

Efecto de un programa de estiramientos activos en jugadoras de fútbol sala de alto rendimiento

Effect of Active Stretching on Hip Flexion Range of Motion in Female Professional Futsal Players

Francisco Ayala¹, Pilar Sainz de Baranda², Antonio Cejudo³, Mark De Ste Croix⁴

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

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

³ Centro Deportivo INACUA-Murcia

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

CORRESPONDENCIA:

Francisco Ayala

Campus de los Jerónimos, s/n

30107 Guadalupe (Murcia)

fayala@pdi.ucam.edu

Recepción: marzo 2010 • Aceptación: septiembre 2010

Resumen

El propósito de este estudio fue determinar la progresión de la flexibilidad isquiosural a través del rango de movimiento (ROM) de la flexión de cadera antes (línea base de la flexión de cadera, duración 6 semanas), durante (efecto de un programa de estiramientos, duración 8 semanas) y después (mantenimiento de la flexibilidad, duración 4 semanas) de un programa de estiramientos activos de 8 semanas en jugadoras de alto rendimiento de fútbol sala. Material y método: 10 jugadoras de fútbol sala de alto rendimiento adultas jóvenes completaron este estudio. Un diseño longitudinal, temporal, ininterrumpido de medidas repetidas fue utilizado. Todas las jugadoras llevaron a cabo un programa de estiramientos de 8 semanas. El test unilateral de elevación de la pierna recta fue empleado para evaluar el ROM de la flexión de cadera a las 0, 2, 4 y 6 semanas antes del programa de estiramientos, durante el programa de estiramientos, semanas 2, 4, 6 y 8; y a las 2 y 4 semanas después del cese del programa de estiramientos. Resultados y conclusiones: el análisis de la fase inicial reveló que la línea base del ROM de la flexión de cadera tenía una tendencia irregular, con valores máximos de la flexibilidad isquiosural tanto positivos como negativos. El programa de estiramientos activos de 8 semanas aumentó el ROM de la flexión de cadera un $25,96 \pm 8,76\%$. Cuatro semanas después del cese del programa de estiramientos, el ROM de la flexión de cadera mostró un descenso significativo del $7,9\%$.

Palabras clave: fútbol sala, estiramientos activos, entrenamiento de la flexibilidad, extensibilidad isquiosural.

Abstract

The purpose of this study was to determine the hamstring flexibility progression through hip flexion range of motion (ROM) before (hip flexion baseline, lasting 6 weeks), during (effect of stretching program, lasting 8 weeks) and after (flexibility retention, lasting 4 weeks) an 8-week active stretching program in female professional futsal players. Material and method: 10 young adult professional female futsal players completed this study. An uninterrupted, longitudinal, through the time, repeated-measures design was used. All futsal players performed an 8-week active stretching program. The unilateral passive straight leg raise test was used to assess hip flexion ROM at 0, 2, 4, and 6 weeks before the stretching program, at 2, 4, 6, and 8 weeks during the stretching program and at 2 and 4 weeks after the stretching program. Results and conclusions: the analysis of the initial phase revealed that baseline hip flexion ROM had an irregular tendency with positive and negative peak hamstring flexibility. An 8-week active stretching program improved hip flexion ROM $25.96 \pm 8.76\%$. Four weeks after the stretching program ended, hip flexion ROM retention showed a significant decrease of 7.9% .

Key words: futsal players, active stretching, flexibility training, ROM, hamstring extensibility

Introducción

La flexibilidad, definida como la habilidad para mover libremente una articulación a través de su rango de movimiento normal (Chandler, Kibler, Uhl, Wooten, Kiser y Stone, 1990), ha sido relacionada con el rendimiento deportivo y con patologías del sistema músculo-esquelético (Gleim y Kibler, 1997; Wiltvrouw, Danneels, Asselman, D'have y Cambier, 2003; Wiltvrouw, Mahieu, Danneels y McNair, 2004; Zakas, Vergou, Grammatikopoulou, Zakas, Sentelidis y Vamyakoudis, 2003). Asimismo, una limitada flexibilidad ha sido asociada con una mayor predisposición a sufrir lesiones músculo-esqueléticas por sobreuso, afectando tanto a la funcionalidad como al rendimiento físico de la persona que la padece (Andersen, 2006; Kovacs, 2006; Shehab, Mirabelli, Garenflo y Fetters, 2006; Wiltvrouw et al., 2003; Wiltvrouw et al., 2004). En este sentido, la cortedad isquiosural ha sido vinculada con el dolor lumbar (Biering-Sorensen, 1984; Caillet, 1988; Mierau et al., 1989), las distensiones musculares (Croiser, Forthomme, Namurois, Vanderthommen y Crielaard, 2002; Sexton y Chambers, 2006), el desarrollo de tendinopatías del tendón rotuliano (Wiltvrouw, Bellemans, Lysens, Danneels y Cambier, 2001) y con el dolor femoro-patelar (Wiltvrouw, Lysens, Bellemans, Cambier y Vanderstraeten, 2000), así como con el daño muscular tras la aplicación de ejercicio excéntrico (Laroche y Connolly, 2006; McHugh, Connolly, Eston, IKremenec, Nicholas y Gleim, 1999).

Un programa sistemático de estiramientos es un medio muy apropiado para mejorar la flexibilidad de la unidad músculo-tendón (Kubo, Kanehisa y Fukinaga, 2002). La eficacia de diferentes programas sistemáticos de estiramientos ha sido medida en diferentes poblaciones: (a) escolares (Santonja, Sainz de Baranda, Rodríguez, López y Canteras, 2007), (b) adultos (Ayala y Sainz de Baranda, 2010; Bandy y Irion, 1994; Bandy, Irion y Briggler, 1997; Chan, Hong y Robinson, 2001; Cipriani, Abel y Pirrwitz, 2003; Davis, Ashby, McCale, McQuain y Wine, 2005; Ford, Mazzone y Taylor, 2005; Gajdosik, Allred, Gabbert y Sonsteng, 2007; LaRoche y Connolly, 2006; Law, Harvey, Nicholas, Tonkin, De Sousa y Finniss, 2009; Nelson y Bandy, 2004; Sainz de Baranda y Ayala, 2010) y (c) personas mayores (Feland, Myrer, Schulthies, Fellingham y Meason, 2001).

Los diseños de investigación pre-test y post-test (Bandy et al., 1997; Bandy y Irion, 1994; Chan et al. 2001; Ferreira, Eixeira-Salmela, y Guimarães, 2007; Ford et al., 2005; Gajdosik et al., 2007; LaRoche y Connolly, 2006; Law et al., 2009; Nelson y Bandy, 2004; Rees, Murphy, Watsford, McLachlan y Coutis, 2007; Santonja et al., 2007) junto a los diseños de medidas

repetidas (Cipriani et al., 2003; Davis et al., 2005; Gribble, Guskiewicz, Prentice y Shields, 1999; Provan et al., 2006) han sido los más empleados por los diversos estudios científicos relacionados con la temática. En este sentido, no se han encontrado estudios científicos que analicen la eficacia de un programa de estiramientos a través de (a) un diseño longitudinal, temporal, ininterrumpido de medidas repetidas y (b) empleando deportistas de alto nivel.

El diseño de investigación longitudinal, temporal, ininterrumpido de medidas repetidas se ha mostrado como uno de los más potentes para analizar el verdadero efecto de un programa de intervención (por ejemplo, un programa de estiramientos) (Atkinson y Nevill, 2001; León y Montero, 1993).

Los deportistas de alto nivel que practiquen modalidades que impliquen actividades de salto, *sprint*, cambios de dirección y sentido con una alta intensidad del ciclo de estiramiento acortamiento (CEA), por ejemplo fútbol sala y rugby, podrían ser una interesante población donde llevar a cabo un programa para la mejora de la flexibilidad de la musculatura isquiosural porque: (a) estos músculos poli-articulares, con gran variedad de movimientos funcionales y elevada concentración de fibras musculares rápidas, han demostrado presentar una tendencia al acortamiento (Safran, Seaber y Garkkti, 1989), (b) numerosos estudios han documentado que su acortamiento es frecuente en deportistas de modalidades con alta intensidad de CEA (Chandler et al., 1990; Sainz de Baranda, Ferrer, Santonja, Rodríguez y Andujar, 2001; Worrell y Perrin, 1992) y (c) las actividades con una alta demanda del CEA requieren de una unidad músculo-tendón que sea lo suficientemente flexible para almacenar y expulsar una gran cantidad de energía elástica que beneficie al rendimiento deportivo y reduzca el riesgo de lesión (Wiltvrouw et al., 2004).

Por lo tanto, el principal objetivo de este estudio fue examinar el efecto de un programa de estiramientos activos de 8 semanas de duración sobre el rango de movimiento pasivo de la flexión de cadera (flexibilidad isquiosural) en jugadoras de alto nivel de fútbol sala.

Material y método

Diseño

Se empleó un diseño longitudinal, temporal, ininterrumpido de medidas repetidas para determinar el "efecto real" de un programa sistemático de estiramientos activos de 8 semanas de duración sobre la línea base del rango de movimiento pasivo de la flexión de cadera en jugadoras de fútbol sala de alto rendi-

miento. La variable dependiente fue el rango de movimiento de la flexión de cadera media a través del test pasivo de elevación de la pierna recta (EPR), y como variable independiente se estableció el programa de estiramientos activos de 8 semanas de duración.

Como hipótesis inicial se estableció que: (a) las jugadoras de fútbol sala presentarían pobres valores de rango de movimiento de flexión de cadera (Chandler et al., 1990; Sainz de Baranda et al., 2001; Worrell y Perrin, 1992), (b) un programa de 8 semanas de estiramientos activos podría incrementar el rango de movimiento de la flexión de cadera (Ayala y Sainz de Baranda, 2010; LaRoche y Connolly, 2006) y (c) la evolución del rango de movimiento de la flexión de cadera podría no ser lineal tanto antes, como durante y después de la aplicación del programa de estiramientos. Con el propósito de determinar la validez de estas hipótesis, este estudio fue dividido en tres etapas o fases (fase inicial, fase de estiramientos y fase final). En cada etapa, varias sesiones de valoración del rango de movimiento de la flexión de cadera fueron llevadas a cabo, una cada dos semanas.

Participantes

Un total de 10 jugadoras de fútbol sala de alto nivel adultas jóvenes ($20,9 \pm 3,6$ años, $166 \pm 6,58$ cm, $62,35 \pm 8,65$ kg) completaron este estudio.

Las participantes eran jugadoras de alto nivel de fútbol sala con más de 8 años de práctica deportiva. Las participantes reunieron 2 requisitos básicos: (a) no presentar un historial médico de alteraciones en la rodilla, pierna, cadera o espalda en los 6 meses previos al estudio y (b) ausencia de dolor muscular de aparición tardía (agujetas) durante cada una de las sesiones de evaluación. Las participantes cumplieron un cuestionario con preguntas relativas a su vida deportiva y experiencia con el entrenamiento de la flexibilidad y fuerza. Todas las jugadoras pertenecían al mismo equipo de fútbol sala y poseían una escasa experiencia con el entrenamiento de flexibilidad y fuerza. De igual manera, su frecuencia semanal de sesiones de entrenamiento a lo largo de este estudio fue de 3 días, con una duración de aproximadamente dos horas por sesión. Las participantes jugaban en la Primera División Española de Fútbol Sala y 3 de ellas habían jugado con el Equipo Nacional Español de Fútbol Sala. El estudio se llevó a cabo durante la fase competitiva del año deportivo 2007-2008.

Todas las participantes fueron verbalmente informadas de la metodología a utilizar, así como de los propósitos y posibles riesgos del estudio, y un consentimiento informado fue firmado por cada una de ellas.

El presente estudio fue aprobado por el Comité Ético y Científico de la Universidad Católica San Antonio de Murcia (España).

Procedimiento

Todas las participantes completaron un proceso de familiarización con la técnica de estiramiento activa (2 sesiones). Durante este proceso de familiarización, las participantes realizaron ejercicios de concienciación pélvica y de aprendizaje de la correcta ejecución técnica de los ejercicios de estiramiento propuestos. Las jugadoras, preparador físico y entrenador fueron instados a mantener sus actividades normales de entrenamiento durante el transcurso de esta investigación.

Una semana después del protocolo de familiarización, todas las participantes fueron evaluadas del rango de movimiento de la flexión de cadera. Esta sesión de evaluación fue repetida a lo largo de las sucesivas 6 semanas, con una frecuencia de 1 sesión cada dos semanas. Este periodo de tiempo fue denominado fase inicial, cuyo objetivo fue monitorizar los cambios en el rango de movimiento y obtener la línea base del rango de movimiento de la flexión de cadera para cada participante.

Durante las posteriores 8 semanas, todas las participantes se reunieron 3 veces por semana, coincidiendo con las sesiones de entrenamiento, para llevar a cabo un programa de estiramientos activos. Una vez cada dos semanas, los posibles cambios en el rango de movimiento de la flexión de cadera fueron evaluados en cada participante. El objetivo de esta fase del estudio (fase de estiramientos) fue evaluar si el programa de estiramientos activos modificó positivamente la línea base del rango de movimiento de la flexión de cadera.

Tras la finalización de la fase de estiramientos, todas las participantes fueron instadas a mantener sus actividades propias de entrenamiento sin la realización del protocolo de estiramientos activos propuesto por este estudio. Durante las siguientes 4 semanas, todas las participantes fueron evaluadas del rango de movimiento de su flexión de cadera, una vez cada dos semanas. El objetivo de esta fase final fue evaluar el efecto residual de la flexibilidad después de un programa de estiramientos activos de 8 semanas de duración.

Por lo tanto, el presente estudio tuvo una duración total de 18 semanas con 10 sesiones de evaluación, una cada dos semanas. Entrenador, preparador físico y jugadoras aceptaron no modificar la frecuencia e intensidad de su programa de entrenamiento durante las 18 semanas que duró la fase de recogida de datos.

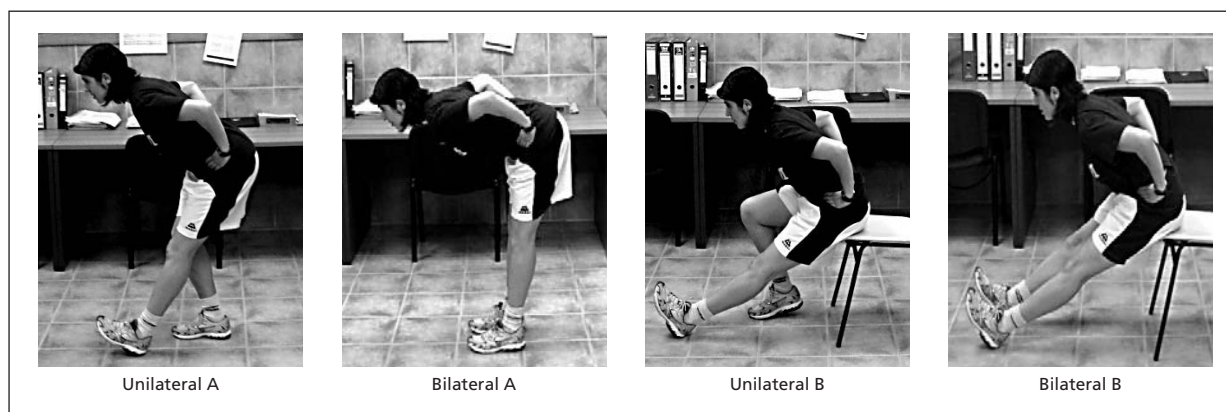


Figura 1. Ejercicios de estiramiento mediante la técnica activa.

Programa de estiramientos

Durante la fase de estiramientos, todas las jugadoras llevaron a cabo ejercicios de estiramientos activos con una frecuencia de 3 días por semana, con un periodo de tiempo de al menos 36 horas entre sesiones. Las participantes realizaron 4 ejercicios de estiramiento diferentes en cada sesión, dos en posición de bipedestación y dos en sedentación (figura 1). Una serie de los ejercicios unilaterales y dos series de los ejercicios bilaterales de estiramiento activo fueron ejecutadas por las participantes, manteniendo cada posición de estiramiento durante 30 segundos (6x30 segundos). Entre cada repetición de estiramiento, los músculos extensores de cadera de cada participante fueron colocados en posición neutra por un periodo de descanso de 20 segundos. La dosis total de estiramientos en cada sesión fue de 180 segundos. Todos estos parámetros de la carga del programa de entrenamiento de flexibilidad fueron seleccionados de acuerdo a las recomendaciones del ACSM (2000).

Las instrucciones sobre la ejecución técnica del estiramiento activo estuvieron basadas en el trabajo inicialmente descrito por Sullivan, DeJulia y Worrell (1992) y posteriormente aplicado por Kolber y Zepe da (2004), Winter et al. (2004) y Ford et al. (2005). Desde una perspectiva biomecánica, la técnica de estiramiento activa fue ejecutada: con las manos en la cadera, manteniendo la cabeza en posición neutral mirando al frente, la pierna que iba a ser estirada totalmente extendida, con el raquis cervical, torácico y lumbar en posición neutra y alineados para mantener las curvas fisiológicas de la columna vertebral. En cada ejercicio de estiramiento, todas las participantes realizaron una anteversión pélvica activa para mantener la lordosis fisiológica en el raquis lumbar y conseguir así el estiramiento activo de la musculatura isquiosural.

Tabla 1. Fase inicial (cálculo de la línea base)

Test de elevación de la pierna recta (media ± desviación estándar)			
M1	M2	M3	M4
78,33 ± 8,37°	83,40 ± 7,13°*	76,00 ± 9,13°	85,80 ± 8,60°*

M: sesión de medición; * diferencias significativas con respecto a M1 (p<0,05); °: grados.

Metodología de evaluación

El rango de movimiento pasivo de la flexión de cadera fue evaluado una vez cada dos semanas. Un total de 10 sesiones de evaluación fueron llevadas a cabo. Todas las evaluaciones fueron realizadas por dos experimentados examinadores, a la misma hora del día. Para eliminar el efecto agudo de una carga de estiramientos sobre el rendimiento en los test de flexibilidad, todas las sesiones de evaluación tuvieron lugar 48-72 horas después de la finalización de la precedente sesión de estiramientos y/o entrenamiento.

Las participantes fueron evaluadas con la ropa propia del entrenamiento y con pies descalzos. No se llevaron a cabo ejercicios de calentamiento y/o estiramientos previos a las sesiones de evaluación (Ayala y Sainz de Baranda, 2010; Ford et al., 2005; Sainz de Baranda y Ayala, 2010). El rango de movimiento pasivo de la flexión de cadera fue evaluado a través del test unilateral de elevación de la pierna recta (Ayala y Sainz de Baranda, 2010; Sainz de Baranda y Ayala, 2010; Santonja et al., 2007).

Test de elevación de la pierna recta (EPR): La participante estaba colocada en decúbito supino sobre una camilla, con sus piernas estiradas y el tobillo de la pierna a ser evaluada en 90° de flexión dorsal. Un soporte lumbar (Lumbosant) fue empleado para mantener la curva lordótica dentro de los valores de normalidad (Santonja et al., 2007). Un evaluador entrenado mantuvo la pierna contra-lateral estirada para

Tabla 2. Fase de estiramientos (8 semanas)

Test de elevación de la pierna recta (media ± desviación estándar)					
CR	M5	M6	M7	M8	M8-CR
81,31 ± 8,46°	87,60 ± 9,39°*	87,71 ± 9,66°*	93,78 ± 8,45°†	102,42 ± 7,35°‡	21,11°

CR: criterio de referencia de la línea base inicial; M: sesión de medición; *: diferencias significativas con respecto al CR; †: diferencias significativas con respecto a M6, M5 y CR ($p < 0,05$); ‡: diferencias significativas con respecto a M7, M6, M5 y CR ($p < 0,05$); M8-CR: diferencias entre la sesión de medición 8 (fin del programa de estiramientos) y el criterio de referencia de la fase inicial; °: grados.

Tabla 3. Fase final (retención de las ganancias obtenidas)

Test de elevación de la pierna recta (media ± desviación estándar)			
M8	M9	M10	M10-M8
102,42 ± 7,35°	99,37 ± 7,76°†	76,00 ± 9,13°	-8,05

M: sesión de medición; † diferencias significativas con respecto a M8 y M9 ($p < 0,05$); M10-M8: diferencias entre la sesión de medición 10 (4 semanas después del cese programa de estiramientos) y la sesión de medición 8 (fin del programa de estiramientos); °: grados.

evitar la rotación externa de cadera y fijó la pelvis para prevenir el movimiento de retroversión de la misma (posición inicial). Entonces, el administrador del test colocó un inclinómetro ISOMED (Portland, Oregón) sobre la cara lateral externa de la tibia (próximo al maleolo) y la mano libre fue colocada sobre la rodilla de la misma pierna para evitar la flexión. A partir de aquí, la cadera del participante fue pasivamente movida hacia su máxima flexión. Ambas piernas fueron evaluadas. El resultado final del test de EPR fue determinado por uno o ambos de los siguientes criterios: (a) cuando el examinador percibió una firme resistencia y/o (b) cuando se palpó el inicio de una retroversión pélvica. El resultado final del rango de movimiento de la flexión de cadera fue el máximo ángulo leído en el inclinómetro durante la fase de evaluación.

Análisis estadístico

Previamente a la exploración, con el objetivo de establecer la fiabilidad de los exploradores, se realizó un estudio a doble ciego con 12 sujetos, obteniendo un coeficiente de correlación intraclass superior a 0,96. El rango de movimiento fue medido dos veces con intervalo de una semana.

La media y la desviación típica del rango de movimiento pasivo de la flexión de cadera fue calculado para cada una de las sesiones de evaluación. Una prueba t para muestras relacionadas fue realizada para comprobar si existían diferencias significativas entre la pierna derecha e izquierda en el test EPR.

Un modelo lineal general univariante fue utilizado para analizar la tendencia de los resultados obtenidos en el test EPR a través de toda la fase inicial. La medición inicial (pre-test) fue seleccionada como covariable.

El análisis de la fase inicial reveló positivas y negativas diferencias significativas ($p < 0,05$) entre sucesivas sesiones de evaluación, indicando que el rango de movimiento de la flexión de cadera presentó una tendencia irregular con valores máximos de rango de movimiento, tanto positivos como negativos (tabla 1). Sin embargo, y de forma general, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre sesiones de evaluación alternas. Por lo tanto, la línea base del rango de movimiento de la flexión de cadera para cada participante (criterio de referencia) fue la media obtenida entre los distintos valores del test EPR de las 4 valoraciones que se llevaron a cabo durante esta primera fase.

Un modelo lineal de medidas repetidas (criterio de referencia [pre-test de la fase de estiramientos] versus test 5 versus test 6 versus test 7 versus test 8 [post test de la fase de estiramientos] versus test 9 [re-test 2 semanas] versus test 10 [re-test 4 semanas]) fue empleado para analizar si el rango de movimiento de la flexión de cadera se modificaba durante la fase de estiramientos (8 semanas de programa de estiramientos activos) y fase final (efecto residual). El criterio de referencia de la flexión de cadera obtenido durante la fase inicial fue considerado la covariable. Todos los datos fueron analizados usando el paquete estadístico SPSS 15.0 para Windows y la significación estadística fue fijada al nivel de 95% ($p < 0,05$).

Resultados

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre la pierna derecha e izquierda en el test unilateral EPR para cada una de las mediciones. Por eso sólo se presentan los resultados de la pierna derecha.

Un efecto estadísticamente significativo sobre la línea base de la flexión de cadera fue observado a través la fase de estiramiento como consecuencia de la aplicación del programa de 8 semanas de estiramientos activos ($p < 0,0005$). El análisis *post hoc* reveló diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el rango de movimiento de la flexión de cadera entre cada una de las sesiones de valoración de la fase de estiramientos

con respecto al criterio de referencia establecido en la fase inicial (tabla 2).

Una reducción estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en los valores del rango de movimiento de flexión de cadera obtenidos tras 8 semanas de estiramientos activos fue observada transcurridas 4 semanas del cese del mismo (tabla 3).

Discusión

El objetivo de este estudio fue determinar si 8 semanas de estiramientos activos podrían promover cambios en el rango de movimiento de la flexión de cadera con rodilla extendida en jugadoras de fútbol sala de alto rendimiento. No se han encontrado estudios previos referentes a la tendencia de la flexibilidad o al cambio de ésta promovida por la aplicación de un entrenamiento de flexibilidad en deportistas de alto rendimiento.

En el presente estudio, los resultados mostraron que el rango de movimiento de la flexión de cadera tuvo una tendencia irregular con diferencias positivas y negativas significativas en jugadoras de fútbol sala de alto rendimiento. Quizás, estos picos positivos y negativos de rango de movimiento fueron debidos a cambios en la tolerancia al estiramiento. Es posible que las propiedades musculares pasivas hubiesen experimentado un cambio transitorio después de largos periodos de tiempo en sedentación en autobuses, aviones, trenes... (Por ejemplo cuando los deportistas vuelan para enfrentarse contra otros equipos), aunque la naturaleza de esta suposición es especulativa. Esta tendencia irregular en el rango de movimiento de la flexión de cadera podría explicar los diferentes resultados observados en muchas investigaciones relativas a la eficacia de programas de estiramiento para aumentar el rango de movimiento. Otra posibilidad podría ser que el test EPR presentase una baja fiabilidad, sin embargo estudios previos han mostrado valores apropiados de fiabilidad intercesión para el test EPR empleando similar metodología de evaluación (López-Miñarro, Andújar & Rodríguez-García, 2009; Sainz de Baranda & Ayala, 2010).

Por todo ello, numerosas sesiones de evaluación deberían ser necesarias para evaluar la flexibilidad isquiosural y evitar falsos diagnósticos positivos de normalidad en jugadoras de fútbol sala. Un inadecuado diagnóstico podría evitar que entrenadores, preparadores físicos o fisioterapeutas prescribiesen un adecuado entrenamiento de la flexibilidad en sujetos con cortedad isquiosural (Pastor, 2000; Ferrer, 1998). Un diseño de medidas repetidas es necesario para obtener

una línea base de la flexibilidad isquiosural con la cual posteriormente poder evaluar la eficacia de un programa de estiramientos.

La línea base del rango de movimiento de la flexión de cadera mostró que las jugadoras de fútbol sala testadas poseían pobres valores de flexibilidad isquiosural, aunque ningún participante tuvo rangos de movimientos patológicos ($< 65^\circ$) basado en los resultados obtenidos a través del test EPR descritos previamente (Gajdosik, Albert y Mitman, 1994). López, Sánchez, Yuste, Sainz de Baranda (2006) y Sainz de Baranda et al. (2001) también observaron pobres valores de flexibilidad isquiosural en jugadores profesionales de fútbol sala ($80,45^\circ$ en el test EPR de la pierna izquierda), además de no encontrar diferencias entre la pierna derecha e izquierda. Estos resultados han sido apoyados por diversos estudios científicos llevados a cabo en otras modalidades deportivas, como es el caso del fútbol (Arnason, Sigurdsson, Gudmundsson, Holme, Engebretsen y Bahr, 2004; Ekstrand y Gillquist, 1982). En este sentido, Hann, Foldspang, Vestergaard y Ingemann-Hansen (1999) encontraron una correlación estadísticamente negativa entre la edad y horas de práctica semanal de fútbol con respecto a la flexibilidad isquiosural y del cuádriceps media a través del test de extensión y flexión activa de la rodilla respectivamente.

Tras la aplicación del programa de estiramientos activos de 8 semanas, el rango de movimiento de la flexión de cadera fue significativamente más alto que el obtenido en la línea base, mostrando por ello una eficacia real. Un gran número de estudios han documentado similares cambios en el rango de movimiento tras la realización de programas cortos de estiramientos, empleando diferentes parámetros de la carga en poblaciones que en ningún caso eran deportistas de alto rendimiento (Ayala y Sainz de Baranda, 2010; Davis et al., 2005; Ford et al., 2005; LaRoche y Connolly, 2006; Nelson y Bandy, 2004; Provance, Heiserman, Bird y Mayhew, 2006; Sainz de Baranda y Ayala, 2010; Winters et al., 2004).

Laroche y Connolly (2006) observaron un aumento del 9,5% del rango de movimiento de la flexión de cadera después de un programa de estiramientos estáticos de 4 semanas de duración, con una frecuencia semanal de 3 días y una dosis diaria de estiramientos de 300 segundos. Por su parte, Davis et al. (2005) encontraron que el estiramiento activo no produjo un incremento significativo en la flexibilidad isquiosural comparado con un grupo control (no tratamiento) tras la realización de un programa de 4 semanas, con una frecuencia de 3 días por semana y una dosis diaria de 30 segundos. Bandy e Irion (1994) obtuvieron ganancia

cias en la flexibilidad isquiosural en torno a los 10° en el test de extensión de rodilla pasiva con cadera a 90° después de 5 días de estiramientos pasivos a la semana durante 6 semanas. El presente estudio manifestó similares incrementos en el rango de movimiento, 7,8% después de 4 semanas y 15,3% después de 6 semanas de estiramientos activos, 3 días a la semana y una dosis diaria de 180 segundos. Por lo tanto, quizás la dosis diaria óptima de estiramientos podría ser mayor de 30 segundos y menor de 300 segundos con una moderada frecuencia semanal de estiramientos (3 días a la semana), aunque son necesarios más estudios científicos que apoyen esta hipótesis.

Las mejoras en la flexibilidad después de programas cortos de flexibilidad han sido vinculadas a incrementos en el rango de movimiento como consecuencia de la mejora en la tolerancia al estiramiento sin cambios aparentes en las propiedades musculares elásticas y en la actividad neuromuscular (LaRoche y Connolly, 2006). Es probable que el incremento de la flexibilidad observado en este estudio sea el resultado de una mejora en la tolerancia al estiramiento. En este sentido, un programa de estiramientos de 8 semanas podría no ser lo suficientemente largo como para provocar cambios histológicos estables (Kubo et al., 2002).

En la literatura científica podemos encontrar incrementos en el rango de movimiento usando programas de estiramientos pasivos (Bandy et al., 1997; Bandy e Irion, 1994; Davis et al., 2005; Prentice, 1983; Provance et al., 2006) y activos (Ford et al., 2005; Roberts y Wilson, 1999; Santonja et al., 2007; Sullivan et al., 1992; Winter et al., 2004). Quizás, la técnica de estiramiento activa sea más apropiada que la técnica pasiva porque produce similares incrementos en la flexibilidad a la vez que paralelamente mejora la función de la musculatura antagonista al estiramiento (Winter et al., 2004). La anteversión pélvica realizada en la técnica activa evita la innecesaria flexión lumbar, facilitando la lordosis lumbar fisiológica y, por consiguiente, protege al disco intervertebral de excesivo estrés de cizalla (Kolber y Zepeda, 2004; McGill, 2002). Además, numerosos estudios han informado de que la técnica de estiramiento pasiva reduce el rendimiento muscular agudo como resultado de un cambio en la sensibilidad refleja, rigidez muscular y/o activación neuromuscular (Behm, Bambury, Cahill, Power, 2006; Kokkonen, Nelson AG y Cornwell, 1998). Posiblemente, el estiramiento activo no reduzca el rendimiento muscular agudo como consecuencia de una alteración en los mecanismos neuromusculares debido a la inhibición autogénica, además de presentar un efecto diferente sobre la rigidez de la unidad músculo-tendón (Papadopoulos, Siatras y Kellis, 2005).

Al final del programa de estiramientos activos las jugadoras de fútbol sala mostraron unos altos valores de flexibilidad isquiosural, y aunque cierta literatura sugiere que los deportistas más flexibles presentan un menor riesgo de lesión, todavía es muy limitada la evidencia científica que demuestre el efecto profiláctico de un programa de estiramientos sobre la prevención de lesiones (Kovacs, 2006; Wiltvrouw et al., 2003; Wiltvrouw et al., 2004; LaRoche y Connolly, 2006). En este sentido, Wiltvrouw et al. (2004) han sugerido que si los practicantes de modalidades deportivas con altas demandas de CEA tienen una insuficiente capacidad de elongación en la unidad músculo-tendón, las demandas de absorción y liberación de energía propias de las acciones deportivas inherentes a la modalidad podrían exceder rápidamente la capacidad de la unidad músculo-tendón y esto podría permitir un incremento del riesgo de lesión.

Los valores de flexibilidad isquiosural alcanzados al final de las 8 semanas de aplicación del programa de estiramientos activos mostraron un descenso significativo transcurridas 4 semanas del cese del mismo (8,05° en el test EPR de la pierna derecha). Rubley, Brucker, Ricard y Draper (2001) han sugerido que las ganancias obtenidas en la flexibilidad son retenidas durante al menos 3 semanas tras el cese de todo programa de entrenamiento de la flexibilidad. Similares resultados fueron encontrados en el presente estudio, pues las ganancias fueron retenidas durante al menos 2 semanas después de la finalización del programa de estiramientos.

Una de las limitaciones de este estudio fue el tamaño de la muestra (n=10). Los resultados de este estudio no deben ser generalizados a otras poblaciones diferentes a la analizada en el mismo. Por esto, son necesarias más investigaciones que analicen la eficacia de un programa de estiramientos activos en otras modalidades deportivas empleando un diseño longitudinal, temporal, ininterrumpido de medidas repetidas. Sólo el efecto crónico del estiramiento activo sobre el rango de movimiento de la flexión de cadera ha sido investigado en este estudio, por eso los resultados no deben de ser generalizados para el efecto agudo del estiramiento.

Conclusiones

La importancia de este estudio reside en el análisis de la evolución de la flexibilidad antes, durante y después de un programa de 8 semanas de estiramientos activos. Los resultados de este estudio revelan que la tendencia del rango de movimiento de la flexión de

cadera con rodilla extendida es irregular. Este conocimiento puede ser muy importante para los profesionales del acondicionamiento físico para entender y planificar apropiadamente el entrenamiento de la flexibilidad y para reducir el número de falsos diagnósticos de normalidad o cortedad de la musculatura isquiosural. En este sentido, se recomienda a los profesionales del acondicionamiento físico realizar varias sesiones de valoración del rango de movimiento de la flexión de cadera para obtener un diagnóstico válido. Un diagnóstico adecuado permitirá prescribir un programa de mejora de la flexibilidad individualizado así como mejorar la calidad de la planificación deportiva.

Por otro lado, el presente estudio ha demostrado que un programa sistemático de estiramientos activos con una duración de 8 semanas y frecuencia semanal de 3 sesiones es muy efectivo para mejorar el rango de movimiento de la flexión de cadera en jugadoras de fútbol

sala de alto rendimiento. Finalmente, se ha demostrado que el efecto residual de la flexibilidad presenta una duración de al menos 2 semanas y no más de 4 semanas. Por tanto, parece clara la necesidad de realizar estiramientos durante todo el periodo deportivo, tanto pre-competitivo como competitivo.

Agradecimientos

Este trabajo es resultado del proyecto de tesis doctoral "Efecto de un programa de estiramientos activos sobre el rango de movimiento de la articulación 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 Tecnología de la Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia.

BIBLIOGRAFÍA

- American College of Sports Medicine, (ACSM). (2000). *Manual de consulta para el control y la prescripción de ejercicio*. Barcelona: Paidotribo.
- Andersen, J.C. (2006). Flexibility in performance: Foundational concepts and practical issues. *Athletic Therapy Today*, 3, 9-12.
- Arnason, A., Sigurdsson, S.B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L. & Bahr R. (2004). Risk factors for injuries in football. *American Journal of Sports Medicine*, 32, 5-16.
- Atkinson, G. & Nevill, A.M. (2001). Selected issues in the design and analysis of sport performance research. *Journal of Sports Science*, 19, 811-27.
- Ayala, F. & Sainz de Baranda, P. (2010). Effect of three different active stretch durations on hip flexion range of motion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 430-436.
- Bandy, W.D. & 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. & Briggler, M. (1997). The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Physical therapy*, 77, 1090-1096.
- Behm, D.G., Bambrury, A., Cahill, F. & Power, K. (2004). Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36, 1397-402.
- Biering-Sorensen, F. (1984). Physical Measurements as Risk Indicator for Low-Back Trouble Over a One Year Period. *Spine*, 9(2), 106-119.
- Cailliet R. *Low back pain syndrome*. Philadelphia: Davis, FA, 1988.
- Chan, S.P., Hong, Y. & Robinson, P.D. (2001). Flexibility and passive resistance of the hamstring of young adults using two different static stretching protocols. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport*, 11, 81-86.
- Chandler, T.J., Kibler, W.B., Uhl, T.L., Wooten, B., Kiser, A. & Stone, E. (1990) Flexibility comparisons of junior elite tennis players to other athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 18, 134-136
- Cipriani, D., Abel, B. & Pirwitz, D. (2003). A comparison of two stretching protocols on hip range of motion: implications for total daily stretch duration. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 274-278.
- Croisier, J.L., Forthomme, B., Namurois, M.H., Vanderthommen, M. & Crielaard, J.M. (2002) Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *American Journal of Sports Medicine*, 30(2), 199-203.
- Davis, D.S., Ashby, P.E., McCale, K.L., McQuain, J.A. & Wine J.M. (2005). The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 27-32.
- Ekstrand, J. & Gillquist, J. (1982). The frequency of muscle tightness and injuries in soccer players. *American Journal of Sports Medicine*, 10, 75-78.
- Feland, J.B., Myrer, J.W., Schulthies, S., Fellingham, G.W. & Meason, G.W. (2001). The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Physical Therapy*, 81(5), 1100-1117.
- Ferreira, G.N.T., Teixeira-Salmela, L.F. & Guimarães, C.Q. (2007). Gains in flexibility related to measures of muscular performance: Impact of flexibility on muscular performance. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17(4), 276-281.
- Ferrer V. *Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia, 1998.
- Ford, G.S., Mazzone, M.A. & 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.
- Gajdosik, R.L., Albert, C.A. & Mitman, J.J. (1994). Influence of hamstring length on the standing position and flexion range of motion of the pelvic angle, lumbar angle, and thoracic angle. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 20(4), 213-219.
- Gajdosik, R.L., Allred, J.D., Gabbert, H.L. & Sonsteng, B.A. (2007). A stretching program increases the dynamic passive length and passive resistive properties of the calf muscle-tendon unit of unconditioned younger women. *European Journal of Applied Physiologic*, 99, 449-454.
- Garret, W.E. (1996). Muscle strain injuries. *American Journal of Sports Medicine*, 24, 2-8.
- Gleim, G.W. & McHugh, M.P. (1997). Flexibility and its effects on sports injury and performance. *Sports Medicine*, 24, 289-299.
- Gribble, P.A., Guskiewicz, K.M., Prentice, W.E. & Shields, E.W. (1999). Effects of static and hold-relax stretching on hamstring range of motion using the flexibility LE1000. *Journal of Sport Rehabilitation*, 8, 195-208.
- Hahn, T., Foldspang, A., Vestergaard, E. & Ingemann-Hansen, T. (1999). Active knee joint flexibility and sports activity. *Scandinavian Journal of medicine science and sports*, 9, 74-80.
- Kokkonen, J., Nelson, A.G. & Cornwell, A. (1998). Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 69, 411-415.

- Kolber, M.J. & 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.
- Kovacs, M. (2006). The argument Against Static Stretching before sport and physical Activity. *Athletic Therapy Today*, 2(3), 6-8.
- Kubo, K., Kanehisa, H. & Fukinaga, T. (2002). Effects of resistance and stretching training programmes on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *Journal of Physiologic*, 38, 219-226
- LaRoche, D.P. & Connolly, D.J. (2006). Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. *American Journal of Sports Medicine*, 34, 1001-1008.
- Law, R.Y.W., Harvey, L.A., Nicholas, M.K., Tonkin, L., De Sousa, M. & Finnis D.G. (2009). Stretch exercises increase tolerance to stretch in patients with chronic musculoskeletal pain: A randomized controlled trial. *Physical Therapy*, 89(10), 1016-1026.
- León, O.G. & Montero, I. (1993). *Diseño de investigaciones*. Madrid: McGraw Hill
- López-Miñarro, P.A., Andújar, P.S. & Rodríguez-García, P.I. (2009). A comparison of the sit-and-reach test and back-saber sit-and-reach test in university students. *Journal of Sports Science & Medicine*, 8, 116-22.
- López, P.A., Sánchez, J., Yuste, J. & Sainz de Baranda, P. (2006). Valoración de la extensibilidad isquiosural y morfotipo raquídeo en jugadores de fútbol sala. En *actas del III Congreso de Ciencias del Deporte de Pontevedra*. Pontevedra: Universidad de Pontevedra.
- McGill SM. (2002). *Low back disorders. Evidence-based prevention and rehabilitation*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- McHugh, M., Connolly, D., Eston, R., Kremenic, I.J., Nicholas S.J. & Gleim, G.W. (1999). The role of passive muscle stiffness in symptoms of exercise-induced muscle damage, *American Journal of Sports Medicine*, 27, 594-599.
- Nelson, R.T & Bandy, W.D. (2004). Eccentric training and static stretching improve hamstring flexibility of high school males. *Journal of Athletic Training*, 39(3), 254-258.
- Papadopoulos, G., Siatras, T.H. & Kellis, S. (2005). The effect of static and dynamic stretching exercises on the maximal isokinetic strength of the knee extensors and flexors. *Isokinetics and Exercercise in Science*, 13, 285-291.
- Pastor, A. (2000). *Estudio del morfotipo sagital de la columna y de la extensibilidad de la musculatura isquiosural de jóvenes nadadores de élite españoles*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- Prentice, W.E. (1983). A comparison of static stretching and pnf stretching for improving hip joint flexibility, *Athletic Training*, 56-59.
- Provance, S., Heiserman, L., Bird, E. & Mayhew, J. (2006). Effect of stretch duration on hamstring flexibility. *Missouri Journal Health Physical Education Recreation & Dance*, 16, 21-26.
- Rees, S.S., Murphy, A.J., Watsford, M.L., McLachlan, K.A. & Coutis, A.J. (2007). Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on stiffness and force-producing characteristics of the ankle in active women. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 21(2), 572-577.
- Rubley, M.D., Brucker, J.B., Ricard, M.D. & Draper, D.O. (2001). Flexibility retention 3 weeks after a 5-day training regime. *Journal of Sports Rehabilitation*, 10, 105-112.
- Safran, M.R., Seaber, A.V. & Garrett, W.E. (1989). Warm up and muscular injury prevention: an update. *Sports Medicine*, 8, 239-249
- Sainz de Baranda, P. & Ayala, F. (2010). Chronic flexibility improvement after 12 week stretching program utilizing the ACSM recommendations: Hamstring flexibility. *Internacional Journal of Sports Medicine*, 31, 1-8.
- Sainz de Baranda, P., Ferrer, P., Santonja, F., Rodríguez, P.L. & Andujar, P. (2001). En *Actas del II Congreso Internacional de Educación Física y Diversidad*. Morfotipo del futbolista profesional: (293-295). Murcia.
- Santonja, F., Sainz de Baranda, P., Rodríguez, P.L., López, P.A. & Canteras, M. (2007). Effects of frequency of static stretching on straight-leg raise in elementary school children. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(3), 304-308.
- Sexton, P. & Chambers, J. (2006). The importance of flexibility for functional range of motion. *Athletic therapy today*, 3, 13-17.
- Shehab, R., Mirabelli, M., Garenflo, D. & Fettes MD. (2006). Pre-exercise stretching and sports related injuries: Knowledge, attitudes and practices. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 16(3), 228-231.
- Sullivan, M.K., DeJulia, J.J. & Worrell, T.W. (1992). Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. *Medicine Science Sports and Exercise*, 24, 1383-1389.
- Wiltvrouw, E., Danneels, L. & Asselman, P. (2003). Muscle flexibility as a risk factor of developing muscle injuries in professional male soccer players. *American Journal of Sports Medicine*, 31(1), 41-46.
- Wiltvrouw, E., Mahieu, N., Danneels, L. & McNair, P. (2004). Stretching and injury prevention, an obscure relationship. *Sports Medicine*, 34(7), 443-449.
- Winters, M.V., Blake, C.G., Trost, J.S., Marcello-Binker, T.B. Lowe, L., Garber, M.B. & 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.
- Witvrouw, E., Bellemans, J., Lysens, R., Danneels, L. & Cambier, D. (2001). Intrinsic risk factors for the development of patellar tendinitis in an athletic population. A two-year prospective study, *American Journal of Sports Medicine*, 29, 190-195.
- Witvrouw, E., Lysens, R., Bellemans, J., Cambier, D. & Vanderstraeten, G. (2000). Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two-year prospective study, *American Journal of Sports Medicine*, 28, 480-489.
- Worrel, T.W. & Perrin, D.H. (1992). Hamstring muscle injury: the influence os strength, flexibility warm-up and fatigue. *Journal Orthopaedic and Sports physical therapy*, 16, 12-18.
- Zakas, A., Vergou, A., Grammatikopoulou, M.G., Zakas, N., Sentelidis, T. & Vamyakoudis, S. (2003). The effect of stretching during warming-up on the flexibility of junior handball players. *Journal of Sport Medicine & Physical Fitness*, 43, 145-149.