

EFFECTO DE LA DURACIÓN Y TÉCNICA DE ESTIRAMIENTO DE LA MUSCULATURA ISQUIOSURAL SOBRE LA FLEXIÓN DE CADERA*

Effect of duration and technique of hamstring stretching on hip flexion range of motion

Francisco Ayala y Pilar Sainz de Baranda

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

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA

Pilar Sainz de Baranda
Campus de los Jerónimos, s/n.
30107-Guadalupe (Murcia).
mpsainz@pdi.ucam.edu

Fecha de recepción: 09/01/2007 • Fecha de aceptación: 29/04/2008

RESUMEN

El objetivo fue valorar la eficacia de diferentes técnicas y duraciones de un programa de estiramientos para aumentar el rango de movimiento de la flexión de cadera en adultos jóvenes. Un total de 139 adultos jóvenes voluntarios (peso: $70,18 \pm 10,40$ kg; talla $172,68 \pm 7,00$ cm; edad $21,3 \pm 2,4$ años) fueron distribuidos aleatoriamente en 5 grupos; un grupo control y 4 grupos experimentales. El grupo experimental 1 realizó 15 segundos de estiramientos pasivos, el grupo experimental 2 realizó 30 segundos de estiramientos pasivos, el grupo experimental 3 realizó 15 segundos de estiramientos activos y el grupo experimental 4 realizó 30 segundos de estiramientos activos. Todos los grupos experimentales realizaron la misma carga de entrenamiento con un tiempo total de estiramiento de 180 segundos, una frecuencia de 3 días a la semana, a lo largo de 12 semanas. El rango de movimiento de la flexión de cadera fue medido a través del test elevación de la pierna recta. No se encontraron diferencias significativas entre la medición inicial y final para el grupo control. Sin embargo, se observaron mejoras significativas en todos los grupos experimentales, aunque no se encontraron diferencias significativas cuando se compararon las diferentes duraciones y las técnicas de estiramiento entre dichos grupos. Se recomienda la prescripción de rutinas de estiramientos activos por su eficacia y seguridad para el aparato locomotor, quedando la elección de la duración del estiramiento aislado supeditada a su tolerancia o al nivel de cada sujeto.

Palabras clave: rango de movimiento, técnica de estiramiento, duración del estiramiento, flexibilidad, musculatura isquiosural.

ABSTRACT

The purpose of the present study was to evaluate the efficacy of different techniques and durations of a stretching exercise program to improve the hip flexion range of motion in young adults. A total of 139 volunteer subjects (weight: 70.18 ± 10.40 kg; height 172.68 ± 7.00 cm; age 21.3 ± 2.4 years) were randomly distributed into 5 groups: a control group and 4 experimental groups. For the experimental groups, Group 1 performed 15 seconds of passive stretching, Group 2 performed 30 seconds of passive stretching, Group 3 performed 15 seconds of active stretching, and Group 4 performed 30 seconds of active stretching. All experimental groups performed a total of 180 seconds of training session duration, with 3 sessions per week during 12 weeks. Hip flexion range of motion was measured using the straight-leg raise test. No significant differences were found in ROM between pre and post measurement for the control group. However, significant improvements in ROM were found between pre and post measurement for all experimental groups, although no significant differences were found between stretching duration and techniques for experimental groups. We recommended the prescription of active stretching programs, because they are effective and safe for the locomotive apparatus. The choice of the stretch's duration depends on the stretch tolerance of each subject.

Key words: range of motion, stretching technique, stretching duration, flexibility, hamstrings

* 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/D7) 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.

Introducción

Una musculatura acortada restringe la óptima acción muscular y, por tanto, puede ser considerada como un factor limitante del rango de movimiento (Zakas, Galazoulas, Zakas, Vamvakoudis & Vergou, 2005) pudiendo ocasionar alteraciones en el aparato locomotor (Croisier, Forthomme, Namurois, Vanderthommen y Crie-laard, 2002; Sexton & Chambers, 2006).

La condición poliarticular de la musculatura isquiosural, su diversidad de funciones, su carácter tónico-postural y el elevado número de fuerzas tensionales a las que se ve sometida (Davis, Ashby, McCale, McQuain & Wine, 2005), hacen que esta musculatura presente una fuerte tendencia al acortamiento (López et al., 2007; Sainz de Baranda, Ferrer, Santonja, Rodríguez & Andújar, 2001; Santonja & Martínez, 1992).

Así, pobres valores de flexibilidad isquiosural han sido asociados con lesiones de la zona lumbar (Biering-Sorensen, 1984; Caillet, 1988; McGill, 2002) y de las extremidades inferiores (Croisier et al., 2002; Sexton & Chambers, 2006). Por ello, numerosos autores recomiendan la realización sistemática de un programa de estiramientos.

Son muchos los estudios que han tratado de definir los parámetros óptimos de la carga de entrenamiento a través del diseño de diferentes rutinas de estiramientos (Bandy, Irion y Briggler, 1997 y 1998; Chan, Hong & Robinson, 2001; Roberts & Wilson, 1999; Rubley, Brucker, Ricard & Draper, 2001; Santonja, Sainz de Baranda, Rodríguez, López & Canteras, 2007), siendo la duración y la técnica de estiramiento los parámetros más investigados.

Con relación a la duración del estiramiento, los incrementos en la flexibilidad han sido comúnmente asociados con el tiempo de aplicación de la fuerza tensional sobre la unidad músculo-tendinosa estirada. Así, son muchos los autores que sugieren que la duración más apropiada del estiramiento aislado oscila entre los 5 y los 60 segundos (Bandy & Irion, 1994; Cipriani, Bobbie & Pirrwitz, 2003; Ford, Mazzone & Taylor, 2005; Madding, Wong Hallum & Madeiros, 1987; Roberts & Wilson, 1999; Rubley et al., 2001).

Madding et al. (1987) compararon las duraciones de 15 segundos, 45 segundos

Tabla 1. Distribución de la muestra en los diferentes grupos.

	Distribución		Técnica	Duración (segundos)
	Hombres	Mujeres		
Control	22	7		
Grupo 1	16	4	Pasiva	15
Grupo 2	11	1	Pasiva	30
Grupo 3	22	11	Activa-estática	15
Grupo 4	32	13	Activa-estática	30

y 2 minutos de estiramiento sobre los abductores de la cadera, no encontrando diferencias significativas, por lo que consideraron 15 segundos como la duración más adecuada para aumentar el rango de movimiento de la cadera.

Bandy & Irion (1994) compararon la eficacia de 15, 30 y 60 segundos de estiramiento pasivo, concluyendo que 30 segundos era la duración más eficaz.

Por el contrario, Roberts & Wilson (1999) valoraron la conveniencia de utilizar 9 repeticiones de 5 segundos o 3 repeticiones de 15 segundos para la técnica pasiva. Estos autores encontraron que ambas duraciones eran igualmente efectivas para aumentar el rango de movimiento pasivo.

Rubley et al. (2001) compararon el efecto de un programa con 6 series de 5 segundos de estiramientos pasivos con un programa de 1 serie de 30 segundos durante 5 días de entrenamiento sobre la flexión de cadera. Ellos concluyeron que ambos programas eran igualmente efectivos.

Cipriani et al. (2003), al comparar la eficacia de emplear 6 series de 10 segundos de estiramientos pasivos con 2 series de 30 segundos, encontraron resultados similares, no observando diferencias significativas entre ambos programas de estiramiento.

Ford et al. (2005) analizaron la eficacia de 4 duraciones diferentes del estiramiento activo: 30, 60, 90 y 120 segundos, no encontrando diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes duraciones.

Con relación a la técnica de estiramiento, la eficacia de las técnicas pasivas, FNP y balística ha sido probada por numerosos estudios (Davis et al., 2005; Funk, Swank, Mikla, Fagan & Farr, 2003; Holt, Travis & Okita, 1970; Prentice, 1983; Provance, Heiserman, Bird & Mayhew, 2006; We-

bright, Randolph & Perrin, 1997), siendo escasa la evidencia científica relacionada con la eficacia de la técnica activa (Ford et al., 2005; Robert & Wilson, 1999; Santonja et al., 2007; Sullivan, DeJulia & Worrell, 1992). Tan sólo Davis et al. (2005) comparan la eficacia de la técnica activa con la técnica pasiva en adultos jóvenes sanos.

Por ello, el presente estudio tiene como principal objetivo valorar y comparar la eficacia de la duración aislada del estiramiento (15 y 30 segundos) y la técnica utilizada (pasiva y activa) sobre el rango de movimiento de la flexión de cadera en adultos jóvenes.

Material y método

Muestra

Un total de 139 adultos jóvenes voluntarios deportistas recreativos (103 hombres y 36 mujeres; peso: $70,18 \pm 10,40$ kg; talla $172,68 \pm 7,00$ cm; edad $21,3 \pm 2,4$ años) completaron este estudio. Después de la valoración inicial, todos los participantes fueron distribuidos aleatoriamente en 5 grupos (tabla 1).

Los sujetos con un historial previo de patologías en el miembro inferior que pudieran verse agravadas por la realización del estudio y/o desvirtuar los resultados obtenidos en el mismo fueron excluidos.

Todos los sujetos firmaron un consentimiento aprobado por el "Comité Científico y Ético" de la Universidad Católica San Antonio.

Variables

Este estudio estableció como variable independiente los cuatro protocolos de estiramientos diseñados. La duración (12x15 segundos o 6x30 segundos) y la técnica de estiramiento (activa o pasiva) fueron los



Unilateral A.



Bilateral A.



Unilateral B.



Bilateral B.

Figura 1. Ejercicios de estiramiento mediante la técnica activa.

parámetros de la carga de entrenamiento objeto de estudio de cada protocolo.

La duración de los protocolos de estiramiento fue de 12 semanas, con una frecuencia de 3 días a la semana no consecutivos, donde el tiempo total de estiramiento por sesión fue de 180 segundos.

En cada sesión de entrenamiento, el sujeto debía efectuar 4 ejercicios diferentes de estiramiento con la técnica activa (figura 1) o con la técnica pasiva (figura 2), dependiendo del grupo al que fuese asignado en un principio. En los protocolos 12x15 se realizaron 3 repeti-

ciones de forma no consecutiva en todos los ejercicios, mientras que en los protocolos 6x30 se realizó una única repetición de los ejercicios bilaterales, y dos repeticiones para los unilaterales. En todos ellos, el orden de los ejercicios fue diferente para cada semana de trabajo.

Como variable dependiente se estableció el rango de movimiento de la articulación de la cadera a través de la longitud de la musculatura isquiosural.

La flexión de cadera fue valorada mediante el test elevación de la pierna recta (EPR) utilizando un inclinómetro ISO-

MED Unilevel (Davis et al., 2005; López, Sainz de Baranda, Rodríguez & Ortega, 2007; Santonja et al., 2007).

Para la realización del test EPR se utilizaron dos personas, un explorador principal y un explorador auxiliar. El explorador principal colocaba a la persona en posición decúbito supino sobre una camilla con las piernas estiradas, situando bajo su espalda un soporte lumbar denominado "Lumbosant" para evitar el efecto de retroversión de la pelvis (Santonja, Ferrer y Martínez, 1995). El explorador auxiliar mantenía extendida la pierna contralateral en contacto con la camilla, evitando la flexión de rodilla, la rotación externa de cadera, así como la rotación de la pelvis en su eje longitudinal, tanto en la posición inicial como durante el desarrollo del test.

Para la realización del test, el explorador principal, tras colocar el inclinómetro ISOMED 95 en la meseta tibial a cero grados, procedía a la elevación de la pierna con rodilla extendida de forma lenta y progresiva hasta que el explorado manifestaba dolor o malestar en el hueco poplíteo (Hyytiäinen, Salminen, Suvitie, Wickström, & Pentty, 1991), y/o se detectaba una basculación de la pelvis (Pope, Bevins, Wilder, & Frymoyer, 1985), momento en el que se procedía a la medición en grados. Esta medición se llevó a cabo en ambas piernas por separado y de forma aleatoria.

Para categorizar a los sujetos se tomaron las referencias aportadas por Ferrer (1998): normalidad ($\geq 75^\circ$), cortedad grado I ($74^\circ - 61^\circ$) y cortedad grado II ($\leq 60^\circ$).

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

Procedimiento

Se realizó una sesión de familiarización con las rutinas de trabajo y el test de medición. Cada sujeto recibió información escrita sobre las características del estudio. Los sujetos realizaron los estiramientos en su tiempo libre.

El estudio tuvo una duración de 12 semanas. Para valorar la eficacia del pro-

grama de estiramientos se realizó una valoración inicial, dos intermedias y una final. Las sesiones de valoración intermedias se realizaron en las semanas 4 y 8. Todas las sesiones de valoración se realizaron el mismo día de la semana y a la misma hora. La aplicación del test en cada una de las sesiones de valoración se realizó sin calentamiento previo y con los pies descalzos. La temperatura y humedad de la sala de medición estuvo controlada (25 °C).

Análisis estadístico

La media y la desviación típica fueron calculadas para cada una de las valoraciones y para cada uno de los test en todos los grupos. Además, para cada grupo se calculó la diferencia entre las medias obtenidas en la valoración inicial y final. Una prueba t para muestras relacionadas fue empleada en cada uno de los grupos y para cada una de las mediciones para determinar los posibles cambios significativos.

El efecto de los protocolos de estiramiento sobre el rango de movimiento pasivo de la cadera fue testado por 2 x 2 x 5 (tiempo x técnica x grupo) análisis de la varianza (ANOVA). La prueba post hoc de Tukey fue utilizada para identificar las diferencias significativas en los cambios en el rango de movimiento pasivo en cada uno de los grupos. Todos los datos fueron analizados usando el programa estadístico SPSS 13.0 y el nivel de significación fue de $p < 0,05$.

Resultados

La media de los resultados de la valoración inicial y final para cada uno de los grupos de trabajo y para cada uno de los test, así como los cambios entre el pre test y el post test se presentan en la tabla 2. No se encontraron diferencias significativas entre todos los grupos antes de iniciar el protocolo de estiramientos. Los 4 protocolos de estiramiento presentan incrementos importantes y significativos en la flexión de cadera en todos los test de medición ($p < 0,05$). El grupo control no presenta diferencias significativas entre el pre test y el post test.

No se encontraron diferencias estadísticas

Tabla 2. Resultados en el test EPR para cada una de las valoraciones y grupo de trabajo.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	
EPR DCH (grados)	Pre test (Semana 1)	81,55	84,00	88,13	88,93
	Test II (Semana 4)	89*	93*	98*	97*
	Test III (Semana 8)	94*	97*	106*	102*
	Post test (Semana 12)	99,5*	94,5	105	106*
	Cambio	17,95**	10,5**	17,28**	17,38**

Grupo 1 (pasiva 15 segundos); Grupo 2 (pasiva 30 segundos); Grupo 3 (activa 15 segundos); Grupo 4 (activa 30 segundos); * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$.



Unilateral A.



Bilateral A.



Unilateral B.



Bilateral B.

Figura 2. Ejercicios de estiramiento mediante la técnica pasiva.

ticamente significativas entre la pierna derecha y la izquierda en el test unilateral EPR para cada una de las mediciones y en cada uno de los grupos. Por eso, sólo se presentan los datos de la pierna derecha.

Generalmente, las mayores ganancias se consiguen a las 4 y 8 semanas del inicio de los programas de estiramiento, pudiéndose

observar una tendencia a la estabilización en el rango de movimiento a las 12 semanas de entrenamiento de la flexibilidad.

Se observan diferencias significativas entre las ganancias obtenidas por el grupo 2 (estiramiento pasivo de 30 segundos) con respecto al resto de grupos de trabajo ($p = 0,027$).

Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio muestran cómo todos los protocolos de estiramientos consiguen mejoras estadísticamente significativas en sus niveles de extensibilidad isquiosural con respecto a sus valores iniciales y con respecto al grupo control. Así mismo, todos los protocolos de estiramiento presentan porcentajes de ganancias en torno al 20%.

Resultados similares fueron encontrados por Sullivan et al. (1992), quienes consiguieron un aumento del 18% en el rango de movimiento empleando un protocolo de estiramientos pasivos. Bandy & Irion (1994) obtuvieron un incremento del 27% del rango de movimiento de la cadera después de 6 semanas de estiramientos pasivos.

Así mismo, Santonja et al. (2007) obtuvieron una mejora de 16,9° en el test EPR tras aplicar un programa de estiramientos activos 4 días a la semana en escolares. Esta mejora es muy similar a la obtenida en este estudio para la técnica activa con adultos jóvenes (17,3° aproximadamente).

Por tanto, tras el análisis de los resultados del presente estudio, y al igual que ocurre en la mayor parte de la literatura científica, la realización de rutinas de estiramientos sistemáticas ha demostrado ser un medio fácil y eficaz para aumentar el rango de movimiento de una articulación (Cipriani et al., 2003; Davis et al., 2005; Ford et al., 2005; Roberts & Wilson, 1999; Rubley et al., 2001; Webright et al., 1997).

Sin embargo, las ganancias obtenidas por el protocolo de estiramiento pasivo de 30 segundos son estadísticamente inferiores con respecto al resto de protocolos. Una posible explicación puede radicar en el hecho de que la muestra de dicho grupo fue más reducida en comparación con el resto de grupos.

Un aspecto importante a destacar es el hecho de que las ganancias más importantes se experimentan a las 4 y 8 semanas del inicio de los programas de entrenamientos de la flexibilidad. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Halbertsma & Gröeken (1994), ya que la fase inicial de tolerancia al estiramiento caracterizada por un escaso aumento de la lon-

gitud de la musculatura parece no haberse producido. Quizás una posible explicación radique en que los niveles iniciales de extensibilidad isquiosural de los distintos grupos son moderados-altos (86,12° EPR).

Las ganancias obtenidas al final de los distintos programas de entrenamiento (12 semanas) no difieren en mucho con las ganancias obtenidas en la valoración intermedia II (semana 8), experimentando un cierto efecto meseta.

Por ello, quizás sea recomendable emplear programas de entrenamiento con una duración de 4-8 semanas (Chan et al., 2000; Sady, Wortman & Blanke, 1982; Webright et al., 1997), para posteriormente pasar a programas de mantenimiento en el caso de obtener el rango de movimiento deseado, o aplicar cargas de mayor intensidad y volumen si se quiere progresar aún más.

En relación a la duración aislada del estiramiento, los resultados obtenidos muestran, al igual que en estudios previos (Borms, Van Roy, Santens y Haentjens, 1987; Ford et al., 2005; Madding et al., 1987), que no existen diferencias significativas entre las diferentes duraciones aisladas del estiramiento, es decir, entre los grupos que emplearon 15 segundos y los grupos que emplearon 30 segundos. Estos resultados contradicen los resultados encontrados por Bandy & Irion (1994) y Provance et al. (2006), quienes observaron que 30 segundos era la duración del estiramiento aislado más adecuada para la mejora del ROM.

Por lo que respecta a la duración global de la sesión de estiramiento (volumen), los resultados obtenidos sugieren que no hay diferencias significativas y, por tanto, son igualmente efectivas 12 series de 15 segundos y 6 series de 30 segundos.

Resultados similares fueron obtenidos por Cipriani et al. (2003), quienes compararon la eficacia de emplear 6 series de 10 segundos con 2 series de 30 segundos de estiramientos, obteniendo resultados de eficacia similares en ambos casos. Igualmente, Roberts & Wilson (1999) valoraron la conveniencia de utilizar 9 series de 5 segundos o 3 series de 15 segundos para la técnica pasiva, no encontrándose diferencias significativas entre ambos protocolos de estiramiento para la mejora del ROM activo.

Estos resultados vienen a ratificar la idea de que la eficacia de los programas de entrenamiento de la flexibilidad no depende de la duración del estiramiento aislado, sino de la duración total de la rutina de estiramientos (Cipriani et al., 2003; Ford et al., 2005; Roberts & Wilson, 1999; Rubley et al., 2001).

Por ello, se recomienda que para personas con pobres niveles de tolerancia al estiramiento se empleen rutinas de trabajo con mayor número de series y reducida duración del estiramiento aislado, para posteriormente progresar a una mayor duración del estiramiento aislado con menor número de series (Cipriani et al., 2003; Halbertsma & Gröeken, 1994).

En este estudio, el análisis de los datos demuestra que las técnicas activa y pasiva son igualmente eficaces para aumentar el rango de movimiento de la flexión de cadera en adultos jóvenes.

Winters et al. (2004) encontraron resultados similares a los obtenidos en este estudio. Ellos comparan la eficacia de la técnica activa y pasiva en sujetos con limitación en la extensión de cadera tras un programa de 6 semanas de entrenamiento, obteniendo que ambas técnicas son igual de eficaces.

Sin embargo, y quizás, ante la igualdad de eficacia entre las técnicas activa y pasiva, sea más recomendable prescribir rutinas de estiramientos activos, pues presentan toda una serie de ventajas que no poseen las rutinas de estiramientos pasivos: (1) el empleo de técnicas de estiramiento en donde el sujeto mantenga la lordosis lumbar dentro del rango de normalidad (técnica activa-estática) permitirá que el estrés a soportar por la columna y estructuras adyacentes se vea notablemente reducido (Kolber & Zepeda, 2004; McGill, 2002), (2) la anteverción de pelvis activa necesaria para mantener la lordosis lumbar dentro de valores de normalidad produce una contracción simultánea de la musculatura antagonista al estiramiento, mejorando la coordinación entre agonista y antagonista (White & Sahrman, 1994; Winter et al., 2004), (3) las técnicas activas producen un aumento de la longitud del músculo como consecuencia de un reflejo de inhibición recíproca, el cual parece no alterar el sistema de producción de fuerza (Stiff & Verhoshansky,

2000; Winters et al., 2004), a diferencia de las técnicas pasivas, que inhiben el umbral de excitación del reflejo miotático, produciendo un efecto negativo sobre el rendimiento deportivo (Kovacs, 2006; Papadopoulos, Siatras & Kellis, 2005).

Conclusiones

Es igualmente efectivo emplear 6 series de 30 segundos de estiramiento que emplear 12 series de 15 segundos. El empleo de una u otra opción va a depender de la

tolerancia al estiramiento que posea el sujeto ejecutor.

La técnica activa-estática es igual de efectiva que la técnica pasiva para aumentar el rango de movimiento de la flexión de cadera en adultos jóvenes.

BIBLIOGRAFÍA

- 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(10), 1090-1096.
- Bandy, W.D., Irion, J.M., Briggler, M. (1998). The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 27(4), 295-300.
- Biering-Sorensen, F. (1984). Physical Measurements as Risk Indicator for Low-Back Trouble Over a One Year Period. *Spine*, 9(2), 106-119.
- Borms, J., Van Roy, P. & Santans, J.P. (1987). Optimal duration of static stretching exercises for improvement of coxo-femoral flexibility. *Journal of Spots Science*, 5, 39-47.
- 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 hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 11, 81-86.
- 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.
- Ferrer, V. (1998). *Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia.
- 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.
- Funk, D.C., Swank, A.M., Mikla, B.M., Fagan, T.A. & Farr, B.K. (2003). Impact of prior exercise on hamstring flexibility: a comparison of proprioceptive neuromuscular facilitation and static stretching. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(3), 489-492.
- Halbertsma, J.P., Goeken, L.N. (1944). Stretching exercises: effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 75, 976-981.
- Holt, L.E., Travis, T.M. and Okita, O. (1970). Comparative study of three stretching techniques. *Perceptual Motor Skills*. 31, 611-616.
- Hytyäinen, K., Salminen, J.J., Suvitie, T., Wickström, G., & Pentti, J. (1991). Reproducibility of nine test to measure spinal mobility and trunk muscle strength. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 23, 3-10.
- 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.
- López, P.A., Sainz de Baranda, P., Rodríguez, P.L. & Ortega, E. (2007). A comparison of the spine posture across several sit-and-stand test protocols. *Journal of Science Medicine and Sport*, 10(6), 456-462.
- López, M.A., Yuste, J.L., Rodríguez, P.L., Santonja, F., Sainz de Baranda, P. & García, A. (2007). Disposición sagital del raquis lumbar y torácico en el ejercicio de curl de bíceps con barra de bipedestación. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 7 (3), 19-24.
- Madding, S.W., Wong, J.G., Hallum, A., & Medeiros, J. (1987). Effects of duration or passive stretching exercises on hip abduction range of motion. *Journal Orthopaedic Sports Physical Therapy*, 8, 409-16.
- McGill, S.M. (2002). *Low back disorders. Evidence-Based prevention and rehabilitation*. Champaign: Human Kinetics.
- 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 Exercise Science*, 13, 285-291.
- Pope, M.H., Bevins, T., Wilder, D.G. & Frymoyer, J.W. 1985. The relationship between anthropometric, postural, muscular, and mobility characteristics of males ages 18-55. *Spine*, 10(7), 644-648.
- 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 of Health, Physical Education, Recreation & Dance*, 16, 21-26.

- Roberts, J. & Wilson, K. (1999). Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. *British Journal of Sports Science*, 33, 259-263.
- Ruble, 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.
- Sady, S.P., Wortman, M. & Blanke, D. (1982). Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Archive of Physical Medicine Rehabilitation*, 63(6), 261-263.
- Sainz de Baranda, P., Ferrer, P., Santonja, F., Rodríguez, P.L. & Andújar, P. (2001). "Morfortipo del futbolista profesional". En: *II Congreso internacional Educación Física y Diversidad* (293-295). Murcia: Consejería de Educación y Universidades.
- Santonja, F., Ferrer, V., Martínez, I. (1995). Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Selección*, 4 (2): 81-91.
- 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.
- Santonja, F. & Martínez, I. (1992). Síndrome de acortamiento de la musculatura isquiosural. En F. Santonja e I. Martínez (Eds). *Valoración médico deportiva del escolar* (pp 245-258). Murcia: Universidad de Murcia.
- Sexton, P. & Chambers, J. (2006). The importance of flexibility for functional range of motion. *Athletic Therapy Today*, 3, 13-17.
- Stiff, M. & Verkhoshansky, Y. (2000). *Superentrenamiento*. Paidotribo: Barcelona.
- 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.
- Webright, W.G., Randolph, B.J. & Perrin, D.H. (1997). Comparison of nonballistic active knee extension in neural slump position and static stretch techniques on hamstring flexibility. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 26(1), 7-13.
- White, S.G., 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* (pp. 339-357). New York, NY: Churchill Livingstone Inc.
- 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.
- Zakas, A., Galazoulas, C., Zakas, N., Vamvakoudis, E. & Vergou, A. (2005). The Effect of Stretching Duration on Flexibility During Warming Up in Adolescent Soccer Players. *Physical Training*.