

## ACERCAMIENTO AL ENIGMA EMPÍRICO DEL USO DE ESTIRAMIENTO ESTÁTICO EN EL CALENTAMIENTO

<sup>1</sup>Andrade, D.C., <sup>2</sup>Oyarzún, K. (david.andrade@uantof.cl)

<sup>1</sup>Celular Physiology Laboratory, Biomedical Department, Faculty of Health Sciences, Universidad de Antofagasta, Chile.

<sup>2</sup>Departamento de Educación. Universidad de Antofagasta, Chile.

Recibido: enero, 2013; Aceptado: mayo, 2013.

### RESUMEN

Tradicionalmente, el calentamiento incluye ejercicio aeróbico de baja intensidad seguido de estiramiento estático. Sin embargo, actualmente este dogma ha ido cambiando. En esta pequeña revisión se darán a conocer una serie de investigaciones que han evidenciado incrementos y/o desmedros del rendimiento tras la utilización de diferentes protocolos de calentamiento, manipulando tanto la flexibilidad estática como dinámica. Según la evidencia, la flexibilidad dinámica sería recomendada para actividades en donde la potencia y fuerza muscular es relevante. Por otro lado, la flexibilidad estática no sería recomendada para este tipo de actividades, pero si en donde el rango de movimiento es importante. **PALABRAS CLAVES:** calentamiento; estiramiento dinámico; estiramiento estático.

### ABSTRACT

Traditionally, warm-up includes low-intensity aerobic exercise followed by static stretching. Currently, however, this dogma has been changed. In this brief review will be announced a series of investigations that have shown performance increases and decreases after using different warm-up protocols, manipulating both static and dynamic flexibility. According to the evidence, dynamic flexibility is recommended for activities where power and muscle strength is relevant. Furthermore, static flexibility would not be recommended for this type of activity, but where the range of movement is important. **KEY WORDS:** warm-up; dynamic stretching; static stretching.

### INTRODUCCIÓN

El calentamiento (tradicionalmente incluye ejercicio aeróbico de baja intensidad y estiramiento estático (SS del inglés *static stretch*) (Faigenbaum et al., 2005, Thompsen et al., 2007)) es una actividad común previo a un evento competitivo o recreativo (McMillian et al., 2006, Ce et al., 2008, Holt and Lambourne, 2008, Needham et al., 2009), que se utiliza con el objetivo de incrementar el rendimiento en la performance (Jaggers et al., 2008, Thompsen et al., 2007), planteándose que éste podría ser dependiente del calentamiento (Franco et al., 2008). Sin embargo, el efecto de este tipo de protocolos ha sido estudiado mínimamente (Vetter, 2007), observándose una escases de evidencia empírica (Church et al., 2001, McMillian et al., 2006). Por otro lado, el SS es una práctica omnipresente en las actividades de calentamiento (Gelen, 2010, Samuel et al., 2008, Little and Williams, 2006, Koch et al., 2003, Church et al., 2001), ya que existiría una creencia preconcebida de que estos podrían elevar la performance de forma aguda y reducir el riesgo de lesión (Gelen, 2010, Bacurau et al., 2009, Samuel et al., 2008, Robbins and Scheuermann, 2008, Murphy et al., 2003, Schilling and Stone, 2000, Church et al., 2001, Koch et al., 2003, Unick et al., 2005). Este tema ha sido de un amplio debate (Ce et al., 2008, Murphy et al., 2003), esbozándose que deberían estudiarse objetivamente sus potenciales beneficios (Costa et al., 2009), porque evidencia

científica convincente que documente una reducción del riesgo de lesión y un incremento de la performance a través del SS (uno de los componentes del calentamiento) es limitada (Faigenbaum et al., 2005). Contrario a la anterior creencia, se ha evidenciado que el SS podría ser un sesgo para el rendimiento, en actividades en donde se requiera una elevada potencia muscular (Church et al., 2001, Faigenbaum et al., 2005, Thompsen et al., 2007, Vetter, 2007, Robbins and Scheuermann, 2008, Sayers et al., 2008, Siatras et al., 2008, Hough et al., 2009, Needham et al., 2009, Bacurau et al., 2009, Gelen, 2010, La Torre et al., 2010). Planteando así, un desacuerdo (Manoel et al., 2008) y por ende un dilema entre aceptar o no el dogma de la flexibilidad (aumento del rendimiento y disminución del riesgo de lesión) (Manoel et al., 2008), tomando en consideración que cuando un deporte es competitivo sus demandas de rendimiento aumentan (Weber et al., 2008). Por lo tanto, el calentamiento y sus componentes no deberían banalizarse (Unick et al., 2005). Además, se ha expuesto que los procedimientos de calentamiento son usualmente basados en experiencias de ensayo y error por parte de los atletas o entrenadores, más que en estudios científicos (Fradkin et al., 2010). No obstante, se ha propuesto que existiría una amplia gama de protocolos de calentamiento (Chiu et al., 2003, McMillian et al., 2006) y estiramientos (Schilling and Stone, 2000) lo cual podría dificultar su potencial comparación.

Sumado a lo anteriormente planteado, se ha postulado que muchos deportistas que presentan una alta demanda de fuerza explosiva utilizan acciones musculares excéntricas, isométricas (Hilfiker et al., 2007) o ejercicios específicos del deporte con cargas bajas o a bajas velocidades (Schilling and Stone, 2000) después del calentamiento, como inmediata preparación a una competencia (Hilfiker et al., 2007). Una investigación demostró que un calentamiento específico puede ser beneficioso para el salto vertical (CMJ) (Burkett et al., 2005) y por ende, pareciera ser que cada protocolo de calentamiento debería ser específico de cada deporte (Thompsen et al., 2007, Schilling and Stone, 2000) o a las demandas fisiológicas impuestas (Chiu et al., 2003).

## **EL CALENTAMIENTO**

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (1998) luego de una extensa revisión literaria generó una serie de recomendaciones, las cuales son: que un programa de estiramiento general con ejercicios que utilicen grandes grupos musculares/tendón, deberían ser desarrollados utilizando técnicas estáticas, balísticas o facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF del inglés *proprioceptive neuromuscular facilitation*) modificado; el SS debería ser mantenido de 10 a 30 segundos, mientras que las técnicas de PNF deberían incluir 6 segundos de contracción, seguido por 10 a 30 segundos de asistencia estática; alrededor de 4 repeticiones por grupo muscular; y que debieran ser completadas por un mínimo de 2-3 d·wk<sup>-1</sup> (1998). A pesar de estas recomendaciones, la literatura es diversa con respecto a la incorporación de regímenes de flexibilidad en el calentamiento.

Por otro lado, un meta-análisis integró estudios que examinaron los resultados de diferentes protocolos de calentamiento sobre la performance física, estudios que fueron recolectados, a través de Medline (1966 a abril de 2008), SPORTDiscus (1966 a abril de 2008) y PubMed (1966 a abril de 2008). Luego del análisis, se determinó que un 79% de los estudios mostraban un incremento luego de aplicar algún protocolo de calentamiento, 3% no evidenciaron cambios y un 17% de los estudios mostraron desmedros del rendimiento en diferentes variables (saltar, nadar, lanzar, etc.) (Fradkin et al., 2010), sin embargo, por los criterios de exclusión, solo se realizó el meta-análisis con 32 investigaciones, lo cual puede limitar los resultados de este análisis. Además, solo se tomó como referente el impacto agudo sobre el rendimiento físico, no así el tipo de calentamiento, ni sus componentes.

## **DETERIORO DEL RENDIMIENTO LUEGO DE UTILIZAR ALGÚN PROTOCOLO DE FLEXIBILIDAD EN EL CALENTAMIENTO.**

El deterioro del rendimiento como consecuencia de la incorporación de flexibilidad ha sido evidenciado en múltiples investigaciones. Así, cuarenta mujeres participaron de un estudio en donde se aplicó un protocolo de calentamiento general + SS, calentamiento general + PNF y solo calentamiento general. Se observó una disminución significativa del PNF en salto en comparación con los demás protocolos. No se observaron diferencias significativas en flexibilidad (Church et al., 2001).

Del mismo modo, en 2005 Faigenbaum et al., aplicó diferentes protocolos de calentamiento (calentamiento + SS, ejercicios dinámicos y ejercicios dinámicos + 3 saltos con caída (cajones de 15cm)). La carrera lanzada y el salto vertical descendieron significativamente después del protocolo que utilizaba SS, en comparación con los demás protocolos. El salto largo fue significativamente más bajo en el protocolo que utilizó SS en comparación con el que utilizó ejercicios dinámicos y saltos con caída. Al igual que en la investigación anterior no se observaron diferencias en flexibilidad, dejando en entredicho que la SS presentaría mejores beneficios en el rango de movimiento que la flexibilidad dinámica (Bacurau et al., 2009).

Otra investigación sometió a diez y seis mujeres a 3 protocolos de calentamiento con y sin chaleco con peso. La performance en salto vertical y salto largo se incrementó un 53% y 5,4% respectivamente, para un grupo que calentó con un chaleco lastrado (10% del peso corporal), comparado con un grupo que calentó con ejercicio aeróbico de baja intensidad y SS. La performance en salto largo fue un 2,5% mayor en el grupo que calentó con ejercicios dinámicos y saltos con peso (10% del peso corporal), en comparación con un grupo que calentó de forma dinámica y que realizó saltos sin peso (Thompson et al., 2007). Este estudio presenta la limitante del tipo de diseño utilizado, ya que por este no se puede atribuir la disminución al SS o al ejercicio aeróbico de baja intensidad.

En la misma línea en 2007 Vetter comparó 6 protocolos de calentamiento, en cual evaluó 30-m de sprint y salto en contra movimiento (CMJ del inglés *countermovement jump*) en un grupo de 26 sujetos. Se observó una tendencia general a la reducción en CMJ en el siguiente orden de protocolos de calentamiento: Caminar con correr (WR del inglés *walk and run*); WR con ejercicios de saltos pequeños; WR con estiramiento dinámico (DS del inglés *dynamic stretch*) activo con saltos pequeños; WR con DS; WR con SS con saltos pequeños; WR con SS. En análisis de comparación mostró que el WR produjo incrementos más elevados que el WR con SS ( $p = 0,003$ ) y el WR con DS activo con saltos pequeños produjo incrementos más elevados que el WR con SS ( $p = 0,003$ ). No hubo diferencia significativa en el test de 30-metros de sprint. En esta investigación, se puede evidenciar que un protocolo de calentamiento puede producir efectos diferentes en dependencia del test aplicado.

Robbins y Scheuermann, en 2008 llevaron a cabo una investigación en donde solo se modificó la cantidad de series de SS realizadas (15 segundos en serie). El post del tratamiento con 6 series fue significativamente más bajo en el test de salto vertical que el pre con 6 series, pre con 4 series, pre con 2 series y el pre que no estiro ( $p < 0,05$ ). No se observaron otras diferencias significativas. Este estudio evidenció que el número de series también puede afectar el rendimiento post un protocolo de flexibilidad.

Otra investigación sometió a veinte sujetos a SS y no estiramiento (NS del inglés *not stretch*). Los resultados revelaron que hubo una diferencia significativa en aceleración ( $p < 0,0167$ ), velocidad máxima ( $p < 0,0167$ ) y sprint en general ( $p < 0,0167$ ) entre la condición de SS y NS (Sayers et al., 2008). Los autores concluyeron que según la evidencia, el SS puede ejercer un efecto negativo en la performance en sprint y debería no ser incluido como parte de una rutina de preparación para actividades físicas que requieren carreras de sprint (Sayers et al., 2008).

Siatras et al., (2008) sometieron a cincuenta varones voluntarios estudiantes de educación física a 5 tiempos diferentes de SS (0, 10, 20, 30 y 60 segundos). Se observó un incremento significativo ( $p = 0,001$ ) en la flexibilidad de la articulación de rodilla y descensos significativos en la producción de torque pico isométrico e isokinético ( $p = 0,001$ ), solo después de 30 y 60 segundos de SS de cuádriceps, además se observaron descensos significativos en la velocidad angular ( $p < 0,05$ ). Los autores concluyeron que un SS que tenga una duración superior a 30 o 60 segundos, podría producir un descenso del pico máximo de torque isométrico e isokinético y por el contrario, los tiempo de 0, 10 o 20 segundos de flexibilidad no producirían cambios significativos (Siatras et al., 2008).

Otra investigación sometió a doce varones sanos a un protocolo de SS, DS y NS. Los resultados indicaron que hubo una disminución significativa en la altura del salto después del SS vs el NS ( $p < 0,05$ ), y significativamente mayor en el DS vs el SS ( $p < 0,05$ ). En la amplitud de la electromiografía, el DS fue significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) vs el SS. Sin embargo, el SS no disminuye de forma significativa la amplitud electromiográfica. Los resultados indicaron que el SS puede tener una influencia negativa en la performance de salto vertical y el DS podría incrementar el rendimiento (Hough et al., 2009).

En 2009 Needham et al., sometieron a veinte jóvenes jugadores de futbol de elite a diferentes protocolos de calentamiento; SS, DS y DS + 8 sentadillas con el 20% del peso corporal. Se midió salto vertical, carrera de 10 y 20-m a los 0, 3 y 6 minutos de terminados los protocolos de calentamiento. Se observó un incremento significativo en el salto vertical por parte del grupo DS + 8 sentadillas vs los demás protocolos a los 0, 3 y 6 minutos. No se observó diferencia entre el DS y SS en salto vertical a los 0, 3 y 6 minutos. En 10 y 20-m se observó un incremento significativo en los grupos DS, y DS + 8 sentadillas vs SS, a los 0, 3 y 6. Esta investigación entrega un enfoque diferente a otras más comunes, ya que además de estudiar el efecto agudo, también lo estudia en el tiempo.

Otro estudio sometió a catorce mujeres físicamente activas a un protocolo de NS, otro a estiramiento balístico y SS. Los resultados evidenciaron un descenso de la fuerza máxima después del SS, pero el estiramiento balístico no se vio afectado, presentando una diferencia significativa entre SS y balístico y del SS con el control. Adicionalmente, el SS produjo un gran aumento de la flexibilidad, en comparación con el estiramiento balístico. Sin embargo, el estiramiento balístico también incrementó en sentarse y alcanzar (Bacurau et al., 2009).

Veinte y seis jugadores de la liga profesional de futbol de Turquía, fueron sometidos a 4 protocolos de calentamiento (método A: 5 minutos de ejercicio aeróbico de baja intensidad, se descansan 5 minutos; método B: 5 minutos de ejercicio aeróbico de baja intensidad, seguido de 10 minutos de SS; método C: 5 minutos de ejercicio aeróbico de baja intensidad; seguido de 12 ejercicios de calentamiento dinámico por 10 minutos; método D: consiste en la combinación del método B y C), los cuales fueron llevados a cabo en días no consecutivos. Los test aplicados fueron específicos del deporte (sprint, dribbleo de lado a lado, y test de patear un penal). El método A y C fueron superiores en los 3 test vs el método B. Entre el método D y A no se observaron diferencias significativas. Los autores concluyen que el SS no sería beneficioso para el rendimiento en los test aplicados. Por otro lado, los ejercicios dinámicos podrían ser beneficiosos para el rendimiento (Gelen, 2010).

La Torre et al., (2010) sometieron a diez y siete varones físicamente activos, a diferentes protocolos de calentamiento (después de 8 minutos de trote son asignados a una condición control o SS), seguido de un test de SJ a diferentes ángulos de rodilla (50°, 70°, 90° y 110°). En cada ángulo se realizan 2 pruebas de SJ. Se observó que a mayor ángulo de rodilla mayor altura de salto en ambas condiciones. Sin embargo, la condición de SS es significativamente más baja. El pico de fuerza descendió significativamente cuando se incrementó el ángulo de la rodilla en ambas condiciones. El pico de fuerza fue significativamente más bajo en la condición control, específicamente a 50° y 90°.

La máxima aceleración descendió cuando la articulación de la rodilla aumentó en ambas condiciones. Pero solo es significativamente más baja a 50° en la condición SS.

Las investigaciones presentadas en este apartado poseen algunas consideraciones metodológicas que pueden limitar sus resultados, como por ejemplo el no utilizar grupo control (Faigenbaum et al., 2005, Thompsen et al., 2007, Needham et al., 2009) y el no fiscalizar el tiempo que transcurre entre que finaliza el protocolo de calentamiento e inicia el test (Siatras et al., 2008). Sumado a esto, un meta análisis durante una extensa búsqueda bibliográfica encontró 2.355 estudios, sin embargo solo 32 estudios pudieron ser analizados, ya que los demás presentaron un bajo nivel metodológico (Fradkin et al., 2010).

Las posibles explicaciones del desmedro del rendimiento aun no serían claras (Gelen, 2010, Holt and Lambourne, 2008). No obstante, se ha postulado que la disminución de la performance post un protocolo de estiramiento puede tener explicaciones estructurales y neuromusculares (Ce et al., 2008, Sayers et al., 2008, Little and Williams, 2006, Schilling and Stone, 2000), entre ellas que los componentes elásticos en serie podrían ser estirados, impidiendo la pre-activación muscular tendinosa, inhibiendo la potenciación mio-elástica (Sayers et al., 2008) y como posible consecuencia, la disminución del stiffness muscular (Schilling and Stone, 2000, Church et al., 2001, Faigenbaum et al., 2005, Thompsen et al., 2007), lo cual puede alterar la generación de fuerza característica del musculo (Koch et al., 2003, Church et al., 2001).

## **INCREMENTO O NEUTRALIDAD EN EL RENDIMIENTO LUEGO DE UTILIZAR ALGÚN PROTOCOLO DE FLEXIBILIDAD**

A pesar de que la evidencia empírica en general recomienda el no utilizar específicamente SS, la literatura es diversa y existirían investigaciones que indicarían que la utilización de protocolos de SS no afectaría el rendimiento o que incluso podría aumentarlo. En el presente apartado se presentarán una serie de investigaciones en orden cronológico, en donde el rendimiento se ha mantenido o incluso ha aumentado tras la incorporación de regímenes de calentamiento que incluyeron SS. Así, un estudio comparó diferentes protocolos de calentamiento, que consistieron en elevada fuerza (alto % de 1RM), elevada potencia (bajo % de 1RM), SS y no calentamiento. Los test aplicados fueron salto longitudinal a pies juntos y 1RM en sentadilla. No se observaron diferencias con respecto al tipo de calentamiento utilizado en comparación con la condición control (Koch et al., 2003).

En otra investigación veinte y nueve varones jugadores de futbol fueron sometidos a 4 protocolos diferentes de calentamiento: saltos sub-máximos, saltos con peso, SS, y no calienta. Se aplicó 3 intentos de CMJ. Los resultados indicaron que el calentamiento que utilizó saltos con peso fue significativamente superior a los restantes, además entre los demás protocolos no se observaron diferencias (Burkett et al., 2005). Aquí se puede apreciar que a pesar de que un protocolo fue superior, la utilización de flexibilidad no presentó una diferencia significativa en comparación con saltos sub máximos y una condición control.

En 2005 Unick et al., sometieron a diez y seis mujeres entrenadas en basquetbol a diferentes protocolos de calentamiento; SS, DS y NS (pre test). Los test aplicados fueron de salto vertical y flexibilidad. No se observaron diferencias significativas en ninguna variable.

Once varones sanos, se sometieron a un estudio que tuvo como propósito el dilucidar el efecto del SS por 30 segundos, DS y NS en la performance muscular. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre la potencia de extensión de piernas, después del SS y después del NS. Por otro lado, la potencia de extensión de piernas después del DS, fue significativamente mayor que el NS ( $p < 0,01$ ) (Yamaguchi and Ishii, 2005). Los autores concluyeron que el SS por 30

segundos, no incrementaría ni tampoco reduciría la performance muscular. Sin embargo, el DS aumentaría la performance muscular (Yamaguchi and Ishii, 2005).

Otro estudio llevado a cabo por Little y Williams (2006), en donde se sometieron a diez y ocho jugadores de futbol a 3 protocolos diferentes de calentamiento, en donde solo se modificó la flexibilidad (DS, SS, y NS). No se observaron diferencias significativas con respecto al test de salto vertical. Por otro lado, el grupo DS incrementó su rendimiento en sprint de 10 metros. En el test de agilidad, el grupo DS incrementó su rendimiento vs los grupos que realizaron SS y NS.

Treinta cadetes de la Academia Militar de Estados Unidos miembros de los equipos de rugby, lacrosse o fuerza y acondicionamiento, fueron sometidos a 3 protocolos de calentamiento (dinámico, SS y no calentamiento). No se observaron diferencias significativas entre el grupo que realizó el calentamiento con SS y el grupo que no calentó en el test de lanzamiento de balón medicinal y el test de agilidad. Además, el grupo que realizó el calentamiento con SS presento una diferencia estadísticamente significativa con el grupo que no estiro en el test de 5 saltos repetidos (5BJ). Por último, el grupo que calentó de forma dinámica presentó diferencias estadísticamente significativas vs los demás grupos (McMillian et al., 2006).

Otro estudio sometió a sesenta y ocho (36 hombres y 32 mujeres) sujetos deportistas de la NCAA a 3 condiciones diferentes de calentamiento, las cuales fueron: 600-m de correr, 600-m de correr más DS y 600-m de correr más estiramiento con PNF. Los resultados del estudio mostraron que no hubo un efecto significativo en el test de salto vertical (CMJ), entre los 3 procedimientos de calentamiento (Christensen and Nordstrom, 2008). No obstante, en esta investigación no se utilizó SS y además, se puede observar que no hubo una diferencia significativa entre los protocolos de calentamiento.

Franco et al., (2008) llevaron a cabo dos experimentos. El experimento 1 consistió en no modificar el número de repeticiones (SS), sino solo las series (9 varones); el experimento 2 consistió en no modificar las series (SS), sino las repeticiones (15 varones), además de un grupo que realizo PNF. No se observaron efectos significativos con respecto al número de series en el endurance muscular, al comparar el número de series y la performance global en el experimento 1. Sin embargo, se observa una reducción significativa en cuanto a la duración de las series y el PNF en el número de repeticiones. La performance más baja se observó en el PNF, en comparación con los demás protocolos (NS, y diferentes número de repeticiones (SS)). Además, se observó que la duración del PNF se relacionó con el descenso en la performance.

Otro estudio sometió a sesenta y cuatro sujetos a 4 diferentes protocolos de calentamiento. Se realizó un calentamiento general, y luego los sujetos fueron divididos al azar a diferentes grupos (1. Calentamiento dinámico; 2. DS; 3. SS; y 4. No estira). Los resultados indicaron que existió diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre los protocolos de calentamiento, en donde el SS presentó la menor media entre los grupos post test (Holt and Lambourne, 2008), sin embargo, todos los grupos incrementaron su rendimiento.

Doce mujeres recreacionalmente activas fueron sometidas a 4 tipos de estiramiento (SS, DS, PNF y NS). La potencia máxima en extensión de rodilla se midió a  $60^{\circ}\cdot s^{-1}$  y a  $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ . Se realizaron 3 esfuerzos máximos en cada velocidad. Los resultados indicaron que ninguno de los protocolos de calentamiento produjo un descenso del rendimiento en potencia máxima. El DS produjo un incremento % en el pico de extensión de rodilla a las dos velocidades en comparación con los protocolos de SS y PNF (Manoel et al., 2008). Los autores sugieren en base a sus resultados que el DS podría tener algún tipo de efecto agudo positivo sobre la potencia máxima de extensión de rodilla (Manoel et al., 2008).

Un estudio que tenía como propósito; comparar dos series de estiramiento balístico y dos series de una rutina de DS en la performance de salto vertical, sometió a veinte estudiantes sanos (10 damas, 10 varones) a estos protocolos. Se observó una diferencia significativa en la potencia del salto, comparando el NS con el DS, pero no hubo diferencias en la altura y fuerza. Según los resultados de esta investigación, ninguno ya sea DS o balístico resulta en un incremento en la altura del salto o fuerza. Sin embargo, el DS provocó ganancias en la potencia del salto (Jaggers et al., 2008). A pesar de que en esta investigación no se utilizó SS se puede apreciar que se hace una diferencia entre el DS y el balístico, ampliando aún más el campo investigativo.

Veinte y cuatro estudiantes universitarios sanos (12 hombre y 12 mujeres) fueron sometidos a 3 condiciones de calentamiento; SS (3 repeticiones por cada estiramiento y manteniendo 30-s), DS (3 repeticiones por estiramiento y cada dos segundos se realizaba un estiramiento, para un total de 30-s) y NS. La potencia y altura de salto se evaluó con CMJ. El pico de torque de salida en cuádriceps y músculos posteriores del muslo fue medido con un dinamómetro. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre géneros. Los resultados de esta investigación también indicó que el SS o balístico, no afectaría el rendimiento en salto vertical y torque pico de salida en cuádriceps y músculos posteriores del muslo. El SS afectaría significativamente la potencia en tren inferior, en comparación con el grupo que no estiro, pero sin diferencia entre los grupos (SS y dinámico) (Samuel et al., 2008). Lo cual los autores en la discusión de sus resultados encontraron como una sorpresa la no diferencia entre los protocolos de SS y dinámico (Samuel et al., 2008). Sin embargo, los autores recomiendan el uso de estiramientos dinámicos, ya que poseerían mayor evidencia que avale su eficacia que los estáticos (Samuel et al., 2008).

Otra investigación sometió a veinte y ocho mujeres (edades universitarias) recreacionalmente entrenadas a un estudio que tenía como propósito examinar y comparar el efecto agudo de dos diferentes duraciones de SS en el balance dinámico. Los resultados de este estudio revelaron que una condición de 15 segundos de estiramiento produce mejoras significativas en la puntuación de balance dinámico ( $p < 0,01$ ), disminuyendo de esta forma la inestabilidad postural, pero no se observaron efectos con la condición control o el protocolo de 45 segundos. Estos datos sugieren que el estiramiento de 45 segundos no presentaría ningún efecto adverso en el balance muscular (Costa et al., 2009).

Veinte y cuatro sujetos participaron en un estudio, que tuvo como propósito examinar el efecto agudo de entrenamiento de resistencia de altas cargas, SS, y altas cargas con SS en SJ y CMJ medidas con una plataforma de fuerza. En los resultados de este estudio se observó que los ejercicios de fuerza usando altas cargas y altas cargas con estiramiento no tiene un efecto significativo en la máxima altura de salto en sujetos no entrenados. Solo los ejercicios de estiramiento muestran un incremento en SJ y CMJ (pre-post), pero no se observaron diferencias con los otros tratamientos (Gonzalez-Rave et al., 2009). Los resultados se ven limitados por el hecho de que no se utilizó grupo control.

Otro estudio sometió a doce mujeres jugadoras de voleibol a diferentes protocolos de calentamiento, en donde eran asignadas al azar a SS, DS y NS. Los test aplicado fue CMJ, en donde se realizaron 5 repeticiones, tres días diferentes. Los resultados de la investigación mostraron que no hubo diferencia significativa entre los diferentes protocolos de calentamiento (Dalrymple et al., 2010).

Como evidencia de la diversidad metodológica del calentamiento, se han realizado investigaciones con protocolos activos (como los planteados anteriormente) los cuales traen cambios en ambos, metabólico y termo-regulación a través de ejercicios dinámicos (Brown et al., 2008). Sin embargo, existiría el calentamiento pasivo, el cual elevaría la temperatura del cuerpo por medios externos, así como la inmersión en el agua (Brown et al., 2008), o la utilización de una manta eléctrica (Ce et al., 2008).

Quince varones relativamente entrenados participaron en el estudio, los cuales fueron sometidos a dos test para determinar su potencia máxima anaeróbica (SJ y CMJ). Los protocolos de calentamiento fueron los siguientes: C no calienta (control); S estiramiento antes de los test de salto; AWU calentamiento activo; PWU calentamiento pasivo (manta eléctrica); AWU+S calentamiento activo con estiramiento; y calentamiento pasivo con estiramiento PWU+S. Se observaron diferencias significativas en la temperatura final en los grupos AWU, AWU+S, PWU, y PWU+S. El post-hoc mostro que en CMJ siempre hubo un mejor rendimiento en comparación con SJ. En CMJ los grupos activos más flexibilidad fueron superiores vs los control y los pasivos con flexibilidad. En SJ el tiempo de vuelo fue significativamente mayor en AWU vs todos los demás protocolos ( $p < 0,05$ ) (Ce et al., 2008). Como se puede observar la adición de SS no afecto el rendimiento.

Diez jugadores de futbol fueron sometidos durante 5 sesiones de test en 2 semanas, con una separación mínima de 24 horas entre cada test. Se sometieron a un calentamiento activo (10 minutos de carrera al 70% del  $VO_{2max}$ ); un calentamiento pasivo (inmersión en el agua a una temperatura de  $40,1 \pm 0,2^{\circ}C$ ); y no calentaron (10 minutos de posición quieta)). No se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre las condiciones de calentamiento activo y pasivo en 1-segundo de máxima velocidad y n se observaron diferencias entre las condiciones de fatiga de estos grupos (Brown et al., 2008). Sin embargo, en esta investigación no se les permitió estirar.

## CONCLUSIONES

Como se puede apreciar, los protocolos de calentamiento son muy diversos, tanto en carga como en efectos. En base a la literatura, la utilización de SS no sería recomendable en actividades que requieran una elevada producción de fuerza, ya que el rendimiento podría verse disminuido (Church et al., 2001, Faigenbaum et al., 2005, Thompsen et al., 2007, Vetter, 2007, Robbins and Scheuermann, 2008, Sayers et al., 2008, Siatras et al., 2008, Hough et al., 2009, Needham et al., 2009, Bacurau et al., 2009, Gelen, 2010, La Torre et al., 2010). Sin embargo, existirían una seria de investigaciones en donde el SS no afectaría significativamente el rendimiento (Koch et al., 2003, Burkett et al., 2005, Unick et al., 2005, Yamaguchi and Ishii, 2005, Little and Williams, 2006, McMillian et al., 2006, Franco et al., 2008, Holt and Lambourne, 2008, Manoel et al., 2008, Dalrymple et al., 2010) e incluso lo aumentaría, tanto en salto (Samuel et al., 2008, Gonzalez-Rave et al., 2009) como en estabilidad postural post 15 segundos de SS (Costa et al., 2009). Por otro lado, el DS podría ser más recomendable, ya que se ha evidenciado que al utilizar este tipo de protocolos el rendimiento aumentaría (Yamaguchi and Ishii, 2005, Vetter, 2007, Holt and Lambourne, 2008, Little and Williams, 2006, Manoel et al., 2008, Jagggers et al., 2008, Hough et al., 2009, Needham et al., 2009, Gelen, 2010), sin embargo, también existiría evidencia que indicaría que el rendimiento podría no incrementarse (Christensen and Nordstrom, 2008, Samuel et al., 2008, Dalrymple et al., 2010). La duración del estiramiento también podría tener un efecto sobre el rendimiento (Siatras et al., 2008, Costa et al., 2009), así como también el número de series y repeticiones (Franco et al., 2008, Robbins and Scheuermann, 2008). Como se puede observar la información en base al calentamiento y estiramiento es limitada y con hallazgos inconcluyentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. 1998. *Med Sci Sports Exerc*, 30, 975-91.



2. Bacurau, R. F., Monteiro, G. A., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., Cabral, L. F. & AOKI, M. S. 2009. Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *J Strength Cond Res*, 23, 304-8.
3. Brown, P. I., Hughes, M. G. & Tong, R. J. 2008. The Effect of Warm-up on High-Intensity, Intermittent Running Using Nonmotorized Treadmill Ergometry. *J Strength Cond Res*, 22, 801-808.
4. Burkett, L. N., Phillips, W. T. & Ziuraitis, J. 2005. The best warm-up for the vertical jump in college-age athletic men. *J Strength Cond Res*, 19, 673-676.
5. CE, E., Margonato, V., Casasco, M. & Veicsteinas, A. 2008. Effects of Stretching on Maximal Anaerobic Power: The Roles of Active and Passive Warm-Ups. *J Strength Cond Res*, 22, 794-800.
6. Costa, P. B., Graves, B. S., Whitehurst, M. & Jacobs, P. L. 2009. The Acute Effects of Different Durations of Static Stretching on Dynamic Balance Performance. *J Strength Cond Res*, 23, 141-147.
7. Chiu, L. Z. F., Fry, A. C., Weiss, L. W., Schilling, B. K., Brown, L. E. & Smith, S. L. 2003. Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *J Strength Cond Res*, 17, 671-677.
8. Christensen, B. K. & Nordstrom, B. J. 2008. The Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Dynamic Stretching Techniques on Vertical Jump Performance. *J Strength Cond Res*, 22, 1826-1831.
9. Church, J. B., Wiggins, M. S., Moode, F. M. & Crist, R. 2001. Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. *J Strength Cond Res*, 15, 332-6.
10. Dalrymple, K. J., Davis, S. E., Dwyer, G. B. & Moir, G. L. 2010. Effect of Static and Dynamic Stretching on Vertical Jump Performance in Collegiate Women Volleyball Players. *J Strength Cond Res*, 24, 149-155.
11. Faigenbaum, A. D., Bellucci, M., Bernieri, A., Bakker, B. & Hoorens, K. 2005. Acute effects of different warm-up protocols on fitness performance in children. *J Strength Cond Res*, 19, 376-381.
12. Fradkin, A. J., Zazryn, T. R. & Smoliga, J. M. 2010. Effects of Warming-up on Physical Performance: A Systematic Review with Meta-Analysis. *J Strength Cond Res*, 24, 140-148.
13. Franco, B. L., Signorelli, G. R., Trajano, G. S. & De Oliveira, C. G. 2008. Acute Effects of Different Stretching Exercises on Muscular Endurance. *J Strength Cond Res*, 22, 1832-1837.
14. Gelen, E. 2010. Acute effects of different warm-up methods on sprint, slalom dribbling, and penalty kick performance in soccer players. *J Strength Cond Res*, 24, 950-6.
15. Gonzalez-Rave, J. M., Machado, L., Navarro-Valdivielso, F. & Vilas-Boas, J. P. 2009. Acute Effects of Heavy-Load Exercises, Stretching Exercises, and Heavy-Load Plus Stretching Exercises on Squat Jump and Countermovement Jump Performance. *J Strength Cond Res*, 23, 472-479.

16. Hilfiker, R., Hubner, K., Lorenz, T. & marti, B. 2007. Effects of drop jumps added to the warm-up of elite sport athletes with a high capacity for explosive force development. *J Strength Cond Res*, 21, 550-555.
17. Holt, B. W. & Lambourne, K. 2008. The impact of different warm-up protocols on vertical jump performance in male collegiate athletes. *J Strength Cond Res*, 22, 226-229.
18. Hough, P. A., Ross, E. Z. & Howatson, G. 2009. Effects of Dynamic and Static Stretching on Vertical Jump Performance and Electromyographic Activity. *J Strength Cond Res*, 23, 507-512.
19. Jagers, J. R., Swank, A. M., Frost, K. L. & Lee, C. D. 2008. The Acute Effects of Dynamic and Ballistic Stretching on Vertical Jump Height, Force, and Power. *J Strength Cond Res*, 22, 1844-1849.
20. Koch, A. J., O'bryant, H. S., Stone, M. E., Sanborn, K., Proulx, C., Hruby, J., Shannonhouse, E., Boros, R. & Stone, M. H. 2003. Effect of warm-up on the standing broad jump in trained and untrained men and women. *J Strength Cond Res*, 17, 710-714.
21. La torre, A., Castagna, C., Gervasoni, e., Ce, E., Rampichini, S., Ferrarin, M. & Merati, G. 2010. Acute Effects of Static Stretching on Squat Jump Performance at Different Knee Starting Angles. *J Strength Cond Res*, 24, 687-694.
22. Little, T. & Williams, A. G. 2006. Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 20, 203-207.
23. Manoel, M. E., Harris-Love, M. O., Danoff, J. V. & Miller, T. A. 2008. Acute Effects of Static, Dynamic, and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Muscle Power in Women. *J Strength Cond Res*, 22, 1528-1534.
24. Mcmillian, D. J., Moore, J. H., Hatler, B. S. & Taylor, D. C. 2006. Dynamic vs. static-stretching warm up: The effect on power and agility performance. *J Strength Cond Res*, 20, 492-499.
25. Murphy, D. F., Connolly, D. A. J. & Beynnon, B. D. 2003. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, 37, 13-29.
26. Needham, R. A., Morse, C.I. & Degens, H. 2009. The Acute Effect of Different Warm-up Protocols on Anaerobic Performance in Elite Youth Soccer Players. *J Strength Cond Res*, 23, 1614-1620.
27. Robbins, J. W. & Scheuermann, B. W. 2008. Varying amounts of acute static stretching and its effect on vertical jump performance. *J Strength Cond Res*, 22, 781-6.
28. Samuel, M. N., Holcomb, W. R., Guadagnoli, M. A., Rubley, M. D. & Wallmann, H. 2008. Acute effects of static and ballistic stretching on measures of strength and power. *J Strength Cond Res*, 22, 1422-8.
29. Sayers, A. L., Farley, R. S., Fuller, D. K., Jubenville, C. B. & Caputo, J. L. 2008. The effect of static stretching on phases of sprint performance in elite soccer players. *J Strength Cond Res*, 22, 1416-21.

30. Schilling, B. K. & Stone, M. H. 2000. Stretching: Acute effects on strength and power performance. *Strength and Conditioning Journal*, 22, 44-47.
31. Siatras, T. A., Mittas, V. P., Mamielzi, D. N. & Vawakoudis, E. A. 2008. The duration of the inhibitory effects with static stretching on quadriceps peak torque production. *J Strength Cond Res*, 22, 40-46.
32. Thompsen, A. G., Kackley, T., Palumbo, M. A. & Faigenbaum, A. D. 2007. Acute effects of different warm-up protocols with and without a weighted vest on jumping performance in athletic women. *J Strength Cond Res*, 21, 52-56.
33. Unick, J., Kieffer, H. S., Cheesman, W. & Feeney, A. 2005. The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *J Strength Cond Res*, 19, 206-212.
34. Vetter, R. E. 2007. Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. *J Strength Cond Res*, 21, 819-823.
35. Weber, K. R., Brown, L. E., Coburn, J. W. & Zinder, S. M. 2008. Acute Effects of Heavy-Load Squats on Consecutive Squat Jump Performance. *J Strength Cond Res*, 22, 726-730.
36. Yamaguchi, T. & Ishii, K. 2005. Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. *J Strength Cond Res*, 19, 677-683.