



Original/Deporte y ejercicio

Efecto de un protocolo de calentamiento en la distancia alcanzada en el test sit-and-reach en alumnos adolescentes

María Angeles Díaz-Soler¹, 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 Terapéutica Médico-Quirúrgica. Universidad de Extremadura, España.

Resumen

Introducción: los test lineales son frecuentemente utilizados en las clases de educación física para evaluar la extensibilidad isquiosural del alumnado, sin que haya una estandarización del procedimiento para su realización.

Objetivo: analizar la influencia de un protocolo de calentamiento en los resultados obtenidos en el test *sit-and-reach* en estudiantes adolescentes.

Metodología: a 47 adolescentes (17 chicos y 30 chicas) se les midió la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach* antes, inmediatamente después de finalizar, así como a los 5 y 10 minutos tras finalizar un protocolo de calentamiento compuesto por una parte de carrera continua, actividades de locomoción y movilidad, además de estiramientos estáticos de cuádriceps, isquiosurales, aductores, psoas ilíaco y gemelos, con una duración total de 8 minutos. Entre las mediciones realizadas tras el calentamiento, los participantes permanecieron en bipedestación sin realizar ejercicio y/o estiramiento alguno.

Resultados y discusión: tras el calentamiento hubo una mejora significativa en la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach* (+ 2,15 cm) ($p < 0,001$), siendo ligeramente mayor a los 5 y 10 minutos (+ 2,49 cm a los 5 minutos y + 2,61 cm a los 10 minutos) ($p < 0,001$ respecto al pre-test).

Conclusiones: la realización de un protocolo de calentamiento previo al test *sit-and-reach*, compuesto por locomoción, movilidad y estiramientos, incrementa de manera significativa la distancia alcanzada en este test, que permanece aumentada, al menos, hasta 10 minutos después de finalizar el calentamiento.

(Nutr Hosp. 2015;31:2618-2623)

DOI:10.3305/nh.2015.31.6.8858

Palabras clave: *Ejercicio aeróbico. Flexibilidad. Ejercicios de estiramiento muscular. Educación física. Ejercicio de calentamiento.*

THE EFFECT OF A WARM-UP PROTOCOL ON THE SIT-AND-REACH TEST SCORE IN ADOLESCENT STUDENTS

Abstract

Introduction: sit-and-reach tests are often used in physical education classes for measurement of hamstring extensibility in students, without a standar protocol to perform it.

Objective: to analyze the effect of a warm-up protocol based on locomotion activities and stretching in the sit-and-reach scores in adolescent students.

Method: a total of 47 teenagers students (17 boys and 30 girls) performed the sit-and-reach test before, immediately after, and 5 and 10 minutes after completing a structured warm-up. The warm-up consisted on a part of continuous running, dynamic locomotor and mobility activities as well as static stretching of lower limbs (quadriceps, hamstrings, adductors, iliopsoas and gastrocnemius), with a total duration of 8 minutes. Between measurements after warm-up, the participants remained standing without performing any exercise and/or stretching.

Results and discussion: after warm-up there was a significant improvement in the sit-and-reach score (+ 2.15 cm) ($p < 0.001$), being slightly higher at 5 and 10 minutes (+ 2.49 cm at 5 minutes and + 2.61 cm at 10 minutes) ($p < 0.001$ with respect to the pre-test).

Conclusions: a warm-up protocol performed before the sit-and-reach test, comprised by locomotion, dynamic activities and stretching, improves significantly the distance achieved in this test.

(Nutr Hosp. 2015;31:2618-2623)

DOI:10.3305/nh.2015.31.6.8858

Key words: *Aerobic exercise. Joint flexibility. Muscle stretching exercises. Physical education. Warm-up exercise.*

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: 17-II-2015.
1.ª Revisión: 8-III-2015.
Aceptado: 10-III-2015.

Introducción

La flexibilidad es un componente de la condición física saludable¹, que se define como la capacidad física de amplitud de movimiento de una articulación². Una adecuada flexibilidad es un elemento importante en las actividades de la vida diaria y, muy especialmente, en las actividades físico-deportivas¹, al permitir un rango de movimiento óptimo.

La flexibilidad está condicionada por diversos factores no modificables tales como el sexo, la edad, o la disposición de ligamentos y tendones, entre otros, así como por otros factores modificables como la temperatura corporal o las actividades previamente realizadas a la aplicación de un estímulo de estiramiento muscular². En este sentido, para aumentar los niveles de temperatura y así mejorar la flexibilidad suelen utilizarse diversas actividades motrices de locomoción, movilidad, y estiramientos de forma aislada o combinadas³.

Entre los diversos grupos musculares del cuerpo humano, la investigación se ha centrado en algunos de ellos debido a la frecuencia de casos con una reducida flexibilidad y a las consecuencias de la misma en el sistema músculo-esquelético. Entre estos, la musculatura isquiosural ha sido extensamente analizada debido a la influencia que tiene su flexibilidad en el ritmo lumbo-pélvico y la disposición sagital del raquis en movimientos de flexión del tronco^{4,5}. Una disminución de la extensibilidad isquiosural reduce la flexión coxofemoral con rodilla extendida, provocando cambios específicos en la disposición sagital del raquis. Una extensibilidad isquiosural reducida se ha relacionado con un mayor riesgo de algias lumbares⁶, desalineaciones raquídeas⁷, lesiones musculares⁸ y cambios en el ritmo lumbo-pélvico^{4,5,9,10}. En jóvenes, una insuficiente extensibilidad isquiosural ha sido asociada con dolor lumbar y cervical¹¹, así como un mayor riesgo de algias lumbares crónicas¹².

En las clases de Educación Física se llevan a cabo, con frecuencia, pruebas para la evaluación de la extensibilidad isquiosural, como parte de los contenidos que se integran en el bloque denominado “Condición Física y Salud” o “Actividad Física y Salud”. Entre los diferentes test descritos para valorar la misma, el test *sit-and-reach* es el más comúnmente utilizado tanto en diferentes baterías de ejercicio físico como en las clases de Educación Física¹³. Puesto que el horario lectivo de esta asignatura es limitado, se suelen utilizar pruebas que sean fáciles de llevar a cabo y que permitan valorar en poco tiempo a un número importante de alumnos¹³. Además, el *sit-and-reach* ha sido un test frecuentemente utilizado en diversas investigaciones que han puesto en práctica, en ámbito escolar, algún programa de intervención basado en estiramientos de la musculatura isquiosural¹³⁻²¹. Así también, este test es frecuentemente utilizado en otros contextos en los que se realiza una valoración de la extensibilidad isquiosural²².

En la actualidad, existe una gran diversidad de protocolos a la hora de llevar a cabo este test en las clases de Educación Física. Esta variabilidad viene condicionada por la presencia o no de un calentamiento previo, el tiempo que pasa desde que finaliza el mismo hasta que se procede a la aplicación del test, la forma de estandarizar la posición de las rodillas y tobillos, o la velocidad en el movimiento de flexión del tronco al intentar alcanzar la máxima distancia. Con frecuencia, por cuestiones de organización y control del grupo de clase, el test se ejecuta tras un calentamiento realizado por todos los alumnos de forma simultánea, pero en función del orden de valoración, algunos alumnos realizan el test inmediatamente después de acabar el calentamiento, mientras otros lo hacen varios minutos después de haberlo finalizado. Estudios previos²³⁻²⁵ han establecido que los efectos logrados tras una actividad previa, basada en estiramientos o en actividades de locomoción, son limitados en el tiempo, con una variabilidad importante en función del estudio (entre 3 y 30 min). No obstante, estos estudios se han realizado en adultos y en contextos diferentes al ámbito educativo.

Por todo ello, los objetivos de este trabajo fueron: 1) analizar la influencia de un protocolo de calentamiento basado en actividades de locomoción y estiramientos en los resultados obtenidos en el test *sit-and-reach* en estudiantes adolescentes, y 2) determinar cómo afecta un período de reposo, tras el calentamiento, en la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach*.

Metodología

Participantes

Cuarenta y siete estudiantes adolescentes (17 chicos y 30 chicas), con edades comprendidas entre 16 y 18 años, participaron en este estudio. Los criterios de exclusión fueron haber presentado dolor lumbar agudo, o alguna lesión musculo-esquelética en la región posterior de la pierna y/o cirugía raquídea o abdominal reciente, tener alguna alteración raquídea estructurada diagnosticada o algún tipo de lesión en el momento de las valoraciones. Todas las mediciones fueron realizadas tras dos horas, al menos, desde que los participantes habían estado en posición decúbito. Además, los alumnos fueron instruidos a no realizar ejercicio físico alguno en las 24 horas previas al estudio.

Procedimiento

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

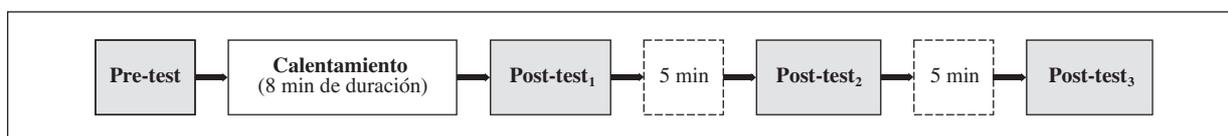


Fig. 1.— Secuencia temporal de la toma de datos.

A todos los participantes se les aplicó el test *sit-and-reach* antes de realizar un protocolo de calentamiento de 8 min de duración (pre-test), así como tres veces más después (post-test₁: inmediatamente tras el calentamiento; post-test₂: pasados 5 min tras el calentamiento; y post-test₃: pasados 10 min tras el calentamiento) (figura 1). Entre las mediciones realizadas tras el calentamiento, los participantes permanecieron en bipedestación sin realizar ejercicio y/o estiramiento alguno.

Para la valoración de la extensibilidad isquiosural se utilizó el test *sit-and-reach*, empleándose un cajón de medición de 30 cm de altura (*Finder Flex-Tester*®) con una regla milimetrada adosada. Para la ejecución del test, el alumno se situó en sedentación, con las rodillas extendidas, los pies separados a la anchura de sus caderas y las plantas de los pies situadas perpendiculares al suelo, en contacto con el cajón de medición y con las puntas de los pies dirigidas hacia arriba. A todos los participantes se les dieron las siguientes instrucciones: “Con una mano sobre la otra, las palmas de las manos hacia abajo, con los dedos y los codos estirados y manteniendo las rodillas estiradas en todo momento, flexiona lentamente el tronco tanto como puedas, empujando la regla con las puntas de los dedos de las manos hasta alcanzar la máxima distancia posible, y mantén la posición durante 3 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 24° C.

El protocolo de calentamiento, de 8 min de duración, consistió en la realización de 4 min de carrera continua, seguido de la realización de ejercicios de locomoción y movilidad articular haciendo recorridos de 20 metros de distancia: 1º) skipping; 2º) talones a glúteos; 3º) carrera lateral (ida por un lado y vuelta hacia el otro); 4º) desplazamiento andando realizando movimientos de abducción coxofemoral con cadera y rodilla flexionada a 90°; 5º) desplazamiento andando realizando movimientos de adducción coxofemoral con cadera y rodilla flexionada a 90°; 6º) flexión coxofemoral unilateral con rodilla extendida, alternando ambas piernas; y 7º) extensión coxofemoral unilateral con rodilla extendida, alternando ambas piernas. Tras finalizar, realizaron un estiramiento estático-pasivo de

los músculos cuádriceps, aductores, psoas ilíaco, isquiosurales y gemelos, ejecutados de forma unilateral y con ambas extremidades, manteniendo la posición de estiramiento 15 seg. Todo el protocolo de calentamiento estuvo dirigido por el investigador principal.

Análisis estadístico

La distribución de los datos fue inicialmente valorada mediante el test de normalidad de Shapiro-Wilks. Puesto que las variables seguían una distribución normal, se realizó un análisis estadístico en base a pruebas paramétricas. Para la obtención de los resultados se realizó una estadística descriptiva con la obtención de los valores medios y desviación típica. Un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas fue realizado para establecer las diferencias en la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach* entre las diferentes repeticiones. La significación del análisis multivariado de medidas repetidas fue confirmada mediante los test de Traza de Pillai, Lambda de Wilk, traза de Hotelling y raíz mayor de Ro, los cuales arrojaron resultados similares. La esfericidad fue analizada mediante la prueba de Mauchly. La corrección de Greenhouse-Geisser fue aplicada si la esfericidad no era asumida. Un valor $p < 0,05$ fue establecido para determinar la significación estadística a priori. Si se encontraban diferencias significativas en la distancia alcanzada entre las diferentes medidas se realizó una comparación por pares (*post hoc*) usando la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples, ajustando el criterio de significación a un valor de 0,0125 (0,05 dividido entre 4). El análisis estadístico fue realizado mediante el *software* SPSS (versión 19,0; SPSS Inc., IL).

Resultados

La distancia alcanzada en el test *sit-and-reach* por los participantes fue de $5,59 \pm 8,12$ cm en el pre-test, $7,74 \pm 7,16$ cm en el post-test₁, $8,06 \pm 7,06$ cm en el post-test₂ y $8,52 \pm 6,70$ cm en el post-test₃. El ANOVA mostró un efecto significativo en la comparación de la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach* ($F = 51,29$; $p < 0,001$). El análisis *post hoc* con ajuste de Bonferroni mostró diferencias significativas entre el pre-test y todos los post-test ($p < 0,001$). No obstante, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes mediciones realizadas después del calentamiento ($p > 0,05$) (Tabla I).

Tabla I
Significación estadística (valor de p) en la comparación por pares entre las diferentes repeticiones del test *sit-and-reach*.

	Pre-test	Post-test ₁	Post-test ₂	Post-test ₃
Pre-test	-	0,000	0,000	0,000
Post-test ₁	-	-	0,628	0,016
Post-test ₂	-	-	-	0,163

Discusión

Los objetivos del presente estudio fueron analizar los efectos de un calentamiento basado en actividades de locomoción, movilidad y estiramientos, en los resultados obtenidos en el test *sit-and-reach* en alumnos adolescentes, así como determinar si un período de recuperación sin realizar ejercicio físico alguno afecta a la distancia alcanzada en este test. El principal hallazgo fue que, tras un protocolo de calentamiento basado en actividades de locomoción y estiramientos estáticos del tren inferior, los alumnos mostraron un aumento significativo de la distancia alcanzada en este test, que se mantuvo, al menos, hasta 10 minutos después de finalizar el calentamiento.

Estudios previos han analizado el efecto agudo de diversos protocolos de calentamiento basados en estiramientos sobre la extensibilidad isquiosural, encontrando mejoras similares. Zakas²⁶ en un estudio realizado en jugadores de fútbol adolescentes, encontró un aumento semejante de la extensibilidad isquiosural tras realizar un protocolo de estiramientos estáticos de 30 segundos basado en diferentes estructuras de series y tiempo (1x30s, 2x15s o 6x5s). En otro estudio que comparó los efectos de estirar de forma estática respecto a realizarlo con una técnica dinámica, no se encontraron diferencias significativas en la distancia alcanzada en el *sit-and-reach* entre ambas, induciendo ambos calentamientos a un incremento significativo de la flexibilidad²⁷. Si se incluye una parte de locomoción compuesta por actividades aeróbicas submáximas en el protocolo de calentamiento, se produce un aumento de la temperatura del músculo esquelético^{3,28} que podría aumentar, aún más, el rango de movimiento articular. En esta línea, Wenos y Konin²⁸ encontraron que un calentamiento aeróbico de 4 minutos previo a la realización de estiramientos aumentó la temperatura muscular y el rango de movimiento articular.

Puesto que tanto un calentamiento basado exclusivamente en estiramientos o en actividades aeróbicas se ha relacionado con un aumento del rango de movimiento articular, algunos estudios han analizado la influencia de un protocolo de calentamiento combinando ambas actividades. En esta línea, Rosario y Folletto²⁹ mostraron que un calentamiento compuesto por 20 minutos andando y 30 segundos de estiramientos de los músculos isquiosurales aumentaba considerablemente la flexibilidad de los mismos en comparación

a un grupo que no había sido sometido a un calentamiento previo. Zakas et al.³⁰, en jugadores de fútbol adolescentes, analizaron el efecto sobre la extensibilidad de varios protocolos de calentamiento (carrera continua, estiramientos pasivos del tren inferior, o una combinación de ambos). Sus resultados mostraron que todos los protocolos de calentamiento generaron mejoras similares del rango de movimiento. Aguilar et al.³¹ compararon diversos protocolos de calentamiento (protocolo basado en actividades de locomoción y estiramientos dinámicos vs estiramientos estáticos), encontrando una mejora de 6,5° en el test de extensión activa de rodilla en el grupo que realizó el protocolo más dinámico. Por el contrario, no encontraron cambios significativos en el grupo que solo realizó estiramientos estáticos de la musculatura de los miembros inferiores. En concordancia con el presente estudio, un protocolo de calentamiento basado en la combinación de tareas aeróbicas y estiramientos pasivos aumenta significativamente los valores alcanzados en diversos test que valoran la extensibilidad de la musculatura isquiosural³¹.

El aumento del rango de movimiento se ha explicado bien por un incremento de la tolerancia al estiramiento^{32,33} o bien por cambios mecánicos/estructurales en las características viscoelásticas de la musculatura³⁴. El aumento de la distancia alcanzada en el presente estudio podría explicarse más por un incremento en la tolerancia al estiramiento, que se considera como la causa primaria de las mejoras en la extensibilidad muscular a corto plazo³⁵.

Un aspecto importante al realizar un protocolo de calentamiento es el tiempo que permanecen sus efectos una vez ha finalizado el mismo. En este sentido, otro de los principales hallazgos del presente estudio fue que la mejora de la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach* se mantuvo hasta 10 minutos después de haber finalizado el calentamiento. No es posible establecer hasta qué momento permanecen dichos efectos, ya que no se realizaron mediciones posteriores. Otros estudios también han analizado el tiempo que permanecen las mejoras logradas en el rango de movimiento tras la aplicación de alguna intervención. Spornoga et al.²³ concluyeron que, tras una secuencia de estiramientos realizada en adultos jóvenes, aumentaba significativamente el rango de movimiento en el test de extensión activa de la rodilla, y el efecto se mantenía hasta 6 minutos después de haberlo terminado. Por

otro lado, DePino et al.²⁴, tras 4 estiramientos estáticos de 30 segundos, encontraron que las mejoras alcanzadas en la extensibilidad isquiosural se mantenían hasta 3 minutos después de finalizarlo. Murphy et al.³ encontraron, tras aplicar un protocolo de calentamiento basado en la combinación de locomoción aeróbica seguido de estiramientos estático-pasivos, un aumento del rango de movimiento articular hasta 30 minutos después de la intervención. Del mismo modo, procedimientos que incluían un calentamiento aeróbico de 4 minutos de duración obtuvieron un efecto mantenido en el tiempo respecto al rango de movimiento de al menos 15 minutos tras la intervención²⁷.

La distancia alcanzada en el test *sit-and-reach* 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^{36,37}. El aumento de la distancia en el test *sit-and-reach* tras la aplicación de actividades de locomoción y/o estiramientos de forma aislada o combinada podría deberse a cambios en la posición de la pelvis y/o el raquis, ya que los parámetros antropométricos de los participantes son los mismos en todas las mediciones. En este sentido, López-Miñarro et al.³⁸ encontraron que tras un protocolo de estiramientos estáticos de 8 min de duración en adultos jóvenes, se produjo un aumento significativo de la distancia alcanzada en el *sit-and-reach*, que se relacionaba con una mayor inclinación pélvica y flexión lumbar, junto a una reducción de la cifosis torácica. Dichos cambios son consistentes con otros estudios de corte transversal que comparan la disposición sagital del raquis en función de la extensibilidad isquiosural^{4,5,9}.

La principal aportación práctica del presente estudio está contextualizada en la aplicación de estos test en el ámbito educativo. En base a los resultados encontrados en el mismo, en el caso de valorar la extensibilidad isquiosural mediante este test en ámbito educativo tras la aplicación de un calentamiento basado en actividades de locomoción, movilidad y estiramientos, el profesorado debe intentar valorar a todo el grupo en los 10 minutos siguientes a finalizar el mismo, ya que así se asegura no generar un agravio comparativo si usa esta prueba como elemento de evaluación.

Otra variable que debería ser analizada en futuros estudios es la variabilidad que se produce entre la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach* cuando se realizan dos o más repeticiones del mismo, en función de haber realizado o no un protocolo de calentamiento previo. Por ejemplo, existen estudios que realizan dos veces el test y eligen la mejor marca de ambas³⁹, por lo que sería interesante valorar cómo evoluciona la diferencia entre ambas mediciones en función de incluir o no una actividad previa.

La principal limitación del estudio fue que se usó un test lineal para valorar la extensibilidad isquiosural. En

este sentido, se eligió utilizar el test *sit-and-reach* para valorar la extensibilidad isquiosural por ser uno de los más frecuentemente usados para medir la flexibilidad en ámbito educativo, ya que es simple de realizar, fácil de organizar y no requiere unas destrezas especiales por parte de los alumnos ni de los docentes a la hora de llevarlo a cabo¹³. Este test presenta una validez de baja a moderada como criterio de extensibilidad isquiosural en adolescentes⁴⁰ y es frecuentemente utilizado en pruebas de campo a gran escala. Además, la validez del test *sit-and-reach* está condicionada por el propio nivel de extensibilidad de la persona, de modo que ésta es menor en aquellas personas con una extensibilidad más reducida⁴¹. Los test angulares 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 evaluador y un material específico más difícil de usar y económicamente más costoso. En este sentido, Mayorga-Vega et al.⁴² a partir de un meta-análisis plantean que si no se pueden usar test angulares, el *sit-and-reach* es una alternativa válida para estimar la extensibilidad isquiosural.

Conclusión

La realización de un protocolo de calentamiento, compuesto por una parte de locomoción con movilidad articular y otra parte de estiramientos estáticos, incrementa la distancia alcanzada en el test *sit-and-reach*. En el caso de que tras finalizar el calentamiento haya un tiempo de espera hasta realizar el test hay que tener en cuenta que las mejoras obtenidas por el efecto del calentamiento se mantienen, al menos, durante 10 minutos.

Referencias

1. Delgado M, Tercedor P. *Estrategias de intervención en educación para la salud desde la educación física*. Inde Publicaciones, Barcelona, 2002.
2. NSCA National Strength and Conditioning Association. *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico*. Editorial Médica Panamericana, Madrid (2007).
3. Murphy JR, Di Santo MC, Alkanani T, Behm DG. Aerobic activity before and following short-duration static stretching improves range of motion and performance vs. a traditional warm-up. *Appl Physiol Nutr Metab* 2010; 35 (5): 679-90.
4. Muyor JM, Alacid F, Rodríguez-García PL, López-Miñarro PA. Influencia de la extensibilidad isquiosural en la morfología sagital del raquis e inclinación pélvica en deportistas. *Int J Morphol* 2012; 30 (1): 176-81.
5. López-Miñarro PA, Alacid F. Influence of hamstring muscle extensibility on spinal curvatures in young athletes. *Sci Sports* 2010; 25 (4): 188-93.
6. Jones MA, Stratton G, Reilly T, Unnithan VB. Biological risk indicators for recurrent non-specific low back pain in adolescents. *Br J Sports Med* 2005; 39 (3): 137-40.
7. Handrakis JP, Friel K, Hoeffner F, Akinkunle O, Genova V, Isakov E, Mathew J, Vitulli F. Key characteristics of low back

- pain and disability in college-aged adults: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* 2012; 93 (7): 1217-24.
8. Cabry J, Shiple BJ. Increasing hamstring flexibility decreases hamstring injuries in high school athletes. *Clin J Sport Med* 2000; 10 (4): 311-2.
 9. López-Miñarro PA, Muyor JM, Alacid F. Influence of hamstring extensibility on sagittal spinal curvatures and pelvic tilt in high-trained young kayakers. *Eur J Sports Sci* 2012; 12 (6): 469-74.
 10. López-Miñarro PA, Muyor JM, Alacid F, Vaquero-Cristóbal R, López-Plaza D, Isorna M. Comparison of hamstring extensibility and spinal posture between kayakers and canoeists. *Kinesiology* 2013; 45 (2): 163-70.
 11. Mikkelsen LO, Nuppenon H, Kaprio J, Kautiainen H, Mikkelsen M, Kujala U. Adolescent flexibility, endurance strength, and physical activity as predictors of adult tension neck, low back pain, and knee injury: A 25 year follow up study. *Br J Sports Med* 2006; 40 (2): 107-13.
 12. Hestbaek L, Leboeuf-Yde C, Kyvik KO, Manniche C. The course of low back pain from adolescence to adulthood. Eight year follow up of 9600 twins. *Spine* 2006; 31 (4): 468-72.
 13. Rodríguez PL, Santonja F, 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 (3): 170-5.
 14. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Garrido FJ, Viciano J. Comparison between warm-up and cool-down stretching programs on hamstring extensibility gains in primary schoolchildren. *Phys Act Rev* 2014; 1: 16-24.
 15. 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.
 16. Merino-Marban R, Mayorga-Vega D, Fernandez-Rodríguez E, Vera Estrada F, Viciano J. Effect of a physical education-based stretching programme on sit-and-reach score and its posterior reduction in elementary schoolchildren. *Eur Phys Edu Rev* 2015; 21 (1): 83-92.
 17. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Vera Estrada F, Viciano J. Effect of a short-term physical education-based flexibility program on hamstring and lumbar extensibility and its posterior reduction in Primary schoolchildren. *Kinesiology* 2014; 46 (2): 227-33.
 18. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Sánchez-Rivas E, Viciano 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 Edu Sport* 2014; 14 (3): 355-9.
 19. Moreira RFC, Akagia FH, Wuna PYL, Moriguchia CS, Satoa TO. Effects of a school based exercise program on children's resistance and flexibility. *Work* 2012; 41 (suppl 1): 922-8.
 20. González-Gálvez N, Carrasco Poyatos M, Marcos Pardo PJ, Feito Y. The effect of pilates method in scholar's trunk strength and hamstring flexibility: gender differences. *International J Med Health Pharmaceut Biomed Eng* 2014; 8 (6): 348-51.
 21. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Garrido FJ, Viciano J. Comparison between warm-up and cool-down stretching programs on hamstring extensibility gains in primary schoolchildren. *Phys Act Review* 2014; 2: 16-24.
 22. Monleón C, Pablos A, Carnide F, Martín M, Pablos C. Effects of a rhythmic and choreographic program in obese and overweight participants. *Nutr Hosp* 2014; 30(3): 622-8.
 23. Spornoga SG, Uhl TL, Arnold BL, Gansneder BM. Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time, modified hold-relax stretching protocol. *J Athl Train* 2001; 36 (1): 44-8.
 24. DePino GM, Webright WG, Arnold BL. Duration of maintained hamstring flexibility after cessation of an acute static stretching protocol. *J Athl Train* 2000; 35 (1): 56-9.
 25. O'Sullivan K, Murray E, Sainsbury D. The effect of warm-up, static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. *BMC Musculoskelet Disord* 2009; 10: 37.
 26. Zakas A. The effect of stretching duration on the lower-extremity flexibility of adolescent soccer players. *J Bodyw Mov Ther* 2005; 9 (3): 220-5.
 27. Perrier ET, Pavol MJ, Hoffman MA. The acute effects of a warm-up including static or dynamic stretching on countermovement jump height, reaction time, and flexibility. *J Strength Cond Res* 2011; 25 (7): 1925-31.
 28. Wenos DL, Konin JG. Controlled warm-up intensity enhances hip range of motion. *J Strength Cond Res* 2004; 18 (3): 529-33.
 29. Rosario JL, Foletto, A. Comparative study of stretching modalities in healthy women: Heating and application time. *J Bodyw Mov Ther* 2015; 19 (1): 3-7.
 30. Zakas A, Grammatikopoulou M, Zakas N, Zahariadis P, Vamvakoudis E. The effect of active warm-up and stretching on the flexibility of adolescent soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 2006; 46 (1): 57-61.
 31. Aguilar AJ, DiStefano LJ, Brown CN, Herman DC, Guskiewicz KM, Padua DA. A dynamic warm-up model increases quadriceps strength and hamstring flexibility. *J Strength Cond Res* 2012; 26 (4): 1130-41.
 32. Halbertsma JPK, Goeken LNH. Stretching exercises: effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75 (9): 976-81.
 33. Reid DA, McNair PJ. Passive force, angle, and stiffness changes after stretching of hamstring muscles. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36 (11): 1944-8.
 34. Aquino CF, Fonseca ST, Gonçalves GG, Silva PL, Ocarino JM, Mancini MC. Stretching versus strength training in lengthened position in subjects with tight hamstring muscles: a randomized controlled trial. *Man Ther* 2010; 15 (1): 26-31.
 35. LaRoche DP, Connolly DA. Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. *Am J Sports Med* 2006; 34 (6): 1000-7.
 36. López-Miñarro PA, García A, Rodríguez PL. Comparación entre diferentes test lineales de medición de la extensibilidad isquiosural. *Apunts. Educación Física y Deporte* 2010; 99: 56-64.
 37. 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.
 38. López-Miñarro PA, Muyor JM, Belmonte F, Alacid F. Acute effects of hamstring stretching on sagittal spinal curvatures and pelvic tilt. *J Hum Kinet* 2012; 31: 69-78.
 39. Arriscado D, Muros JJ, Zabala M, Dalmau JM. Relación entre condición física y composición corporal en escolares de primaria del norte de España (Logroño). *Nutr Hosp* 2014; 30 (2): 385-94.
 40. Castro-Piñero J, Chillón P, Ortega FB, Montesinos JL, Sjöström M, Ruiz JR. Criterion-related validity of sit-and-reach and modified sit-and-reach test for estimating hamstring flexibility in children and adolescents aged 6-17 years. *Int J Sports Med* 2009; 30 (9): 658-62.
 41. López-Miñarro PA, Rodríguez PL. Hamstring muscle extensibility influences the criterion-related validity of sit-and-reach and toe-touch tests. *J Strength Cond Res* 2010; 24 (4): 1013-8.
 42. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Viciano J. Criterion-Related Validity of Sit-and-Reach Tests for Estimating Hamstring and Lumbar Extensibility: a Meta-Analysis. *J Sports Sci Med* 2014; 13 (1): 1-14.