

Article

Efectos del Estiramiento Dinámico y Estático en Protocolos de Entrada en Calor Generales y Específicos

Michael Samson¹, Duane C. Button¹, Anis Chaouachi² y David G Behm¹¹*School of Human Kinetics and Recreation, Memorial University of Newfoundland, St. John's, Newfoundland, Canadá.*²*Research Unit "Evaluation, Sport, Health". National Center of Medicine and Science in Sports, Tunis, Tunisia.*

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar los efectos de protocolos de estiramiento estáticos y dinámicos dentro de las actividades de entrada en calor general y específica. Nueve hombres y diez mujeres fueron evaluados en cuatro condiciones experimentales de entrada en calor que incluyeron: (1) una entrada en calor general aeróbica con estiramientos estáticos; (2) una entrada en calor general aeróbica con estiramientos dinámicos; (3) una entrada en calor general y específica con estiramientos estáticos y (4) una entrada en calor general y específica con estiramientos dinámicos. Luego de todas las condiciones, los sujetos llevaron a cabo evaluaciones para la determinación del tiempo de movimiento (movimiento de patear sobre una distancia de 0.5 m), de la altura en el salto vertical con contramovimiento, de la flexibilidad en el test de "sit & reach" y del tiempo en 6 repeticiones de sprint sobre 20 m. Los resultados indicaron que cuando se incluyó la entrada en calor deportiva específica, se produjo una mejora del 0.94% ($p = 0.0013$) en los sprints de 20 m tanto en la condición de estiramientos dinámicos como en la condición de estiramientos estáticos. No se observaron diferencias entre las condiciones de estiramiento dinámico y estiramiento estático en ausencia de la entrada en calor deportiva específica. La condición de estiramiento estático incrementó el rango de movimiento (ROM) en el test de sit & reach en un 2.8% más ($p = 0.0083$) que la condición de estiramiento dinámico. Estos resultados respaldarían la utilización del estiramiento estático dentro de una entrada en calor específica para asegurar el máximo ROM conjuntamente con la mejora del rendimiento de sprints.

Palabras Clave: flexibilidad, rendimiento deportivo, saltos, tiempo de reacción

INTRODUCCIÓN

La evidencia respecto de la reducción del rendimiento inducida por el estiramiento (ver la revisión de Behm y Chaouachi, 2011) ha derivado en un cambio de paradigma respecto de las rutinas óptimas de estiramiento para la entrada en calor. En vista de la gran cantidad de evidencia respecto de la desmejora inducida por el estiramiento estático, muchos equipos deportivos y atletas individuales han incorporado el estiramiento dinámico a su entrada en calor. Se espera que el estiramiento dinámico sea superior al estiramiento estático debido a la mayor similitud con los movimientos que se producen en los subsiguientes ejercicios (Torres et al., 2008). Sin embargo, la evidencia no es unánime. Los estudios que han implementado estiramientos dinámicos han reportado tanto la facilitación del rendimiento de potencia (Manoel et al., 2008), de esprint (Fletcher and Anness, 2007; Little and Williams, 2006) y de salto (Holt and Lambourne, 2008) así como también la ausencia de efectos adversos (Samuel et al., 2008; Torres et al., 2008; Unick et al., 2005; Wong et al., 2011).

También se ha observado que la desmejora en el rendimiento de esprint inducida por el estiramiento estático se redujo luego de 6 semanas de entrenamiento con estiramientos estáticos y esprint (Chaouachi et al., 2008). Además, 3 días de estiramientos estáticos con ejercicios de resistencia aeróbica no afectaron adversamente la capacidad para repetir esprints (Wong et al., 2011).

Gran parte de la investigación sugiere que la combinación de estiramientos estáticos y dinámicos podría atenuar los efectos deletéreos de la entrada en calor con estiramientos estáticos (Behm and Chaouachi, 2011). Por ejemplo, un grupo de atletas de elite no exhibió efectos deletéreos al combinar secuencialmente estiramientos estáticos y dinámicos de diferentes intensidades (ocho combinaciones) sobre el rendimiento de esprint, agilidad y salto (Chaouachi et al., 2010). Similarmente, Gelen (2010) utilizó una combinación de estiramientos estáticos y dinámicos con una entrada en calor aeróbica previa y no observó efectos adversos sobre el tiempo de esprint, el rendimiento en un test de dribbling para fútbol o en la distancia recorrida por el balón durante la ejecución de un penal. Si bien, existen discrepancias respecto a si los estiramientos dinámicos mejoran o no tienen efecto sobre el rendimiento, para nuestro conocimiento no existen estudios que hayan reportado desmejoras inducidas por el estiramiento dinámico sobre el rendimiento subsiguiente.

Por lo tanto ¿por qué considerar incluir estiramientos estáticos en una entrada en calor? Murphy et al. (2010) sugieren que existen numerosos deportes en donde la mejora de la flexibilidad estática podría aumentar el rendimiento. Un arquero de hockey sobre hielo debe abducir sus piernas para colocarse en lo que se denomina “posición mariposa”, un gimnasta realiza una posición en split, la lucha, las artes marciales, el nado sincronizado, el patinaje artístico, son ejemplo de la necesidad de un rango de movimiento estático pronunciado. Algunos estudios sobre estiramiento dinámico han reportado incrementos similares en la flexibilidad estática que con el estiramiento estático (Beedle and Mann, 2007; Herman and Smith, 2008), pero otros estudios han indicado que el estiramiento dinámico no es tan efectivo para incrementar la flexibilidad estática como el estiramiento estático (Covert et al., 2010; O'Sullivan et al., 2009). Por lo tanto, sería importante incluir estiramientos estáticos para mejorar la flexibilidad específica del deporte.

La mayoría de los estudios sobre estiramientos llevados a cabo en los pasados 15 años no incluyeron todos los componentes de una entrada en calor característica. Si bien, muchos estudios han incluido una actividad aeróbica general inicial seguida de una rutina de estiramiento, pocos estudios han integrado las actividades específicas del deporte que normalmente siguen a los dos primeros componentes de la entrada en calor. Algunos estudios que han investigado los efectos de la entrada en calor han incluido ejercicios con sobrecarga para proveer un potencial aumento del rendimiento subsiguiente. Si bien, los estudios que han implementado la utilización de chalecos lastrados (Faigenbaum et al., 2006), sentadillas con el 20% de la masa corporal (Needham et al., 2009) y el ejercicio de prensa de piernas (Abad et al., 2011) han mostrado mejoras en el salto vertical subsiguiente y en la fuerza en el ejercicio de prensa de piernas, otros estudios que han adicionado ejercicios con sobrecarga no han reportado mejoras en el rendimiento de salto subsiguiente (Turki et al., 2011). Similarmente, se han reportado mejoras en el rendimiento con la adición de actividades dinámicas específicas en la entrada en calor tales como lo saltos (Vetter, 2007; Young and Behm, 2002) y movimientos específicos del vóleybol (Saez et al., 2007). A la inversa, no se han observado mejoras significativas en el rendimiento del salto vertical y del salto en largo en niños que realizaron actividades de saltos adicionalmente a la rutina de estiramientos dinámicos y en comparación con realizar únicamente estiramientos dinámicos. Por lo tanto, se necesitan estudios adicionales para clarificar si las actividades deportivas específicas dentro de una entrada en calor pueden suprimir la desmejora inducida por el estiramiento estático frecuentemente reportada o aumentar el rendimiento subsiguiente cuando se realizan conjuntamente con el estiramiento dinámico.

El objetivo del presente estudio fue comparar los efectos del estiramiento estático y dinámico sobre el rendimiento subsiguiente luego de una entrada en calor general y específica de la actividad. El protocolo experimental fue diseñado para que la entrada en calor fuese similar a la utilizada en condiciones reales de entrenamiento. Se hipotetizó que la inclusión del componente de actividad específico a la entrada en calor mejoraría el rendimiento subsiguiente. Una segunda hipótesis fue que el estiramiento estático podría desmejorar el rendimiento subsiguiente en comparación con el entrenamiento dinámico.

MÉTODOS

Sujetos

Nueve hombres (27.8 ± 8.4 años, 90.6 ± 11.1 kg, 1.79 ± 0.06 m) y 10 mujeres (22.2 ± 3.3 años, 55.8 ± 5.2 kg, 1.65 ± 0.08 m) estudiantes o pertenecientes al staff de la universidad fueron voluntarios para participar del experimento. Todos los participantes entrenaban regularmente, ya sea aeróbicamente o realizando ejercicios con sobrecarga, y estaban involucrados recreativa o competitivamente en diferentes deportes. Los participantes representaron diversos deportes

entre los que se incluyeron el squash, el hockey, el entrenamiento con sobrecarga y el pedestrismo cross-country. La frecuencia y duración de la participación deportiva se encontraba en el rango de los 3-5 días a la semana y 45-90 min por sesión. Los sujetos fueron informados verbalmente acerca del protocolo de investigación, y leyeron y firmaron una forma de consentimiento informado. Cada participante además leyó y firmó un Cuestionario de Participación en Actividad Física (PAR-Q, Canadian Society for Exercise Physiology) para asegurar que su estado de salud era adecuado para participar en el estudio. El estudio fue aprobado por el Comité de Investigaciones en Humanos de la Memorial University of Newfoundland.

Variables Independientes

Se les pidió a los participantes que completaran cuatro condiciones de entrada en calor. El orden de las condiciones experimentales fue aleatorio.

Condición 1 - Entrada en Calor General con Estiramientos Dinámicos. Para esta condición los participantes corrieron durante 5 minutos en una pista de 200 m manteniendo una frecuencia cardíaca del 70% de la frecuencia cardíaca máxima estimada para la edad. La frecuencia cardíaca fue monitoreada utilizando un monitor de frecuencia cardíaca (Polar A1 heart rate monitor; Woodbury NY) colocado sobre el pecho de cada participante al nivel del proceso xifoides. Los participantes además fueron informados y monitoreados por un investigador para asegurar que se produjera una ligera perspiración al final de la carrera y para asegurar el incremento en la temperatura central. El protocolo de estiramientos dinámicos incluyó 3 series de 30 segundos de los ejercicios de extensión/flexión de cadera, aducción/abducción con las piernas completamente extendidas, movimientos circulares con el tronco y rotaciones pasivas del tobillo. Todos los estiramientos fueron realizados en forma dinámica hasta el rango completo de movimiento y a una velocidad moderada de aproximadamente 1 Hz (aproximadamente 30 repeticiones por serie) de manera tal que el movimiento fuera continuo pero sin una velocidad tal que forzara un estiramiento más allá del rango de movimiento normal. Los participantes fueron instruidos para que no excedieran su punto de incomodidad o umbral de dolor cuando realizaron los ejercicios. La tasa de estiramientos dinámicos fue monitoreada con un metrónomo.

Condición 2 - Entrada en Calor General y Específica con Estiramientos Dinámicos. Esta condición siguió el mismo protocolo que la Condición 1, sin embargo se adicionó una entrada en calor específica del deporte, la cual incluyó tres ejercicios específicos de esprint llevados a cabo en orden aleatorio. Estos ejercicios incluyeron, skipping con elevaciones de rodillas (flexión de cadera hasta aproximadamente los 90°), carreras con elevaciones de rodillas (flexión de cadera hasta aproximadamente los 90°), y carreras con elevaciones de talones hacia glúteos (flexión de rodillas con el objetivo de tocar el glúteo con los talones). Cada tarea fue llevada a cabo sobre una distancia de 20 metros y repetida dos veces antes de realizar la siguiente tarea.

Condición 3- Entrada en Calor General con Estiramientos Estáticos. Esta condición siguió el mismo protocolo que las entradas en calor generales descrita en las condiciones previas. Los ejercicios estáticos fueron implementados sin realizar actividades específicas subsiguientes (carreras, skipings). Luego de la entrada en calor general los participantes realizaron series de estiramientos estáticos en orden aleatorio que incluyeron, estiramientos estáticos asistidos de los isquiotibiales (flexión de cadera con rodillas extendidas), estiramiento de los cuádriceps asistido (flexión de 90° en la rodilla frontal y en la cadera, y la rodilla de la pierna posterior tocando el suelo y flexionada hasta el máximo rango de movimiento), estiramiento lumbar asistido en posición de sentado (flexión de cadera hasta el máximo rango de movimiento con las piernas parcialmente abducidas y las rodillas ligeramente flexionadas) y estiramiento de la pantorrilla de pie con la otra pierna en dorsiflexión. Todos los estiramientos se llevaron a cabo en 3 series de 30 s manteniendo la posición en el punto de discomfort ligero.

Condición 4 - Entrada en Calor General y Específica con Estiramientos Estáticos. Esta condición siguió el protocolo de entrada en calor general de las 3 condiciones previamente descritas, con la diferencia que la entrada en calor general fue seguida de la entrada en calor específica descrita en la Condición 2 y de los estiramientos estáticos descritos en la Condición 3.

Tests de Rendimiento

El orden de evaluación fue el siguiente: primero se evaluó el tiempo de movimiento (MT) seguido del salto con contramovimiento (CMJ), el test de "sit & reach" y se concluyó con un test de sprints repetidos. Estos tests no fueron llevados a cabo en orden aleatorio debido a que el test MT podría verse afectado por los posibles efectos potenciadores del CMJ o por el posible efecto de fatiga residual de los sprints repetidos. Además, la altura del CMJ podría verse afectada por el posible efecto de fatiga residual de los sprints repetidos. Por lo tanto, se consideró que el orden de las evaluaciones era más confiable que un orden aleatorio. La evaluación fue llevada a cabo antes de las condiciones de entrada en calor y nuevamente 3 minutos después de cada intervención (post entrada en calor).

El MT fue medido con una alfombra de contacto y un detector óptico. El sujeto debía activar el cronómetro tocando con su

pie la alfombra de contacto e inmediatamente flexionar su cadera con la máxima aceleración como si estuviera pateando a través del detector óptico colocado a 0.5 metros de la alfombra. Este test fue utilizado para simular la zancada hacia delante durante la acción de esprint. Los datos fueron recolectados utilizando el software *Innervations© Kinematic Measurement System* (v.2004.2.0). El test se repitió 3 veces, registrándose el menor tiempo de movimiento que fue utilizado para los posteriores análisis.

Se midió la altura del CMJ utilizando una alfombra de contactos, cuyo software calculó el tiempo de vuelo. Los datos fueron recolectados utilizando el software *Innervations© Kinematic Measurement System* (v.2004.2.0). Los participantes fueron instruidos para que saltaran lo más alto posible inmediatamente después de realizar un contramovimiento hasta la posición de media sentadilla. Durante el contramovimiento, los participantes utilizaron su técnica preferida, y se permitió la utilización de los brazos durante el salto. Ninguno de los participantes, durante la fase descendente, llevó sus muslos más allá de la posición paralela al suelo. Durante la fase de salto, los sujetos realizaron la completa extensión de sus brazos por encima de la cabeza (Behm et al., 2004; Kean et al., 2006; Power et al., 2004). Cada participante realizó dos intentos, registrándose el salto más alto para los posteriores análisis.

Para la evaluación de la flexibilidad se utilizó un dispositivo diseñado para realizar el test de "sit & reach" (Acuflex 1, Novel products Inc., USA) en el que los participantes se sentaron con sus piernas extendidas y con los pies haciendo contacto con el dispositivo. Los sujetos realizaron una exhalación y se estiraron hacia delante lo más lejos posible con una mano sobre la otra, manteniendo alineadas las puntas de los dedos, y sosteniendo la posición final por dos segundos. Este proceso fue repetido dos veces, registrando el mayor rango de movimiento para los posteriores análisis. Este protocolo ha sido prescrito por la Sociedad Canadiense de Fisiología del Ejercicio (CSEP) para determinar la flexibilidad y fue utilizado en otros estudios llevados a cabo por este laboratorio (Behm et al., 2006; Power et al., 2004).

Para el test de esprints repetidos sobre 20 m, los participantes realizaron 6 esprints sobre una distancia de 20 metros con 30 segundos de recuperación entre los esprints. Los participantes comenzaron un paso detrás de la alfombra de contacto. El tiempo de esprint sobre 20 m fue medido como el tiempo transcurrido entre el momento en que los sujetos hacían contacto con la alfombra hasta el momento en que los sujetos pasaban por la compuerta de detección óptica ubicada a 20 metros. Solo se llevó a cabo una única serie de 6 esprints debido a la posibilidad de fatiga. Los datos fueron recolectados utilizando el software *Innervations© Kinematic Measurement System* (v.2004.2.0).

Análisis Estadísticos

Para determinar si existían diferencias significativas entre las condiciones de entrada en calor (GB Stat Dynamic Microsystems, Silver Springs Maryland USA), se utilizó el análisis de varianza ANOVA de dos vías para medidas repetidas de 4×2 , siendo los factores las condiciones (entrada en calor general con estiramientos dinámicos, entrada en calor general con estiramientos estáticos, entrada en calor general y específica con estiramientos dinámicos, y entrada en calor general y específica con estiramientos estáticos) y el tiempo (pre y post entrada en calor). Se consideró como significativo un nivel alfa de $p < 0.05$. Si se detectaban diferencias significativas, se utilizaba el procedimiento post-hoc de Tukeys-Kramer para identificar los efectos principales y las interacciones. Todos los datos se reportan como medias y desviaciones estándar. Se analizó la confiabilidad entre los tests comparando las medidas pre-test de las cuatro intervenciones, utilizando el coeficiente de correlación intraclase (ICC) y el intervalo de confianza al 95%. También se calcularon y se reportan los tamaños del efecto ($ES = \text{cambio medio/la desviación estándar de los puntajes muestrales}$). Se utilizaron los descriptores cualitativos de Cohen para los efectos del tamaño en donde los índices < 0.41 , $0.41-0.7$ y > 0.7 indican cambios pequeños, moderados y grandes, respectivamente.

RESULTADOS

Todas las mediciones exhibieron una excelente confiabilidad con valores de ICC de 0.96, 0.92, 0.90 y 0.87 para los tests de MT, sit & reach, CMJ y esprints repetidos, respectivamente. No se observaron efectos principales o interacciones que involucraran las condiciones experimentales para el MT y la altura en el CMJ.

Sit & Reach

Se halló un efecto principal significativo para las condiciones ($p = 0.0083$; $f = 24.81$, $ES = 0.33$), en donde las condiciones de estiramientos estáticos provocaron en promedio un valor en el test de sit and reach 2.8% mayor que las condiciones que involucraron estiramientos dinámicos (Figura 1).

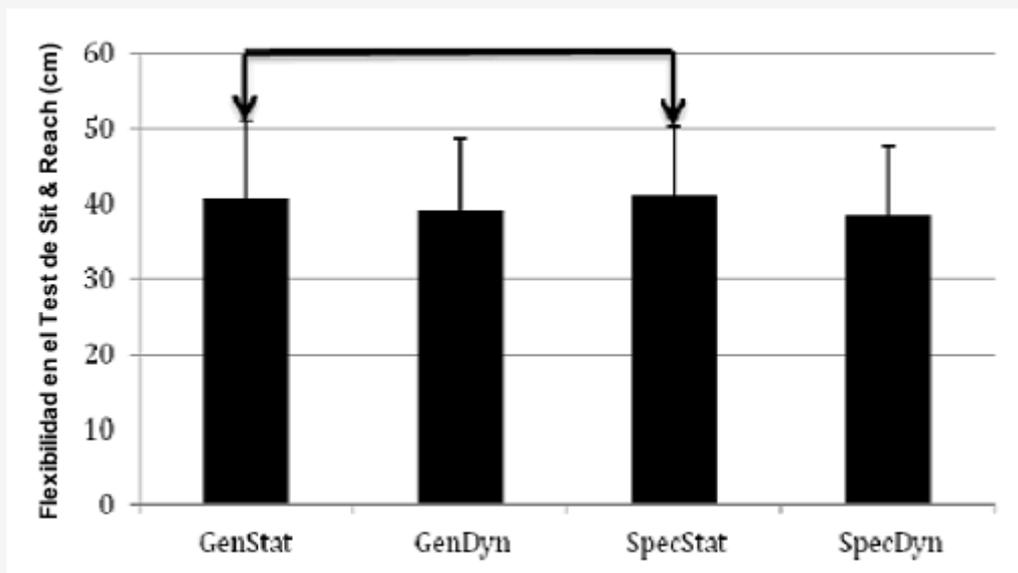


Figura 1. La figura ilustra una interacción principal significativa ($p = 0.0083$) para la condición. Las columnas y las barras representan valores medios y desviaciones estándar, respectivamente. Las flechas indican los valores significativamente mayores en el test de sit & reach para las condiciones de entrada en calor general (GenStat) y específica (SpecStat) con estiramientos estáticos versus las condiciones con estiramientos dinámicos. Los acrónimos se definen de la siguiente manera: GenStat: entrada en calor general con estiramientos estáticos; SpecStat: entrada en calor general y específica con estiramientos estáticos; GenDyn: entrada en calor general con estiramientos dinámicos; SpecDyn: entrada en calor general y específica con estiramientos dinámicos.

Tiempo de Esprint

Se observaron efectos principales significativos para la condición, y para los factores del esprint. Un efecto principal para la condición ($p = 0.0013$; $f = 37.84$, $ES = 0.36$) indicó que las entradas en calor que involucraron el componente específico resultaron en una mejora del 0.94% en el tiempo de esprint en comparación con las entradas en calor que involucraron solo el componente general (Figura 2). Un efecto principal para el tiempo de esprint ($p = 0.007$; $f = 20.34$, $ES = 0.13$) mostró un efecto de fatiga, siendo el quinto esprint 1.2% más lento que el segundo esprint (Tabla 1).

Esprint	Promedios Combinados de Hombres y Mujeres
1	3.40 (.35)
2	3.39 (.36) *
3	3.40 (.38)
4	3.42 (.37)
5	3.44 (.38) *
6	3.41 (.36)

Tabla 1. Tiempos medios ($\pm DE$) de esprint combinando ambos sexos. * Indica diferencias significativas ($p = 0.007$) entre el segundo y el quinto esprint.

DISCUSIÓN

Los hallazgos más importantes del presente estudio fueron que la adición de una actividad específica en la entrada en calor mejoró el rendimiento de esprint y que el protocolo de estiramiento estático resultó en un mejor valor en el test de sit & reach que el estiramiento dinámico.

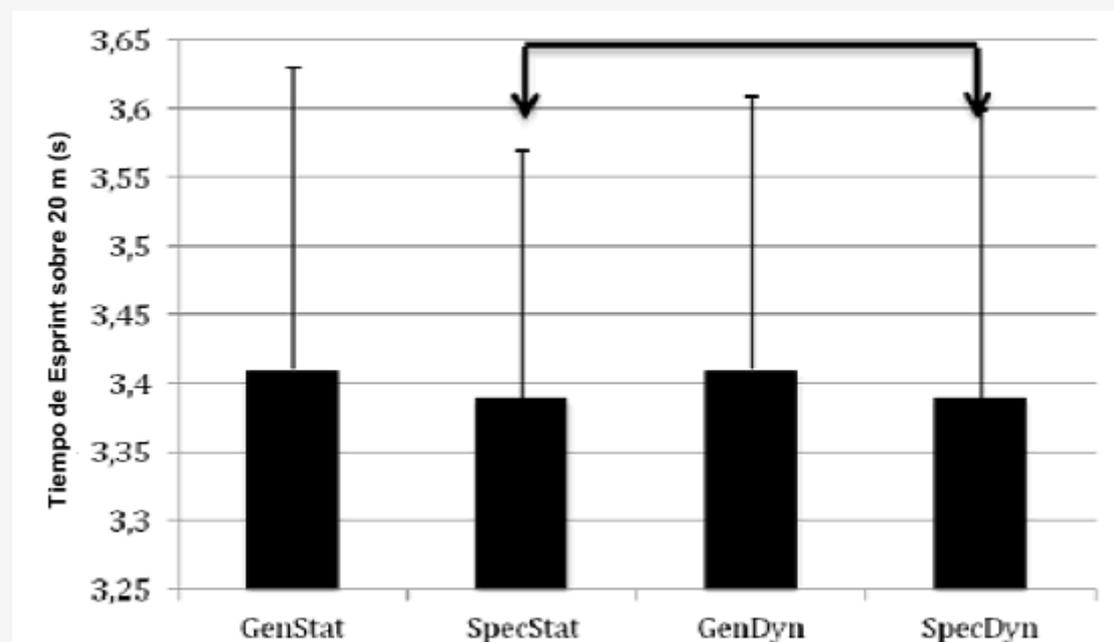


Figura 2. La figura ilustra un efecto principal significativo ($p = 0.0013$) para la condición. Las columnas y las barras representan medias y desviaciones estándar, respectivamente. Las flechas indican la reducción del tiempo de esprint entre las entradas en calor general y específica con estiramientos estáticos versus la entrada en calor general y específica con estiramientos dinámicos. Los acrónimos se definen de la siguiente manera: GenStat: entrada en calor general con estiramientos estáticos; SpecStat: entrada en calor general y específica con estiramientos estáticos; GenDyn: entrada en calor general con estiramientos dinámicos; SpecDyn: entrada en calor general y específica con estiramientos dinámicos.

De acuerdo a la primera hipótesis, siempre que se implementó la actividad específica en la entrada en calor, ya sea con la inclusión de estiramientos estáticos o dinámicos, se observó una mejora significativa del tiempo de esprint. En una intervención similar utilizada por Rosenbaum et al (1995) se reportó una reducción del tiempo para alcanzar el pico de fuerza al golpear el tríceps sural luego de una entrada en calor con estiramientos estáticos y carrera en tapiz rodante y un incremento en el tiempo para alcanzar el pico de fuerza medido luego de la realización de estiramientos estáticos solamente. Al parecer, la adición de una entrada en calor específica ayudó a minimizar o eliminar la reducción del rendimiento asociada al estiramiento estático. Skof y Strojnik (2007) observaron que la adición de actividades de esprint y rebotes durante la entrada en calor consistente de carrera lenta y estiramientos resultó en un incremento en la activación muscular en comparación con la entrada en calor consistente solo de carrera lenta y estiramientos. Youn y Behm (2002) llevaron a cabo un estudio que involucró una variedad de protocolos de entrada en calor incluyendo una entrada en calor general (4 min de carrera), estiramientos estáticos solamente, una entrada en calor general con estiramientos estáticos y una entrada en calor completa que incluía la entrada en calor general (4 min de carrera), estiramientos estáticos y saltos con contramovimiento. En general se observó que las entradas en calor que incluyeron estiramientos estáticos resultó en los valores más bajos de fuerza explosiva, mientras que la entrada en calor general o la entrada en calor general más estiramientos estáticos y ejercicios específicos (CMJ) estuvo asociada con los valores más altos de fuerza explosiva. Por lo tanto, similarmente a los resultados del presente estudio, las actividades específicas en la entrada en calor mejoraron el rendimiento y minimizaron los déficits esperados provocados por el estiramiento estático.

La ausencia de una reducción en el rendimiento inducida por el estiramiento estático también puede relacionarse con la duración del estiramiento. Behm y Chaouachi (2011), en una extensa revisión, identificaron que una duración mayor a 90 s en los estiramientos estáticos era una duración común en los estudios en los que se observó que el estiramiento estático provocó una desmejora del rendimiento. Si bien, este no fue un hallazgo unánime en toda la literatura, una gran proporción de estudios que utilizaron estiramientos estáticos con duraciones menores a 90 s no registraron desmejoras en el rendimiento subsiguiente. Una conclusión similar fue publicada en una revisión de Kay y Blazevich (2012) quienes indicaron que los efectos deletéreos del estiramiento estático podrían ser atribuidos principalmente a duraciones de estiramiento de 60 s o más. Las tres series de estiramientos de 30 s sostenidos hasta el punto de desconfort ligero utilizadas en el presente estudio pueden no haber provocado un efecto deletéreo substancial cuando se combinaron las actividades generales y específicas de entrada en calor.

La mejora en el rendimiento de esprint luego de la adición de una actividad específica en la entrada en calor puede

atribuirse a una variedad de factores fisiológicos. El tiempo adicional de entrada en calor pudo haber derivado en un incremento adicional en la temperatura muscular, en la velocidad de conducción nerviosa, y en los ciclos enzimáticos musculares, conjuntamente con una reducción de la viscosidad muscular (Bishop, 2003). Además, tal como lo indicaran Behm y Chaouachi (2011), y Turki et al. (2011) la potenciación post-activación (PAP) puede inducirse incluso con movimientos dinámicos de baja intensidad. Turki et al (2011) reportaron que realizar 1-2 series de estiramientos dinámicos activos durante una entrada en calor mejoró el rendimiento de esprint sobre 20 m, lo cual fue atribuido a un efecto de PAP. También, se ha sugerido que la PAP incrementa el ciclaje de puentes cruzados a través del incremento en la fosforilación de las cadenas livianas regulatorias de miosina (Tillin and Bishop, 2009). Además, es posible que la potenciación neural provoque una reducción del umbral de reclutamiento de las unidades motoras rápidas, resultando en un incremento en el reclutamiento y la frecuencia de disparo de las unidades motoras (Layec et al., 2009). El incremento en la frecuencia de disparo podría estar asociado a un incremento en la tasa de desarrollo de la fuerza (Miller et al., 1981).

Se podría argumentar que una mejora estadísticamente significativa del 1% en el tiempo de esprint no es clínicamente significativa. El cálculo del tamaño del efecto para esta medida produjo un índice de 0.36, el cual se ha descrito como pequeño pero no como un cambio de magnitud trivial (Rhea, 2004). Si bien, un cambio aproximado del 1% en el tiempo de esprint podría no ser importante para un atleta recreacional, podría ser muy importante para un atleta de elite.

No se observaron diferencias significativas durante los tests de CMJ. Esto es consistente con los resultados de otros estudios similares (Knudson et al., 2001, Power et al., 2004, Unick et al., 2005). Si bien en otros investigadores (Bradley et al., 2007) observaron una reducción en el rendimiento del salto vertical luego de un protocolo de estiramientos estáticos, la reducción en el rendimiento fue significativamente menor luego de la realización de estiramientos balísticos. Perrier et al., (2011) hallaron que el estiramiento dinámico produjo resultados significativamente mayores ($p = 0.004$) en el CMJ en comparación con el estiramiento estático, aunque el estiramiento estático no provocó efectos significativamente diferentes de la condición en la cual no se realizaron estiramientos. Los protocolos de entrada en calor utilizados en el presente estudio no tuvieron efectos sobre el rendimiento en el CMJ; sin embargo, se debería señalar que en el presente estudio no se incluyó una condición en la que se realizaran solo estiramientos estáticos (sin entrada en calor general). La falta de cambios en la altura del CMJ con las actividades específicas de entrada en calor puede deberse a cambios en la estrategia de salto, ya que la unidad músculo-tendinosa (MTU) adquiere una mayor complianza (McNeal et al., 2010). Power et al., (2004) concluyeron que una MTU con mayor complianza sería beneficiosa en los casos en que hay mayores fuerzas involucradas. El estudio de Power et al., no reportó desmejoras en el CMJ luego de estiramientos estáticos, pero reportó un incremento en el tiempo de contacto (i.e., cambio en la estrategia de salto). En cambio, Holt y Lambourne (2008) observaron una reducción en el rendimiento en el salto vertical cuando se incluyeron estiramientos estáticos luego de la entrada en calor general. Similarmente, Needham et al., (2009) observaron una mejora en el rendimiento de esprint y de saltos luego de la inclusión de estiramientos dinámicos y una reducción del rendimiento luego de la inclusión de estiramientos estáticos. Sin embargo, en este estudio se utilizaron 10 min de estiramientos estáticos mientras que en nuestro estudio se utilizaron 3 repeticiones de 30 s. Esta diferencia significativa en el tiempo de estiramiento podría explicar las diferencias observadas en el rendimiento.

Cuando se implementó el estiramiento estático dentro de las condiciones de evaluación, los valores en el tests de sit & reach excedieron los valores alcanzados en las condiciones que utilizaron estiramientos dinámicos. Los protocolos de entrada en calor (general versus específica) implementados en el presente estudio no exhibieron efectos adicionales sobre los valores del sit & reach. La superioridad del estiramiento estático para incrementar el ROM es un hallazgo común en diversos estudios (Bandy and Irion, 1994, Power et al., 2004, Beedle and Mann, 2007, O'Sullivan et al., 2009, Covert et al., 2010). Sin embargo, existen estudios (Amiri-Khorasani et al., 2011, Perrier et al., 2011, Samukawa et al., 2011) que han indicado que el estiramiento dinámico produce resultados iguales o mayores en tests de ROM estático y dinámico. Perrier et al (2011) compararon los efectos del estiramiento estático y dinámico sobre la flexibilidad medida con el test de sit & reach y, a diferencia del presente estudio, no observaron diferencias en los valores del test entre las condiciones de estiramientos estáticos y dinámicos. Se sabe que el estiramiento estático incrementa la complianza muscular al estiramiento así como también provoca la reducción de la rigidez y la viscosidad muscular (Behm and Chaouachi, 2011). Magnusson et al., (1996) indicaron que el incremento en la flexibilidad podría atribuirse principalmente al incremento en la tolerancia al estiramiento. Además, se cree que los efectos neurales podrían desempeñar un papel en este efecto, ya que Avela (1999) reportó una reducción en el reflejo H que contribuyó a la subsiguiente relajación muscular debido a la reducción de la actividad de los reflejos. Si bien en el presente estudio no se verificaron los mecanismos específicos subyacentes respecto de la superioridad del estiramiento estático para incrementar el ROM, la similitud de la intervención que incluyó estiramientos estáticos y el protocolo del test de sit & reach pudo haber desempeñado un rol significativo. Siguiendo el concepto de la especificidad de evaluación (Behm and Sale, 1993), se podría indicar que el protocolo de estiramientos estáticos en el presente estudio tuvo una mayor similitud con el test de sit & reach que los ejercicios de estiramientos dinámicos.

CONCLUSIONES

En general, el presente estudio ha demostrado que la utilización de una entrada en calor con actividades específicas podría ser de utilidad para mejorar el rendimiento de esprint aun con la inclusión de estiramientos estáticos. Interesantemente el estudio también mostró que el estiramiento estático parece ser mejor para incrementar el ROM estático en el test de sit & reach. Dichos resultados respaldarían la utilización de estiramientos estáticos de una duración relativamente corta (90 s) dentro de una entrada en calor específica para así asegurar un máximo ROM conjuntamente con la mejora del rendimiento de esprint.

Puntos Clave

Una actividad específica dentro de la entrada en calor puede mejorar el rendimiento de esprint.

El estiramiento estático fue más efectivo que el estiramiento dinámico para incrementar el rango de movimiento estático.

No se observaron efectos de los protocolos de entrada en calor sobre la altura del salto con contramovimiento o sobre el tiempo de movimiento.

REFERENCIAS

1. Abad, C.C., Prado, M.L., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V. and Barroso, R (2011). Combination of general and specific warm-ups improves leg-press one repetition maximum compared with specific warm-up in trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25, 2242-2245
2. Amiri-Khorasani, M., Abu Osman, N.A. and Yusof, A (2011). Acute effect of static and dynamic stretching on hip dynamic range of motion during instep kicking in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25, 1647-1652
3. Avela, J., Kyriläinen, H. and Komi, P.V (1999). Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *Journal of Applied Physiology* 86, 1283-1291
4. Bandy, W.D. and Irion, J.M (1994). The effect of time on the static stretch of the hamstrings muscles. *Physical Therapy* 74, 845-850
5. Beedle, B.B. and Mann, C.L (2007). A comparison of two warm-ups on joint range of motion. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21, 776-779
6. 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
7. Behm, D.G., Bradbury, E.E., Haynes, A.T., Hodder, J.N., Leonard, A.M. and Paddock, N.R (2006). Flexibility is not related to stretch-induced deficits in force or power. *Journal of Sports Science and Medicine* 5, 33-42
8. 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
9. 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* 111, 2633-2651
10. Behm, D.G. and Sale, D.G (1993). Velocity specificity of resistance training. *Sports Medicine* 15, 374-388
11. Bishop, D (2003). Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine* 33, 439-454
12. Bradley, P.S., Olsen, P.D. and 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, 223-226
13. Chaouachi, A., Castagna, C., Chtara, M., Brughelli, M., Turki, O., Galy, O., Chamari, K. and Behm, D.G (2010). Effect of warm-ups involving static or dynamic stretching on agility, sprinting, and jumping performance in trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24(8), 2001-2011
14. Chaouachi, A., Chamari, K., Wong, P., Castagna, C., Chaouachi, M., Moussa-Chamari, I. and Behm, D.G (2008). Stretch and sprint training reduces stretch-induced sprint performance deficits in 13- to 15-year-old youth. *European Journal of Applied Physiology* 104(3), 515-522
15. Cornwell, A., Nelson, A. and 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
16. Costa, P.B., Graves, B.S., Whitehurst, M. and Jacobs, P.L (2009). The acute effects of different durations of static stretching on dynamic balance performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23, 141-147
17. Covert, C.A., Alexander, M.P., Petronis, J.J. and Davis, D.S (2010). Comparison of Ballistic and Static Stretching on Hamstring Muscle Length Using an Equal Stretching Dose. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24, 3008-3014
18. Cramer, J.T., Housh, T.J., Johnson, G.O., Miller, J.M., Coburn, J.W. and Beck, T.W (2004). Acute effects of static stretching on peak torque in women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18, 236-241
19. Deschenes, M.R. and Kraemer, W.J (2002). Performance and physiologic adaptations to resistance training. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* 881, S3-16
20. Faigenbaum, A.D., McFarland, J.E., Schwerdtman, J.A., Ratamess, N.A., Kang, J. and Hoffman, J.R (2006). Dynamic warm-up

- protocols, with and without a weighted vest, and fitness performance in high school female athletes. *Journal of Athletic Training* 41, 357-363
21. Fletcher, I.M. and 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, 784-787
 22. 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
 23. Gelen, E (2010). Acute effects of different warm-up methods on sprint, slalom dribbling, and penalty kick performance in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24(4), 950-956
 24. Guissard, N., Duchateau, J. and Hainaut, K (2001). Mechanisms of decreased motoneurone excitation during passive muscle stretching. *Experimental Brain Research* 137, 163-169
 25. Gurosoy, R (2010). Sex differences in relations of muscle power, lung function, and reaction time in athletes. *Perceptual and Motor Skills* 110, 714-720
 26. Handrakis, J.P., Southard, V.N., Abreu, J.M., Aloisa, M., Doyen, M.R., Echevarria, L.M., Hwang, H., Samuels, C., Venegas, S.A. and Douris, P.C (2010). Static Stretching Does Not Impair Performance in Active Middle-Aged Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24, 825-830
 27. Herman, S.L. and Smith, D.T (2008). Four-week dynamic stretching warm-up intervention elicits longer-term performance benefits. *Journal of Strength and Conditioning Research* 22(4), 1286-1297
 28. Holt, B.W. and Lambourne, K (2008). The impact of different warm-up protocols on vertical jump performance in male collegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 22, 226-229
 29. Ingraham, S.J (2003). The role of flexibility in injury prevention and athletic performance: have we stretched the truth?. *Minnesota Medicine* 86, 58-61
 30. Kay, A.D. and Blazevich, A.J (2012). Effect of Acute Static Stretch on Maximal Muscle Performance: A Systematic Review. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 44(1), 154-164
 31. Kean, C.O., Behm, D.G. and Young, W.B (2006). Fixed foot balance training increases rectus femoris activation during landing and jump height in recreationally active women. *Journal of Sports Science and Medicine* 5, 138-148
 32. 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. *Journal of Strength and Conditioning Research* 15, 98-101
 33. 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
 34. Layec, G., Bringard, A., Le Fur, Y., Vilmen, C., Micallef, J.P., Perrey, S., Cozzone, P.J. and Bendahan, D (2009). Effects of a prior high-intensity knee-extension exercise on muscle recruitment and energy cost: a combined local and global investigation in humans. *Experimental Physiology* 94, 704-719
 35. Little, T. and 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, 203-207
 36. Magnusson, S.P., Simonsen, E.B., Aagaard, P. and Kjaer, M (1996). Biomechanical responses to repeated stretches in human hamstring muscle in vivo. *The American Journal of Sports Medicine* 24, 622-627
 37. 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. *Journal of Strength and Conditioning Research* 22, 1528-1534
 38. McNeal, J.R., Sands, W.A. and Stone, M.H (2010). Effects of fatigue on kinetic and kinematic variables during a 60-second repeated jumps test. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 5, 218-229
 39. Miller, R.G., Mirka, A. and Maxfield, M (1981). Rate of tension development in isometric contractions of a human hand muscle. *Experimental Neurology* 73, 267-285
 40. Moore, M.A. and Hutton, R.S (1980). Electromyographic investigation of muscle stretching techniques. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 12, 322-329
 41. Murphy, J.R., Di Santo, M.C., Alkanani, T. and Behm, D.G (2010). Aerobic activity before and following short-duration static stretching improves range of motion and performance vs. a traditional warm-up. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 335, 679-690
 42. Needham, R.A., Morse, C.I. and Degens, H (2009). The acute effect of different warm-up protocols on anaerobic performance in elite youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23, 2614-2620
 43. O'Sullivan, K., Murray, E. and Sainsbury, D (2009). The effect of warm-up, static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. *BMC Musculoskeletal Disorders* 10, 37-42
 44. Perrier, E.T., Pavol, M.J. and Hoffman, M.A (2011). The acute effects of a warm-up including static or dynamic stretching on countermovement jump height, reaction time, and flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25, 1925-1931
 45. 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 and Science in Sports and Exercise* 36, 1389-1396
 46. Rhea, M.R (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of effect size. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18(4), 918-920
 47. Rosenbaum, D. and Hennig, E (1995). The influence of stretching and warm-up exercises on achilles tendon reflex activity. *Journal of Sport Sciences* 13, 481-490
 48. Saez, S.d.V., Gonzalez-Badillo, J.J. and Izquierdo, M (2007). Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long-term acute jumping performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 100, 393-401
 49. 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. *Journal of Strength and Conditioning Research* 22, 1422-1428
 50. Samukawa, M., Hattori, M., Sugama, N. and Takeda, N (2011). The effects of dynamic stretching on plantar flexor muscle-tendon

tissue properties. *Manual therapy* 16, 618-622

51. Skof, B. and Strojnik, V (2007). The effect of two warm-up protocols on some biomechanical parameters of the neuromuscular system of middle distance runners. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21, 394-399
52. Terzis, G., Spengos, K., Karampatsos, G., Manta, P. and Georgiadis, G (2009). Acute effect of drop jumping on throwing performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23, 2592-2597
53. Tillin, N.A. and Bishop, D (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine* 39, 147-166
54. 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 Maresh, C.M (2008). Effects of stretching on upper body muscular performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 22, 1279-1285
55. Turki, O., Chaouachi, A., Drinkwater, E.J., Chtara, M., Chamari, K., Amri, M. and Behm, D.G (2011). Ten minutes of dynamic stretching is sufficient to potentiate vertical jump performance characteristics. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25, 2453-2463
56. 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 41. *Journal of Strength and Conditioning Research* 19, 206-212
57. Vetter, R.E (2007). Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21, 819-823
58. Young, W. and Behm, D (2002). Should static stretching be used during a warm-up for strength and power activities?. *Strength and Conditioning Journal* 24, 33-37
59. Young, W. and Elliott, S (2001). Acute effects on static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 72, 273-279
60. Zuniga, J., Housh, T.J., Mielke, M., Hendrix, C.R., Camic, C.L., Johnson, G.O., Housh, D.J. and Schmidt, R.J (2011). Gender comparisons of anthropometric characteristics of young sprint swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25, 103-108

Cita Original

Michael Samson, Duane C. Button, Anis Chaouachi and David G. Behm. Effects of Dynamic and Static Stretching Within General and Activity Specific Warm-Up Protocols. *Journal of Sports Science and Medicine* (2012) 11, 279 - 285