauman, Conley y Todd, 2003; Kokkonen, Nelson y Cornwell, 1998; Yamaguchi, Ishii, Yamanaka y Yasuda, 2006; Zakas, Galazoulas, Doganis y Zakas, 2006).

Así, en la actualidad existe un debate sobre si los estiramientos deben ser incluidos en el calentamiento previo a una actuación deportiva y cómo debe ser diseñada y ejecutada una propuesta de estiramientos.

Es importante un análisis crítico y exhaustivo de la literatura científica que permita valorar si la práctica de estiramientos previos a una actividad deportiva puede afectar al rendimiento. Con esta revisión crítica de la literatura científica, se pretendió determinar el efecto agudo del estiramiento dentro del calentamiento en función de las diferentes pruebas de valoración que han sido utilizadas en los diversos estudios científicos para la cuantificación del rendimiento deportivo.

## Efecto agudo del estiramiento sobre los diferentes test de valoración de la fuerza y potencia muscular

A continuación se va a exponer un análisis de los resultados obtenidos por los diversos estudios científicos con relación al efecto agudo del estiramiento en diferentes test de valoración del rendimiento.

### Efecto agudo del estiramiento sobre pruebas de valoración isométricas, isotónicas e isocinéticas

La mayor parte de los estudios que han analizado el efecto agudo del estiramiento sobre la máxima contracción voluntaria (MCV) isométrica ha empleado rutinas de estiramientos estáticos (tabla 1). Además, en la bibliografía revisada no hemos encontrado estudios que hayan evaluado el impacto de rutinas de estiramientos de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), dinámicos y/o balístico sobre la MCV isométrica. Las articulaciones más utilizadas en las pruebas de evaluación de la MCV isométrica han sido la rodilla (Behm et al., 2006; Ogura et al., 2007; Papadopoulos et al., 2006; Yamaguchi et al., 2006) y el tobillo (Avela, Kyrolainen y Komi, 1999; Avela et al., 2004; Fowles, Sale y MacDougall, 2000; Kay y Blazevich, 2008; Maissetti et al., 2007).

Los diversos estudios que han analizado este parámetro encuentran que las rutinas estáticas presentan un efecto agudo dependiente de la duración total del estímulo de estiramiento e independiente del músculo estirado. Así, los estudios que han utilizado rutinas de

Tabla 1. Efecto agudo del estiramiento sobre pruebas de valoración isométrica

Referencia / Población	Técnica y rutina de estiramientos	Músculos estirados	Duración total	Resultado
<b>Avela et al. (1999)</b> H (n = 20) Sedentarios	Estática 1 ejercicio (asistido) Sólo informa duración sesión = 60 min	Tríceps sural	3.600 s	↓23,2% MCV
<b>Fowles et al. (2000)</b> H (n = 6) M (n = 4) Físicamente activos	Estática 1 ejercicio (asistido) 13 x 15 s	Soleo	195 s	↓28% MCV
<b>Avela et al. (2004)</b> H (n = 8) Sedentarios	Estática 1 ejercicio (asistido) Sólo informa duración sesión = 60 min	Tríceps sural	3.600 s	↓13,8% MCV ↑15,1% tiempo PF
<b>Behm et al. (2006)</b> H (n = 9) M (n = 9) Físicamente activos	Estática 3 ejercicios (2 asistidos y 1 no asistido) 3 x 30 s	Isquiosurales Cuádriceps Tríceps sural	270 s	↓6,5% MCV Ext. Rod.
<b>Papadopoulos et al. (2006)</b> H (n = 10) Universitarios	Estática 7 ejercicios (no asistidos) 3 x 30 s	Isquiosurales Cuádriceps Tríceps sural	630 s	NS MCV
<b>Yamaguchi et al. (2006)</b> H (n = 12) Físicamente activos	Estática 6 ejercicios (3 no asistidos y 3 asistidos) 4 x 30 s	Cuádriceps	720 s	↓PM 5% MCV ↓PM 30% MCV ↓PM 60% MCV
<b>Maissetti et al. (2007)</b> M (n = 11) Físicamente activas	Estático 1 Ejercicio (asistido) 5 x 15 s	Tríceps sural	45 s	↓9% MCV
<b>Ogura et al. (2007)</b> H (n = 10) Futbolistas universitarios	Estática a) 1 x 30 s b) 1 x 60 s	Isquiosurales	a) 30 s b) 60 s	a) NS MCV b) ↓MCV
<b>Kay et al. (2008)</b> H (n = 4) M (n = 3) Físicamente activos	Estática (asistido) a) 1 x 5 s b) 1 x 15 s c) 4 x 5 s d) 4 x 15 s	Tríceps sural	a) 5 s b) 15 s c) 20 s d) 60 s	a) NS MCV b) NS MCV c) NS MCV d) ↓16,7% MCV

MCV: Máxima Contracción Voluntaria; PM: Potencia Máxima; PF: Pico de Fuerza; H: Hombres; M: Mujeres; min: minutos; s: segundos; Ext: extensión; Rod: rodilla; NS: No Significativo.

estiramiento con volúmenes totales superiores a los 60-90 segundos por grupo muscular observan de forma generalizada una reducción en la MCV isométrica (Avela, Kyrolainen y Komi, 1999; Avela et al., 2004; Behm et al., 2006; Fowles, Sale y MacDougall, 2000; Yamaguchi et al., 2006), mientras que con volúmenes bajos de estiramiento no se ha observado un impacto negativo sobre el rendimiento (Kay y Blazevich, 2008; Ogura et al., 2007; Papadopoulos et al., 2006).

Las pruebas de valoración de la fuerza isocinética han sido ampliamente utilizadas para evaluar el efecto agudo de diferentes rutinas de estiramientos (tabla 2). Al igual que en el caso de las pruebas que valoran la MCV isométrica, las rutinas de estiramientos estáticos han sido las más analizadas (Cramer, Housh, Coburn, Beck y Johnson, 2006; Cramer, Housh, Jonson, Millar, Coburn y Beck, 2004; Cramer, Housh, Johnson,

Weir, Beck y Coburn, 2007a; Cramer et al., 2007b; Egan, Cramer, Massey y Marek, 2006; Evetovich, Nauman, Conley y Todd, 2003; Nelson y Kokkonen, 2001; Zakas, Doganis, Galazoulas y Vamvakoudis, 2006; Zakas, Galazoulas, Doganis y Zakas, 2006), quedando en un segundo plano el estudio del impacto de los estiramientos FNP (Marek et al., 2005), dinámicos (Papadopoulos, Siatras y Kellis, 2005; Yamaguchi et al., 2005) y no habiendo sido estudiadas las rutinas de estiramientos balísticos.

La mayoría de estos estudios emplearon rutinas de estiramiento para el tren inferior; excepto Evetovich et al. (2003), que utilizaron una rutina de estiramientos para el bíceps braquial.

Los autores que emplearon rutinas de estiramientos dinámicos y balísticos observaron una tendencia positiva (significativa en algunos casos) sobre el ren-

Tabla 2. Efecto agudo del estiramiento sobre pruebas de valoración isocinética

Referencia / Población	Técnica y rutina de estiramientos	Músculos estirados	Duración total	Tipo de acción	Resultado
<b>Nelson et al. (2001)</b> H (n = 10) M (n = 5) Adultos jóvenes	Estática 3 ejercicios (asistido y no asistido) 4 x 30 s	Cuádriceps	360 s	Con.	↓7,2% PF a 60°/s ↓4,5% PF a 90°/s
<b>Evetovich et al. (2003)</b> H (n = 9) M (n = 9) Físicamente activos	Estática 3 ejercicios (2 asistidos y 1 no asistido) 4 x 30 s	Bíceps Braquial	360 s	Con.	↓30°/s PF ↓270°/s PF
<b>Cramer et al. (2004)</b> M (n = 14) Físicamente activas	Estática 4 ejercicios (1 no asistido y 3 asistidos) 4 x 30 s	Cuádriceps	480 s	Con.	↓2% PF a 60°/s ↓2,75% PF a 240°/s
<b>Marek et al. (2005)</b> H (n = 9) M (n = 10) Físicamente activos	a) Estática b) PNF 4 ejercicios (1 no asistido y 3 asistidos) 4 x 30 s	Cuádriceps	480 s	Con.	a) ↓0,16% PF a 60°/s / ↓0,36% PM a 60°/s / ↓1,68% PF a 300°/s / ↓2,62% MP a 300°/s b) ↓5,95% PF a 60°/s / ↓4,05% PM a 60°/s / ↓3,16% PF a 300°/s / ↓4,48% PM a 300°/s
<b>Papadopoulos et al. (2005)</b> H (n = 8) Físicamente activos	2 ejercicios (no asistidos) a) Estática: 3 x 30 s b) Dinámica: 6 x 15' rep.	Cuádriceps Isquiosurales	180 s 180 rep.	Con.	a) 60°/s: ↓4,3% PF Ext. Rod. / ↓5% PF Flex. Rod.; 180°/s: ↓4,4% PF Ext. Rod. / ↓4,3% PF Flex. Rod. b) NS PF
<b>Cramer et al. (2006)</b> M (n = 13) Físicamente activas	Estática 4 ejercicios (1 no asistido y 3 asistidos) 4 x 30 s	Cuádriceps	480 s	Exc.	NS PF a 60°/s NS PF a 180°/s
<b>Egan et al. (2006)</b> M (n = 11) Jugadoras de alto nivel de baloncesto	Estática 4 ejercicios (1 no asistido y 3 asistidos) 4 x 30 s	Cuádriceps	480 s	Con.	NS PF a 60 y 300°/s NS MP a 60 y 300°/s
<b>Zakas et al. (2006a)</b> H (n = 15) Jugadores de fútbol profesionales	Estática a) 4 x 15 s (no asistido) b) 32 x 15 s (4 no asistido y 28 asistido)	Cuádriceps	a) 60 s b) 480 s	Con.	a) NS PF a 60, 90, 150, 210, 270°/s b) ↓5,54% PF a 60°/s / ↓5,92% PF a 90°/s / ↓7,22% PF a 150°/s / ↓6,56% PF a 210°/s / ↓8,18% PF a 270°/s
<b>Zakas et al. (2006b)</b> H (n = 16) Jugadores de fútbol talentosos púberes	Estática a) 3 x 15 s (no asistido) b) 20 x 15 s (3 no asistido y 17 asistido)	Cuádriceps	a) 45 s b) 300 s	Con.	a) NS PF a 30, 60, 120, 180 y 300°/s b) ↓5,1% PF a 30°/s / ↓5,4% PF a 60°/s / ↓6,5% PF a 120°/s / ↓8,41% PF a 180°/s / ↓12,9% PF a 300°/s
<b>Cramer et al. (2007a)</b> H (n = 8) M (n = 10) Físicamente activos	Estática 4 ejercicios (1 no asistido y 3 asistidos) 4 x 30 s	Cuádriceps	480 s	Con.	H a 60°/s: ↓2,29% PF / NS TR / ↓41,22% TA M a 60°/s: ↓5,6% PT / NS TR / ↓24,64% TA H a 300°/s: NS PF / NS TR / ↓3,12% TA M a 300°/s: ↓6,34% PF / NS TR / NS / ↓8,69% TA
<b>Cramer et al. (2007b)</b> H (n = 15) Físicamente activos	Estática 4 ejercicios (1 no asistido y 3 asistidos) 4 x 30 s	Cuádriceps	480 s	Exc.	NS PF a 60°/s NS PF a 180°/s NS PM a 60°/s NS PM a 180°/s

MCV: Máxima Contracción Voluntaria; PF: Pico de Fuerza; H: Hombres; M: Mujeres; s: segundos; PM: Potencia Media; Con.: concéntrico; TA: Tiempo de Aceleración; TR: Trabajo; °: grados; Exc.: Excéntrico; Ext.: Extensión; Flex.: Flexión; Rod.: Rodilla; NS: No Significativo.

Tabla 3. Efecto agudo del estiramiento sobre pruebas de valoración isotónica

Referencia / Población	Técnica y rutina de estiramientos	Músculos estirados	Duración total	Tipo de acción	Resultado
<b>Kokkonen et al. (1998)</b> H (n = 9) M (n = 9) Adultos jóvenes	Estática 5 ejercicios (asistido y no asistido) 3 x 15 s	Isquiosurales Cuádriceps Aductores Tríceps sural	225 s	RM	↓7,3% Flex. Rod. ↓8,1% Ext. Rod.
<b>Bacurau et al. (2009)</b> M (n = 14) Físicamente activos	6 ejercicios a) Estática: 3 x 30 s b) Balística: 3 x 30 rep.	Isquiosurales Cuádriceps	540 s 540 rep.	RM	a) ↓3,4% RM b) NS RM

H: Hombres; M: Mujeres; s: segundos; Flex.: Flexión; Rod.: Rodilla; RM: Repetición Máxima; NS: No Significativo.

Tabla 4. Estudios que encuentran una mejora en el rendimiento en el salto vertical tras la realización del estiramiento

Referencia / Población	Rutina de estiramientos	Músculos estirados	Duración total	Salto	Resultado
<b>Faigenbaum et al. (2006)</b> H (n = 26) M (n = 4) Adolescentes	Dinámica: 9 ejercicios (2 x 9,144 metros)	Pectoral Cuádriceps Tríceps sural Isquiosurales	300 s	SV	↑ 3,6% altura
<b>McMillian et al. (2006)</b> H (n = 16) M (n = 14) Militares	a) Estática: 8 ejercicios (1 x 20-30 s) b) Dinámica: 16 ejercicios (1 x 10 rep.)	Isquiosurales Tríceps sural Cuádriceps Tronco Brazos	240 s 160 rep.	SL	a) ↑2,83% distancia b) ↑15,78% distancia
<b>Thompson et al. (2007)</b> M (n = 16) Deportistas amateurs	Dinámica 12 ejercicios 2 x 18,288 metros	Isquiosurales Cuádriceps Glúteo Tríceps sural	240 s	SV SL	↑5,27% altura SV ↑5,4% distancia SL
<b>Vetter (2007)</b> H (n = 14) M (n = 12) Físicamente activos	Dinámica 5 ejercicios 1 x 8 rep.	Tríceps sural Cuádriceps Isquiosurales Glúteo	150 s 40 rep.	CMJ	↑altura CMJ

H: Hombres; M: Mujeres; s: segundos; NS: No Significativo; CMJ: Salto con Contra-Movimiento; SJ: Salto en posición de squat; SL: Salto de Longitud; SV: Salto Vertical; rep.: repeticiones.

dimiento posterior (Papadopoulos, Siatras, y Kellis, 2005; Yamaguchi et al., 2005). Por el contrario, el estiramiento estático mostró un descenso significativo del rendimiento (Avela et al., 2004; Avela, Kyrolainen y Komi, 1999; Behm et al., 2006; Fowles, Sale y MacDougall, 2000; Maisetti, Sastre, Lecompte y Portero, 2007; Yamaguchi et al., 2006).

Un elevado número de estudios ha evaluado la máxima fuerza isocinética a través de una contracción muscular concéntrica (Cramer et al., 2004; Cramer et al., 2007a; Egan et al., 2006; Evetovich et al., 2003; Marek et al., 2005; Nelson y Kokkonen, 2001; Papadopoulos, Siatras y Kellis, 2005; Yamaguchi et al., 2005; Zakas et al., 2006a; Zakas et al., 2006b), existiendo tan solo dos estudios que han analizado parámetros de fuerza isocinética bajo condiciones excéntricas (Cramer et al., 2006; Cramer et al., 2007b).

Los resultados han mostrado un descenso de la fuerza máxima isocinética que parece ser específico del tipo de contracción muscular, afectando a la MCV

concéntrica pero no a la máxima MCV excéntrica. En este sentido, los estudios de Cramer et al. (2004, 2006, 2007a y 2007b) mostraron que tras la aplicación de una rutina de estiramientos estáticos sobre la musculatura extensora de rodilla, con una duración total de 480 s, produjo un descenso significativo de la máxima fuerza isocinética concéntrica, no siendo así para la máxima fuerza isocinética excéntrica en hombres y mujeres físicamente activas (práctica regular de actividad física de 2-4 días a la semana, un mínimo de 45 minutos cada día durante al menos 3 meses).

Por otro lado, la mayor parte de los autores que han empleado diferentes velocidades de contracción muscular en sus test de fuerza isocinética observaron que los descensos en fuerza ocurren tanto a velocidades lentas como rápidas, aunque la mayor magnitud en la disminución del rendimiento en dichos test se produjo al utilizar velocidades de contracción muscular elevadas (Cramer et al., 2004; Cramer et al., 2007; Marek et al., 2005; Zakas et al., 2006a; Zakas et al., 2006b). En

esta línea, Cramer et al. (2004) hallaron un descenso del pico de fuerza en un test isocinético de la extensión de rodilla empleando velocidades lentas (60°/s) y rápidas (240°/s) después de aplicar una rutina de estiramientos estáticos para la musculatura del cuádriceps (480 s). El descenso fue del 2% y 3% respectivamente. Escasos son los estudios que analizan el efecto agudo del estiramiento sobre el rendimiento en pruebas isotónicas (tabla 3), existiendo una tendencia negativa en los resultados obtenidos tras la aplicación de técnicas de estiramiento estáticas y con el aumento de la duración del estímulo de estiramiento (Bacurau, Monteiro, Ugrinowitsch, Tricoli, Cabral y Aoki, 2009; Kokkonen, Nelson y Cornwell, 1998).

### Efecto agudo del estiramiento sobre pruebas de capacidad de salto

En la literatura científica es posible encontrar un cierto número de estudios que analizan el efecto agudo de diferentes rutinas de ejercicios de estiramiento sobre el rendimiento en pruebas de salto (tabla 4 y tabla 5).

Cornwell, Nelson y Sidaway (2002), tras aplicar una rutina de estiramientos estáticos (180 s) sobre el tríceps sural, observaron un descenso significativo en la altura del salto vertical concéntrico (SJ: *squat jump*), mientras que el rendimiento en el salto con contra-movimiento (CMJ) permaneció inalterado. Por su parte, Bradley, Olsen y Portas (2007) comunicaron un descenso significativo en la altura del SJ y CMJ tras la aplicación de una rutina de estiramientos estáticos y FNP de 10 minutos de duración sobre los principales grupos musculares que intervienen en el salto. Este impacto negativo del estiramiento estático también ha sido apoyado por otros estudios (Allison, Bailey y Folland, 2008; Faigenbaum et al., 2006; Wallmann, Mercer y McWhorter, 2005). Sin embargo, otros estudios no encontraron un descenso en el rendimiento del salto vertical tras la aplicación de ejercicios de estiramientos estáticos (Brandenburg, Pitney, Luebbers, Veera y Czajka, 2007; Power, Behm, Cahill, Carroll y Young, 2004; Unick, Kieffer, Cheesman y Feeney, 2005).

Por otro lado, ciertos autores informan de una mejora del rendimiento en el salto vertical tras la realización de ejercicios de estiramiento dinámico dentro del calentamiento (Faigenbaum et al., 2006; McMillian, Moore, Hatler y Taylor, 2006; Thompsen, Kackley, Palumbo y Faigenbaum, 2007; Vetter, 2007). Así, Thompsen et al. (2007) observaron una mejora en torno al 5% en la altura del salto vertical y en la distancia del salto horizontal tras la aplicación de una rutina de estiramientos dinámicos del tren inferior. Igualmente, un aumento en la altura del salto vertical fue encontrado por Faigenbaum

et al. (2006) tras realizar ejercicios dinámicos del tren inferior. Contrariamente a estos resultados, dos estudios no encontraron un aumento del rendimiento en los test de salto tras aplicar una rutina de estiramientos dinámicos (Little y Williams, 2006) y una rutina de estiramientos balísticos (Unick et al., 2005).

### Efecto agudo del estiramiento sobre pruebas funcionales

En los últimos años se ha producido un aumento importante del número de estudios científicos que analizan el efecto agudo del estiramiento en test “funcionales”, como son el tiempo en el *sprint* parado y lanzado (Ayala y Sainz de Baranda, 2010; Faigenbaum et al., 2006; Fletcher y Jones 2004; Little y Williams, 2006; Vetter, 2007), circuitos de agilidad y coordinación (Faigenbaum et al., 2006; Little y Williams, 2006; McMillian et al., 2006; Sainz de Baranda y Ayala, 2010), lanzamientos (Faigenbaum et al., 2006; McMillian et al., 2006) e incluso pruebas de estabilidad (Costa, Graves, Whitehurst y Jacobs, 2009) y velocidad de gestos técnicos (Knudson, Noffal, Bahamonde, Bauer y Blackwell, 2004).

Todos estos estudios pretenden dar una validez más ecológica (aplicable a contextos físico-deportivos) a los resultados obtenidos en estudios previos, ya que la capacidad de los dispositivos empleados años atrás para el análisis de la función muscular está muy limitada a la hora de reflejar cambios reales sobre el rendimiento deportivo debido a la escasa especificidad de las acciones solicitadas (Murphy y Wilson, 1997).

De forma generalizada, los trabajos que analizan el efecto agudo de las rutinas de estiramiento dinámicas sugieren un aumento del rendimiento en todos los test funcionales utilizados (Faigenbaum et al., 2006; Little y Williams, 2006; Fletcher y Jones, 2004; McMillian et al., 2006). Así, Little y Williams (2006) y Fletcher y Jones (2004) observaron un descenso significativo en el tiempo empleado en el *sprint* de 10 y 20 metros respectivamente tras incorporar una rutina de estiramientos dinámicos al calentamiento. Además, McMillian et al. (2006) y Faigenbaum et al. (2006) informaron de aumentos significativos en la distancia alcanzada en el lanzamiento de balón medicinal al realizar estiramientos dinámicos.

Por su parte, los estudios que analizan el impacto de las rutinas de estiramiento estático sobre el rendimiento en estos test funcionales informan de resultados contradictorios. Por un lado, parece no existir efecto negativo sobre el rendimiento en circuitos de agilidad y coordinación (Faigenbaum et al., 2006; Little y Williams, 2006; McMillian et al., 2006; Sainz de Baran-

Tabla 5. Estudios que no encuentran efecto positivo en el rendimiento en el salto vertical tras la realización de estiramientos

Referencia / Población	Rutina de estiramientos	Músculos estirados	Duración total	Salto	Resultado
<b>Cornwell et al. (2002)</b> H (n = 10) Adultos sanos	Estática 2 ejercicios 3 x 30 s	Tríceps sural	180 s	SJ CMJ	NS altura SJ ↓7,9% altura CMJ
<b>Power et al. (2004)</b> H (n = 12) Estudiantes	Estática 6 ejercicios 3 x 45 s	Tríceps sural Cuádriceps Isquiosurales	710 s	SJ DJ	NS altura SJ NS altura y tiempo contacto DJ
<b>Unick et al. (2005)</b> M (n = 16) Jugadoras de baloncesto	4 ejercicios a) Estática: 3 x 15 s b) Balística: 3 x 15 rep.	Tríceps sural Cuádriceps Isquiosurales	180 s 180 rep.	CMJ DJ	a) NS altura CMJ y NS altura DJ b) NS altura CMJ y NS altura DJ
<b>Wallmann et al. (2005)</b> H (n = 8) M (n = 6) Adultos sanos	Estático 1 ejercicio 3 x 30 s	Tríceps sural	90 s	CMJ	↓5,6% altura CMJ
<b>Faigenbaum et al. (2006)</b> H (n = 26) M (n = 4) Adolescentes	Estática: 5 ejercicios 2 x 30 s	Pectoral Cuádriceps Tríceps sural Isquiosurales	300 s	SV	↓altura SV
<b>Little et al. (2006)</b> H (n = 16) Jugadores de fútbol profesional	5 ejercicios a) Estática: 1 x 30 s b) Dinámica: 1 x 30 rep.	Principales músculos tren inferior	150 s 150 rep.	CMJ	a) Estática: NS altura CMJ b) Dinámica: NS altura CMJ
<b>Young et al. (2006)</b> H (n = 12) M (n = 8) Adultos jóvenes	Estática 1 ejercicio a) 2 x 30 s b) 4 x 30 s c) 8 x 30 s	Tríceps sural	a) 60 b) 120 c) 240	DJ	a) NS DJ b) NS DJ c) ↓10,8% DJ
<b>Bradley et al. (2007)</b> H (n = 18) Estudiantes	5 ejercicios 4 x 30 s a) Estática b) PNF	Tríceps sural Isquiosurales Cuádriceps	600 s	SJ CMJ	a) Estática: ↓5% altura SJ ↓5% altura CMJ b) PNF: ↓5% altura SJ ↓5% altura CMJ
<b>Brandenburg et al. (2007)</b> H (n = 9) M (n = 9) Deportes de salto	Estática 3 ejercicios 3 x 30 s	Tríceps sural Isquiosurales Cuádriceps	270 s	CMJ	NS altura CMJ
<b>Thompson et al. (2007)</b> M (n = 16) Deportistas amateurs	Estática 4 ejercicios 3 x 20 s	Iquiosurales Cuádriceps Glúteo Tríceps sural	240 s	SV SL	↓altura SV y ↓distancia SL
<b>Vetter (2007)</b> H (n = 14) M (n = 12) Físicamente activos	Estática 5 ejercicios 1 x 30 s	Tríceps sural Cuádriceps Isquiosurales Glúteo	150 s 40 rep.	CMJ	H: ↓altura CMJ M: ↓altura CMJ
<b>Allison et al. (2008)</b> M (n = 10) Corredores	Estática 8 ejercicios 3 x 40 s	Tríceps sural Cuádriceps Isquiosurales Psoas	960 s	CMJ	↓5,5% altura CMJ

H: Hombres; M: Mujeres; s: segundos; NS: No Significativo; CMJ: Salto con Contra-Movimiento; SJ: Salto en posición de Squat; SL: Salto de Longitud; SV: Salto Vertical; rep.: repeticiones.

da y Ayala, 2010). Sin embargo, el rendimiento en el *sprint* podría verse afectado tras la ejecución de rutinas de estiramiento estático dentro del calentamiento (Faigenbaum et al., 2006; Fletcher y Jones, 2004; Little y Williams, 2006; Sainz de Baranda y Ayala, 2010).

En este sentido, Faigenbaum et al. (2006) obtuvieron un descenso del rendimiento en el *sprint* de 10 me-

tros no acompañado por una alteración del tiempo en completar un circuito de agilidad y coordinación tras aplicar una rutina de estiramientos estáticos dentro del calentamiento. Resultados similares fueron observados por Fletcher y Jones (2004) en el rendimiento del *sprint* de 20 metros tras aplicar una rutina de estiramientos estáticos en jugadores de rugby amateur.

Tabla 6. Efecto agudo del estiramiento sobre pruebas funcionales

Referencia / Población	Rutina de estiramientos	Músculos estirados	Tipo de acción	Resultado
<b>Fletcher et al. (2004)</b> M (n = 97) Jugadores de rugby	7 ejercicios a) Estática: 1 x 20 s b) Dinámica: 1 x 20 rep.	Principales músculos del tren inferior	20 m <i>sprint</i>	a) ↑1,3% tiempo 20 m <i>sprint</i> b) ↓1,85% tiempo 20 m <i>sprint</i>
<b>Knudson et al. (2004)</b> H (n = 49) M (n = 34) Jugadores de tenis	Estática 7 ejercicios 2 x 15 s	Principales músculos tren inferior y superior	V servicio tenis % acierto servicio tenis	NS V servicio tenis NS % acierto
<b>Faigenbaum et al. (2006)</b> H (n = 36) M (n = 4) Adolescentes	a) Estática: 5 ejercicios (2 x 30 s) b) Dinámica: 9 ejercicios (2 x 10 yardas)	Pectoral Cuádriceps Tríceps sural Isquiosurales	Lanzamiento balón medicinal 9 m <i>sprint</i> Circuito de agilidad	a) ↓distancia balón medicinal / ↑tiempo 9 m <i>sprint</i> / NS circuito de agilidad b) ↑2,3% distancia balón medicinal / ↓2,5% tiempo 9 m <i>sprint</i> / NS circuito de agilidad
<b>Little et al. (2006)</b> M (n = 28) Jugadores de fútbol profesionales	5 ejercicios a) Estática: 1 x 30 s b) Dinámica: 1 x 30 rep.	Principales músculos tren inferior	10 m <i>sprint</i> parado 20 m <i>sprint</i> lanzado Circuito en forma de zig-zag	a) NS tiempo 10 m <i>sprint</i> / ↑ 20 m <i>sprint</i> lanzado / NS tiempo circuito zig-zag b) ↓ tiempo 10 m <i>sprint</i> / ↓20 m <i>sprint</i> lanzado / ↓ tiempo circuito zig-zag
<b>McMillian et al. (2006)</b> H (n = 16) M (n = 14) Militares	a) Estática: 8 ejercicios (1 x 20-30 s) b) Dinámica: 16 ejercicios (1 x 10 rep.)	Isquiosurales Tríceps sural Cuádriceps Tronco Brazos	Circuito en forma de T Lanzamiento balón medicinal 5 saltos	a) NS tiempo circuito T / NS distancia balón medicinal / ↑2,83% distancia 5 saltos b) ↓2.1% tiempo circuito T / ↑3,3% distancia balón medicinal / ↑5,78% distancia 5 saltos
<b>Vetter (2007)</b> H (n = 14) M (n = 12) Físicamente activos	5 ejercicios a) Estática: 1 x 30 s b) Dinámica: 1 x 8 rep.	Tríceps sural Cuádriceps Isquiosurales Glúteo	30 m <i>sprint</i>	a) NS tiempo 30 m <i>sprint</i> b) NS tiempo 30 m <i>sprint</i>
<b>Costa et al. (2009)</b> M (n = 28) Físicamente activas	Estática 4 ejercicios a) 3 x 15 s b) 3 x 45 s	Cuádriceps Isquiosurales Flexores plantares	Índice de estabilidad	a) ↑21,9% estabilidad b) NS estabilidad
<b>Ayala et al. (2010)</b> H (n = 28) Jugadores de fútbol División de Honor	2 ejercicios a) Estática: 1 x 30 s b) Dinámica: 1 x 15 rep.	Isquiosurales	10 m <i>sprint</i> 30 m <i>sprint</i> 10 m <i>sprint</i> lanzado 30 m <i>sprint</i> lanzado	a) NS tiempo <i>sprint</i> 10 m / ↑ tiempo 30 m <i>sprint</i> parado y 10 y 30 m <i>sprint</i> lanzado b) NS tiempo 10 y 30 m <i>sprint</i> parado y lanzado
<b>Sainz de Baranda et al. (2010)</b> H (n = 28) Jugadores de fútbol División de Honor	2 ejercicios a) Estática: 1 x 30 s b) Dinámica: 1 x 15 rep.	Isquiosurales	Circuito en forma de T	a) NS tiempo circuito T b) NS tiempo circuito T

H: Hombres; M: Mujeres; s: segundos; rep.: repeticiones; m: metros; NS: No Significación; V: velocidad.

## Conclusiones

Son numerosos los autores que han analizado el efecto agudo de diferentes rutinas de ejercicios 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 diferente diseño de las

rutinas de estiramiento empleadas en los diversos estudios así como por la propia metodología de los estudios. Por tanto, el análisis de los diferentes componentes de una rutina de estiramientos (duración, técnica, intensidad,...) podría permitir una mejor comprensión del efecto agudo real del estiramiento sobre el rendimiento deportivo. Tras esta revisión crítica (de carácter narrativo) y teniendo en cuenta las diferentes pruebas de

valoración utilizadas, se plantean las siguientes conclusiones en función de la prueba de valoración:

### Isométrica

- Sólo se ha evaluado el efecto de rutinas de estiramiento estáticas.
- Las rutinas estáticas de estiramiento presentan un efecto agudo dependiente de la duración total del estiramiento e independiente del músculo estirado. Así, los estudios que utilizan rutinas de estiramiento con volúmenes superiores a los 60-90 segundos por grupo muscular observan una reducción en la MCV isométrica.

### Isocinética

- Las rutinas dinámicas y balísticas presentan una tendencia positiva sobre el rendimiento posterior.
- El estiramiento estático muestra un descenso significativo del rendimiento: 1) afectando a la MCV concéntrica aunque no a la MCV excéntrica; 2) los descensos en fuerza ocurren tanto a velocidades lentas como rápidas.

### Capacidad de salto

- Las rutinas de estiramiento estático y de PNF muestran un descenso significativo en el SJ y en el CMJ.
- Las rutinas dinámicas y balísticas presentan una tendencia positiva sobre el rendimiento posterior.

### Pruebas funcionales

- El estiramiento dinámico aumenta el rendimiento en todos los test funcionales.
- El estiramiento estático presenta efectos contradictorios: 1) no parece alterar el rendimiento sobre los circuitos de agilidad y coordinación; 2) pero sí parece poseer un efecto negativo sobre el *sprint*.

### 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.

## BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- American College of Sport Medicine Position Stand. (1998). The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 975-991.
- Andersen, J.C. (2006). Flexibility in performance: Foundational Concepts and Practical Issues. *Athletic Therapy Today*, 3, 9-12.
- Avela, J., Kyrolainen, H. y Komi, P.V. (1999). Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *Journal of Applied Physiology*, 86(4), 1283-1291.
- 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 Physiology*, 96, 2325-2332.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Brandenburg, J., Pitney, W.A., Luebbbers, P.E., Veera, A. y Czajka, A. (2007). Time course of changes in vertical jumping ability after static stretching. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2, 170-181.
- 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 Physiology*, 86, 428-434.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 and Sports Physical Therapy*, 37(3), 130-139.
- 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.
- Croisier, J.L., Forthomme, B., Namurois, M.H., Vanderthommen, M. y Crielaard, J.M. (2002). Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *American Journal of Sports Medicine*, 30(2), 199-203.
- 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.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Fowles, J.R., Sale, D.G. y MacDougall, J.D. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *Journal of Applied Physiology*, 89, 1179-1188.
- Fredette, D. (2001). Exercise recommendations for flexibility and range of motion. En I. Roitman (ed). ACSM Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription (4<sup>th</sup> ed.). Baltimore, Lippincott, Williams y Wilkins.
- Janot, J., Dalleck, L. y Reymont, C. (2007). Pre-Exercise Stretching and Performance. *IDEA Fitness Journal*, 44-51.
- 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.
- Knudson, D., Noffal, G., Bahamonde, R.E., Bauer, J.A. y Blackwell, J.R. (2004) Stretching has no effect on tennis serve performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 654-656.
- Kokkonen, J., Nelson, A.G. y Cornwell, A. (1998). Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69, 411-415.
- Kovacs, M. (2006). The argument against static stretching before sport and physical activity. *Athletic Therapy Today*, 2(3), 6-8.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Nelson, A.G. y Kokkonen, J. (2001). **Acute ballistic muscle stretching** inhibits maximal strength performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72, 415-419.
- 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.
- Papadopoulos, C., Kalapotharakos, V.I., Noutsios, G., Meliggas, 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.
- 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.
- Pope, R.P., Herbert, R.D., Kirwan, J.D. y Graham, B.J. (2000). A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, 271-277.
- Power, K., Behm, D., Cahill, E., 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.
- Rubini, E.C., Costa, A.L. y Gomes, P.S. (2007). The effects of stretching on strength performance. *Sports Medicine*, 37(3), 213-224.
- Sainz de Baranda, P. y Ayala, F. (2010). Efecto agudo del estiramiento sobre la agilidad y coordinación de movimientos rápidos en jugadores de fútbol de División de Honor. *Kronos*, IX(17), 20-27.
- Shehab, R., Mirabelli, M., Garenflo, D. y Fetters, M.D. (2006). Pre-exercise stretching and sports related injuries: Knowledge, attitudes and practices. *Clinic Journal of Sports Medicine*, 16(3), 228-231.
- Shellock, F.G. y Prentice, W.E. (1985). Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Medicine*, 2, 267-278.
- Shrier, D. (2004). Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 14(5), 267-273.
- Thompson, 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Wiltvrouw, E., Mahieu, N., Danneels, L. y McNair, P. (2004). Stretching and injury prevention, an obscure relationship. *Sports Medicine*, 34(7), 443-449.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.