

Validez del test sit-and-reach modificado como criterio de extensibilidad isquiosural en adultos jóvenes

Criterion-related validity of the modified sit-and-reach test as hamstring muscle extensibility measure in young adults

López-Miñarro, P.A.¹, Alacid, F.², Muyor, J.M.³, López, F^o.J.¹

¹ Facultad de Educación. Universidad de Murcia.

² Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia.

³ Facultad de Humanidades. Universidad de Almería.

Dirección de contacto

Pedro A. López-Miñarro: palopez@um.es

Fecha de recepción: 27 de noviembre de 2008

Fecha de aceptación: 3 de agosto de 2009

RESUMEN

Diversos autores proponen usar el sit-and-reach modificado (SRM) como alternativa a otros test lineales para valorar la extensibilidad isquiosural. El objetivo de este estudio fue determinar la validez de criterio del SRM en adultos jóvenes. Material y métodos. Setenta y tres hombres (media de edad: 22.99 ± 3.49 años) y 71 mujeres (media de edad: 23.11 ± 4.34 años) realizaron de forma aleatoria dos repeticiones de los test lineales sit-and-reach (SR), SRM, así como del test angular de elevación de pierna recta (EPR) en ambas piernas. Resultados. Los valores de correlación del test SRM respecto al test EPR (pierna derecha e izquierda) fueron de $r = 0.28-0.32$ ($p < 0.05$) en los hombres y de $r = 0.63-0.64$ ($p < 0.01$) en las mujeres, mientras que el test SR alcanzó mayores valores de correlación que en el SRM tanto en hombres ($r = 0.44-0.48$, $p < 0.01$) como en mujeres ($r = 0.73-0.75$, $p < 0.01$). Conclusiones. En el caso de usar un test lineal para valorar la extensibilidad isquiosural es preferible utilizar el clásico test SR sobre el SRM, por la mayor validez de criterio y mayor facilidad de ejecución del primero en adultos jóvenes.

Palabras clave: musculatura isquiosural, valoración, test lineales, test de elevación de pierna recta.

ABSTRACT

Several researches have proposed the modified sit-and-reach test (MSR) as an alternative to measure hamstring muscle extensibility. The objective of this study was to determine the hamstring criterion-related validity of the MSR test. Material and methods. Seventeen and three males (mean age: 22.99 ± 3.39 years) and 71 females (mean age: 23.11 ± 4.34 years) were asked to perform two trials of sit-and-reach (SR), MSR, and straight leg raise (left and right leg) tests in a randomized order. Results. Correlation values between the MSR and straight leg raise (left and right leg, respectively) were low for males ($r = 0.28-0.32$, $p < 0.05$) and moderate for females ($r = 0.63-0.64$, $p < 0.01$). However, the correlation values between the SR test and straight leg raise were slightly greater in both males ($r = 0.44-0.48$, $p < 0.01$) and females ($r = 0.73-0.75$, $p < 0.01$). Conclusions. The practitioners may employ the traditional SR over the MSR to measure hamstring extensibility, because the SR reaches better criterion-related validity in males and females, and the protocol of measure is easier.

Keywords: hamstring muscles, measurement, sit-and-reach tests, straight leg raise test.

INTRODUCCIÓN

La extensibilidad isquiosural es un componente importante de la condición física saludable y posee una importante implicación en la salud del raquis. La disminución de la extensibilidad isquiosural supone una reducción de la movilidad en la articulación coxofemoral, en el movimiento de flexión de cadera con rodilla extendida y se ha relacionado con un mayor riesgo de algias lumbares (Biering-Sorensen, 1984; Mierau, Cassidy y Yong-Hing, 1989), hernias discales (Harvey y Tanner, 1991) y lesiones musculares (Cabry y Shiple, 2000).

Un elemento destacable dentro del desarrollo de las actividades físicas y deportivas es la aplicación de diversas pruebas que ofrezcan una valoración cuantitativa lo más objetiva posible de la extensibilidad isquiosural. Existen diversos test para la valoración de la extensibilidad de la musculatura isquiosural, entre los que destacan las pruebas angulares, denominadas test de elevación de pierna recta y test del ángulo poplíteo, así como los denominados test lineales, basados en un movimiento de flexión máxima del tronco con rodillas extendidas, que son mucho más fáciles de administrar que los test angulares. Estos test, aún siendo menos específicos en la valoración de la musculatura isquiosural al involucrar diferentes palancas articulares, presentan una validez moderada como criterio de extensibilidad isquiosural (Baltaci y col., 2003; Miñarro y col., 2007; Rodríguez-García y col., 2008; López-Miñarro y col., 2008a, b).

Entre los test lineales, el sit-and-reach es el más comúnmente utilizado en diferentes baterías de ejercicio físico para evaluar la extensibilidad isquiosural (Hui y Yuen, 2000). No obstante, existen otros protocolos basados en el clásico sit-and-reach test, tales como el back-saver sit-and-reach test, back-saver sit-and-reach

test modificado, chair sit-and-reach test, V sit-and-reach test, toe-touch test y sit-and-reach modificado. Diversos autores han evaluado y comparado estos protocolos, estableciendo la correlación entre la medida aportada por el test de elevación de pierna recta y la distancia alcanzada en centímetros en los test lineales (Baltaci y col., 2003; Hui y Yuen, 2000; Rodríguez-García y col., 2008; López-Miñarro y col., 2008a, b; López-Miñarro y col., 2009).

El test sit-and-reach supone un movimiento corporal global y los resultados están influidos por algunos factores antropométricos (Hoeger y Hopkins, 1992; Wilmore y Costill, 1988), por la amplitud de movimiento de los diferentes núcleos articulares implicados, y por la disposición de la columna vertebral (Miñarro y col., 2007). En este sentido, Hoeger y Hopkins (1992) plantean que una persona con piernas largas y brazos proporcionalmente más cortos, tendría una desventaja estructural y lograría menor distancia que una persona con menor extensibilidad isquiosural que tuviera los miembros superiores proporcionalmente más largos que los miembros inferiores. El test sit and reach modificado se diseñó como alternativa para controlar la implicación de la abducción escapular, la flexión intervertebral y las disimetrías antropométricas de miembros superiores e inferiores, en la distancia alcanzada. Hobson y col. (2001) en un estudio longitudinal de 7 años, encontraron que la longitud de segmentos sólo influye de forma significativa en la distancia alcanzada en el sit-and-reach, entre los dos y cuatro años anteriores al pico de velocidad de crecimiento en niños. No obstante, Simoneau (1998) no encontró relación alguna entre las proporciones antropométricas y la distancia alcanzada en el SR. Con objeto de eliminar tal

problemática Hoeger y Hopkins (1992) así como Hoeger y col. (1990) analizaron el sit and reach modificado, clasificando a los sujetos según un índice de proporción entre segmentos superiores e inferiores. Ambos estudios determinan que este test es reproducible y elimina las desproporciones entre miembros superiores e inferiores. Minkler y Patterson (1994) en adultos jóvenes y Lemmink y col. (2003) en personas mayores encontraron una validez moderada del sit-and-reach modificado con respecto al test de elevación de pierna recta. En base a su validez, algunos estudios han utilizado el sit-and-reach modificado como medida de la extensibilidad isquiosural en deportistas, adultos y personas mayores (Schuler y col., 2004; Melrose y col., 2007; Khan y col., 2008).

No obstante, no conocemos estudios que hayan analizado la validez del test sit-and-reach modificado en población española. Además, la mayoría de los estudios realizados sobre el SRM no analizan la validez del mismo o bien analizan a hombres y mujeres en conjunto, sin considerar que las diferencias de extensibilidad isquiosural y de la disposición sagital del raquis en los movimientos de flexión máxima del tronco entre sexos (Miñarro y col., 2007), podrían generar diferencias en la validez de los test, tal y como han demostrado estudios previos con el test toe-touch (Rodríguez-García y col., 2008), el V sit-and-reach (López-Miñarro y col., 2008a), el sit-and-reach unilateral (López-Miñarro y col., 2008b), y el back-saber sit-and-reach (López-Miñarro y col., 2009). Por este motivo, los objetivos del estudio fueron: 1) determinar la validez de criterio del test sit-and-reach modificado como medida de la extensibilidad isquiosural en hombres y mujeres, y 2) comparar la validez de criterio entre los test sit-and-reach y sit-and-reach modificado en función del sexo.

MATERIAL Y METODO

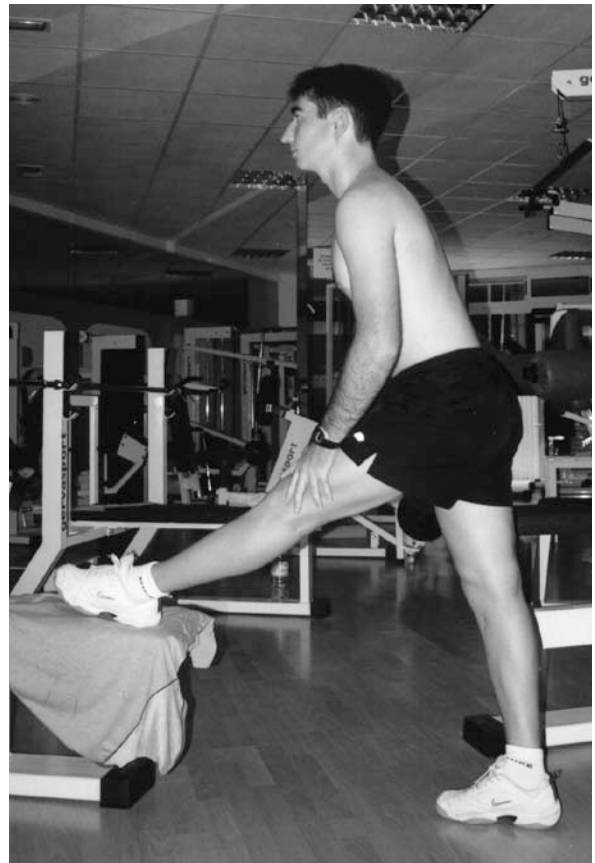
Participantes

Un total de 144 adultos jóvenes (73 hombres y 71 mujeres) participaron de forma voluntaria en este estudio. Las características de la muestra se presentan en la tabla I. Los criterios de exclusión fueron: presentar limitaciones músculo-esqueléticas, dolor raquídeo o

Tabla I. Características de la muestra.

| Grupo | n | Edad (años) | Masa (kg.) | Altura (cm.) |
|---------|----|--------------|---------------|----------------|
| Hombres | 73 | 22.99 ± 3.49 | 74.54 ± 9.96* | 176.41 ± 6.88* |
| Mujeres | 71 | 23.11 ± 4.34 | 58.86 ± 8.11 | 165.12 ± 5.65 |

* $p < 0.05$ entre hombres y mujeres



coxofemoral que pudiera limitar la ejecución de los test, padecer dolor muscular de aparición tardía en el momento de la valoración o haber realizado actividad física en las últimas 24 horas.

Procedimiento

Los participantes fueron informados previamente sobre el procedimiento del estudio y cumplieron un consentimiento informado. El estudio fue aprobado por el Comité Ético y de Investigación de la Universidad de Murcia. Los participantes realizaron los test vistiendo un pantalón corto y descalzos. Todas las medidas fueron tomadas durante la misma sesión de valoración y bajo la misma temperatura ambiente (25° C). Los participantes no realizaron ejercicios de activación o estiramientos antes de la medición, ni durante la misma. Las valoraciones fueron realizadas por dos investigadores experimentados.

Los participantes realizaron en un orden aleatorio el test de elevación de pierna recta en ambas piernas, así como los test lineales sit-and-reach y sit-and-reach modificado. Cada test se realizó en dos ocasiones, utilizando la media para el análisis estadístico. Entre cada medición hubo un período de 5 minutos de descanso.

Medidas

Test de Elevación de la Pierna Recta (EPR)

Con el participante en decúbito supino en la camilla, con un Lumbosant colocado bajo el raquis lumbar y pelvis, se procedió a la elevación de la pierna con rodilla extendida (flexión coxofemoral) de forma lenta y progresiva hasta que el participante manifestó dolor o malestar y/o se detectó una retroversión de la pelvis. Para determinar el ángulo de flexión coxofemoral se colocó un inclinómetro Unilevel (ISOMED, Inc., Portland, OR) en el extremo distal de la tibia, marcando un valor de cero grados. Las consignas que se aportaron a los sujetos fueron: "Vamos a elevar la pierna poco a poco. Tienes que dejarla totalmente relajada y has de soportar el estiramiento todo lo que puedas hasta que la tensión te provoque dolor, momento en el que debes avisarnos, diciendo ¡Ya!". La medición se realizó en ambas piernas por separado y de forma aleatoria. Un investigador auxiliar mantuvo la pierna contralateral extendida y en contacto con la camilla, evitando la rotación externa, así como la rotación de la pelvis en su eje longitudinal. Otro investigador se encargó de fijar y controlar la basculación posterior de la pelvis en el plano sagital.

Test lineales

Para establecer la distancia alcanzada en centímetros por los sujetos en los test lineales se utilizó un cajón de medición de 36 cm de altura (ACUFLEX I Flexibility tester), con una regla milimetrada adosada. A todos los sujetos se les dieron las siguientes instrucciones verbales: "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".

Test sit-and-reach (SR)

Los sujetos se situaron en sedentación, con las rodillas extendidas y los pies separados a la anchura de sus caderas. Las plantas de los pies se colocaron perpendiculares al suelo, en contacto con el cajón de medición y las puntas de los pies dirigidas hacia arriba. En la medición de la distancia alcanzada en este test, el valor 0 cm correspondió a la tangente de las plantas de los pies del participante, siendo positivos los valores cuando las falanges distales de las manos superaban la tangente, y negativos cuando no la alcanzaban.

Test sit-and-reach modificado (SRM)

Para realizar el test SRM se obtuvieron dos mediciones, cada una en una posición diferente. En primer

lugar, se midió la distancia alcanzada manteniendo el raquis alineado y sin antepulsión de hombros. Para realizar esta primera medición, los sujetos colocaron su espalda y glúteos lo más pegados posible a una pared. En esta posición, sin despegar la espalda, las escápulas ni los glúteos de la pared, los sujetos estiraban los brazos, colocando una mano sobre la otra encima del cajón de medición, y se medía la distancia que alcanzaban en centímetros (Fig. 1). A continuación, se procedía a obtener la segunda medición. Para ello, los sujetos flexionaban el tronco intentando alcanzar la máxima distancia posible, manteniendo una mano sobre la otra, así como las rodillas y los brazos extendidos, anotando la distancia alcanzada en la posición de máxima flexión (Fig. 2). El valor del test SRM se obtuvo de la diferencia en centímetros entre ambas posiciones. Así por ejemplo, un sujeto que en la posición inicial, con la espalda pegada a la pared, alcanzaba una distancia de -38 cm, y en la posición de máxima flexión del tronco alcanzaba una distancia de +1 cm, obtenía un valor en el SRM de 39 cm.



Fig. 1. Medición inicial con la columna vertebral apoyada en una pared en el sit-and-reach modificado.



Fig. 2. Posición de máximo alcance en el sit-and-reach modificado.

Análisis estadístico

Para comparar los valores medios de cada test en función del sexo se aplicó una prueba t de Student para muestras independientes. Para determinar si existían diferencias significativas entre los valores del test de elevación de pierna recta se realizó una prueba t de Student para muestras dependientes. Para establecer las correlaciones entre los valores de la distancia alcanzada y el ángulo de flexión coxofemoral en el test de elevación de pierna recta se utilizó el test de Pearson. Una prueba t para correlaciones dependientes (Glass y Hopkins, 1984) fue utilizada para determinar si existían diferencias significativas entre los valores de correlación del SR y SRM en cada sexo. Un valor de $p < 0.05$ fue establecido para determinar la significación estadística. El análisis estadístico fue realizado mediante el software SPSS (versión 15.0; SPSS Inc., IL).

RESULTADOS

La distancia media alcanzada en el SR fue de 2.91 ± 7.15 cm en los hombres y 6.54 ± 9.45 cm en las mujeres ($p < 0.05$). En el SRM el valor medio obtenido (diferencia en centímetros entre la distancia alcanzada en flexión máxima del tronco y la distancia alcanzada con la espalda pegada a la pared) fue de 35.48 ± 6.44 cm en los hombres y 35.98 ± 7.99 cm en las mujeres ($p > 0.05$). Los valores medios del test EPR derecho e izquierdo fueron de $79.00^\circ \pm 7.38^\circ$ y $79.42^\circ \pm 7.48^\circ$ en hombres ($p > 0.05$), y de $88.21^\circ \pm 14.01^\circ$ y $88.32^\circ \pm 14.31^\circ$ en las mujeres ($p > 0.05$). Los valores medios alcanzados por las mujeres en el test EPR derecho e izquierdo fueron significativamente mayores ($p < 0.001$) que en los hombres. Los valores de correlación entre el EPR derecho e izquierdo fueron altos en hombres ($r = 0.86, p < 0.01$) y en mujeres ($r = 0.94, p < 0.01$).

Los valores de correlación entre los test SR y SRM con respecto al test EPR fueron moderados en las mujeres y moderados-bajos en los hombres (Tabla 2).



Los valores de correlación entre el SR y el EPR fueron más elevados que entre el SRM y el EPR tanto en hombres como en mujeres. Al comparar los valores de correlación del test EPR y los test SR y SRM, no se encontraron diferencias significativas ni en hombres ni en mujeres.

Tabla 2. Coeficiente de correlación de Pearson entre los test sit-and-reach y sit-and-reach modificado respecto al test de elevación de pierna recta.

| | Hombres (n=73) | | Mujeres (n=71) | |
|---------------|----------------|--------|----------------|--------|
| | SR | SRM | SR | SRM |
| EPR derecho | 0.48 † | 0.32 † | 0.75 † | 0.64 † |
| EPR izquierdo | 0.44 † | 0.28 * | 0.73 † | 0.63 † |

EPR: test de elevación de pierna recta; SRM: sit-and-reach modificado; SR: sit-and-reach; * $p < 0.05$; † $p < 0.01$

DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio fue determinar la validez del test sit-and-reach modificado y compararlo con respecto al test lineal bilateral más frecuentemente utilizado (sit-and-reach). Los resultados muestran una mayor validez del SR respecto al SRM, aunque los valores de correlación alcanzaron valores moderados en las mujeres y bajos en los hombres, por lo que la validez en estos últimos está muy comprometida. Por este motivo no se recomienda la elección del SR ni del SRM como test lineales para valorar la extensibilidad isquiosural en hombres. Sin embargo, en las mujeres el test SR alcanzó valores moderados que posibilitan su uso como medida indirecta de la extensibilidad isquiosural, pero considerando las limitaciones inherentes a una validez moderada. La menor validez de ambos test en los hombres está relacionada a su menor extensibilidad isquiosural (Rodríguez-García y col., 2008), que deriva en una mayor implicación del raquis en la distancia alcanzada (Miñarro y col., 2007).

Al realizar el test SRM hay que considerar que la colocación de los sujetos con la espalda pegada en la pared supone un problema para aquellos que tienen una reducida extensibilidad isquiosural, ya que al colocarse con las rodillas extendidas, su pelvis se dispone en retroversión, siendo inviable que apoyen el raquis lumbar en la pared. Por otro lado, aquellas personas que presentan una hipercurvatura dorsal estructurada no son capaces de apoyar totalmente la espalda en la pared, tal y como requiere el protocolo de realización de este test, por lo que sus resultados quedan mediatizados



por la disposición angular de su raquis y la presencia de alteraciones posturales estructuradas.

Todos los estudios que incluyen diferencias entre sexos en sus procedimientos encuentran que las mujeres alcanzan mayor distancia en el test sit-and-reach (Hui y Yuen, 2000; Rodríguez-García, 2007; López-Miñarro y col., 2008a, b), con una diferencia de medias entre sexos de unos 5-8 cm. Sin embargo, esta tendencia no se observa al realizar el SRM, donde no hemos encontrado diferencias significativas entre sexos. Este hecho está probablemente relacionado con la influencia de la disposición sagital del raquis en la distancia alcanzada, que en el test SRM queda sensiblemente corregida al realizar la primera medición con la espalda apoyada en una pared. A pesar de ello, el test SRM no aporta mayor validez que el test SR ni en hombres ni en mujeres.

Son muy pocos los estudios previos que han analizado la validez de criterio del SRM. Los primeros estudios realizados sobre este test únicamente comparan los valores medios del SR y SRM, sin determinar la validez de criterio de los mismos (Hoeger y col., 1990; Hoeger y Hopkins, 1992; Hopkins y Hoeger, 1992). Es-

tudios posteriores analizaron la correlación entre el EPR y el SRM, encontrando valores moderados-bajos. Chung y Yuen (1999) en hombres adultos jóvenes obtuvieron una correlación de $r = 0.71$ entre el EPR y el SRM, siendo este valor ligeramente menor que el obtenido con el SR ($r = 0.77$). Sólo dos estudios previos han analizado la validez del sit-and-reach modificado en adultos jóvenes (Minkler y Patterson, 1994) y personas mayores (Lemmink y col., 2003), diferenciando los resultados en función del sexo. Minkler y Patterson (1994) refieren valores de $r = 0.75$ y $r = 0.66$ en hombres y mujeres jóvenes, respectivamente, aunque no aportan información sobre la validez de criterio del SR. Lemmink y col. (2003) encontraron valores de correlación moderados-bajos con el EPR, siendo en las mujeres ligeramente superiores ($r = 0.57$) que en los hombres ($r = 0.54$). Sus datos respecto al SR muestran un valor de $r = 0.57$ en mujeres y $r = 0.74$ en hombres. En nuestro estudio el SRM muestra valores más reducidos de correlación con el test EPR en hombres, mientras que en mujeres las diferencias son mucho menos marcadas. En este sentido, nuestros datos coinciden con Chung y Yuen (1999) y Lemmink y col. (2003) (en hombres) en la tendencia a una mayor validez del SR sobre el SRM. Las diferencias en los valores y la relación de los mismos podrían ser debidas a un análisis de los datos sin considerar por separado a hombres y mujeres, así como, muy especialmente, a las diferencias en el protocolo de ejecución del test EPR, ya que la posición del pie de la pierna valorada, la fijación o no de la pelvis para evitar la retroversión de la misma y el momento en el que se procede a efectuar la medición del ángulo de flexión de cadera, pueden generar valores angulares diferentes que limitan la comparación entre los estudios. Algunos de los estudios citados son poco específicos en la descripción del test EPR, por lo que no es posible establecer si existen diferencias con el protocolo de medición usado en este estudio.

En conclusión, nuestro estudio muestra unos valores de correlación, respecto al test EPR, ligeramente superiores en el test SR que en el SRM. Por esta razón, en el caso de utilizar un test lineal para valorar la extensibilidad isquiosural, se recomienda el uso del SR, ya que es un test lineal con mayor validez de criterio para la valoración de la extensibilidad isquiosural que el SRM. Además, el protocolo de medición del SR es más sencillo y supone un ahorro de tiempo en la valoración respecto al SRM. No obstante, ni el SR ni el SRM son test válidos en los hombres al no alcanzar la suficiente validez de criterio como medidas de la extensibilidad isquiosural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baltaci, G., Un N., Tunay, V., Besler, A., Gerceker, S. (2003). Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in females university students. *Br J Sports Med*, 37, 59-61.
- Biering-Sorensen, F. (1984). Physical measurements as risk indicator for low-back trouble over a one year period. *Spine*, 9, 106-119.
- Cabry, J., Shiple, B.J. (2000). Increasing hamstring flexibility decreases hamstring injuries in high school athletes. *Clin J Sport Med*, 10, 311-312.
- Chung, P.K., Yuen, C.K. (1999). Criterion-related validity of sit-and-reach tests in university men in Hong Kong. *Percept Mot Skills*, 88, 304-16.
- Glass, G.V., Hopkins, K.D. (1984). *Statistical methods in education and psychology* (2nd ed.). Allyn and Bacon, Needham Heights, MA.
- Harvey, J., Tanner, S. (1991). Low back pain in young athletes: a practical approach. *Sport Med*, 12, 394-406.
- Hobson, A.J., Russell, K., Mirwald, R. (2001). The effect of trunk and leg length on sit and reach scores. *Med Sci Sports Exerc*, 33 (5), Suppl 1, S299.
- Hoeger, W.W., Hopkins, D.R. (1992). A comparison of the sit and reach and the modified sit and reach in the measurement of flexibility in women. *Res Q Exerc Sport*, 63, 191-195.
- Hoeger, W.W.K., Hopkins, D.R., Button, S.P. (1990). Comparing the sit and reach with the modified sit and reach in measuring flexibility in adolescents. *Ped Exerc Sci*, 2, 156-162.
- Hopkins, D.R., Hoeger, W.W.K. (1992). A comparison of the sit-and-reach test and the modified sit-and-reach test in the measurement of flexibility in males. *J Appl Sport Sci Res*, 6, 7-10.
- Hui, S.C., Yuen, P.Y. (2000). Validity of the modified back-saver sit-and-reach test: a comparison with other protocols. *Med Sci Sports Exerc*, 32, 1655-1659.
- Khan, R.S., Marlow, C., Head, A. (2008). Physiological and psychological responses to a 12-week BodyBalance training programme. *J Sci Med Sport*, 11, 299-307.
- Lemmink, K.A., Kemper, H.C., de Greef, M.H., Rispen, P., Stevens, M. (2003). The validity of the sit-and-reach test and the modified sit-and-reach test in middle aged to older men and women. *Res Q Exerc Sport*, 74, 331-336.
- López-Miñarro, P.A., Sáinz de Baranda, P., Rodríguez-García, P.L., Yuste, J.L. (2008a). Comparison between sit-and-reach test and V sit-and-reach test in young adults. *Gazzetta Medica Italiana*, 167, 135-142.
- López-Miñarro, P.A., Sáinz de Baranda, P., Yuste, J.L., Rodríguez-García, P.L. (2008b). Validez del test sit-and-reach unilateral como criterio de extensibilidad isquiosural. Comparación con otros protocolos. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 8, 87-92.
- López-Miñarro, P.A., Sáinz de Baranda, P., Rodríguez-García, P.L. (2009). A comparison of the sit-and-reach test and the back-saver sit-and-reach test in university students. *J Sports Sci Med*, 8, 116-122.
- Melrose, D.R., Spanil, F.J., Bohling, M.E., Bonnette, R.A. (2007). Physiological and performance characteristics of adolescent club volleyball players. *J Strength Cond Res*, 21, 481-486.
- Mierau, D., Cassidy, J.D., Yong-Hing, K. (1989). Low-back pain and straight leg raise in children and adolescents. *Spine*, 14, 526-528.
- Miñarro, P.A., Andújar, P.S., García, P.L., Toro, E.O. (2007). A comparison of the spine posture among several sit-and-reach test protocols. *J Sci Med Sport*, 10, 456-462.
- Minkler, S., Patterson, P. (1994). The validity of the modified sit-and-reach test in college-age students. *Res Q Exerc Sport*, 65, 189-192.

- Rodríguez-García, P.L., López-Miñarro, P.A., Yuste, J.L., Sáinz de Baranda, P. (2008). Comparison of hamstring criterion-related validity, sagittal spinal curvatures, pelvic tilt and score between sit-and-reach and toe-touch tests in athletes. *Med Sport*, 61, 11-20.
- Schuler, P.B., Marzilli, T.S., Kozusko, J. (2004). Effect of five weeks of strength and flexibility training on associations between self-reported and performance-based measures of physical fitness in older African-American adults. *Percept Mot Skills*, 99, 861-870.
- Simoneau, G.G. (1998). The impact of various anthropometric and flexibility measurements on the sit-and-reach test. *J Strength Cond Res*, 12, 232-237.
- Wilmore, J.H., Costill, D.L. (1988). *Athletic training for sport and activity*. Dubuque, IA: Wm. C. Brown.