



Original/Deporte y ejercicio

Efecto de un programa de estiramiento de la musculatura isquiosural sobre la extensibilidad isquiosural en escolares adolescentes: influencia de la distribución semanal de las sesiones

Álvaro Bohajar-Lax¹, Raquel Vaquero-Cristóbal², Luis Espejo-Antúnez³ y Pedro Ángel López-Miñarro¹

¹Facultad de Educación. Universidad de Murcia. ²Cátedra de Traumatología del Deporte. Universidad Católica de Murcia, Murcia. ³Departamento de Terapia Médico-Quirúrgica. Universidad de Extremadura, España.

Resumen

Introducción: la realización de estiramientos de la musculatura isquiosural, dos sesiones por semana en días alternos, produce mejoras significativas en escolares.

Objetivo: comparar los efectos de un programa de estiramientos de la musculatura isquiosural realizado en las clases de educación física en dos grupos de adolescentes, en función de la distribución semanal de sus sesiones de clase (sesiones alternas vs. sesiones consecutivas).

Metodología: cincuenta y ocho estudiantes adolescentes realizaron un programa de estiramientos estático-activos de la musculatura isquiosural durante cinco semanas, ejecutados al comienzo de dos clases semanales de educación física, con una duración total de cinco minutos. Los alumnos fueron divididos en dos grupos: el grupo A, formado por 30 alumnos, tenían las clases en días consecutivos (lunes-martes) y el grupo B, compuesto por 29 alumnos, en días no consecutivos (martes-viernes). La extensibilidad de la musculatura isquiosural se evaluó mediante el test *sit-and-reach* antes del inicio del programa (pre-test) y tras finalizar el mismo (post-test).

Resultados y discusión: se encontró una mejora significativa de la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach* tanto en el grupo A (+2,15 cm) ($p = 0,003$) como en el grupo B (+2,31 cm) ($p < 0,001$). No se encontraron diferencias significativas ni en el pre-test ni en el post-test entre grupos ($p > 0,05$).

Conclusiones: la aplicación de un programa de intervención con una duración de cinco semanas y una frecuencia de dos sesiones semanales produce mejoras en la extensibilidad isquiosural en escolares. La distribución semanal de las sesiones no influye en los resultados encontrados.

(Nutr Hosp. 2015;32:1241-1245)

DOI:10.3305/nh.2015.32.3.9308

Palabras clave: Ejercicio. Flexibilidad. Ejercicios de estiramiento muscular. Educación física. Centro educativo.

Correspondencia: Pedro A. López-Miñarro.
Departamento de Educación Física. Facultad de Educación.
Campus Universitario de Espinardo. 30100 Murcia (España).
E-mail: palopez@um.es

Recibido: 26-V-2015.

Aceptado: 1-VII-2015.

THE EFFECT OF A HAMSTRING STRETCHING PROTOCOL ON HAMSTRING EXTENSIBILITY IN ADOLESCENT STUDENTS: INFLUENCE OF THE CLASS SESSION WEEKLY DISTRIBUTION

Abstract

Introduction: students who do hamstring stretching exercises, twice per week on alternate days, have showed significant increases on extensibility.

Objective: to compare the effects of a hamstring stretching program includes in the physical education classes in booth groups of adolescent, which had a different class session weekly distribution (non-consecutive sessions vs. consecutive sessions).

Method: fifty-eight adolescent students did a static-active stretching program on hamstring in the warm-up of both weekly physical education sessions for five weeks. The total duration of the stretching was five minutes. Students were divided in two groups: group A, with 30 students, had consecutive sessions (monday-tuesday), and the group B, with 29 students, had non-consecutive sessions (tuesday-friday). Hamstring extensibility was evaluated with the *sit-and-reach* test before (pre-test) and after (post-test) the intervention program.

Results and discussion: there was found a significant increase in the *sit-and-reach* score in the group A (+2,15 cm) ($p = 0.003$) and in the group B (+2,31 cm) ($p < 0.001$). No significant differences were found between groups in the pre-test and the post-test ($p > 0.05$).

Conclusions: the implementation of an intervention program for five weeks, twice sessions a week, included increases on hamstring extensibility in students. The class session weekly distribution does not affect the results.

(Nutr Hosp. 2015;32:1241-1245)

DOI:10.3305/nh.2015.32.3.9308

Key words: Exercise. Flexibility. Muscle stretching exercises. Physical education. Schools.

Introducción

La práctica regular de ejercicio físico ha sido asociada con diversos efectos positivos sobre la salud desde un punto de vista físico, psicológico y social¹. Sobre el ámbito físico, con la realización sistemática de ejercicio físico se pueden trabajar diferentes capacidades físicas enfocadas hacia la mejora de la salud, tales como la resistencia cardio-respiratoria, la fuerza y la flexibilidad².

Entre las diferentes capacidades físicas, la flexibilidad es la que ha recibido menor atención entre los científicos y profesionales del ejercicio físico². Como consecuencia de esto, con frecuencia, la extensibilidad muscular no se trabaja con el suficiente volumen, por lo que aumenta la probabilidad de encontrar una flexibilidad inadecuada en diversos grupos musculares².

De los diferentes grupos musculares que componen el cuerpo humano, la musculatura isquiosural ha recibido una mayor atención por las repercusiones asociadas a una inadecuada extensibilidad. En este sentido, una extensibilidad isquiosural reducida supone una restricción de la movilidad en la flexión de cadera cuando las rodillas están extendidas, de modo que al realizar movimientos de flexión del tronco se observa una mayor retroversión de la pelvis, una inversión de la columna lumbar (actitud cifótica lumbar) y un aumento de la cifosis torácica^{3,4}. Estas posturas se han asociado a la aparición de alteraciones raquídeas, por el incremento de la tensión en los músculos lumbares y ligamentos, así como la mayor carga en las diferentes estructuras vertebrales⁴.

La reducción de la extensibilidad isquiosural es frecuente en población escolar^{3,5-7}. En un estudio realizado con 459 niños y adolescentes se encontró que el 75% de los chicos y el 35% de las niñas mayores de 10 años tenían una extensibilidad isquiosural limitada⁵. En España, diferentes estudios han mostrado entre un 18-38% de escolares con una extensibilidad isquiosural reducida^{3,6,7}.

Para reducir el porcentaje de escolares que presentan cortedad isquiosural y contrarrestar los efectos negativos que ello conlleva, surge la necesidad de establecer programas de intervención que mejoren su flexibilidad. Rodríguez *et al.*⁸ señalan que la flexibilidad de la musculatura isquiosural mejora significativamente cuando se realizan ejercicios de estiramientos de los isquiosurales de forma sistemática. Dentro de los contenidos del curriculum escolar, la mejora de la flexibilidad y de otros componentes de la condición física debe abordarse con el objetivo de que el alumnado aprenda cómo realizar los ejercicios, así como los métodos que existen para desarrollar las cualidades físicas. El trabajo de los contenidos de flexibilidad se puede integrar en todas las clases del curso escolar como un componente asociado a los períodos de calentamiento y vuelta a la calma que suelen tener las mismas. Así, los centros escolares pueden integrar la promoción de hábitos posturales correctos e intentar que los escolares realicen estiramientos de diversos grupos musculares⁵.

En los últimos años, diversos estudios han analizado las mejoras que se producen en la extensibilidad isquiosural de los niños y adolescentes con la realización sistemática de estiramientos dentro del ámbito escolar, concretamente durante sus clases de educación física. Estas investigaciones han constatado que la realización de estiramientos de forma sistemática entre 8 y 32 semanas, 2 días por semana, entre 2 a 7 minutos de estiramiento en series de 15 a 20 segundos, provoca una mejora de la extensibilidad isquiosural⁸⁻¹⁵.

La totalidad de estos estudios incluyen dos sesiones de estiramientos realizados en dos días no consecutivos. Sin embargo no hay estudios que hayan analizado si con una distribución de las sesiones en el horario semanal diferente se obtendrían otros resultados. Esto es especialmente importante si se tiene en cuenta que dentro del ámbito escolar se pueden dar diferentes combinaciones en la distribución semanal de las sesiones de educación física de los alumnos, de modo que se pueden tener las dos clases de forma consecutiva (lunes-martes, por ejemplo) o más separadas (lunes-viernes, por ejemplo). Por todo ello, el objetivo de este estudio fue comparar el efecto de un programa de estiramientos de la musculatura isquiosural realizado en las clases de educación física, en dos grupos de adolescentes diferenciados en cuanto a la distribución semanal de sus dos sesiones de clase.

Metodología

Participantes

La muestra del estudio estuvo compuesta por un total de 59 escolares, 38 chicas y 21 chicos. Todos ellos eran alumnos de 1º de Bachillerato, con una edad comprendida entre los 16 y 17 años, pertenecientes a un mismo centro escolar de Murcia (España). De ellos, 30 alumnos (17 chicas y 13 chicos), tenían las dos clases de educación física en dos días consecutivos (lunes y martes) (grupo A). El grupo B estuvo compuesto por 29 alumnos (21 chicas y 8 chicos), quienes tenían las clases en días no consecutivos (martes y viernes). Todas las clases se impartían en horario de mañana. Los criterios de exclusión fueron: haber sido operado de la columna vertebral o musculatura isquiosural, tener alguna alteración raquídea estructurada diagnosticada o algún tipo de lesión en el momento del estudio.

Procedimiento

El estudio fue aprobado por la Comisión de Bioética institucional. Previamente a las mediciones, todos los alumnos, sus tutores legales y equipo directivo del centro educativo fueron informados sobre los objetivos y métodos del estudio y firmaron un consentimiento informado.

Todos los participantes realizaron, durante 5 semanas, un plan específico de estiramientos estático-activos de la musculatura isquiosural, que fue incluido al comienzo (calentamiento) de las dos sesiones de educación física que tenían semanalmente. Los ejercicios se basaron en posturas de cierre del ángulo tronco-muslos en diferentes posiciones (sedentación, bipedestación con o sin apoyo y decúbito supino), manteniendo el raquis lo más alineado posible (Fig. 1). La posición final de estiramiento fue aquella que generaba una sensación de tirantez moderada-intensa en la musculatura isquiosural, pero sin superar el umbral del dolor. En cada sesión se realizaron dos series consecutivas de cuatro estiramientos, manteniendo la posición de estiramiento 20 segundos. En los ejercicios unilaterales, la posición fue mantenida 20 segundos con cada pierna. El tiempo de descanso entre cada ejercicio fue de 30 segundos. El tiempo total dedicado a realizar los ejercicios de estiramiento de los isquiosurales fue de 5 minutos por sesión, con una duración real de estiramiento de 160s.

La extensibilidad de la musculatura isquiosural se evaluó mediante el test *sit-and-reach* antes del inicio del programa (pre-test) y una vez transcurridas las cinco semanas de intervención (post-test). Los adolescentes no realizaron estiramiento o ejercicio de activación alguno antes de las mediciones. Además, todas las evaluaciones fueron realizadas tras haber pasado al menos dos horas desde que los participantes se hubieran levantado de la cama tras un período de descanso prolongado y antes de que hubieran realizado ejercicio físico alguno. Los alumnos fueron instruidos a no realizar ejercicio físico en las 24 horas previas a las mediciones.

Para la realización del test *sit-and-reach* se utilizó un cajón de medición de 30 cm de altura (*Finder Flex-Tester*[®]) con una regla milimetrada adosada. El estudiante se colocó sentado en el suelo, con las rodillas totalmente extendidas y los pies separados a la anchura de los hombros. Las plantas de los pies se situaron apoyadas sobre el cajón de medición, manteniendo las puntas de los pies dirigidas hacia arriba. Partiendo de esta posición, el sujeto con una mano sobre la otra, realizó una flexión máxima del tronco, con los codos y las rodillas en extensión, intentando alcanzar la máxima distancia posible en el cajón. El movimiento de

deslizamiento por el cajón de medición debía ser lento y al llegar a la máxima distancia se mantuvo la posición, al menos, dos segundos. Durante la medición, el investigador principal se encargó de sujetar las rodillas de los estudiantes, manteniéndolas extendidas. La distancia alcanzada se midió en centímetros. El valor 0 cm correspondió a la tangente de las plantas de los pies, siendo positivos los valores cuando las falanges distales del carpo superaban la tangente y negativos cuando no la alcanzaban. La realización del test se llevó a cabo con ropa deportiva y descalzos. La temperatura del laboratorio se estandarizó a 25°C.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables (media \pm desviación típica). Tras comprobar que las variables seguían una distribución normal mediante el test de normalidad de Shapiro-Wilks, se aplicó una prueba *t* de Student para muestras independientes con el fin de comparar la distancia alcanzada entre el grupo A y el grupo B en el pre- y el post-test, y una prueba *t* de Student para muestras dependientes para comparar dichas variables entre el pre- y post-test en cada uno de los grupos. El nivel de significación se estableció en un valor de $p < 0,05$. Todos los datos fueron analizados usando el *software* SPSS (versión 19,0; SPSS Inc., IL).

Resultados

Los alumnos del grupo A (lunes-martes) mostraron una distancia media de $-1,35 \pm 8,78$ y $0,80 \pm 7,86$ en el pre-test y el post-test, respectivamente. Se encontró un incremento significativo de la extensibilidad isquiosural tras el programa de intervención ($+2,15$ cm) ($p=0,003$). Respecto a los estudiantes del grupo B (martes-viernes), alcanzaron una distancia de $3,40 \pm 10,35$ y $5,72 \pm 10,24$ cm en el pre- y el post-test, respectivamente. También se hallaron diferencias significativas entre ambas mediciones en este grupo ($+2,31$ cm) ($p < 0,001$). No se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos en la diferencia de medias entre el pre- y post-test.

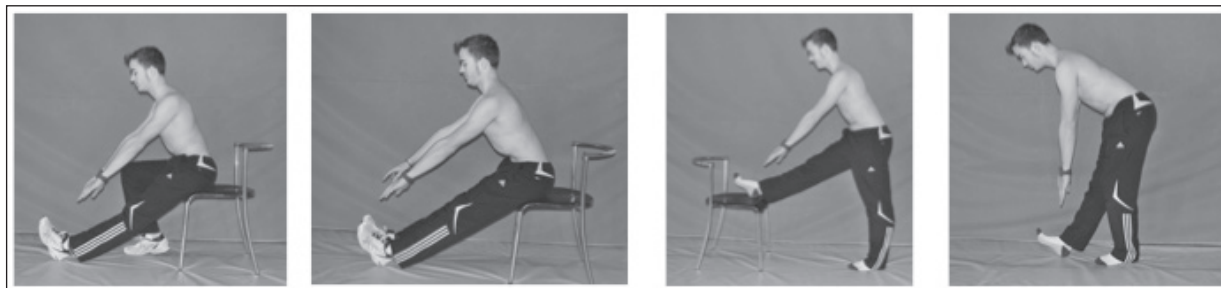


Fig. 1.—Ejemplo de alguno de los estiramientos estático-activos realizados en el programa de intervención.

Discusión

El objetivo principal de la presente investigación fue comparar los efectos de un programa de estiramientos de la musculatura isquiosural realizado en las clases de educación física, en dos grupos de estudiantes de bachillerato que se diferenciaban en cuanto a la distribución semanal de sus sesiones de clase de Educación Física. Un grupo tenía sus dos sesiones semanales de educación física en días consecutivos (lunes-martes) y el otro grupo en días no consecutivos (martes-viernes). Los resultados obtenidos mostraron una mejora significativa en los dos grupos entre el pre-test y el post-test, siendo estos cambios similares en ambos. En estudios previos basados en distintos programas específicos de estiramiento isquiosural, llevados a cabo en las clases de educación física, se han revelado mejoras significativas sobre la extensibilidad de dicha musculatura. Estos estudios han aplicado diferentes protocolos de intervención, si bien todos ellos se han basado en la realización de dos sesiones semanales de estiramientos en días no consecutivos⁸⁻¹⁵. El presente estudio muestra que la organización temporal de la sesiones no influye en las mejoras logradas en un programa aplicado en ámbito escolar. No existen estudios que hayan analizado la influencia de la distribución semanal de las sesiones sobre la mejora de la extensibilidad isquiosural conseguida con la práctica sistemática de estiramientos. Cuando se trata de programas de estiramiento, parece más importante el volumen total de estiramiento que la organización del mismo¹⁶.

Hay otros aspectos a considerar en relación a los programas de intervención realizados para la mejora de la extensibilidad isquiosural en escolares. Entre ellos, se encuentra la duración del programa. En este sentido, la duración de los programas de intervención en el entorno escolar varía desde 31 o 32 semanas^{8,13,15}, hasta las 8 a 10 semanas^{9,12,14}. En el presente estudio se han encontrado diferencias significativas tras 5 semanas de intervención. En esta misma línea, estudios previos realizados con niños y adolescentes, pero fuera del ámbito escolar, han encontrado mejoras significativas tras 6 semanas de intervención¹⁷⁻¹⁹. Un programa de estiramientos de 4 semanas en personas con una extensibilidad reducida se ha mostrado suficiente para generar mejoras significativas de la extensibilidad isquiosural, teniendo que ser, al menos, de 6 semanas de duración si los sujetos presentan una flexibilidad considerada normal¹⁶.

Otro de los aspectos a valorar para comparar los diferentes programas de estiramiento es el tiempo de estiramiento total por sesión. En el presente estudio, el tiempo dedicado a estirar en cada sesión fue de cinco minutos, con una duración real de estiramiento de 160s por sesión. Estos datos están en línea con los encontrados en otras investigaciones realizadas en el ámbito escolar, quienes proponen intervenciones de entre 3 min^{9,14}, a 5 min^{8,10,12,15}, 6 min¹¹ o 7 min por sesión¹³. En todas estas investigaciones se encuentra un efecto significativo del estiramiento sobre la extensibilidad

isquiosural, por lo que 3 min de estiramiento se han mostrado como un tiempo suficiente para lograr mejoras significativas en la extensibilidad isquiosural de los escolares. Estos resultados coinciden con los encontrados en investigaciones previas que han mostrado que, al menos 90s de estiramiento por sesión, cuando se entrenan pocos días por semana, induce un incremento de la extensibilidad isquiosural¹⁶.

Otro aspecto a considerar es la técnica de estiramiento utilizada. En el presente estudio, así como en otras investigaciones previas en escolares⁸⁻¹⁵, la intervención estuvo basada en estiramientos estáticos, ya fueran activos o pasivos. El estiramiento estático consiste en llevar al músculo hasta su mayor longitud posible y mantenerlo en dicha posición el tiempo suficiente para estimular a los órganos tendinosos de Golgi y husos musculares, de forma que disminuya la resistencia de los músculos al estiramiento. Estos propioceptores inhiben la contracción del músculo estirado. Para ello, es necesario mantener la posición entre 15 y 20s, tiempos que coinciden con los que han utilizado los estudios previos⁸⁻¹⁵ y en la presente investigación. En el presente estudio se eligió la técnica de estiramiento estática por presentar un menor riesgo de lesión para los tejidos blandos que otras técnicas, así como por ser una técnica sencilla y segura y optimizar el tiempo de estiramiento²⁰.

Para realizar las valoraciones de la extensibilidad isquiosural se utilizó el test *sit-and-reach*. La distancia alcanzada en este test supone una medida indirecta de la extensibilidad isquiosural, y está condicionada por diversos factores, tales como la amplitud de movimiento de flexión anterior de la pelvis, la disposición angular del raquis torácico y lumbar, así como la relación de parámetros antropométricos y la antepulsión escápulo-humeral^{21,22}. Todo esto hace que este test muestre distintos valores de validez en función de la población analizada^{16,23}. Los test angulares, como el test de elevación de la pierna recta o el test de extensión de la rodilla, proporcionan medidas más válidas de la extensibilidad isquiosural de una persona. No obstante, el uso de un test angular en ámbito educativo es poco funcional, ya que requiere mucho más tiempo para medir, más formación y entrenamiento por parte del medidor y un material específico más difícil de usar y económicamente más costoso. Finalmente se utilizó un test lineal, como el *sit-and-reach*, porque aún siendo un test de menor especificidad que los test angulares para valorar la extensibilidad isquiosural, es el test más frecuentemente usado en el ámbito escolar y particularmente útil en la evaluación de la flexibilidad en las clases de educación física⁸ al tener un procedimiento simple, no requerir una gran cantidad de material, ni ser necesaria una gran experiencia del examinador para poder llevarlo a cabo sin contaminar el resultado, permitiendo a su vez la valoración de muchas personas en poco tiempo²⁴.

Respecto al protocolo de aplicación del test *sit-and-reach*, Díaz-Soler et al. (2015) han demostrado la influencia de realizar un calentamiento previo en la

distancia alcanzada en el test²⁵. Por este motivo, en el presente estudio se decidió no realizar calentamiento alguno ni estiramientos antes de la realización del test, y de este modo homogeneizar las condiciones de aplicación del test entre el pre- y post-test y entre estudiantes.

La principal limitación del estudio fue la falta de un grupo control para conocer el efecto real del programa de estiramiento, ya que en las clases de Educación Física se realizan otras actividades físicas. Sin embargo, investigaciones previas similares han demostrado que no se producen cambios significativos en la extensibilidad isquiosural en escolares que no realizan cambios en sus hábitos de estiramiento o ejercicio físico en un corto espacio de tiempo⁸⁻¹⁵, a pesar de realizar otras actividades físicas en sus clases de Educación Física.

Conclusión

La aplicación de un programa de intervención basado en estiramientos estáticos activos de la musculatura isquiosural durante 5 minutos, con una duración de cinco semanas y una frecuencia de dos sesiones semanales, produce mejoras en los resultados del test *sit-and-reach* en adolescentes. La distribución semanal de las sesiones, bien más seguidas (días consecutivos) o más separadas (con una diferencia de tres días), produce mejoras similares en la distancia alcanzada. Esto es especialmente importante si se tiene en cuenta la gran importancia que tiene mantener unos niveles adecuados de flexibilidad isquiosural para la salud, sobre todo en la prevención de patologías de la espalda⁴. Con el presente estudio se demuestra que se podrían realizar estos estiramientos dentro de las sesiones de educación física consiguiendo mejoras significativas, independientemente de cómo estén distribuidas las sesiones en cada curso. De esta forma, se podría prevenir, e incluso revertir, la disminución de la extensibilidad isquiosural que se produce en la adolescencia³. Estos programas de estiramiento deben integrarse en el aprendizaje de la postura más correcta al realizar los estiramientos, así como de la metodología más apropiada para desarrollar la flexibilidad, intentando crear hábitos que se mantengan a lo largo de sus vidas.

Referencias

1. Marcos A, Manonelles P, Palacios N, Wärnberg J, Casajús JA, Pérez M, et al. Actividad física, hidratación y salud. *Nutr Hosp*. 2014; 29(6): 1224-39.
2. Delgado M, Tercedor P. *Estrategias de intervención en educación para la salud desde la educación física*. Inde Publicaciones, Barcelona, 2002.
3. Ferrer V. Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia, Murcia, 1998.
4. Santonja F, Ferrer V, Martínez I. Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Selección*. 1995; 4(2): 81-91.
5. Brodersen A, Pedersen B, Reimers J. Incidence of complaints about heel-, knee- and back-related discomfort among Danish children, possible relation to short muscles. *Ugeskr Laeger*. 1994; 156(15): 2243-5.

6. Castro-Piñero J, Girela-Rejón MJ, González-Montesinos JL, Mora J, Conde-Caveda J, Sjöström M, Ruiz JR. Percentile values for flexibility tests in youths aged 6 to 17 years: Influence of weight status. *Eur J Sport Sci*. 2013; 13(2): 139-48.
7. Santonja F, Pastor A. Cortedad isquiosural y actitud cifótica lumbar. *Selección*. 2003; 12(3): 150-4.
8. Rodríguez PL, Santonja FM, López-Miñarro PA, Sáinz de Baranda P, Yuste JL. Effect of physical education stretching programme on sit-and-reach score in schoolchildren. *Sci Sport*. 2008; 23: 170-5.
9. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Garrido FJ, Viciana J. Comparison between warm-up and cool-down stretching programs on hamstring extensibility gains in primary school children. *Phys Act Rev*. 2014; 1: 16-24.
10. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Sánchez-Rivas R, Viciana J. Effect of a short-term static stretching training program followed by five weeks of detraining on hamstring extensibility in children aged 9-10 years. *J Phys Educ Sport*. 2014; 14(3): 355-9.
11. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Vera-Estrada F, Viciana J. Effect of a short-term physical education-based flexibility program on hamstring and lumbar extensibility and its posterior reduction in primary school children. *Kinesiol*. 2014; 46(2): 227-33.
12. Moreira RFC, Akagi FH, Wun PYL, Moriguchi CS, Sato TO. Effects of a school based exercise program on children's resistance and flexibility. *Work*. 2012; 41: 922-8.
13. Sainz de Baranda P. El trabajo de la flexibilidad en educación física: programa de intervención. *Cultura Ciencia Deporte*. 2009; 5(4): 33-8.
14. Sánchez-Rivas E, Mayorga-Vega D, Fernández-Rodríguez E, Merino-Marbán R. Efecto de un programa de estiramiento de la musculatura isquiosural en las clases de educación física en educación primaria. *J Sport Health Res*. 2014; 6(2): 159-68.
15. Santonja FM, Sáinz de Baranda P, Rodríguez PL, López-Miñarro PA, Canteras M. Effects of frequency of static stretching on straight-leg raise in elementary school children. *J Sports Med Phys Fitness*. 2007; 47: 304-8.
16. Ayala F. Efecto de un programa de estiramientos activos sobre el rango de movimiento de la flexión de cadera en jugadores de fútbol sala [Tesis doctoral]. Universidad Católica de Murcia, Murcia, 2012.
17. Czaprowski D, Leszczwska J, Kolwicz A, Pawlowska P, Kedra A, Janusz P, Kotwicki T. The comparison of the effects of three physiotherapy techniques on hamstring flexibility in children: a prospective, randomized, single-blind study. *PLOS one*. 2013; 8(6): e72026.
18. Nelson RT, Bandy WD. Eccentric training and static stretching improve hamstring flexibility of high school males. *J Athl Train*. 2004; 39(3): 254-8.
19. Reid DA, McNair PJ. Passive force, angle, and stiffness changes after stretching of hamstring muscles. *Med Sci Sports Exerc*. 2004; 36(11): 1944-8.
20. Pacheco L, García JJ. Sobre la aplicación de estiramientos en el deportista sano y lesionado. *Apunts Med Esport*. 2010; 45(166): 109-25.
21. López-Miñarro PA, García A, Rodríguez PL. Comparación entre diferentes test lineales de medición de la extensibilidad isquiosural. *Apunts. Educ Fís Deporte*. 2010; 99: 56-64.
22. López-Miñarro PA, Sáinz de Baranda P, García R, Toro O. A comparison of the spine posture among several sit-and-reach test protocols. *J Sci Med Sport*. 2007; 10(6): 456-62.
23. López-Miñarro PA, Vaquero-Cristóbal R, Muyor JM, Espejo-Antúnez L. Validez del test sit-and-reach para valorar la extensibilidad isquiosural en mujeres mayores. *Nutr Hosp*. 2015; 32(1): 312-7.
24. López-Miñarro PA, Sainz de Baranda P, Yuste JL, Rodríguez PL. Validez del test sit-and-reach unilateral como criterio de extensibilidad isquiosural. Comparación con otros protocolos. *Cultura Ciencia Deporte*. 2008; 3(8): 87-92.
25. Díaz-Soler MA, Vaquero-Cristóbal R, Espejo-Antúnez L, López-Miñarro PA. Efecto de un protocolo de calentamiento en la distancia alcanzada en el test sit-and-reach en alumnos adolescentes. *Nutr Hosp*. 2015; 31(6): 2618-23.