

## Fiabilidad absoluta del test de elevación de la pierna recta en jugadores de fútbol sala

### Absolute reliability of straight leg raise test in futsal players

Sainz de Baranda, P.<sup>1</sup>, Cejudo, A.<sup>2</sup>, Ayala, F.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Castilla La Mancha.

<sup>2</sup> CD INACUA. Doctorando en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia.

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad Miguel Hernández de Elche. Instituto Superior de Enseñanzas. Universidad de Murcia

Dirección de contacto

Pilar Sainz de Baranda: pilar.sainzdebaranda@uclm.es

Fecha de recepción: 13 de Noviembre de 2012

Fecha de aceptación: 13 de Diciembre de 2012

#### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue examinar la fiabilidad absoluta de la prueba de valoración de la flexibilidad de la musculatura isquiosural el test de elevación de la pierna recta (EPR). 40 jugadores profesionales de fútbol sala completaron el estudio. Todos los participantes fueron valorados mediante el test EPR, en 3 sesiones de evaluación diferentes con un intervalo de 2 semanas entre sesiones consecutivas. La fiabilidad absoluta fue examinada mediante el cálculo de los estadísticos cambio en la media (CM) entre sesiones de valoración, porcentaje del error típico expresado como coeficiente de variación (CVET) e índice de correlación intraclase (ICC3,1). Los resultados demuestran que el test EPR que valora la flexibilidad de la musculatura isquiosural (CM=1,35%; CVET=3,63%; ICC=0,94) presenta una elevada fiabilidad absoluta.

Palabras clave: rango de movimiento, reproducibilidad, coeficiente de variación, flexión de cadera.

#### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the absolute inter-session reliability of the straight leg raise test (SLR). A total of 40 professional futsal players completed the study. All participants performed two maximal trial of the SLR on three different occasions with a two-week interval between consecutive sessions. Absolute reliability was examined through percentage change in the mean (CM), typical percentage error (CVTE) and relative reliability with intraclass correlations (ICC3,1) as well as their respective confidence limits. The results of the current study showed high absolute reliability measures for the SLR test (CM=1,35%; CVTE=3,63%; ICC=0,94).

Key words: range of motion, reproducibility, coefficient of variation, hip flexion.

## INTRODUCCIÓN

La evaluación de la flexibilidad de la musculatura isquiosural es una práctica habitual en el ámbito de la salud físico-deportiva. La razón fundamental reside en que reducidos valores de flexibilidad isquiosural han sido relacionados con un incremento de la probabilidad de sufrir distensiones musculares (Sexton y Chambers, 2006), dolor lumbar (Somhegyi y Raktó, 1993), desarrollo de tendinopatías del tendón rotuliano (Witvrouw, Bellemans, Lysens, Dannels, y Cambier, 2001), dolor femoropatelar (Witvrouw, Lysens, Bellemans, Cambier, y Vanderstraeten, 2000), así como una reducción del rendimiento físico-deportivo (Shehab, Mirabelli, Garenflo, y Fetters, 2006).

La valoración eficaz del estado de una musculatura requiere de la selección de pruebas diagnósticas que posean un elevado grado de fiabilidad y validez, así como un reducido gasto humano y material. El test EPR es probablemente una de las herramientas más utilizadas en el ámbito científico y físico-deportivo, debido principalmente a su facilidad de uso y al escaso material necesario para su desarrollo, y en menor medida a la evidencia científica existente con respecto a su grado de validez y de fiabilidad.

La evaluación de la fiabilidad absoluta (definida como la estabilidad de la medida a lo largo del tiempo) de cualquier prueba de estimación de la flexibilidad debe ser determinada antes de que puedan ser utilizadas legítimamente en el ámbito científico y clínico (Ayala y Sainz de Baranda, 2011). En este sentido, el conocimiento de la fiabilidad absoluta es una información muy importante, ya que puede ser empleada para determinar la sensibilidad y estimar la magnitud necesaria en la variación de los niveles iniciales, lo que podría ser considerado como un "cambio real" más allá del error de la medida (debido a variación técnica y biológica). A nivel práctico, el análisis de la fiabilidad absoluta permite valorar la "eficacia real" de los programas de intervención sobre los valores iniciales de flexibilidad; así como una mejor interpretación de los resultados obtenidos en estudios previos donde se emplean dichas pruebas exploratorias. Igualmente, otro uso importante de la fiabilidad absoluta es la posibilidad de comparación entre diferentes pruebas diagnósticas, e incluso clínicos e investigadores pueden emplear esta información para determinar el tamaño muestral de sus estudios (Atkinson y Nevill, 1998; Hopkins, 2000; Hopkins, Marshall, Batterham, y Hanin, 2009).

Sin embargo, a pesar del uso que en la actualidad se está haciendo del test EPR solo se han encontrado algunos trabajos que analizan la fiabilidad absoluta inter-sesión (Ayala, Sainz de Baranda, De Ste Croix,

y Santonja, 2012 a, b; Bozic, Pazin, Berjan, Planic, y Cuk, 2010; Sporis, Vucetic, Jovanovic, Jukic, y Omrcen, 2011). Los resultados de estos trabajos muestran como el test EPR posee una elevada fiabilidad absoluta, aunque difieren en el número de sesiones de valoración (de 2 a 4 sesiones), en el intervalo entre semanas de valoración (de 1 semana a 8 semanas) y en la muestra estudiada (deportista/no deportista).

La hipótesis de partida, en base a los resultados de los estudios previos es que la fiabilidad absoluta del test EPR es elevada, aunque será peor cuando el número de sesiones de valoración sea mayor independientemente del número de semanas entre sesiones de valoración que se utilicen.

El objetivo principal de este estudio fue examinar la fiabilidad absoluta inter-sesión del test de elevación de la pierna recta en jugadores/as profesionales de fútbol sala, utilizando 3 sesiones de valoración y un intervalo de 2 semanas entre sesiones de valoración.

## MATERIAL Y MÉTODO

### *Participantes*

Un total de 40 jugadores profesionales de fútbol sala, con más de 8 años de práctica deportiva (4-7 sesiones de entrenamiento semanal con una duración mínima de 1,5 horas por sesión) completaron este estudio: 20 mujeres (edad:  $22,4 \pm 5,3$  años; peso:  $59,4 \pm 7,5$  Kgs; talla:  $166,2 \pm 4,9$  cms) que competían en la División de Honor y 20 hombres (edad:  $20,1 \pm 2,8$  años; peso:  $73,3 \pm 7,7$  Kgs; talla:  $173 \pm 6,1$  cms) que competían en la División de Plata de la Liga Nacional de Fútbol Sala de España. El estudio fue llevado a cabo durante la fase competitiva del año deportivo 2009/2010.

Como criterios de exclusión se establecieron: (a) presentar alteraciones músculo-esqueléticas en los últimos 6 meses previos al presente procedimiento exploratorio; (b) presentar dolor muscular de aparición tardía (agujetas) durante cualquiera de los tres momentos de evaluación; y (c) no asistir a una o más sesiones de valoración durante todo el proceso de recogida de datos (Ayala y Sainz de Baranda, 2011).

Todos los criterios de inclusión y exclusión fueron evaluados por dos investigadores con dilatada experiencia en el ámbito científico y clínico empleando para este fin un cuestionario de evaluación médica y físico-deportiva. Tanto los deportistas como los entrenadores fueron verbalmente informados de la metodología a utilizar, así como de los propósitos y posibles riesgos del estudio, y un consentimiento informado fue firmado por cada uno de ellos. El pre-

sente estudio fue aprobado por el Comité Ético y Científico de la Universidad de Murcia (España).

### Procedimiento

El estudio de la fiabilidad absoluta fue llevado a cabo a través de un diseño de medidas repetidas y de acuerdo con las recomendaciones establecidas por Hopkins et al (2009).

Una semana antes del comienzo de la fase experimental, todos los participantes fueron sometidos a una sesión de familiarización. Tras la sesión de familiarización, cada participante fue examinado un total de 3 ocasiones, con un intervalo de tiempo de 2 semanas entre sesiones consecutivas.

Cada una de las sesiones de valoración fue llevada a cabo por los mismos dos experimentados clínicos (uno controlaba la correcta posición del participante durante todo el proceso exploratorio [estabilización de segmentos corporales] y el otro conducía el test) bajo las mismas condiciones ambientales y franja horaria para tratar de minimizar la posible influencia de la variabilidad inter-examinador y ritmos circadianos sobre los resultados (Atkinson y Nevill, 1998). Los clínicos fueron ciegos en cuanto a los objetivos del estudio y a los resultados obtenidos en las sesiones exploratorias previas. Además, los participantes fueron instados a realizar cada una de las sesiones de valoración en los mismos días y franja horaria que normalmente realizaban sus sesiones de entrenamiento para minimizar la variabilidad intra-sujeto (Hopkins, 2000).

Previa a la sesión de valoración todos los participantes realizaron 10 minutos de calentamiento aeróbico unido a una serie de ejercicios de estiramientos estáticos estandarizados, enfatizando la actividad de los músculos del miembro inferior, bajo la estricta supervisión de los examinadores. La intensidad y duración del calentamiento y los ejercicios de estiramiento fueron seleccionados tratando de imitar cada una de las posiciones adoptadas en las pruebas de valoración seleccionadas siguiendo las recomendaciones de Ayala y Sainz de Baranda (2011).

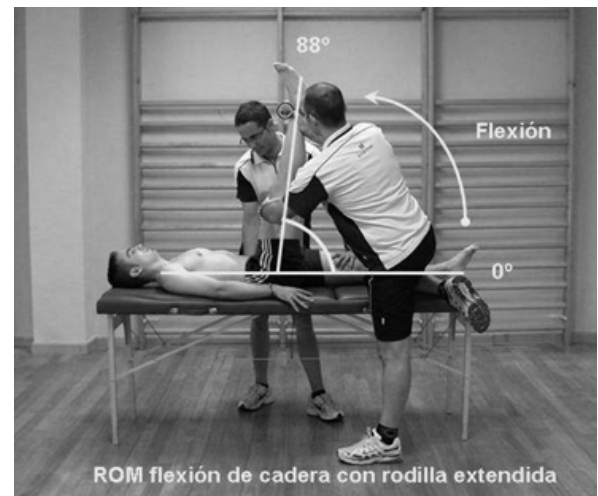
Una vez finalizado el calentamiento y los estiramientos, los participantes fueron instados a realizar dos intentos máximos en cada pierna (izquierdo y derecho) de forma aleatoria con el propósito de eliminar el sesgo que una secuencia específica podría presentar sobre los resultados obtenidos. La aleatorización se llevo a cabo a través del empleo del software informático Research Randomizer (<http://www.randomizer.org>).

Para la realización del test EPR se utilizó una camilla ajustable, un lumbosant para estabilizar la curva lum-

bar en el momento de la medición (Santonja, Sainz de Baranda, Rodríguez, López, y Canteras, 2007) y como instrumento de medición se utilizó un inclinómetro ISOMED Unilevel con varilla telescópica, siguiendo las recomendaciones de Gerhardt (1994) y Gerhardt, Cocchiarella, y Lea (2002) (figura 1). Cada participante fue examinado con ropa deportiva y sin calzado. Se permitió un periodo de descanso de aproximadamente 30 segundos entre cada uno de los dos intentos.

El resultado final de cada intento máximo fue determinado por uno o varios de los siguientes criterios: 1) el explorador era incapaz de ejecutar de forma lenta y progresiva (sin tirones) el movimiento articular evaluado debido a la elevada resistencia desarrollada por el/los grupo/s muscular/es estirados durante la maniobra exploratoria (American Academic of Orthopedic Association, 1965); 2) el participante avisaba de sentir tensión o una sensación de estiramiento muscular que acarrea un disconfort importante (Ekstrand, Wiktorsson, Oberg, y Gillquist, 1982; Zakas, Vergou, Grammatikopoulou, Sentelidis, y Vamvakoudis, 2003); o 3) ambos exploradores apreciaban algún movimiento de compensación que incrementaba el ROM articular (Ekstrand et al., 1982; Sainz de Baranda y Ayala, 2010).

El valor medio de cada par de intentos fue seleccionado para el posterior análisis estadístico (Ayala



**Figura 1. Representación gráfica del test de elevación de la pierna recta**

y Sainz de Baranda, 2011). Sin embargo, cuando una diferencia mayor del 5% fue observada entre el valor de cada par de intentos, un tercer intento fue realizado, seleccionando el valor medio de los dos intentos cuyos resultados estuvieron más próximos para el posterior análisis estadístico.

### Análisis estadístico

Previo a todo análisis estadístico, la distribución normal de los datos fue comprobada a través de la prueba Kolomogorov-Smirnov. Se realizó un análisis descriptivo, que incluía la media y su correspondiente desviación típica. Además, una prueba t de Student fue empleada para determinar la existencia de diferencias significativas entre los valores de la prueba de la extremidad inferior derecha e izquierda.

La fiabilidad absoluta fue determinada a través del cálculo de los estadísticos cambio en la media entre sesiones de valoración expresado en términos porcentuales (CM), porcentaje del error típico (expresado como coeficiente de variación [CVET]) y a través del índice de correlación intraclase (ICC) empleando el método previamente descrito por Hopkins (2000) y Hopkins et al. (2009). Así, la fiabilidad absoluta fue calculada empleando el valor medio de los valores de fiabilidad de cada una de las sesiones pareadas consecutivas (2-1 y 3-2) (Hopkins, 2000).

Un modelo lineal general de medidas repetidas ( $k=3$ ) fue empleado para identificar el cambio en los valores medios (systematic bias) y la desviación típica de la diferencia entre las sesiones de valoración pareadas consecutivas (Bonferroni post hoc test). La esfericidad de los datos fue acreditada a través de la prueba de Mauchly.

El CM fue calculado a través del modelo lineal general como diferencia de medias entre sesiones consecutivas, tomando el logaritmo de los valores conseguidos por los participantes.

El CVET fue calculado mediante el uso de logaritmos empleando la siguiente ecuación:  $100 (es - 1) / s$ . En esta ecuación,  $s$  representa el error típico (desviación estándar de la diferencia entre sesiones de valoración consecutivas /  $\sqrt{2}$ ). La transformación de los datos en logaritmos fue realizada como medio para minimizar de forma exitosa la posible presencia de heterocedasticidad en los mismos (Atkinson y Nevill, 1998; Hopkins, 2000). Para interpretar los resultados obtenidos a través del cálculo del CVET se ha considerado la idea arbitraria de que una variabilidad menor del 10-15% para una herramienta de

medida ha sido considerada como "aceptable" por la literatura científica (Atkinson y Nevill, 1998; Hopkins, 2000).

Por su parte, el ICC de la muestra fue calculado siguiendo la fórmula:  $(F - 1) / (F + k - 1)$ . En esta fórmula,  $F$  es el F-ratio de los sujetos y  $k$  (3) es el número total de las sesiones de valoración (Hopkins et al., 2009; Schabert, Hopkins y Hawley, 1998). Hopkins et al. categorizan a través de una escala cualitativa la magnitud de los valores obtenidos en el estadístico ICC, de tal forma que valores próximos a 0,1 se consideran bajos, 0,3 moderados, 0,5 altos, 0,7 muy altos y los cercanos a 0,9 extremadamente altos.

El análisis estadístico fue realizado mediante el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences, v. 16.0 para Windows; SPSS Inc, Chicago) y el programa Microsoft Excel 2003.

### RESULTADOS

La prueba t de Student para muestras relacionadas no informó de diferencias significativas ( $p>0,05$ ) en los resultados obtenidos entre la pierna derecha y la pierna izquierda, por lo que se utilizó la media de los valores obtenidos en ambas extremidades inferiores para el cálculo de los estadísticos de fiabilidad absoluta.

La tabla 1 presenta la estadística descriptiva (resultado medio de cada sesión de valoración [ $k = 3$ ]  $\pm$  desviación estándar) y los estadísticos para la fiabilidad absoluta (media y 90% intervalo de confianza) de la muestra de estudio. No se encontraron diferencias significativas entre los resultados obtenidos para las sesiones pareadas consecutivas ( $p>0,05$ ).

El test EPR presentó valores altos de fiabilidad absoluta (CM=1,35%; CVET=3,63%; ICC=0,94), no existiendo diferencias clínicamente relevantes entre los niveles de variabilidad inter-sesión.

### DISCUSIÓN

La fiabilidad absoluta es un componente esencial para justificar la utilización de técnicas de valoración

**Tabla 1. Estadísticos de fiabilidad absoluta para el test EPR**

Grados	Media y desviación estándar			Media y 90% IC		
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	CM	CVET	ICC
Musculatura isquiosural	89,3 $\pm$ 12	91,40 $\pm$ 12,6	91,70 $\pm$ 12,2	1,35 (-0,75/-3,4)	3,63 (2,83-5,14)	0,94 (0,87-0,97)

de la condición física (Peeler y Anderson, 2008). En este sentido, el test EPR es frecuentemente empleado como test clínico y de campo para la estimación de la flexibilidad de la musculatura isquiosural.

Sin embargo, a pesar de los trabajos que proponen la evaluación y la posterior monitorización de la flexibilidad de la musculatura isquiosural solo se han encontrado algunos trabajos que analizan la fiabilidad absoluta inter-sesión (Ayala et al., 2012 a y b; Bozic et al., 2010; Sporis et al, 2011).

La hipótesis de partida, en base a los resultados de los estudios previos es que la fiabilidad absoluta del test EPR es elevada, aunque será peor cuando el número de sesiones de valoración sea mayor independientemente del número de semanas entre sesiones de valoración que se utilicen.

Para determinar la fiabilidad absoluta, el presente estudio utilizó los estadísticos CM, CVET e ICC, así como sus respectivos intervalos de confianza del 90%. Estos estadísticos fueron elegidos basándose en la propuesta de análisis para los estudios de reproducibilidad establecida recientemente por Hopkins et al. (2009).

Los resultados del presente estudio en lo relativo al estadístico CM reflejaron diferencias no significativas ( $p > 0,05$ ) e inferiores al 1,5% en los resultados obtenidos entre sesiones de valoración. Estos resultados tentativamente sugieren que la sesión de familiarización llevada a cabo fue efectiva para eliminar el posible sesgo error (systematic bias) asociado al aprendizaje técnico de la prueba exploratoria por parte de los participantes.

Si se considera la idea arbitraria normalmente aceptada de que una variabilidad inter-sesión menor del 10% para una herramienta de valoración dada puede ser considerada como aceptable para su utilización en el ámbito científico y clínico (Atkinson y Nevill, 1998; Hopkins, 2000; Hopkins et al., 2009; Vincent, 1994), entonces el análisis de la fiabilidad absoluta llevado a cabo en el presente estudio informa de valores muy buenos de variabilidad intra-sujetos (expresados a través del CVET) para el test EPR (3,63%), después de 3 sesiones de medida (con un intervalo de dos semanas entre sesiones consecutivas).

Igualmente, el valor obtenido en el estadístico ICC (0,94) se traduce en una calificación cualitativa de "extremadamente altos" en la escala de baremación establecida recientemente por Hopkins et al. (2009).

Por todo ello, la interpretación global de los resultados del presente estudio científico demuestra que el test EPR utilizando un inclinómetro con varilla telescópica es una herramienta de medida con una gran fiabilidad absoluta.

Desde un punto de vista práctico, los resultados sobre fiabilidad absoluta derivados del presente estudio proporcionan una información muy útil, pues permite la toma de decisiones justificada sobre si se ha producido un "cambio real" entre sesiones de valoración tras la aplicación de un tratamiento (ej: programa de estiramientos para la musculatura) o si por el contrario, el cambio observado es simplemente producto del error típico de la medida.

Así, si se emplea la propuesta de Hopkins (2000) como umbral (1,5-2 veces el error típico), un cambio en la flexibilidad de la musculatura isquiosural mayor de 5,5% tras la realización de un programa de intervención podría indicar que se ha producido un probable cambio real.

Tras la revisión bibliográfica, se han encontrado 4 trabajos en la literatura científica que determinan la fiabilidad absoluta inter-sesión, aunque difieren del presente trabajo respecto al procedimiento experimental (número de sesiones de evaluación, tiempo entre sesiones de medición e instrumento de medición).

Ayala et al. (2012 a) en un trabajo con una muestra similar al presente estudio (46 jugadores de fútbol sala profesionales) informaron de menores valores de fiabilidad absoluta inter-sesión del test EPR (CM=8,86%; CVET=7,63%; ICC=0,77) utilizando el mismo instrumento de valoración, una sesión de familiarización y posteriormente 4 sesiones de valoración con un intervalo de 2 semanas entre sesiones.

Sporis et al. (2011) en una muestra de 150 jugadores de fútbol junior de élite, evaluaron la fiabilidad de una batería de pruebas de flexibilidad utilizando solamente 2 sesiones de evaluación, al comienzo de la pretemporada y de la temporada competitiva. Los estadísticos mostraron valores en el test EPR (medido mediante una escala de 0-180° dibujada en la pared con una precisión de  $\pm 5^\circ$ ) de 0,88 en el promedio de la correlación inter-prueba, 0,979 en el coeficiente de fiabilidad Cronbach's alpha, 0,978 en el ICC y un 0,3% de coeficiente de variación. Los autores concluyen que esta prueba de valoración de la flexibilidad es fiable para aplicarla en deportes colectivos como el fútbol, balonmano y baloncesto.

En población no deportista, Ayala et al. (2012 b) informaron de valores de error típico de 3,19%, CVET del 4,12% y un ICC de 0,93 al examinar la reproducibilidad mediante un diseño de medidas repetidas para examinar la fiabilidad test-retest (3 sesiones de valoración con un intervalo de 4 semanas entre sesiones de valoración) en una muestra de 50 sujetos activos sanos aplicando el test EPR con un inclinómetro con extensión telescópica.



Bozic et al. (2010) obtuvieron valores de media de ICC=0,97 y porcentaje del CVET=1,2% aplicando un 95% de intervalo de confianza. En este trabajo, los autores estimaron la fiabilidad test-retest utilizaron solamente 2 sesiones de evaluación con un intervalo de una semana entre sesiones de evaluación en 84 estudiantes físicamente activos valorando la flexibilidad isquiosural mediante un goniómetro.

Cuando se comparan los resultados del presente estudio (CM=1,35%; CVET=3,63%; ICC=0,94) con los de los estudios anteriores se observa que el test EPR posee una elevada fiabilidad absoluta, aunque será peor cuando el número de sesiones de valoración sea mayor independientemente del número de semanas entre sesiones de valoración que se utilicen, por lo que se confirma la hipótesis de partida.

Una de las potenciales limitaciones del presente estudio fue la población utilizada. Aunque el diseño contempló 40 participantes y 3 sesiones de evaluación, lo cual podría responder a las demandas mínimas esta-

blecidas por Hopkins et al. (2009) (50 participantes y 3 sesiones de evaluación). Futuras investigaciones deberían considerar el empleo de un mayor número de sujetos y de sesiones de valoración.

## CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que la prueba test de elevación de la pierna recta posee una elevada fiabilidad absoluta (CM=1,35%; CVET=3,63%; ICC=0,94) calculada por medio del método recientemente descrito por Hopkins et al. (2009). Por ello, se recomienda el uso de la misma para monitorizar el nivel de flexibilidad de la musculatura de la musculatura isquiosural.

Desde el punto de vista del entrenamiento deportivo, un cambio en los valores iniciales de flexibilidad mayor de 5,5% para este test tras la realización de un programa de intervención podría indicar que se ha producido un “cambio real” (80-90% probabilidad) y no simplemente debido al error de la medida.

## REFERENCIAS

- American Academy of Orthopaedic Association. (1965). *Joint Motion: Method of Measuring and Recording*. Chicago: Park Ridge.
- Atkinson, G., & Nevill, A.M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med*, 4, 217-238.
- Ayala, F., & Sainz de Baranda, P. (2011). Reproducibilidad inter-sesión de las pruebas distancia dedos planta y distancia dedos suelo para estimar la flexibilidad isquiosural en jugadores adultos de fútbol sala de primera división. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 4(2), 47-51.
- Ayala, F., Sainz de Baranda, P., De Ste Croix, M., & Santonja, F. (2012 b). Reproducibility and concurrent validity of hip joint angle test for estimating hamstring flexibility in recreationally active young males. *J. Strength Cond Res*, 26 (9), 2372-2382.
- Ayala, F., Sainz de Baranda, P., De Ste Croix, M., & Santonja, F. (2012 a). Absolute reliability of five different clinical tests for assessing hamstring muscle flexibility in professional futsal player. *J Sci Med Sport*, 15, 142-147.
- Bozic, P.R., Pazin, N.R., Berjan, B.B., Planic, N.M., & Cuk, I.D. (2010). Evaluation of the field tests of flexibility of the lower extremity: reliability and the concurrent and factorial validity. *J Strength Cond Res*, 24(9), 2523-2531.

- Ekstrand, J., Wiktorsson, M., Oberg, B., & Gillquist, J. (1982). Lower extremity goniometric measurements: A study to determine their reliability. *Arch Phys Med Rehabil*, *63*(4), 171-175.
- Gerhardt, J. (1994). *Documentation of Joint Motion*. Oregon: Isomed.
- Gerhardt, J., Cocchiarella, L., & Lea, R. (2002). *The Practical Guide to Range of Motion Assessment*. Chicago: American Medical Association.
- Hopkins, W.G. (2000) Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med*, *30*, 1-15.
- Hopkins, W.G., Marshall, S.W., Batterham, A.M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc*, *41*, 3-12.
- Peeler, J.D., & Anderson, J.E. (2008). Reliability limits of the modified Thomas test for assessing rectus femoris muscle flexibility about the knee joint. *J Athl Train*, *43*, 470-476.
- Sainz de Baranda, P., & Ayala, F. (2010). Chronic flexibility improvement after 12 week stretching program utilizing the ACSM recommendations: Hamstring flexibility. In *J Sports Med*, *31*(6), 389-396.
- 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 Schoolchildren. *J Sports Med Phys Fitness*, *47*(3), 304-308.
- Schabert, E.J., Hopkins, W. G., & Hawley, J.A. (1998). Reproducibility of self-paced treadmill performance of trained endurance runners. In *J Sports Med*, *19*(1), 48-51.
- Sexton, P., & Chambers, J. (2006). The importance of flexibility for functional range of motion. *Athletic Therapy Today*, *3*, 13-17.
- Shehab, R., Mirabelli, M., Garenflo, D., & Fetters, M.D. (2006). Pre-exercise stretching and sports related injuries: Knowledge, attitudes and practices. *Clin J Sport Med*, *16*(3), 228-231.
- Somhegyi, A., & Ratko, I. (1993). Hamstring Tightness and Scheuermann's Disease. *Am J Phys Med Rehabil*, *72*(1), 44.
- Sporis, G., Vucetic, V., Jovanovic, M., Jukic, I., & Omrcen, D. (2011). Reliability and factorial validity of flexibility tests for team sports. *J Strength Cond Res*, *25*(4), 1168-1176.
- Vincent, J. (1994). *Statistics in kinesiology*. Champaign (IL): Human Kinetics Books.
- Witvrouw, E., Bellemans, J., Lysens, R., Dannels, L., & Cambier, D. (2001). Intrinsic risk factors for the development of patellar tendinitis in an athletic population. A two-year prospective study. *Am J Sports Med*, *29*, 190-195.
- Witvrouw, E., Lysens, R., Bellemans, J., Cambier, D., & Vanderstraeten, G. (2000). Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two-year prospective study. *Am J Sports Med*, *28*, 480-489.
- Zakas, A., Vergou, M., Grammatikopoulou, N., Sentelidis, T., & Vamvakoudis, S. (2003). The effect of stretching during warming up on the flexibility of junior handball players. *J Sports Med Phys Fitness*, *43*(2), 145-149.