

Article

# El Estiramiento Estático de Corta Duración combinado con Estiramientos Dinámicos no Afecta el Rendimiento de Esprints Repetidos ni de Agilidad

**Short Durations of Static Stretching When Combined With Dynamic Stretching do not Impair Repeated Sprints and Agility**

Del P. Wong<sup>1</sup>, Anis Chaouachi<sup>2</sup>, Patrick W. Lau<sup>3</sup> y David G Behm<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Health and Physical Education, The Hong Kong Institute of Education, Hong Kong.

<sup>2</sup>Tunisian Research Laboratory "Sport Performance Optimisation", National Center of Medicine and Science in Sports, Tunis, Tunisia.

<sup>3</sup>Tunisian Research Laboratory "Department of Physical Education, Hong Kong Baptist University, Hong Kong.

<sup>4</sup>School of Human Kinetics and Recreation, Memorial University of Newfoundland, St. John's, Newfoundland, Canadá.

## RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo comparar el efecto de las diferentes duraciones del estiramiento estático seguido del estiramiento dinámico sobre la habilidad para realizar esprints repetidos (RSA) y cambios de dirección (COD). Veinticinco participantes realizaron test de RSA y COD en orden aleatorio. Después de una entrada en calor de 5 minutos, los participantes llevaron a cabo uno de tres protocolos de estiramiento estático con duraciones totales de 30 s, 60 s o 90 s (3 estiramientos  $\times$  10 s, 20 s o 30 s). Luego, realizaron tres ejercicios de estiramiento dinámico de 30 s de duración (90 s total). Antes de la entrada en calor, después del estiramiento estático y dinámico combinado y después de la prueba de RSA/COD los sujetos llevaron a cabo el test de flexibilidad de "sentarse y alcanzar". La duración del estiramiento estático tuvo un efecto positivo sobre la flexibilidad, con resultados en el test de "sentarse y alcanzar" de 36.3% y 85.6% mayores en las condiciones de estiramiento estático de 60 s y 90 s respectivamente que en la condición de 30 s ( $p \leq 0.001$ ). No obstante, no hubo diferencias significativas en el rendimiento de la RSA y el COD entre las tres condiciones de estiramiento. La ausencia de cambios en la RSA y el COD podría atribuirse a una nivelación de los efectos del estiramiento estático y dinámico. Además, es posible que el estiramiento estático de corta duración ( $\leq 90$  s) no haya proporcionado el suficiente estímulo para generar limitaciones en el rendimiento.

**Palabras Clave:** flexibilidad, agilidad, carrera, duración del estiramiento, intensidad del estiramiento

## ABSTRACT

---

This study aimed to compare the effect of different static stretching durations followed by dynamic stretching on repeated sprint ability (RSA) and change of direction (COD). Twenty-five participants performed the RSA and COD tests in a randomized order. After a 5 min aerobic warm up, participants performed one of the three static stretching protocols of 30 s, 60 s or 90 s total duration (3 stretches x 10 s, 20 s or 30 s). Three dynamic stretching exercises of 30 s duration were then performed (90 s total). Sit-and-reach flexibility tests were conducted before the aerobic warm up, after the combined static and dynamic stretching, and post- RSA/COD test. The duration of static stretching had a positive effect on flexibility with 36.3% and 85.6% greater sit-and-reach scores with the 60 s and 90 s static stretching conditions respectively than with the 30 s condition ( $p \leq 0.001$ ). However there were no significant differences in RSA and COD performance between the 3 stretching conditions. The lack of change in RSA and COD might be attributed to a counterbalancing of static and dynamic stretching effects. Furthermore, the short duration ( $\leq 90$  s) static stretching may not have provided sufficient stimulus to elicit performance impairments.

**Keywords:** Flexibility, agility, running, stretch duration, stretch intensity

## INTRODUCCIÓN

---

En los últimos 13 años han aparecido investigaciones que demostraron que el estiramiento estático sostenido podría afectar el rendimiento posterior (Behm y Chaouachi, 2011; Behm et al., 2001; 2004; Power et al., 2004). Varios de estos estudios utilizaron duraciones extensas que incluían 30-60 minutos (Avela et al., 2004; Fowles et al., 2000) o 15-20 minutos (Bacurau et al., 2009; Cramer et al., 2005; Kokkonen et al., 1998) de estiramiento estático. Estas duraciones no reflejan la práctica de estiramiento pre-evento entre los atletas recreativos ni de elite. Por ejemplo, una serie de artículos que investigaron entrenadores norteamericanos de fuerza y acondicionamiento de deportes profesionales reportaron duraciones promedio de repeticiones de estiramientos de aproximadamente 12 s (Ebben et al., 2005), 14.5 s (Simenz et al., 2005), 17 s (Ebben et al., 2004) y 18 s (Ebben y Blackard, 2001) para jugadores de béisbol, baloncesto, jockey y fútbol respectivamente. Los protocolos que implementaron duraciones menos extensas de estiramiento estático como de 2-10 minutos también han reportado limitaciones en el rendimiento posterior de esprint (Beckett et al., 2009; Winchester et al., 2008). Sin embargo, Young et al. (2006) indicaron que dos minutos de estiramiento estático no tuvieron ningún efecto sobre la elevación concéntrica de pantorrilla ni la altura del salto vertical. Esta literatura tiende a indicar que cuando la duración total de estiramiento estático es  $\geq 90$  s (e.g. 3 estiramientos de 30 s cada uno) hay una firme evidencia de limitaciones en el esprint (Behm y Chaouachi, 2011; Nelson et al., 2005; Sayers et al., 2008). Behm y Chaouachi (2011) indicaron en una revisión extensiva que si la duración total del estiramiento estático es menor a 90 s, al parecer hay una mayor variación en la evidencia de las limitaciones.

En contraste, los estudios en donde se han utilizado estiramientos dinámicos han indicado que este tipo de actividad podría facilitar el rendimiento explosivo (Manoel et al., 2008; Yamaguchi et al., 2007) de esprint (Fletcher y Anness, 2007) y de salto (Holt y Lambourne, 2008; Hough et al., 2009; Pearce et al., 2009) o bien que no provoca efecto adverso alguno (Christensen y Nordstrom, 2008; Samuel et al., 2008; Torres et al., 2008). En el contexto del estiramiento dinámico, la literatura tiende a indicar que las duraciones más cortas ( $< 90$  s) de dicho estiramiento no afectan de manera adversa el rendimiento (Beedle et al., 2008; Samuel et al., 2008; Unick et al., 2005), y las duraciones más largas pueden favorecer el rendimiento (Hough et al., 2009; Pearce et al., 2009; Yamaguchi et al., 2007).

Los estudios que han utilizado una combinación de estiramientos estáticos y dinámicos han reportado resultados contradictorios observándose impedimentos tanto en la altura del salto (Young y Behm, 2003) como en el rendimiento de esprint (Winchester et al., 2009). Por el contrario, no se observaron efectos adversos significativos sobre el salto vertical y el EMG (Wallmann et al., 2008), el rendimiento del esprint, la agilidad y el salto (Chaouachi et al., 2010) y el rendimiento muscular del tren superior (Torres et al., 2008). En base a esta evidencia contradictoria, no queda claro si existe una combinación y duración apropiada u óptima del estiramiento estático y dinámico que pueda utilizarse antes de la práctica con el fin de facilitar el rango de movimiento y el posterior rendimiento.

La razón para incluir el estiramiento estático en una entrada en calor es que existen muchos deportes dinámicos en los que se esperarían que una mejor flexibilidad estática afecte el rendimiento. Algunos ejemplos incluirían la habilidad de un portero de hockey sobre hielo para abducir al máximo las piernas en una posición mariposa, la de los gimnastas al realizar o sostener una posición de piernas separadas, en la lucha, en las artes marciales, en el nado sincronizado, en el patinaje

artístico y otros. Dado que los estudios han indicado que el estiramiento dinámico no es tan efectivo para incrementar la flexibilidad como el estiramiento estático (Bandy et al., 1998; Chan et al., 2001; Davis et al., 2005), puede ser importante incluir el estiramiento estático en la entrada en calor para las aplicaciones específicas del deporte. Además, algunos investigadores han demostrado que la realización del estiramiento dinámico después del estiramiento estático reduce o elimina los efectos perjudiciales del rendimiento inducidos por el estiramiento estático (Chaouachi et al., 2010). No existen estudios previos que investiguen los efectos de la combinación de diferentes duraciones de estiramiento estático y el dinámico sobre el rendimiento en esprints repetidos (RSA) y el cambio de dirección (COD). Varios autores han argumentado que el rendimiento en RSA y COD son factores determinantes del rendimiento deportivo en los deportes de conjunto como el fútbol (Rampinini et al., 2007; Reilly et al., 2000).

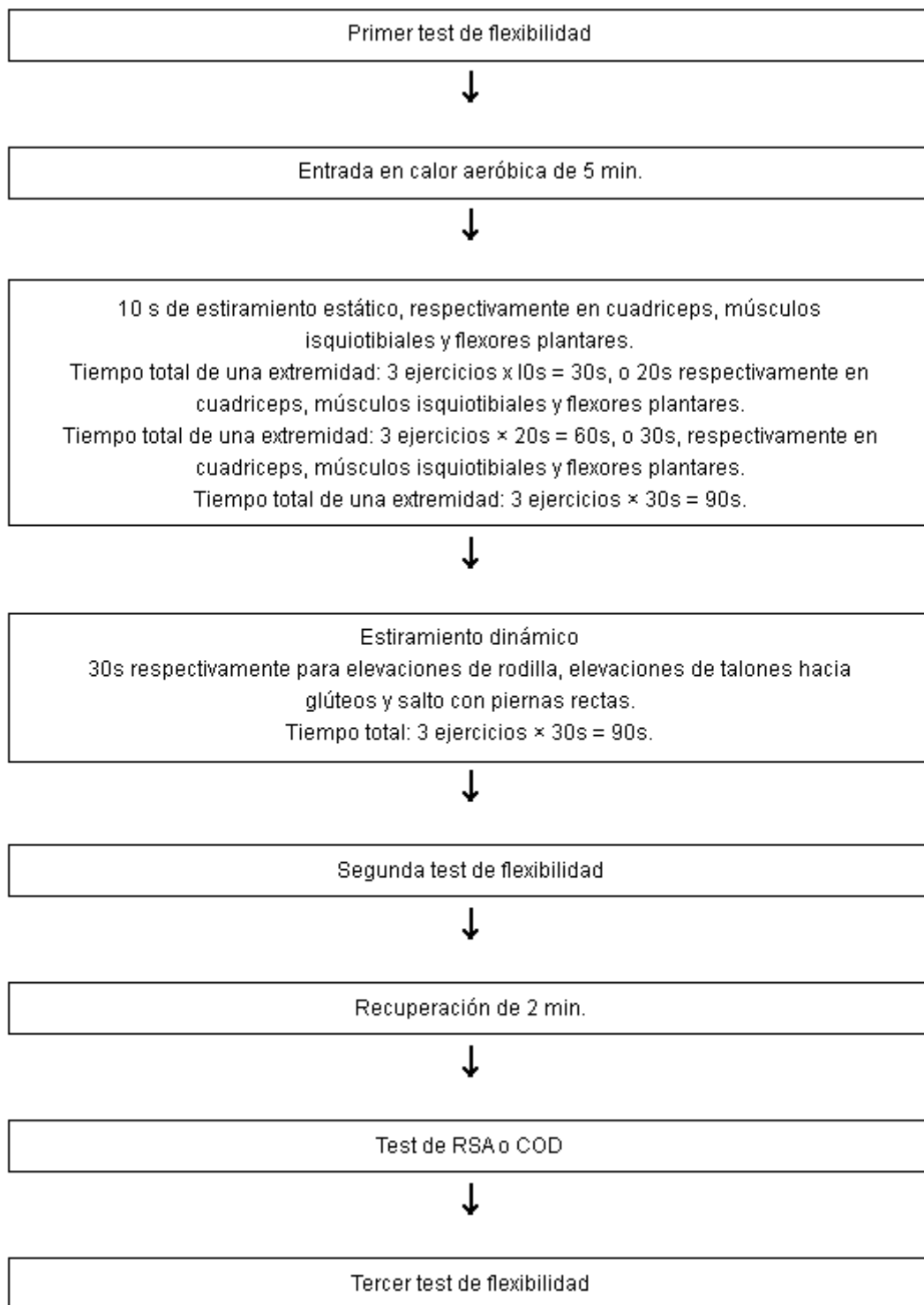
Por lo tanto, el propósito de este estudio ha sido examinar el efecto de diferentes duraciones del estiramiento estático seguido del estiramiento dinámico sobre las mediciones del rendimiento funcional, como la RSA y el COD. Se ha planteado la hipótesis de que la duración más larga de estiramiento (90 s de estiramiento estático total) daría como resultado un rendimiento limitado de RSA y COD en comparación con las duraciones más cortas del estiramiento estático. Debido a que anteriormente se mencionó que la mayoría de los atletas realizan un estiramiento estático antes del entrenamiento y la competencia, aquí no se incluyó ningún grupo sin estiramiento estático como control.

## MÉTODOS

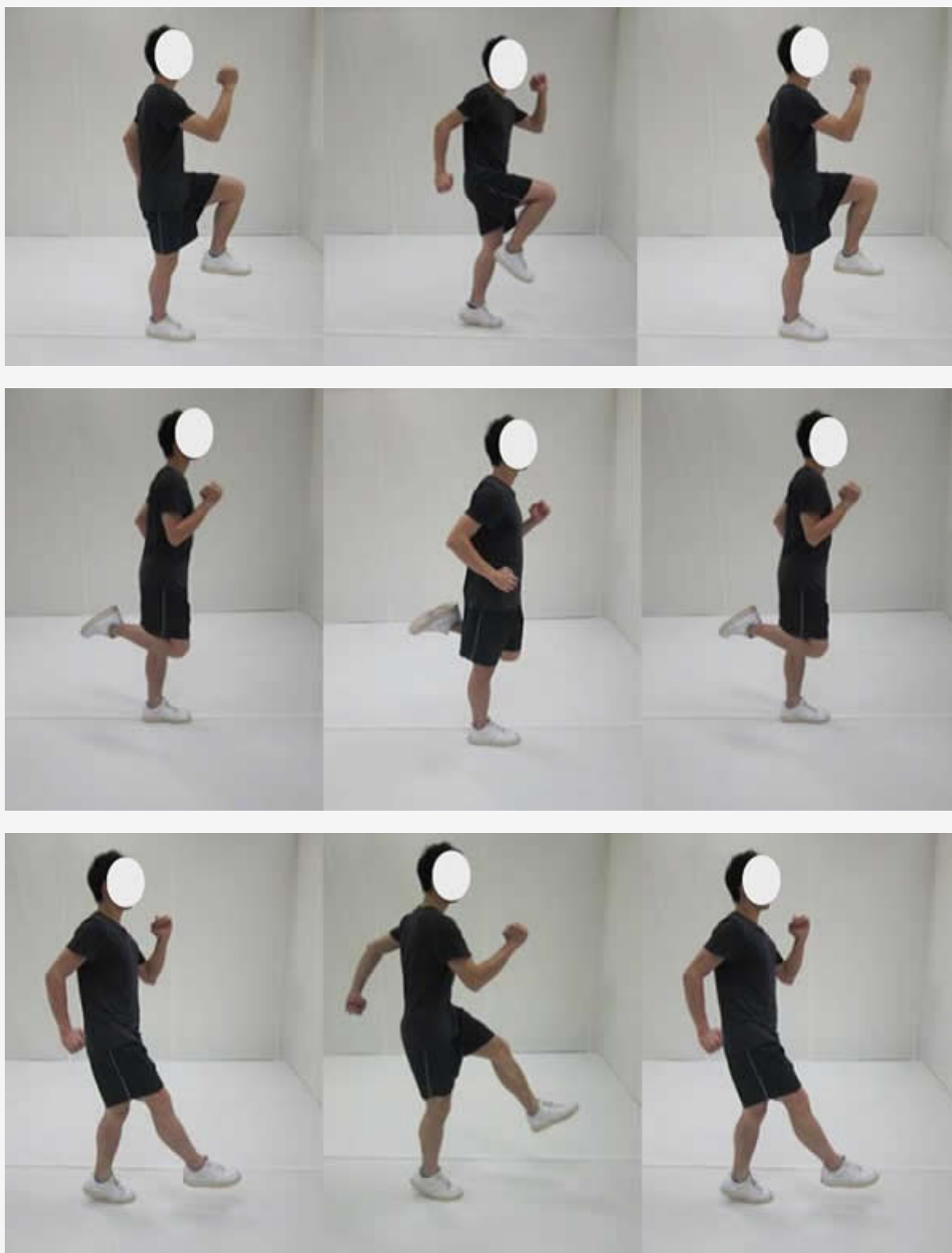
---

### Diseño

Todos los individuos participaron del estudio de medidas repetidas intra-sujeto, para el cual debieron visitar el laboratorio de ciencias del deporte en seis ocasiones (3 protocolos de estiramiento  $\times$  2 tests de rendimiento) en 3 días con una recuperación de 48 horas (i.e., martes, jueves y sábado). Cada día, los participantes se presentaron en el laboratorio en sesiones matutinas y vespertinas con  $> 4$  horas de recuperación para realizar RSA o COD en orden aleatorio. Las dos sesiones dentro del mismo día se separaban con  $> 4$  horas para permitir la recuperación completa de los participantes. En cada sesión del laboratorio, se evaluó la flexibilidad (sentarse y alcanzar) de los participantes, según se ilustra en la Figura 1. Después de una entrada en calor aeróbica a  $\sim 9\text{--}10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  durante 5 min, se llevó a cabo uno de los tres protocolos de estiramiento estático que difería en duración en orden aleatorio: 1) 3 ejercicios de estiramiento estático de 10 s cada uno; 2) 3 ejercicios de estiramiento estático de 20 s cada uno; y 3) 3 ejercicios de estiramiento estático de 30 s cada uno. Luego, se realizaron tres ejercicios de estiramiento dinámico de 30 s de duración (90 s total) para cada condición. El segundo test de flexibilidad se llevó a cabo inmediatamente después del estiramiento estático y dinámico combinado. La duración entre el cese del estiramiento estático y dinámico combinado y el comienzo de la prueba de RSA/COD se estandarizó en 2 min. Después de la prueba de RSA o COD, se llevó a cabo el tercer test de flexibilidad. El experimento se realizó en una cancha deportiva cubierta construida con una superficie de madera, y las condiciones ambientales concordaban en temperatura ( $31.2 \pm 0.2\text{°C}$ ) y humedad ( $49.0 \pm 0.8\%$ ), medidas cada hora a lo largo del estudio.



**Figura 1.** Diseño de la investigación. COD = cambio de dirección; y RSA = capacidad para realizar esprints repetidos.



**Figura 2.** Movimientos de (a) elevaciones altas de rodilla, (b) elevaciones de talones y (c) salto con piernas rectas.

## Participantes

Veinticinco estudiantes varones posgraduados en educación física participaron de manera voluntaria del presente estudio. Su edad, altura, masa corporal e índice de masa corporal fueron  $24.6 \pm 0.5$  años,  $1.75 \pm 0.01$  m,  $71.1 \pm 1.3$  kg, y  $23.2 \pm 0.3$   $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$  respectivamente. Los participantes eran físicamente activos (3-5 días por semana) y participaban de una gama de actividades competitivas y recreativas. El estudio se llevó a cabo según la Declaración de Helsinki y el protocolo fue

completamente aprobado por el Comité de Ética de Investigación Clínica antes del comienzo de las evaluaciones. Todos los participantes dieron su consentimiento informado por escrito después de una breve, pero detallada, explicación sobre los beneficios y los riesgos de esta investigación. A los participantes se les dijo que eran libres de abandonar el estudio en cualquier momento sin que se tomara medida alguna en su contra. Durante el estudio, a todos los participantes se les ordenó que mantuvieran un consumo diario normal de comida y agua, y no se realizaron intervenciones dietarias. También se les ordenó que no realizaran ejercicios vigorosos 48 horas antes de la prueba.

### **Test de Flexibilidad**

Se utilizó el test de sentarse y alcanzar (*seat & reach*) como medición de la flexibilidad de los músculos isquiotibiales y de la parte inferior de la espalda (Canadian Society for Exercise Physiology, 2003). Los participantes se sentaron en el suelo con las piernas extendidas. Se les pidió que mantuvieran la parte inferior de la espalda contra la pared. Con las manos apoyadas sobre un cajón de medición, extendieron los brazos y luego se estiraron lo más lejos posible. La medición se llevó a cabo dos veces y si la diferencia estaba dentro de los 2 cm, se utilizaba el mejor resultado (Canadian Society for Exercise Physiology, 2003). De otro modo, se llevaba a cabo un intento posterior hasta que dos resultados consecutivos estuvieran dentro de los 2 cm. Esta prueba se realizó inmediatamente antes de la entrada en calor aeróbica, después del estiramiento estático y dinámico combinado, y después del test de RSA/COD (Figura 1). La repetibilidad de la medición de la flexibilidad fue elevada con un coeficiente de correlación intra-clase (ICC) de 0.84.

### **Estiramiento Estático**

Cada participante llevó a cabo ejercicios de estiramiento estático sin asistencia (lentamente aplicaron un torque de estiramiento a un músculo, manteniendo el músculo en una posición extendida) diseñados para estirar los músculos del tren inferior (Chaouachi et al., 2010). Los estiramientos se realizaron hasta llegar a un punto de una leve molestia por la duración designada por grupo muscular. A los participantes se les dijo que “estiraran hasta el punto de inicio de la tensión”. Utilizando un procedimiento similar, Chaouachi et al. (2010) demostraron la confiabilidad de este estiramiento de intensidad subjetiva con ICC de 0.96 al evaluar el estiramiento para la distancia alcanzada. Al final del estiramiento, el participante regresaba la pierna a la posición neutral y estiraba la otra pierna. Los participantes estiraron durante 10 s respectivamente con los músculos cuádriceps, isquiotibiales y flexores plantares en la condición 1 (el tiempo total para un miembro fue de 30s, Figura 1), mientras que en la condición 2 cada tiempo de estiramiento fue de 20s (el tiempo total para un miembro fue de 60s) y en la condición 3 cada tiempo de estiramiento fue de 30s (el tiempo total para un miembro fue de 90s). El tiempo de estiramiento se midió con un cronómetro de mano. El investigador estuvo presente en todas las sesiones de entrenamiento a fin de proporcionar instrucciones detalladas y monitorear de manera continua las actividades de estiramiento y la duración de cada participante.

*Ejercicio de estiramiento de cuádriceps:* El participante permanecía de pie con una mano contra una pared para lograr el equilibrio. Luego, el participante flexionaba la rodilla hasta experimentar un estiramiento significativo. Con la mano ipsilateral tomaba el tobillo de la pierna flexionada y elevaba el pie de manera que el talón del pie dominante se acercara a los glúteos (Chaouachi et al., 2008). Al final del estiramiento, el participante regresaba la pierna a la posición neutral y estiraba la otra pierna.

*Ejercicio de estiramiento de los músculos isquiotibiales:* Los participantes realizaron el estiramiento de los músculos isquiotibiales de pie erguidos, con un pie apoyado sobre el suelo y los dedos del pie apuntando hacia adelante. El talón del pie a estirar se apoyaba sobre el suelo, con el tobillo en dorsiflexión. Luego, el participante se flexionaba hacia adelante a la altura de la cadera, manteniendo la columna en una posición neutral, mientras estiraba los brazos hacia adelante. La rodilla permanecía completamente extendida. El participante continuaba flexionándose a la altura de la cadera hasta sentir una leve disconformidad en la parte posterior del muslo, a la vez que mantenía un índice respiratorio normal (Chaouachi et al., 2008). Al final del estiramiento, el participante regresaba la pierna a la posición neutral y estiraba la otra.

*Ejercicio de estiramiento de los flexores plantares:* Con la rodilla de la pierna a estirar en posición de extensión y el pie apoyado en el suelo a un metro de la pared aproximadamente, el participante se inclinaba hacia adelante, contra la pared, apoyando los brazos para estirar los flexores plantares (Behm et al., 2004). Al final del estiramiento, el participante regresaba la pierna a la posición neutral y estiraba la otra.

### **Estiramiento Dinámico**

Las actividades dinámicas tuvieron una duración total de 90 s (cada estiramiento se llevó a cabo durante 30s, Figura 1) e incluyeron los siguientes movimientos en la misma secuencia: elevaciones de rodilla, elevaciones de talones y salto con piernas rectas (Dintiman y Ward, 2003). Las elevaciones de rodilla (Figura 2a), las elevaciones de talones (Figura 2b) y los saltos con piernas rectas (Figura 2c) se utilizaron para realizar el estiramiento dinámico de los extensores de la cadera (los glúteos y los músculos isquiotibiales), los cuádriceps y músculos isquiotibiales y los flexores plantares. El tiempo de estiramiento se midió con un cronómetro de mano. Los participantes realizaron estos estiramientos dinámicos sobre un

camino de madera de 15 m de largo, hacia adelante y hacia atrás con cada pierna, repetidos  $41.0 \pm 0.4$  veces (ICC = 0.87),  $36.7 \pm 0.3$  veces (ICC = 0.90), y  $29.5 \pm 0.2$  veces (ICC = 0.91), respectivamente para elevaciones altas de rodilla, patadas hacia la nalga y salto con piernas rectas.

### **Evaluación de la Capacidad para Realizar Esprints Repetidos (RSA) y Cambios de Dirección (COD).**

La prueba de RSA incluyó esprints en línea recta (6 x 20 m con 25 s de recuperación activa), mientras que la prueba de COD (6 x 20 m con 25 s de recuperación activa) requirió un cambio de dirección en 100 grados cada 4 m (Bishop et al., 2001). Durante la recuperación activa, los participantes trotaban lentamente de regreso hacia la línea de inicio y esperaban hasta el siguiente esprint. El tiempo de esprint de 20 m se midió con un sistema de cronómetro infra-rojo (Brower Timing Systems, Salt Lake City, Utah, EUA) ubicado en la línea de inicio y la línea final con 1 m de altura, y el tiempo de recuperación se controló con un cronómetro de mano. Los participantes se paraban a 0.5 m detrás del sensor antes de comenzar cada esprint, comenzando desde una posición de parado. A cada participante se lo instruía y alentaba de manera verbal para que diera su máximo esfuerzo en todas las pruebas de RSA y COD.

La RSA y el COD fueron analizados mediante cuatro métodos: (1) el tiempo más rápido (FT) entre los esprints, (2) el tiempo promedio (AT) entre los esprints, (3) el tiempo total (TT) y (4) el resultado del porcentaje de disminución, según lo reportado por Glaister (2008). El TT se utilizó según lo recomendado en estudios previos de RSA y COD (Beckett et al., 2009; Pyne et al., 2008). Se seleccionó el % de disminución, dado que recientemente se reportó como el método más válido y confiable para cuantificar la fatiga en las pruebas de RSA (Glaister et al., 2008).

### **Análisis Estadísticos**

Con el objetivo de analizar los cambios en la flexibilidad entre las diferentes condiciones de entrada en calor se utilizó el análisis de varianza ANOVA de una vía para medidas repetidas. Se utilizó un ANOVA de dos vías para medidas repetidas (3 protocolos de entrada en calor x 4 parámetros en cada prueba) a fin de analizar los rendimientos de RSA/COD con los tres protocolos diferentes previos a la entrada en calor. En los casos en que se determinó una diferencia significativa en los análisis anteriores, se realizaron comparaciones apareadas utilizando el ajuste de Bonferroni para controlar el índice de error tipo 1. Las relaciones entre los cambios agudos en la flexibilidad y los rendimientos de RSA/COD se analizaron mediante el coeficiente de correlación de Pearson. La magnitud de las correlaciones se determinó utilizando la escala modificada de Hopkins (2000): insignificante:  $r < 0.1$ ; baja: 0.1-0.3; moderada: 0.3-0.5; elevada: 0.5-0.7; muy elevada: 0.7-0.9; casi perfecta  $> 0.9$ ; y perfecta: 1. El nivel de significancia se estableció en  $p \leq 0.05$ .

## **RESULTADOS**

---

Un efecto principal para la condición (estiramiento estático y dinámico combinado) demostró que la duración del estiramiento estático tuvo un efecto positivo significativo ( $F = 42.8$ ,  $p \leq 0.001$ ) sobre la flexibilidad, con resultados en el test de sentarse y alcanzar 36.3% y 85.6% mayores en las condiciones de estiramiento estático de 60 s (3 x 20 s) y 90 s (3 x 30 s), respectivamente, que en la condición de 30 s (3 x 10 s) (Tabla 1). Sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas en la RSA ( $F = 0.13$ ,  $p > 0.05$ , Tabla 2) y el COD ( $F = 2.02$ ,  $p > 0.05$ , Tabla 3) entre las 3 condiciones de estiramiento. Después de las pruebas de RSA o COD, los resultados de sentarse y alcanzar aumentaron aún más, pero no hubo ninguna diferencia significativa entre las 3 condiciones de estiramiento ( $F = 2.14$ ,  $p > 0.05$ , Tabla 1). Además, hubo correlaciones bajas no significativas entre los cambios agudos de la flexibilidad y los rendimientos de RSA/COD ( $p > 0.05$ , Tabla 4).

**Tabla 1.** Cambio de la flexibilidad (test de sentarse y alcanzar) antes y después de diferentes duraciones y pruebas de estiramiento estático y dinámico combinado. Los valores son medias ( $\pm$  SEM). \*\*\* Diferencias significativas entre todos los grupos a  $p < 0.001$ .

	Condición 1 (10 s)	Condición 2 (20 s)	Condición 3 (30 s)
Cambios después de la entrada en calor (cm) (2 <sup>o</sup> test de flexibilidad menos el 1 <sup>o</sup> )	2.78 (0.35) ***	3.79 (0.45) ***	5.16 (0.46) ***
Cambio después de RSA o COD (3 <sup>o</sup> test de flexibilidad menos el 2 <sup>o</sup> )	2.43 (0.30)	2.35 (0.32)	1.82 (0.20)

## DISCUSIÓN

El hallazgo más importante del presente estudio ha sido la falta de diferencias significativas en el rendimiento de RSA y COD con 30-90 s de estiramiento estático en combinación con un estiramiento dinámico de 90 s. Un objetivo importante del estiramiento durante una entrada en calor previa a la actividad sería mejorar el rendimiento. Una revisión de Behm y Chaouachi (en prensa) resumió la plétora de estudios que reportan limitaciones inducidas por el estiramiento estático en el rendimiento posterior. Sin embargo, resaltaron la mayor variabilidad en los hallazgos con duraciones de estiramiento más cortas. La mayor preponderancia de las limitaciones inducidas por el estiramiento estático en los estudios que utilizan protocolos de estiramiento de duración más larga sugiere la posibilidad de un efecto dependiente de la duración. Varios estudios con menos de 60s de estiramiento estático total no reportan disminuciones significativas en el rendimiento del esprint (Hayes y Walker, 2007; Vetter, 2007). Los estudios que implementan distintas duraciones de estiramiento dentro del mismo estudio han reportado disminuciones en el torque isocinético (Siatras et al., 2008) y la fuerza isométrica (Ogura et al., 2007) al utilizar 60 s de estiramiento estático, pero ningún efecto con menos de 30 s de estiramiento estático. No obstante, la evidencia no es unánime. Mientras que las duraciones del estiramiento estático de 90 s han limitado el rendimiento del esprint (Sayers et al., 2008; Winchester et al., 2008), otros estudios con solo 20 s (Beckett et al., 2009) y 40 s (Chaouachi et al., 2008) de estiramiento para cada grupo muscular han reportado limitaciones en la RSA y el COD (Beckett et al., 2009) y el esprint (Chaouachi et al., 2008). En el presente estudio, no hubo ningún efecto dependiente de la duración porque no hubo ninguna diferencia significativa entre 30 s, 60 s o 90 s de estiramiento estático total (seguido de un estiramiento dinámico de 90s) sobre el rendimiento de la RSA y el COD. Sin embargo, hubo otros factores que también pudieron haber afectado estos resultados, como los posibles factores potenciales asociados al estiramiento dinámico (Behm y Chaouach, 2011). El estiramiento estático habitualmente no se realiza por separado y, por lo tanto, los efectos del mismo pueden estar influenciados por el estiramiento dinámico.

En el presente estudio, las diferentes duraciones de estiramiento estático se combinaron con 90 s de estiramiento dinámico. En contraste a la cantidad de estudios de limitaciones inducidas por el estiramiento estático, diversos protocolos de estiramiento dinámico han mostrado facilitar el posterior rendimiento (Manoel et al., 2008; Yamaguchi et al., 2007) de esprint (Little y Williams, 2006) y saltos explosivos (Holt y Lambourne, 2008; Hough et al., 2009; Pearce et al., 2009). La combinación del estiramiento estático y el estiramiento dinámico del presente estudio puede haber contrarrestado los posibles efectos negativos (i.e. estiramiento estático) y positivos (i.e. estiramiento dinámico). Fletcher y Anness (2007) combinaron los estiramientos estáticos pasivos combinados con estiramientos dinámicos activos y reportaron tiempos significativamente más lentos en el esprint de 50 metros. De manera similar, Young y Behm (2003) combinaron una variedad de protocolos que incluían una carrera de entrada en calor, estiramiento estático y saltos. Los resultados indicaron que la carrera de intensidad sub-máxima y los saltos de práctica tuvieron un efecto positivo, mientras que el estiramiento estático tuvo una influencia negativa sobre la fuerza explosiva y el rendimiento del salto. Young y Behm (2003) hicieron que sus participantes estiraran los cuádriceps y los flexores plantares durante 2 minutos cada uno hasta alcanzar un punto de disconformidad. La mayor intensidad y duración del estiramiento en comparación con el presente estudio pudieron haber contribuido a sus disminuciones. De hecho, Chaouachi et al. (2010) implementaron 8 protocolos de estiramiento, que incluyeron estiramientos estáticos y dinámicos, que se llevaron a cabo solos o combinados, y también alteraron la intensidad del estiramiento estático a un punto menor al discomfort o hasta llegar a este. Solo 1 de 56 interacciones de estiramiento estático y dinámico e intensidad del estiramiento mostró una diferencia significativa para el tiempo de esprint, y no hubo otras diferencias significativas sobre la intensidad del estiramiento estático o la secuencia del estiramiento estático y dinámico.

En el presente estudio los participantes estiraron hasta llegar a un punto de leve discomfort. Ha habido otra evidencia en la literatura para sugerir que un estiramiento de intensidad menor a la máxima podría no producir disminuciones inducidas por el estiramiento (Knudson et al., 2001; Knudson et al., 2004; Young et al., 2006). Young et al. (2006) modificaron el



volumen de estiramiento y en una condición los participantes estiraron hasta el 90% del punto de disconfort. Hallaron que dos minutos de estiramiento estático a una intensidad del 90% no tuvieron ningún efecto sobre la elevación concéntrica de la pantorrilla y la altura del salto vertical. Knudson et al., publicaron dos estudios (Knudson et al., 2001; Knudson et al., 2004) donde los participantes estiraban hasta llegar “justo antes” al punto de disconfort. Ningún estudio mostró disminuciones significativas en el rendimiento. Por el contrario, Behm y Kibele (2007) hallaron disminuciones inducidas por el estiramiento estático en el rendimiento del salto al estirar hasta llegar al punto de disconfort, como también al 50 y 75% del punto de disconfort.

**Tabla 2.** Efectos de las duraciones del estiramiento estático y dinámico combinados sobre el rendimiento en el test de capacidad para realizar sprints repetidos (RSA). Los valores son medias ( $\pm$  SEM)

	Condición 1 (10 s)	Condición 2 (20 s)	Condición 3 (30 s)
Tiempo más rápido (s)	3.32 (0.03)	3.33 (0.03)	3.33 (0.04)
Tiempo promedio (s)	3.42 (0.04)	3.43 (0.04)	3.43 (0.04)
Tiempo total (s)	20.49 (0.22)	20.58 (0.22)	20.56 (0.24)
Resultado del porcentaje de disminución (%)	2.87 (0.27)	2.98 (0.31)	2.95 (0.35)

**Tabla 3.** Efectos de las duraciones del estiramiento estático y dinámico combinados sobre el cambio de dirección (COD). Los valores son medias ( $\pm$  SEM).

	Condición 1 (10 s)	Condición 2 (20 s)	Condición 3 (30 s)
Tiempo más rápido (s)	6.26 (0.09)	6.22 (0.10)	6.15 (0.12)
Tiempo promedio (s)	6.41 (0.09)	6.41 (0.11)	6.31 (0.12)
Tiempo total (s)	38.47 (0.52)	38.47 (0.66)	37.86 (0.71)
Resultado del porcentaje de disminución (%)	2.39 (0.18)	3.09 (0.36)	2.56 (0.22)

No obstante, Fletcher y Anness (2007) reportaron tiempos de sprint afectados con una baja duración ( $3 \times 22$ s) e intensidad (hasta el punto de un leve disconfort) de estiramiento. El estudio de Fletcher y Anness utilizó velocistas mientras que el presente estudio utilizó estudiantes de educación física activos. Se podría esperar que la mayor complianza de un músculo estirado (Kokkonen et al., 1998) afecte de manera negativa a los velocistas de elite (Gleim et al., 1990; Winchester et al., 2008) en un mayor grado que a los estudiantes de educación física. El mayor sometimiento del músculo permitiría que la energía asociada al estiramiento se almacene durante un periodo de amortización más prolongado dentro del ciclo de estiramiento-acortamiento (Wilson et al., 1992). Se espera que los estudiantes de educación física que no son corredores de sprint competitivos tengan tiempos más largos de contacto con el suelo durante la carrera, lo que posiblemente podría sacar provecho de una unidad músculo-tendinosa más flexible. Por ejemplo, Wilson et al. (1992) reportaron incrementos del 5.4% en la sobrecarga del press de banca con rebote con mayor intervención del músculo. Una acción de press de banca tendría un periodo de amortización o tiempo de contacto/rebote con el pecho sustancial comparado con el tiempo de contacto del pie de los corredores de elite. Mientras que los corredores de elite pueden beneficiarse de una intervención menor (Fletcher y Anness, 2007; Gleim et al., 1990; Winchester, 2008) debido a sus breves tiempos de contacto con el suelo, los estudiantes de educación física de este estudio pueden haber experimentado limitaciones mínimas a partir del posible incremento en la intervención estática inducida por el estiramiento.

**Tabla 4.** Correlaciones entre los cambios agudos de la flexibilidad y los rendimientos de RSA/COD.

		<b>Condición 1 (10 s)</b>	<b>Condición 2 (20 s)</b>	<b>Condición 3 (30 s)</b>	<b>r media</b>
<b>RSA</b>	Tiempo más rápido (s)	-0.17	0.18	0.21	0.07
	Tiempo promedio (s)	-0.10	0.09	0.25	0.08
	Tiempo total (s)	-0.10	0.09	0.25	0.08
	Resultado del porcentaje de disminución (%)	0.19	-0.32	0.12	-0.01
<b>COD</b>	Tiempo más rápido (s)	0.21	-0.03	0.05	0.08
	Tiempo promedio (s)	0.20	-0.03	0.07	0.08
	Tiempo total (s)	0.20	-0.03	0.07	0.08
	Resultado del porcentaje de disminución (%)	-0.15	0.02	0.23	0.03

Por lo tanto, la ausencia de diferencias entre el estiramiento estático de corta y larga duración puede atribuirse a una nivelación de posibles disminuciones y facilidad asociada con el estiramiento estático y dinámico respectivamente. El alcance de las limitaciones inducidas por el estiramiento estático puede haber sido moderado por la intensidad (hasta el punto de leve disconfort) del estiramiento, como también por la utilización de estudiantes de educación física que no eran de elite (tiempos prolongados de contacto con el suelo en la carrera).

La ausencia de facilidad con la rutina de estiramiento combinada puede atribuirse a la duración relativamente corta del estiramiento dinámico. Se ha reportado que las duraciones más cortas (< 90 s) de estiramiento dinámico no afectan de manera negativa el rendimiento (Beedle et al., 2008; Samuel et al., 2008; Unick et al., 2005, mientras que las duraciones más largas de estiramiento dinámico tienden a proporcionar una facilidad mayor [12-15 min: (Pearce et al., 2009), 8 min: (Yamaguchi et al., 2007), 7 min: (Hough et al., 2009)]. Los 90s de estiramiento dinámico del presente estudio pueden no haber sido de la duración suficiente como para proporcionar facilidad o superar posibles efectos negativos del estiramiento estático.

Una mayor duración del estiramiento en el presente estudio proporcionó un resultado mayor en el test de sentarse y alcanzar. Estos hallazgos concuerdan con otros estudios que han reportado mayor ROM con 15 s contra 5 s (Roberts y Wilson, 1999) y 30 s proporcionaron mayor ROM que 15 s (Bandy y Irion, 1994). Los resultados del test de sentarse y alcanzar continuaron aumentando después de las pruebas de RSA y COD. La mayor flexibilidad después de la RSA y el COD podría atribuirse a un mayor incremento en la temperatura del músculo, que colabora a un mayor aumento de la extensibilidad muscular (Bishop, 2003). Además, algunos estudios indicaron que el estiramiento dinámico proporciona incrementos agudos similares en la flexibilidad estática como en el estiramiento estático (Beedle y Mann, 2007; Herman y Smith, 2008). Es importante destacar que las pruebas previas de sentarse y alcanzar también pudieron haber contribuido con los mayores resultados en la flexibilidad en los rendimientos posteriores a la entrada en calor y posteriores a RSA/COD.

## CONCLUSIÓN

La combinación de diferentes duraciones de estiramiento estático y estiramiento dinámico en el presente estudio no afectó de manera negativa ni facilitó el rendimiento en la RSA o el COD. No hubo ningún efecto dependiente de la duración con el estiramiento estático de 30 s, 60 s o 90 s, dando como resultado rendimientos similares en la RSA y el COD. Hubo un efecto dependiente de la duración sobre los resultados de la prueba de sentarse y alcanzar con duraciones totales más largas de estiramiento combinado, que proporcionaron una mayor flexibilidad (90 s > 60 s > 30 s). La ausencia de limitaciones o facilidad en los rendimientos de la RSA y el COD podría atribuirse a una nivelación de posibles limitaciones inducidas por el estiramiento estático con una posible facilidad inducida por el estiramiento dinámico. Por otro lado, la duración relativamente corta del estiramiento ( $\leq 90$  s) combinado con el estiramiento hasta llegar al punto de una leve disconformidad puede no haber generado limitaciones en el rendimiento. De manera similar, es posible que la corta duración del estiramiento dinámico no haya proporcionado el suficiente estímulo para generar una facilidad en el rendimiento.

### Puntos Clave

- La duración del estiramiento estático y dinámico combinado tuvo un efecto positivo sobre la flexibilidad con

resultados en la prueba de sentarse y alcanzar del 36.3% y 85.6% mayores con las condiciones de estiramiento estático de 60 s y 90 s respectivamente que con la condición de 30 s ( $p \leq 0.001$ ).

- No hubo diferencias significativas en la RSA y el COD entre las tres condiciones de estiramiento.
- La ausencia de cambio en la RSA y el COD podría atribuirse a una nivelación de los efectos del estiramiento estático y dinámico.
- Es posible que el estiramiento estático de corta duración ( $\leq 90$  s) no haya proporcionado el estímulo suficiente para generar limitaciones en el rendimiento.

## REFERENCIAS

1. Avela, J., Finni, T., Liikavainio, T., Niemela, E. and Komi, P.V (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
2. Bacurau, R.F., Monteiro, G.A., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., Cabral, L. F. and Aoki, M.S (2009). Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *The Journal Strength and Conditioning Research* 23, 304-308
3. Bandy, W.D. and Irion, J.M (1994). The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstrings muscles. *Physical Therapy* 74, 845-850
4. Bandy, W.D., Irion, J.M. and Briggler, M (1998). The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 27, 295-300
5. Beckett, J.R., Schneiker, K.T., Wallman, K.E., Dawson, B.T. and Guelfi, K.J (2009). Effects of static stretching on repeated esprint and change of direction performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 41, 444-450
6. Beedle, B.B. and Mann, C.L (2007). A comparison of two warm-ups on joint range of motion. *The Journal Strength and Conditioning Research* 21, 776-779
7. Beedle, B., Rytter, S.J., Healy, R.C. and Ward, T.R (2008). Pretesting static and dynamic stretching does not affect maximal strength. *The Journal Strength and Conditioning Research* 22, 1838-1843
8. Behm, D.G., Bambury, A., Cahill, F. and Power, K (2004). Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 36, 1397-1402
9. Behm, D.G., Button, D.C. and Butt, J.C (2001). Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Canadian Journal of Applied Physiology* 26, 261-272
10. Behm, D.G. and Chaouachi, A (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European Journal of Applied Physiology*, in press
11. Behm, D.G. and Kibele, A (2007). Effects of differing intensities of static stretching on jump performance. *European Journal of Applied Physiology* 101, 587-594
12. Bishop, D (2003). Warm up II: performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Medicine* 33, 483-398
13. Bishop, D., Spencer, M., Duffield, R. and Lawrence, S (2001). The validity of a repeated esprint ability test. *Journal of Science and Medicine in Sport* 4, 19-29
14. Canadian Society for Exercise Physiology (2003). The Canadian Physical Activity, Fitness and Lifestyle Approach. 3rd edition. *Health Canada Publishers: Ottawa, Ontario*. 12-63
15. Chan, S.P., Hong, Y. and Robinson, P.D (2001). Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 11, 81-86
16. Chaouachi, A., Castagna, C., Chtara, C., Brugheilly, M., Galy, O., Chamari, K. and Behm, D.G (2010). Effects of warm-ups involving static or dynamic stretching on agility, esprinting and jumping performance in trained individuals. *The Journal Strength and Conditioning Research* 24, 2001-2011
17. Chaouachi, A., Chamari, K., Wong, P., Castagna, C., Chaouachi, M., Moussa-Chamari, I. and Behm, D. G (2008). Stretch and esprint training reduces stretch-induced esprint performance deficits in 13- to 15- year-old youth. *European Journal of Applied Physiology* 104, 513-522
18. Christensen, B.K. and Nordstrom, B.J (2008). The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation and dynamic stretching techniques on vertical jump performance. *The Journal Strength and Conditioning Research* 22, 1826-1831
19. Cramer, J.T., Housh, T.J., Weir, J.P., Johnson, G.O., Coburn, J.W. and Beck, T.W (2005). The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. *European Journal of Applied Physiology* 93, 530-539
20. Davis, D.S., Ashby, P.E., McHale, K.L., McQuain, J.A. and Wine, J.M (2005). The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *The Journal Strength and Conditioning Research* 19, 27-32
21. Dintiman, G. and Ward, B (2003). Sport Speed. 3rd edition. *Human Kinetics Publishers, Windsor Ontario*. 231-257
22. Ebben, W.P. and Blackard, D.O (2001). Strength and conditioning practices of National Football League strength and conditioning coaches. *The Journal Strength and Conditioning Research* 15, 48-58
23. Ebben, W.P., Carroll, R.M. and Simenz, C.J (2004). Strength and conditioning practices of National Hockey League strength and conditioning coaches. *The Journal Strength and Conditioning Research* 18, 889-897
24. Ebben, W.P., Hintz, M.J. and Simenz, C. (2005). Strength and conditioning practices of Major League Baseball strength and conditioning coaches. *The Journal Strength and Conditioning Research* 19, 538-546
25. Fletcher, I.M. and Anness, R (2007). The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty-meter esprint

- performance in track-and-field athletes. *The Journal Strength and Conditioning Research* 21, 784-787
26. Fowles, J.R., Sale, D.G. and MacDougall J.D (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantar flexors. *Journal of Applied Physiology* 89, 1179-1188
  27. Glaister, M (2008). Multiple-esprint work: methodological, physiological, and experimental issues. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 3, 107-112.
  28. Glaister, M., Howatson, G., Pattison, J.R. and McInnes, G (2008). The reliability and validity of fatigue measures during multiple-esprint work: an issue revisited. *The Journal Strength and Conditioning Research* 22,1597-1601
  29. Gleim, G.W., Stachenfeld, N.S. and Nicholas, J.A (1990). The influence of flexibility on the economy of walking and jogging. *Journal of orthopaedic research* 8, 814-823
  30. Hayes, P.R. and Walker, A (2007). Pre-exercise stretching does not impact upon running economy. *The Journal Strength and Conditioning Research* 21, 1227-1232
  31. Herman, S.L. and Smith, D.T (2008). Four-week dynamic stretching warm-up intervention elicits longer-term performance benefits. *The Journal Strength and Conditioning Research* 22, 1286-1297
  32. Hopkins, W.G (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine* 30, 1-15
  33. Holt, B.W. and Lambourne, K (2008). The impact of different warm-up protocols on vertical jump performance in male collegiate athletes. *The Journal Strength and Conditioning Research* 22, 226-229
  34. Hough, P.A., Ross, E.Z., and Howatson, G (2009). Effects of dynamic and static stretching on vertical jump performance and electromyographic activity. *The Journal Strength and Conditioning Research* 23, 507-512
  35. Knudson, D., Bennett, K., Corn, R., leick, D. and Smith, C (2001). Acute effects of stretching are not evident in the kinematics of the vertical jump. *The Journal Strength and Conditioning Research* 15, 98-101
  36. Knudson, D.V., Noffal, G.J., Bahamonde, R.E., Bauer, J.A. and Blackwell, J.R (2004). Stretching has no effect on tennis serve performance. *The Journal Strength and Conditioning Research* 18, 654-656
  37. Kokkonen, J., Nelson, A. G. and Cornwell, A (1998). Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 69, 411-415
  38. Little, T. and Williams, A.G (2006). Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. *The Journal Strength and Conditioning Research* 20, 203-207
  39. Manoel, M.E., Harris-Love, M.O., Danoff, J.V. and Miller, T.A (2008). Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. *The Journal Strength and Conditioning Research* 22, 1528-1534
  40. Nelson, A.G., Driscoll, N.M., Landin, D.K., Young, M.A. and Schexnayder, I.C (2005). Acute effects of passive muscle stretching on esprint performance. *Journal of Sports Sciences* 23, 449-454
  41. Ogura, Y., Miyahara, Y., Naito, H., Katamoto, S. and Aoki, J (2007). Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles. *The Journal Strength and Conditioning Research* 21, 788-792
  42. Pearce, A.J., Kidgell, D.J., Zois, J. and Carlson, J. (2009). Effects of secondary warm up following stretching. *European Journal of Applied Physiology* 105, 175-183
  43. Power, K., Behm, D., Cahill, F., Carroll, M., and Young, W (2004). An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Medicine & Science in Sports and Exercise* 36, 1389-1396
  44. Pyne, D.B., Saunders, P.U., Montgomery, P.G., Hewitt, A.J. and Sheehan, K (2008). Relationships between repeated esprint testing, speed, and endurance. *The Journal Strength and Conditioning Research* 22, 1633-1637
  45. Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S. M., Ferrari, B.D., Sassi, R. and Impellizzeri, F.M (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International Journal of Sports Medicine* 28, 228-235
  46. Reilly, T., Williams, A.M., Nevill, A. and Franks, A (2000). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *Journal of Sports Sciences* 18, 695-702
  47. Roberts, J.M. and Wilson, K (1999). Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. *British Journal of Sports Medicine* 33, 259-263
  48. Samuel, M.N., Holcomb, W.R., Guadagnoli, M.A., Rubley, M.D. and Wallmann, H (2008). Acute effects of static and ballistic stretching on measures of strength and power. *The Journal Strength and Conditioning Research* 22, 1422-1428
  49. Sayers, A.L., Farley, R.S., Fuller, D.K., Jubenville, C.B. and Caputo, J.L (2008). The effect of static stretching on phases of esprint performance in elite soccer players. *The Journal Strength and Conditioning Research* 22, 1416-1421
  50. Siatras, T.A., Mittas, V.P., Mameletzi, D.N., and Vamvakoudis, E.A (2008). The duration of the inhibitory effects with static stretching on quadriceps peak torque production. *The Journal Strength and Conditioning Research* 22, 40-46
  51. Simenz, C.J., Dugan, C.A. and Ebben, W.P (2005). Strength and conditioning practices of National Basketball Association strength and conditioning coaches. *The Journal Strength and Conditioning Research* 19, 495-504
  52. Torres, E.M., Kraemer, W.J., Vingren, J.L., Volek, J.S., Hatfield, D.L., Spiering, B.A., Ho, J.Y., Fragala, M.S., Thomas, G.A., Anderson, J.M., Hakkinen, K. and Maresch, C.M (2008). Effects of stretching on upper body muscular performance. *The Journal Strength and Conditioning Research* 22, 1279-1285
  53. Unick, J., Kieffer, H.S., Cheesman, W. and Feeney, A (2005). The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *The Journal Strength and Conditioning Research* 19, 206-212
  54. Vetter, R.E (2007). Effects of six warm-up protocols on esprint and jump performance. *The Journal Strength and Conditioning Research* 21, 819-823
  55. Wallmann, H.W., Mercer, J.A. and Landers, M.R (2008). Surface electromyographic assessment of the effect of dynamic activity and dynamic activity with static stretching of the gastrocnemius on vertical jump performance. *The Journal Strength and Conditioning Research* 22, 787-793
  56. Wilson, G., Elliot, B. and Wood, G (1992). Stretching shorten cycle performance enhancement through flexibility training. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 24, 116-123

57. Winchester, J.B., Nelson, A.G. and Kokkonen, J (2009). A single 30-s stretch is sufficient to inhibit maximal voluntary strength. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 80, 257-261
58. Winchester, J.B., Nelson, A.G., Landin, D., Young, M.A. and Schexnayder, I.C (2008). Static stretching impairs sprint performance in collegiate track and field athletes. *The Journal Strength and Conditioning Research* 22, 13-19
59. Yamaguchi, T., Ishii, K., Yamanaka, M, and Yasuda, K (2007). Acute effects of dynamic stretching exercise on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. *The Journal Strength and Conditioning Research* 21, 1238-1244
60. Young, W., Elias, G. and Power, J (2006). Effects of static stretching volume and intensity on plantar flexor explosive force production and range of motion. *The Journal of Sports Medicine and Physical fitness* 46, 403-411
61. Young, W.B. and Behm, D.G (2003). Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical fitness* 43, 21-27

### **Cita Original**

Del P. Wong, Anis Chaouachi, Patrick W.C. Lau and David G. Behm (2011). Short Durations of Static Stretching when Combined with Dynamic Stretching Do Not Impair Repeated Sprints and Agility. *Journal of Sports Science and Medicine* 10, 408 - 416