

Efecto agudo del estiramiento sobre el sprint en jugadores de fútbol de división de honor juvenil.

Acute effect of stretching on sprint in honour division soccer players.

Francisco Ayala Rodríguez
Pilar Sainz de Baranda Andújar

Universidad Católica San Antonio de Murcia. España

Resumen

Se valoró el efecto agudo del estiramiento sobre el rendimiento en la flexión máxima de tronco y sprint de 10 y 30 metros en jugadores de fútbol de división de honor. Se realizó un estudio aleatorio controlado de medidas repetidas, en el que participaron 28 varones jugadores de fútbol (edad $17,6 \pm 0,8$ años; peso $71,96 \pm 7,9$ kg; talla $177,66 \pm 5,85$ cm). Todos los sujetos fueron aleatoriamente distribuidos en 3 grupos: estiramientos estáticos-pasivos ($n=9$), estiramientos estáticos-activos ($n=11$) y estiramientos dinámicos ($n=8$). Todos los grupos realizaron un calentamiento estándar de 10 minutos de carrera, seguido de la valoración de la flexión máxima de tronco y del tiempo en el sprint de 10 y 30 metros parado y lanzado. Estas pruebas de valoración fueron repetidas después de que cada sujeto completase la rutina de estiramientos que previamente le fue asignada. Todos los grupos consiguieron un aumento de la distancia alcanzada en la flexión de tronco ($p<0.05$), sin embargo, tan solo el grupo de estiramientos dinámicos no mostró un descenso en el rendimiento del sprint en cualquiera de sus variantes analizadas ($p>0.05$). Por ello se recomienda la realización de estiramientos dinámicos como parte fundamental del calentamiento previo a una actuación deportiva.

Palabras clave: estiramientos; fútbol; calentamiento; sprint; rendimiento.

Abstract

The acute effect of stretching on maximum trunk flexion and 10 and 30 meters sprint performances was measured in honour division soccer players. A random controlled repeated measures design was used and 28 honour division soccer players participated in this study (age $17,6 \pm 0,8$ years; weight $71,96 \pm 7,9$ kg; height $177,66 \pm 5,85$ cm). All subjects were assigned randomly to 3 groups: passive static stretch ($n=9$), active-static stretch ($n=11$) and dynamic stretch ($n=8$). All groups performed a standard 10 minute jog warm-up, followed by maximum trunk flexion and stationary and flying 10 and 30 meters sprint time measurements. These measurement tasks were repeated after each subject completed his stretching protocol previously assigned. All groups obtained a improvement in trunk flexion distance ($p<0.05$), however, only dynamic stretch group did not show a decrease in sprint performance in any of tested variants. Therefore, it recommended perform dynamic stretching as fundamental part of warm-up subsequent sport events.

Key words: stretching; soccer; warm-up; sprint; performance.

Correspondencia/correspondence: Francisco Ayala Rodríguez
Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.
Campus de los Jerónimos, s/n. 30107 Guadalupe (Murcia).
e-mail: fayala@pdi.ucam.edu

Introducción

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

En los últimos años, son numerosos los estudios científicos que han estudiado el efecto agudo de la práctica de estiramientos sobre el rendimiento, siendo a menudo, controvertidos los resultados obtenidos (Rubini, Costa y Gomes, 2007).

Existe una ligera evidencia científica que sugiere que el efecto agudo del estiramiento muscular puede ir en detrimento del rendimiento de diferentes esfuerzos máximos, como por ejemplo; la máxima contracción voluntaria concéntrica (Avela, Kyrolainen y Comí, 1999; Behm Bradbury, Haynes, Odre, Leonard y Paddock, 2006; Cramer y cols. 2007; Fowles Sale y Macdougall, 2000; Marek y cols. 2005; Ogura Miyahara, Naito, Katamoto y Auki, 2007; Power, Behm, Cahill, Carroll y Young, 2004; Yamaguchi, Ishii, Yamanaka y Yasuda, 2006), la altura del salto vertical (Church, Wiggins, Moode y Crist, 2001; Cornwell, Nelson, Heise y Sidaway 2001; Young and Behm, 2002) y la velocidad de carrera (Fletcher y Anness, 2007; Fletcher y Jones, 2004; Little y Williams, 2006; Nelson, Driscoll, Landin, Young y Schexnayder, 2005).

Todos estos estudios han abierto una línea de investigación que pretende dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Deberían ser incluidos los estiramientos dentro del calentamiento previo a una actividad deportiva? Los primeros resultados observan una disminución en el rendimiento deportivo, sin embargo se debe ser cauto a la hora de eliminar los estiramientos como parte del calentamiento, debido sobre todo a que la metodología empleada en estos estudios plantea algunas lagunas, sobre todo en las rutinas de estiramientos diseñadas, la técnica de estiramiento utilizada y los métodos para determinar el rendimiento máximo de la potencia y fuerza muscular.

En este sentido, cuando se analizan las rutinas de estiramiento diseñadas, se observa un empleo casi monopolístico de la técnica de estiramiento estática-pasiva (Avela y cols., 1999; Behm y cols., 2006; Cramer y cols., 2007; Marek y cols., 2005; Nelson, Kokkonen y Arnall, 2005; Ogura y cols., 2007; Power y cols., 2004; Yamaguchi y cols., 2006), donde la carga de entrenamiento oscila entre los 120 segundos (Cramer y cols., 2007) y la hora de duración (Avela y cols., 1999). En segundo lugar, los métodos para determinar el rendimiento máximo de la potencia y fuerza muscular usualmente implican dispositivos isotónicos (Kokkonen, Nelson y Cornwell, 1998; Nelson y cols., 2005^a; Nelson y Kokkonen 2001), isométricos (Behm y cols., 2006; Power y cols., 2004; Yamaguchi y cols., 2006) e isocinéticos (Cramer y cols., 2007; Marek y cols., 2005), a través de máximas contracciones voluntarias de un grupo muscular.

Del análisis anterior se extrae que: a) la carga de estiramientos empleada en los diversos estudios científicos excede con mucho los rangos óptimos recomendados (15-30 segundos por grupo muscular) para el calentamiento (Anderson y Burke, 1991), además de no reflejar la realidad deportiva (Fletcher y Jones, 2004; Zakas, Galazoulas, Doganis y Zakas, 2006); y b) la capacidad de los dispositivos empleados para el análisis de la función muscular es muy limitada para reflejar cambios sobre el rendimiento deportivo debido a la escasa especificidad de las acciones solicitadas (Murphy y Wilson, 1997).

Por tanto, parece clara la necesidad de llevar a cabo estudios científicos donde se analice el efecto agudo del estiramiento a) con una carga de entrenamiento adaptada a la realidad deportiva; b) empleando técnicas de estiramientos que estimulen la activación muscular (técnicas estáticas-activas y dinámicas); y c) evaluando los cambios en la función muscular con tests que reflejen modificaciones reales en el rendimiento.

Por todo ello, el presente estudio científico tuvo como principal objeto analizar y comparar el efecto agudo de 3 rutinas de estiramiento de corta duración diferentes (estática-pasiva, estática-activa y dinámica-estática) con similares parámetros de la carga sobre el rendimiento en el sprint de 10 y 30 metros en jugadores de fútbol de División de Honor Juvenil.

Material y método

Muestra

Un total de 28 varones jugadores de fútbol de división de honor juvenil (edad $17,6 \pm 0,8$ años; peso $71,96 \pm 7,9$ kg; talla $177,66 \pm 5,85$ cm) completaron este estudio. Los sujetos poseían una experiencia en la práctica deportiva de más de 4 años de forma ininterrumpida, con una carga de entrenamiento de más de 4 sesiones semanales en el último año. Todos los sujetos debían reunir tres requisitos básicos: a) carecer de un historial médico de alteraciones del aparato locomotor en los últimos 6 meses; b) no presentar en el proceso de testaje “dolor muscular de aparición tardía” (agujetas) y c) no haber realizado actividad física intensa en las últimas 48 horas previas al estudio.

Todos los sujetos completaron un cuestionario para evaluar su historia médica, su actividad física y su experiencia con los estiramientos. Así mismo, cada sujeto firmó antes de participar un consentimiento informado aprobado por el “Comité Científico y Ético” de la Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM). Los sujetos fueron informados del propósito de la investigación y fueron instados a realizar el máximo esfuerzo en los tests de medida. Ninguno de los participantes era conocedor de los resultados de las últimas investigaciones relacionadas con el efecto agudo del estiramiento sobre el rendimiento deportivo (Nelson y cols., 2005b).

Diseño

Un diseño aleatorio controlado de medidas repetidas fue empleado para evaluar el efecto agudo de 3 técnicas de estiramiento sobre el rendimiento máximo en acciones deportivas. Con este diseño se controló el posible efecto del diferente nivel de flexibilidad individual, de tal modo que cada sujeto fue su propio control (Beedle, Leydig y Carnucci, 2007). Las variables dependientes fueron el rango de movimiento de la flexión de tronco y el tiempo en el sprint (10 y 30 m). Determinados autores han empleado el test distancia dedos planta (DDP) para identificar una posible relación entre el rango de movimiento y el tiempo en el sprint/economía de carrera (Jones, 2002; Hayes y Walter, 2007; Nelson y Kokkonen, 2001), y para asegurar la comparabilidad, este estudio empleó el mismo test. Como variables independientes se establecieron los protocolos de estiramiento (estático-activo, estático-pasivo y dinámico) y el momento de aplicación de los test (pre-test and post-test).

Procedimiento

Una semana antes de iniciar el proceso de valoración, todos los sujetos fueron sometidos a 2 sesiones de familiarización con los tests de medida y las técnicas de estiramiento seleccionadas. Posteriormente, los participantes fueron aleatoriamente distribuidos en tres grupos experimentales diferentes. El grupo 1 realizó una rutina de estiramientos estáticos-activos (n=11), el grupo 2 una rutina de estiramientos estáticos-pasivos (n=9) y el grupo 3 una rutina de estiramientos dinámicos (n=8).

Todos los sujetos fueron evaluados el mismo día, a la misma hora y por el mismo examinador (Kokkonen, Nelson, Eldredge, y Winchester, 2007). El procedimiento de evaluación fue igual para cada uno de los grupos experimentales (figura 1), si bien el efecto potencial del orden fue minimizado por la asignación aleatoria de la secuencia de las pruebas de medición, tanto en el pre-test como en el post-test (Nelson y cols., 2005a) Todos los tests de medición se realizaron en el campo de entrenamiento de los participantes, con la ropa propia de la competición.

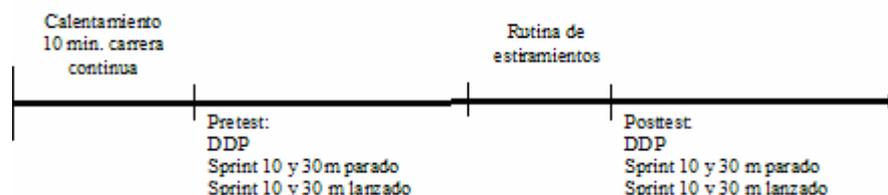


Figura 1: Cronograma de trabajo

Un calentamiento consistente en 10 minutos de carrera continua fue realizado antes del pretest (Fletcher y Anness 2007; Fletcher y Jones 2004) y la rutina de entrenamiento, debido a que los estiramientos son normalmente realizados después del calentamiento y antes del evento o entrenamiento deportivo específico en muchos contextos deportivos. (Bazett-Jones, Gibson y McBride, 2008). Entre cada uno de los 4 bloques de los que se componía la secuencia de evaluación se dejó un periodo de descanso de entre 4-6 minutos con la finalidad de obtener una gran reproducibilidad con respecto al procedimiento de preparación hacia la práctica deportiva realizado habitualmente por los deportistas. Los participantes no fueron informados de los resultados hasta que el estudio fue completado. (Nelson y cols., 2005a)

Test distancia dedos planta (DDP)

El test DDP ha sido frecuentemente empleado como un indicador aproximado de la flexibilidad (Kokkonen Nelson y Cornwell, 1998, Power y cols. 2004) y correlaciona con la extensibilidad isquiosural (Chung y Yuen, 1999; Cornbleet y Woolsey, 1996; Hui y Yuen, 1998, 2000). Para realizar este test se partió de la posición de sedentación sobre el suelo con rodillas extendidas y pies juntos formando un ángulo recto con la horizontal. Se realizó una flexión máxima del tronco, sin flexionar las rodillas, pies descalzos y con las extremidades superiores en extensión completa, hasta llegar lo más lejos posible. El resultado se midió en centímetros, valorando la distancia entre el extremo más distal de las falanges distales del carpo y la planta de los pies. Para su realización se empleó un cajón de medición, apoyando las plantas de los pies en uno de sus frontales. Se realizaron dos mediciones separadas entre sí por al menos 2 minutos, seleccionándose el mejor resultado para el análisis estadístico (Ogura y cols., 2007)

Tiempo Sprint 10 y 30 metros

El tiempo en el sprint fue medido utilizando 3 células fotoeléctricas conectadas a un sistema de cronometraje electrónico (Bazett-Jones y cols., 2008; Christou, Smilios, Sotiropoulos. Volaklis, Pilianidis y Tokmakidis, 2006; Kokkonen y cols., 2007; Fletcher y Anness, 2007; Fletcher y Jones, 2004). Una célula fotoeléctrica fue colocada a la salida, otra a los 10 m y una final a los 30 m. Las células fotoeléctricas fueron colocadas a la altura de la cadera de los participantes (aproximadamente 50 cm) (Kokkonen y cols., 2007). Todos los sprints se realizaron con la ropa de competición propia de cada sujeto para simular una acción real de competición, instándose a los sujetos a dar el máximo de sus posibilidades. Se realizaron 4 sprints máximos, 2 desde posición de parado, y otros 2 lanzados a la máxima velocidad posible por cada participante. En estos últimos, cada sujeto elegía de forma individual aquella distancia

que consideraba suficiente para alcanzar su máxima velocidad antes de llegar a la primera célula fotoeléctrica. Dicha distancia fue seleccionada durante las sesiones de familiarización e igual para cada uno de los dos intentos.

Entre cada acción se dejó un periodo de descanso comprendido entre 1-3 minutos, seleccionando el mejor en cada modalidad para el análisis estadístico (Fletcher y Anness, 2007; Kokkonen y cols., 2007). Estas distancias fueron seleccionadas por ser las más repetidas durante un partido de fútbol (Bangsbo, Nooregard y Thorsoe, 1991; Christou y cols., 2006).

Rutinas de estiramiento

Todas las rutinas de estiramientos tuvieron características semejantes en cuanto a la carga total de trabajo (60 segundos), la carga parcial de trabajo por serie-ejercicio (30 segundos), el número de series por ejercicio (1) y el número (1 bilateral y 1 unilateral) y tipo de ejercicios. Tan solo la técnica de estiramiento y el orden aleatorizado de los ejercicios fueron las variables diferenciadores de cada una de las rutinas diseñadas. Todos los estiramientos fueron encaminados a estirar la parte posterior del muslo (musculatura isquiosural), y reflejaban estiramientos que habitualmente realizaban los deportistas.

El grupo 1 realizó una rutina de estiramientos estáticos-activos (2x30s), en donde las instrucciones de ejecución de los ejercicios estuvieron basadas en el trabajo inicialmente descrito por Sullivan, DeJulia y Worrell (1992) y posteriormente aplicado por Kolber y Zepeda (2004), Winter y cols. (2004) y Ford, Mazzone y Taylor. (2005). Desde una perspectiva biomecánica, esta técnica de estiramiento fue realizada de la siguiente forma: las manos fueron colocadas en las caderas, la cabeza adoptó una posición neutral con la mirada al frente, la pierna que iba a ser estirada se mantuvo totalmente estirada; la zona cervical, torácica y lumbar fue extendida y las escápulas retraídas; a partir de esta posición inicial, cada sujeto realizó una anteversión pélvica seguida de una flexión de tronco hasta alcanzar una posición final de sensación de estiramiento mantenida de la parte posterior del muslo sin perder la lordosis fisiológica de la zona lumbar.

El grupo 2 realizó una rutina de estiramientos estáticos-pasivos (2x30s), cuyas instrucciones de ejecución estuvieron centradas en los trabajos realizados por Bandy y Irion (1994) y Bandy, Irion y Briggler (1997). Cada sujeto debía adoptar una posición final de estiramiento mantenido asistida por un compañero, cuyo objetivo era alcanzar la máxima distancia posible con piernas estiradas (intentar tocar la punta del pie), flexionando al máximo la zona cervical, torácica y lumbar.

Por su parte, el grupo 3 realizó una rutina de estiramientos dinámicos (2x15 repeticiones). Los sujetos realizaron estiramientos dinámicos a velocidad controlada durante 30 segundos con una frecuencia de aproximadamente un ciclo de estiramiento cada 2 segundos. En la posición inicial y final de estiramiento se siguieron las mismas pautas de ejecución que la técnica estática-activa. Se les instó a intentar alcanzar el máximo rango de movimiento en cada repetición. En esta técnica de estiramiento, la elongación de la musculatura es producida por la contracción isotónica de la musculatura antagonista, produciendo movimiento de la articulación a través de todo el rango de movimiento permitido, de manera lenta y controlada (Fletcher y Anness, 2007; Fletcher y Jones, 2004).

Tratamiento estadístico

La media y la desviación típica de todas las variables fueron calculadas. Además, las diferencias entre el pretest y posttest para cada una de las variables y grupo experimental pueden observarse en la tabla 1. Las diferencias para el test DDP y el tiempo en el sprint (10 y

30 m parado y lanzado) entre el pretest y el posttest para cada uno de los grupos de estiramiento fueron determinadas por la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas.

Todos los datos fueron analizados usando el programa estadístico SPSS 15.0 y el nivel de significación fue de $p < 0,05$.

Resultados

Como se muestra en la tabla 1, no hubo diferencias estadísticamente significativas en las variables “DDP” y “tiempo en el sprint” en los valores iniciales del pretest entre cada uno de los grupos de estiramiento (tabla 1).

La prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas muestra cómo el grupo de estiramientos estáticos-pasivos obtuvo un descenso estadísticamente significativo en el rendimiento del sprint 30 m desde parado y en el sprint 10 y 30 m lanzado. Así mismo, cabe destacar una tendencia negativa en el test de 10 m sprint desde parado ($p = 0,052$).

Por su parte, el protocolo de estiramientos estático-activos reflejó un descenso estadísticamente significativo en el rendimiento del sprint 10 m lanzado, así como un descenso con una tendencia a la significación en el rendimiento del sprint 30 m lanzado ($p = 0,066$).

Por lo que respecta al grupo de estiramientos dinámicos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el pretest y el posttest para cada una de las variables analizadas.

Discusión.

El objetivo de este estudio fue analizar el efecto agudo de tres técnicas de estiramiento (estática-pasiva, estática-activa y dinámica) sobre el rendimiento en el sprint.

Estudios previos sugieren que la realización de estiramientos estáticos puede afectar negativamente la producción de máxima fuerza en contracciones isométricas y concéntricas (Behm y cols., 2006; Cramer y cols., 2007; Kokkonen, Nelson y Cornwell, 1998; Marek y cols., 2005; Nelson y Kokkonen 2001; Nelson y cols., 2005a; Power y cols., 2004; Yamaguchi y cols., 2006). Así mismo, el estiramiento previo puede también comprometer el rendimiento en habilidades donde el éxito dependa del ritmo de producción de fuerza o potencia (Fletcher y Anness, 2007; Fletcher y Jones, 2004; Little y cols., 2006; Nelson y cols., 2005a; Vetter, 2007).

En este sentido, los resultados de este estudio han informado de que las técnicas de estiramiento estáticas (pasiva y activa) afectaron negativamente al rendimiento en una o más acciones testadas, no siendo el caso para la técnica dinámica. Similares resultados fueron observados por Fletcher y Anness (2007), quienes obtuvieron un descenso significativo en el rendimiento del sprint de 50 m tras la realización de un protocolo de estiramientos estáticos. Así mismo, Little y Williams (2006) informaron de un aumento en el tiempo del sprint de 20 metros tras una rutina de estiramientos pasiva en jugadores de fútbol profesionales.

Una posible explicación al negativo efecto del estiramiento estático sobre el rendimiento podría estar en el descenso de la rigidez de la unidad músculo-tendón (Magnusson, 1998; Kubo Kanehisa, Kawakami y Fukunaga. 2001; McNair, Dombroski, Hewson, Stanley, 2000; Wilson, Wood y Elliot, 1991).

Tabla I: Resultados pre-test and post-test (M ± SD)

Acción	Estático-Activo (n=11)		Estático-Pasivo (n=9)		Dinámico (n=8)	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
DDP (cm)	7,85 ±7,87	10,28 ±7,13*	4,83 ±6,71	6,89 ±6,36*	7,56 ±5,14	10,19 ±5,54*
Sprint parado 10m (s)	1,75 ±0,06	1,79 ±0,06	1,79 ±0,010	1,84 ±0,006	1,78 ±0,07	1,76 ±0,09
Sprint parado 30m (s)	4,09 ±0,07	4,2 ±0,11	4,21 ±0,016	4,26 ±0,014*	4,19 ±0,25	4,11 ±0,13
Sprint lanzado 10m (s)	1,23 ±0,04	1,25 ±0,03*	1,27 ±0,007	1,29 ±0,006*	1,25 ±0,04	1,25 ±0,03
Sprint lanzado 10m (s)	3,5 ±0,10	3,53 ±0,11	3,59 ±0,017	3,69 ±0,017*	3,46 ±0,1	3,48 ±0,06

s: segundos; cm: centímetros; m: metros; *, p<0.05

En este sentido, Wilson, Murphy y Pryor (1994) sugieren que, para acciones musculares concéntricas, una reducción en la rigidez de la unidad músculo-tendón podría reducir la capacidad de producción de fuerza contráctil por una modificación desfavorable de las condiciones de longitud y velocidad. Igualmente, esta alteración en la rigidez podría suponer un peor aprovechamiento de la energía elástica en acciones explosivas con alta incidencia del ciclo de estiramiento-acortamiento (Young y Elliott, 2001), debido a que la cantidad de energía que puede ser almacenada por la unidad músculo-tendón está en función de la rigidez de la misma y de la extensión excéntrica producida por una fuerza impuesta (Bosco et al., 1982).

Consecuentemente, una carga aguda de estiramiento muscular podría comprometer la eficacia del ciclo de estiramiento-acortamiento por descenso de la rigidez activa de la unidad músculo-tendón, reduciendo así la cantidad de energía elástica que puede ser almacenada y reutilizada (Nelson, Kokkonen y Arnal., 2005; Rubini, Costa y Gomes, 2007).

Un aspecto importante a destacar es que aun siendo similar la dinámica de ejecución de los ejercicios de estiramiento para la técnica estática-pasiva y estática-activa (mantenimiento de una posición de estiramiento durante 30s), el rendimiento en las distintas pruebas efectuadas durante este estudio fue diferente. Quizás el hecho de que el estiramiento estático-activo se ejecute a través de una contracción isométrica mantenida de la musculatura antagonista al estiramiento, lo cual puede mejorar la coordinación agonista-antagonista (White y Sahrmann, 1994; Winter y cols., 2004) y la activación de la musculatura antagonista al estiramiento, pueda ser un factor que justifique los diferentes resultados obtenidos con ambas técnicas estáticas. En este sentido, en el sprint desde parado, la mejora en la activación de la musculatura antagonista al estiramiento, la mayor coordinación agonista-antagonista y el bajo protagonismo del ciclo de estiramiento-acortamiento pueden haber compensado el aumento de la viscosidad de la unidad músculo-tendón como consecuencia de la ejecución de estiramientos estáticos-activos (Flecher y Anness, 2007). Mientras que por el contrario, en el sprint lanzado, el mayor protagonismo de las acciones con ciclo de estiramiento-acortamiento puede no ser suficientemente compensado por el aumento de la coordinación y activación muscular producido por el estiramiento estático-activo, explicando así la afectación sobre el sprint lanzado y no sobre el sprint desde parado (Flecher y Jones, 2004)

El carácter isotónico del estiramiento dinámico puede ser un factor que permita explicar la no alteración del rendimiento en el sprint tras la aplicación del mismo. La técnica dinámica supone la ejecución de movimientos con un diseño más específico que el estiramiento estático, con una mayor incidencia de la función propioceptiva (Fletcher y Jones, 2004). La técnica de carrera del sprint requiere de un alto nivel propioceptivo, particularmente la pre-activación para ayudar al rápido cambio de contracción excéntrica a concéntrica requerido para generar velocidad en la carrera, por lo que el estiramiento dinámico podría ayudar a la realización de movimientos coordinados complejos (Flecher y Anness, 2007; Fletcher y Jones, 2004).

Mecanismos neurológicos han sido también expuestos como hipótesis al descenso en el rendimiento tras la aplicación de estiramientos estáticos. En este sentido, la realización de estiramientos estáticos parece inhibir la actividad nerviosa (Avela, Kyrolainen y Komi, 1999; Behm, Button y Butt., 2001; Fowles, Sale y MacDougall, 2000; Kokkonen, Nelson y Cornwell, 1998; Kubo, Kanehisa, Fukunaga, 2001). La prolongada contracción isométrica realizada en las técnicas de estiramiento estáticas (pasiva y activa), puede conducir a una reducción en la sensibilidad de las vías nerviosas, reduciendo la activación de los husos musculares de la musculatura estirada, provocando un descenso en los impulsos excitatorios a

través del sistema nervioso de la unidad motora (Avela, Finni, Liikavainio, Niemela y Komi, 2004; Avela, Kyrolainen y Komi, 1999).

Por lo que respecta a la técnica dinámica, Shellock y Prentice (1985) sugirieron que la razón por la que el estiramiento dinámico puede afectar positivamente al rendimiento es debido a que la temperatura corporal experimenta un mayor incremento en comparación con el resto de técnicas de estiramiento, lo cual se ha asociado con un incremento en la sensibilidad de los receptores nerviosos y un incremento en la velocidad del impulso nervioso, permitiendo a las contracciones musculares ser más rápidas y más fuertes.

Por todo ello, los resultados de este estudio sugieren que la realización de estiramientos estáticos (activos y pasivos) como parte del calentamiento puede afectar negativamente en el rendimiento posterior en el sprint. Así mismo, la realización de estiramientos dinámicos como parte del calentamiento podría aumentar el rango de movimiento de una articulación sin afectar negativamente al rendimiento posterior.

Una de las limitaciones de este estudio fue el escaso tamaño de la muestra y la realización de estiramientos exclusivamente para la musculatura posterior del muslo, de ahí que se deba ser cauto a la hora de extrapolar los resultados. Por ello, son necesarias más investigaciones que analicen el efecto agudo del estiramiento en diferentes grupos musculares tanto por separado como conjuntamente, así como el empleo de muestras con sujetos de alto nivel y de diferentes disciplinas deportivas.

Conclusiones

La realización de estiramientos estáticos previos a un sprint desde parado o lanzado disminuye el rendimiento. Mientras que el estiramiento dinámico afecta positivamente al rendimiento de esta acción deportiva específica.

Por ello, se sugiere la necesidad de incluir ejercicios de estiramiento dinámico como parte fundamental de la preparación previa a toda actividad deportiva por su contribución al aumento de la temperatura corporal, a la mejora de la coordinación muscular, la optimización del ciclo de estiramiento-acortamiento y al aumento del rango de movimiento.

Notas

Agradecer a todo el plantel técnico y jugadores del equipo "Real Murcia" categoría división de honor por participar y permitir llevar a cabo este estudio. Así mismo, este trabajo es resultado del proyecto de tesis doctoral "Efecto de un programa de estiramientos activos sobre el rango de movimiento de la cadera en jugadores/as de fútbol sala" (06862/FPI/07), financiado con cargo al Programa de Formación de Recursos Humanos para la Ciencia y la Tecnología de la Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia.

Bibliografía

- Anderson, B. y Burke, E.R. (1991). Scientific, medical, and practical aspects of stretching. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 10, 63-86.
- Avela, J.; Finni, T.; Liikavainio, T.; Niemela, E. y Komi, P. (2004). Neural and mechanical responses of the triceps surae muscle group after 1 h of repeated fast passive stretches. *Journal of Applied Physiologic*, 96, 2325-2332.
- Avela, J.; Kyrolainen, H. y Komi, P.V. (1999). Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *Journal of Applied Physiologic*. 86(4), 1283-1291.
- Bandy, W.D. y Irion, J.M. (1994). The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Physical Therapy*, 74(9), 845-850.

- Bandy, W.D.; Irion, J.M. y Briggler, M. (1997). The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Physical therapy*, 77, 1090-1096.
- Bangsbo, J.; Nooregard, L. y Thorsoe F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 16, 110-116.
- Bazett-Jones, D.M.; Gibson, M.H. y McBride, J.M. (2008). Sprint and vertical jump performances are not affected by six weeks of static hamstring stretching. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 25-31.
- Beedle, B.; Leydig, S. y Carnucci, J. (2007). No differences in pre- and postexercise stretching on flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 780-783.
- Behm, D. G.; Button, D. C. y Butt, J. C. (2001). Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 26, 262-272.
- Behm, D.G.; Bradbury, E.E.; Haynes, A.T.; Odre, J.N.; Leonard, A.M. y Paddock, N. (2006). Flexibility is not related to stretch-induced deficits in force or power. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5, 33-42.
- Bosco, C.; Ito, A.; Komi, P.; Luhtanen, P.V.; Rahkila, P.; Rusko, H. y Viitasalo, J.T. (1982). Neuromuscular function and mechanical efficiency of human leg extensor muscles during jumping exercises. *Acta Physiologica Scandinavica*, 114, 543-550.
- Christou, M.; Smilios, I.; Sotiropoulos, K; Volaklis, K.; Piliandis, T. y Tokmakidis, S.P. (2006). Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 783-791.
- Chung, P.K. y Yuen, C.K. (1999). Criterion-related validity of sit-and-reach tests in university men in Hong Kong. *Perceptual Motor Skills*, 88, 304-316..
- Church, B.J.; Wiggins, M.S.; Moode, M.F. y Crist, R. (2001). Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(3), 332-336.
- Cornbleet, S. y Woolsey, N. (1996). Assessment of hamstring muscle length in school age children using the sit and reach test and the inclinometer measure of hip joint angle. *Physical Therapy*, 8(76), 850-855.
- Cornwell, A.; Nelson, A.G. y Sidaway, B. (2002). Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. *European Journal of Applied Physiology*, 86, 428-434
- Cramer, J.T.; Beck, T.W.; Housh, T.J.; Massey, L.L.; Marek, S.M.; Danglemeier, S.; Purkayastha, S.; Culbertson, J.Y.; Fitz, K. y Egan, A. (2007). Acute effects of static stretching on characteristics of the isokinetic angle-torque relationship, surface electromyography, and mechanomyography. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 687-698.
- Fletcher, I. y Anness, R. (2007). The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty-meter sprint performance in track-and-field athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 784-787.
- Fletcher, I.M. y Jones, B. (2004). The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 885-888.
- Ford, G.S.; Mazzone, M.A. y Taylor, K. (2005). The effect of 4 different durations of static hamstring stretching on passive knee-extension range of motion. *Journal of Sport Rehabilitation*, 14, 95-107.

- Fowles, J.R.; Sale, D.G. y MacDougall, J.D. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *Journal of Applied Physiologic*, 89, 1179-1188.
- Hayes, P.R. y Walter, A. (2007). Pre-exercise stretching does not impact upon running economy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1227-1232.
- Hui, S.C. y Yuen, P.Y. (1998). Comparing the validity and reliability of the modified back saver sit-reach test and four other protocols. *Medicine y Science in Sports y Exercise*, 30(5), suppl, P320.
- Hui, S.C. y Yuen, P.Y. (2000). Validity of the modified back-saver sit-and-reach test: a comparison with other protocols. *Medicine Science and Sports Exercise*, 32, 1655-1659.
- Jones, A.M. (2002). Running economy is negatively related to sit-and-reach test performance in international-standard distance runners. *International Journal of Sports Medicine*, 23, 40-43.
- Kokkonen, J.; Nelson, A.G. y Cornwell, A. (1998). Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance, *Research Quarterly from Exercise and Sport*, 69, 411-415.
- Kokkonen, J.; Nelson, A.G.; Eldredge, C. y Winchester, J.B. (2007). Chronic static stretching improves exercise performance. *Medicine y Science in sports y Exercise*, 39(10), 1825-1831.
- Kolber, M.J. y Zepeda, J. (2004). Addressing hamstring flexibility in athletes with lower back pain: A discussion of commonly prescribed stretching exercises. *Strength and Conditioning Journal*, 26(1), 18-23.
- Kubo, K.; Kanehisa, H. y Fukunaga T. (2001) Effects of different duration isometric contractions on tendon elasticity in human quadriceps muscles. *Journal of Physiologic*, 15, 649-655.
- Little, T. y Williams, A.G. (2006). Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 203-207.
- Magnusson, S.P. (1998). Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 8, 65-77.
- Marek, S.M.; Cramer, J.T.; Fincher, A.L.; Massey, L.L.; Dangelmater, S.M.; Purkayastha, S.; Fitz, K.A. y Culbertson, J.Y. (2005). Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *Journal of Athletic Training*, 40(2), 94-103.
- McNair, P.J.; Dombroski, E.W.; Hewson, D.J. y Stanley, S.N. (2000). Stretching at the ankle joint: viscoelastic responses to holds and continuous passive motion. *Medicine Science and Sports Exercise*, 33(3), 354-358.
- Murphy, A.J. y Wilson, G.J. (1997). The Ability of Tests of Muscular Function to Reflect Training Induced Changes in performance. *Journal of Sports Sciences*, 15, 191-200.
- Nelson, A. G. y Kokkonen, J. (2001). Acute ballistic muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72, 415-419.
- Nelson, A.G.; Driscoll, N.M.; Landin, D.K.; Young, M.A. y Schexnayder, I.C. (2005). Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *Journal of Sports Science*, 23(5), 449-454.
- Nelson, A.G.; Kokkonen, J. y Arnall, D.A. (2005). Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 338-343.

- Ogura, Y.; Miyahara, Y.; Naito, H.; Katamoto, S. y Auki, J. (2007). Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 788-792.
- Power, K.; Behm, D.; Cahill, F.; Carroll, M. y Young, W. (2004). An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(8), 1389-1396.
- Rubini, E.C.; Costa, A.L. y Gomes, P.S. (2007). The effects of stretching on strength performance. *Sports Medicine*, 37(3), 213-224.
- Shellock, F.G. y Prentice, W. E. (1985). Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Medicine*, 2, 267-278.
- Sullivan, M.K.; DeJulia, J.J. y Worrell, T.W. (1992). Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. *Medicine y Science in Sports y Exercise*, 24, 1383-1389.
- Vetter, R.E. (2007). Effects of six Warm-up protocols on sprint and jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 819-823.
- White, S.G. y Sahrmann, S.A. (1994). A movement system balance approach to management of musculoskeletal pain. En: R. Grant (Ed.), *Physical Therapy of the Cervical and Thoracic Spine*. New York: Churchill Livingstone Inc.
- Wilson, G.J.; Murphy, A.J. y Pryor, J.F. (1994). Musculotendinous stiffness: Its relationship to eccentric, isometric and concentric performance. *Journal of Applied Physiologic*, 76, 2714-2719.
- Wilson, G.J.; Wood, G.A. y Elliott, B.C. (1991). The relationship between stiffness of the musculature and static flexibility: an alternative explanation for the occurrence of muscular injury. *International Journal of Sports Medicine*, 12(4), 403-407.
- Winters, M.V.; Blake, C.G.; Trost, J.S.; Marcello-Binker, T.B.; Lowe, L.; Garber, M.B. y Wainner, R.S. (2004). Passive versus active stretching of hip flexor muscles in subjects with limited hip extension: A randomized clinical trial. *Physical therapy*, 84(9), 800-807.
- Yamaguchi, T.; Ishii, K.; Yamanaka, M. y Yasuda, K. (2006). Acute effect of static stretching on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 804-810.
- Young, W. y Elliot, S. (2001). Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72, 273-279.
- Young, W.B. y Behm, D.G. (2002). Should static stretching be used during a warm up for strength and power activities? *Journal of Strength and Conditioning*, 33-37.
- Zakas, A.; Galazoulas, C.; Doganis, G. y Zakas, N. (2006). Effect of two acute static stretching durations of the rectus femoris muscle on quadriceps isokinetic peak torque in professional soccer players. *Isokinetics and Exercise Science*, 14, 357-362.