

Clasificación de los valores de rango de movimiento de la extremidad inferior en jugadores de fútbol sala

Classification of lower limb range of motion values in futsal players

A. Cejudo¹, P. Sainz de Baranda², F. Ayala³ y F. Santonja⁴

¹ Centro Deportivo Inacua (Murcia). Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia, Campus de Excelencia Internacional Regional "Campus Mare Nostrum" (Murcia). ² Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia, Campus de Excelencia Internacional Regional "Campus Mare Nostrum". ³ Centro de Investigación del Deporte. Universidad Miguel Hernández de Elche. ⁴ Facultad de Medicina. Universidad de Murcia, Campus de Excelencia Internacional Regional "Campus Mare Nostrum". Área de Traumatología. Hospital Clínico Universitario. V. de la Arrixaca, Murcia.

Resumen: *Objetivo:* Clasificar los valores de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadores de la 2ª División de la Liga Nacional de fútbol sala. *Método:* 60 jugadores fueron valorados mediante la versión básica del protocolo ROM-SPORT. Se realizó un análisis descriptivo y por percentiles para clasificar los valores de los siete movimientos evaluados. *Resultados y conclusión:* El presente estudio define el perfil normal de flexibilidad de la extremidad inferior en un rango de valores entre 8-17° para la extensión de cadera, 39-45° para la flexión de tobillo con rodilla extendida, 40-47° para la flexión de tobillo con rodilla flexionada, 42-47° para la abducción de cadera, 76-96° para la flexión de cadera con rodilla extendida, 116-139° para la flexión de rodilla y 141-147° para la flexión de cadera. Valores superiores a este rango se pueden considerar dentro del perfil óptimo mientras que valores inferiores se pueden considerar dentro del perfil limitado.

Palabras clave: Flexibilidad, rango de movimiento, condición física, deportes.

Abstract: *Objective:* The purpose of this study was to quantitatively define the lower-limb values of range of motion in players of the 2nd Division of the National Futsal League. *Method:* 60 players completed the basic version of the ROM-SPORT protocol. Descriptive and percentile analyses were carried out to establish the normative values for normal and limited mobility for each movement assessed. *Results and conclusion:* The present study defines the normative profile of the lower-limb range of motion in players of the 2nd Division LNFS in a range between 8-17° for hip extension, 39-45° for ankle flexion with knee extended, 40-47° for the ankle flexion with knee flexed, 42-47° for hip abduction, 76-96° for hip flexion with knee extended, 116-139° for knee flexion and 141-147° for the hip flexion. Values above the normal range may be considered within the optimal profile while lower values can be considered within the limited profile.

Key words: Flexibility, range of motion, fitness, sports.

Introducción

Organizaciones como la Asociación Americana de Ortopedia y Cirugía (American Academic of Orthopedic Surgeon [AAOS], 1965) y la Asociación Americana Médica (American Medical Association [AMA], 2002) consideran la valoración del rango de movimiento "Range of Motion" (ROM) como una de las principales herramientas a utilizar para la evaluación de la función músculo-esquelética. Igualmente, es la manera más válida (Gerhardt, Cocchiarella & Lea, 2002; Clarkson, 2003) y fiable (Cejudo, Sainz de Baranda, Ayala & Santonja, 2015a) de medir indirectamente (en grados) la extensibilidad muscular (Weppler & Magnusson, 2010).

En el ámbito deportivo, varios autores recomiendan realizar una evaluación pre-participación y controles periódicos estableciendo un seguimiento longitudinal de la flexibilidad (ROM) para: a) verificar los progresos del entrenamiento de flexibilidad en el logro del ROM óptimo requerido por el gesto técnico deportivo (Iruetia, Busquets, Carrasco, Ferrer y Marina, 2010; Frehill, Brian, Archer, Bancells, Wilckens,

McFarland & Cosgarea 2012) y b) identificar el ROM limitado por la cortedad y/o el acortamiento muscular como factores de riesgo que predisponen a la lesión deportiva (Arnason, Sigurdsson, Gudmundsson, Holm, Engebretsen & Bah, 2004; Bradley & Portas, 2007; Fouseki, Tsepis, Poulmedis, Athanasopoulos & Vagenas, 2011) y a la limitación del rendimiento físico-técnico deportivo (Alter, 1996; Harvey, 1998). Sin embargo, para que el resultado de la valoración del ROM pueda ser correctamente interpretado, es preciso poder compararlo con los valores de referencia de cada deporte, ya que la flexibilidad es específica de cada deporte (Canda, Heras & Gómez, 2004), articulación, acción muscular o movimiento (Hahn, Foldspang, Vestergaard & Ingemann-Hansen, 1999; Zakas, Galazoulas, Grammatikopoulou & Vergou, 2002), sexo (Canda et al., 2004), puesto táctico (Oberg, Ekstrand, Möller & Gillquist, 1984; Cejudo, Sainz de Baranda, Ayala & Santonja, 2014a,b), dominancia lateral (Witvrouw, Danneels, Asselman, D'Have & Cambier, 2003; Manning & Hudson, 2009) y nivel competitivo (Battista, Pivarnik, Dummer, Sauer & Malina, 2007).

El perfil de flexibilidad se define por los valores de referencia de cada uno de los rangos de movimientos de las diferentes articulaciones y será diferente en cada deporte. Cuando

Dirección para correspondencia [Correspondence address]: Pilar Sainz de Baranda. Facultad de Ciencias del Deporte. C/Argentina s/n, 30720. Santiago de la Ribera-San Javier, Murcia (España). E-mail: psainzdebaranda@um.es

un deportista presente valores normales y específicos de flexibilidad de su deporte, se considerará que tiene un perfil “óptimo” de flexibilidad, lo que posibilitará un mayor rendimiento físico-técnico deportivo (Kolber & Fiebert, 2005). Por el contrario, cuando presente un ROM limitado por la cortedad muscular, ROM extremo o hipermóvil o una asimetría de la flexibilidad, se considerará que tiene un perfil “lesivo”.

Sin embargo, en la literatura científica (bajo el conocimiento de los autores) no se encuentra clasificada cuantitativamente esta cualidad física de acuerdo a estos dos objetivos del proceso de entrenamiento.

Generalmente, para clasificar los valores de flexibilidad se proponen dos claras metodologías, la primera basada en la opinión de los expertos en valoración músculo-esquelética (AAOS, 1965; AMA, 2002; Palmer & Epler, 2002; Clarkson, 2003; Holt, Pelham & Holt, 2008) y la segunda basada en planteamientos estadísticos que relacionan el límite de la cortedad muscular o punto de corte con las lesiones deportivas, tales como el análisis de la curva ROC [Receiver Operating-Characteristic] (Malliaras, Cook & Kent, 2006), modelo de regresión de Cox (Pope, Herbert & Kirwan, 1998), Mann-Whitney U-test (Okamura, Wada, Tazawa, Sohmiya, Ibe, Shimizu, Usuda & Shirakura, 2014), test exacto de Fisher, multivariante de regresión logística ‘paso a paso’ (Witvrouw, Danneels, Asselman, D’Have & Cambier, 2003), coeficiente de correlación Pearson (L’Hermette, Polle, Tourny-Chollet & Dujardin, 2006) o simplemente restar dos veces la desviación estándar del ROM obtenido de un grupo control a la media obtenida en un grupo de futbolistas (Ekstrand & Gillquist, 1982). Por otro lado, Canda et al. (2004) clasifican la flexibilidad en varios deportes de elite, mediante el cálculo de los percentiles diferenciado siete categorías: excelente ($>P_{95}$); muy buena ($P_{95}-P_{80}$); buena ($P_{75}-P_{60}$); normal ($P_{55}-P_{40}$); regular ($P_{35}-P_{20}$); baja ($P_{15}-P_{50}$) y muy baja ($<P_5$).

El objetivo del presente estudio ha sido clasificar los valores de rango de movimiento (limitado, normal y óptimo) de la extremidad inferior en jugadores de la 2ª División de la Liga Nacional de fútbol sala.

Material y métodos

Participantes

Un total de 60 jugadores de fútbol sala, con más de 9 años de experiencia deportiva (4-7 sesiones de entrenamiento semanal con una duración mínima de 1,5 horas por sesión) completaron este estudio, 51 jugadores de campo (edad: $20,3 \pm 3,9$ años; masa corporal: $72,7 \pm 5,9$ Kg; estatura: $175,5 \pm 5,2$ cm) y 9 porteros (edad: $21,4 \pm 4,3$ años; masa corporal: $79,3 \pm 6,4$ Kg; estatura: $179,3 \pm 7,6$ cm). Todos los jugadores competían en la 2ª División de la Liga Nacional de Fútbol Sala durante las temporadas deportivas comprendidas entre los años 2011 y

2014. Doce jugadores competían también a nivel internacional en categoría sub-21.

Como criterios de exclusión se establecieron: (a) poseer una historia clínica de alteraciones músculo-esqueléticas de la extremidad inferior en los 6 meses previos al presente procedimiento exploratorio; y (b) presentar dolor muscular de aparición tardía (agujetas) en el momento de ser evaluado, por restringir la extensibilidad de la unidad músculo-tendón y por consiguiente la movilidad articular (McHugh, Connolly, Eston & Gleim, 1999).

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

Procedimiento

Una semana antes del inicio del estudio, todos los participantes completaron una sesión de familiarización con el propósito de conocer la correcta ejecución técnica de las pruebas exploratorias mediante la realización práctica de cada una de ellas. Además, durante esta sesión de familiarización, para conocer la extremidad dominante se pidió a cada jugador realizar tres pruebas: (1) saltar sobre una pierna, (2) golpear una pelota y (3) subirse a un taburete con una pierna, siguiendo la metodología descrita por Wang, Whitney, Burdett & Janosky (1993). La extremidad con la que se ejecutaron al menos 2 de las 3 pruebas fue designada como dominante.

Para el proceso de valoración del ROM pasivo máximo, se siguieron las recomendaciones establecidas por la AAOS (1965) y la AMA (Gerhardt et al., 2002) y la elección de las pruebas de ROM se estableció en función de los siguientes criterios: (1) elevada validez y fiabilidad; y (2) procedimiento exploratorio sencillo, rápido y cómodo.

La sesión de valoración fue llevada a cabo por 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. Todas las evaluaciones se realizaron en las mismas condiciones ambientales y durante franja horaria para tratar de minimizar la posible influencia de la variabilidad inter-examinador y de los ritmos circadianos sobre los resultados (Atkinson & Nevill, 1998). Además, los deportistas fueron instados a realizar la sesión de valoración en el mismo día y franja horaria que normalmente realizaban sus sesiones de entrenamiento para minimizar la variabilidad intra-sujeto (Hopkins, 2000).

Antes de aplicar las diferentes pruebas exploratorias del ROM, todos los participantes realizaron un calentamiento estándar que incluía 5 minutos de carrera moderada unida a

2 series de 30 segundos de ejercicios de estiramientos estáticos estandarizados, enfatizando la actividad de los músculos de la extremidad inferior, bajo la estricta supervisión de los examinadores (Cejudo et al., 2015a).

Pruebas de valoración

Para la valoración de la flexibilidad se utilizó el protocolo ROM-SPORT (figura 1). En la cadera se evaluó su ROM de flexión con rodilla extendida o “Test de Elevación de la pierna recta” (FC_{RE}) para medir indirectamente la extensibilidad isquiosural (Ayala, Sainz de Baranda, De Ste Croix & Santonja, 2012), su flexión con rodilla flexionada (FC) para el glúteo mayor Steinberg, Hershkovitz, Peleg, Dar, Mas-harawi, Heim & Siev-Ner, 2006; Bradley & Portas, 2007), su extensión mediante el “Test de Thomas modificado” (EC) para el psoas iliaco Chapis, Davis & David, 2008) y la abducción con rodilla extendida (ABC) para los aductores Cejudo, Sainz de Baranda, Santonja & Ayala, 2016). En la rodilla, se midió su flexión mediante el “Test de Thomas modificado”

(FR) para los cuádriceps Clarkson, 2008); y en el tobillo, la dorsi-flexión con rodilla extendida mediante el “Test de la zancada modificada” (DFT_{RE}) para los gemelos Cejudo et al., 2015); y la dorsi-flexión con rodilla flexionada mediante el “Test de la zancada” (DFT_{RF}) para el sóleo (Cejudo et al., 2014c).

Los participantes fueron instados a realizar dos intentos pasivos máximos para cada una de las pruebas de valoración y segmento corporal (dominante y no dominante) de forma aleatoria con el propósito de eliminar el sesgo que una secuencia específica podría presentar sobre los resultados obtenidos. Sin embargo, cuando se observó una diferencia mayor del 5% 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 (Ayala & Sainz de Baranda, 2014). La aleatorización en la realización de las pruebas de valoración se llevó a cabo a través del empleo del software informático ResearchRandomizer (<http://www.randomizer.org>).

Figura 1. Representación gráfica de las 7 pruebas de valoración del rango de movimiento pasivo máximo del protocolo “ROM-SPORT” (versión básica).



Durante cada uno de los 2 intentos, un examinador conducía el test moviendo pasivamente la extremidad evaluada a través de todo el ROM durante 3 ciclos consecutivos, mientras que el otro examinador proporcionaba una correcta estabilización de la pelvis, evitando movimientos compensatorios. La realización de 3 ciclos consecutivos a través de todo el ROM fue llevado a cabo para que el participante pudiese ser capaz de: (a) diferenciar una posible aparición del reflejo miotático de estiramiento o contracción muscular involuntaria; y (b) identificar el final de su ROM en el último ciclo como consecuencia de una limitación estructural del tejido muscular (Stuberg, Fuchs & Miedaner, 1988).

Para la sesión de valoración, se utilizó un inclinómetro ISOMED (Portland, Oregon) Unilevel con varilla telescópica extensible (Gerhardt et al., 2002; Cejudo et al., 2015a), un goniómetro metálico de rama larga (Baseline® Stainless) y un lumbosant-soporte lumbar para estandarizar la curvatura lumbar- (Santonja, 1995). Previo a cada sesión de valoración, el inclinómetro fue calibrado a 0° con la vertical o la horizontal. Se registró el ángulo que forma el eje longitudinal del segmento movilizado (siguiendo su bisectriz) con la vertical o la horizontal (Gerhardt et al., 2002; Cejudo et al., 2015a). Mientras que para la valoración del movimiento de abducción de cadera se utilizó un goniómetro metálico de rama larga.

Cada participante fue valorado con ropa deportiva y descalzo. Se permitió un periodo de descanso de aproximadamente 30 segundos entre cada uno de los dos intentos máximos, extremidad y test.

El resultado final de cada intento máximo para cada una de las pruebas de valoración, fue determinado por uno o varios de los siguientes criterios: (1) el examinador era incapaz de continuar el movimiento articular evaluado, debido a la elevada resistencia desarrollada por el/los grupo/s muscular/es estirado; (2) el explorado avisaba de sentir una sensación de estiramiento muscular que acarrea un disconfort importante y/o (3) ambos examinadores apreciaban algún movimiento de compensación que incrementaba el ROM)y/o (4) por la aparición de algias en la articulación explorada (Cejudo et al., 2015a).

La fiabilidad inter-sesión de cada una de las variables se determinó a través del coeficiente de correlación intraclase ($ICC_{2,1}$) empleando el método previamente descrito por Hopkins (2000). Los resultados publicados en trabajos previos mostraron un ICC superior a 0,90 en todas las pruebas de

exploración, lo cual demuestra una alta estabilidad de la medida (Cejudo et al., 2015a; Cejudo, Ayala, Sainz de Baranda & Santonja, 2015b).

Análisis estadístico

Previo al análisis estadístico, la distribución normal de los datos fue confirmada a través de la prueba Kolomogorov-Smirnov ($p > 0,05$). Se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables cuantitativas, que incluía la media y su correspondiente desviación típica. Además, una prueba t para muestras relacionadas fue empleada para determinar la existencia de diferencias entre los valores de la extremidad inferior dominante y no dominante.

Para el establecimiento de los valores de ROM “limitado”, “normal” y “óptimo” se siguió la propuesta de Cejudo et al. (2013; 2015b), considerando los valores por debajo del percentil 20 ($P < 20$) como ROM “limitado”, los valores entre los percentiles 20 y 80 como ROM “normal” y los valores por encima del percentil 80 ($P > 80$) como ROM “óptimo”.

El análisis estadístico fue realizado mediante el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences, v. 20.0, para Windows; SPSS Inc, Chicago) con un nivel de significación del 95% ($p < 0,05$).

Resultados

En la tabla 1 y 2 se presentan los resultados para los jugadores de campo y porteros respectivamente. Igualmente, se puede apreciar el rango de valores definido para el ROM limitado, normal y óptimo y el número de jugadores con cada tipo de ROM en cada movimiento evaluado.

Cuando se analizaron las diferencias entre ambos lados corporales no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$), por lo que se ha utilizado la media para definir el perfil de flexibilidad de cada puesto específico. En la tabla 1 y 2 se muestran los valores medios de ROM en función del puesto táctico. Los resultados indican que los valores son algo superiores en los porteros, a excepción del rango de movimiento de la extensión de la cadera para el psoas-iliaco y de la flexión de la rodilla para el cuádriceps. Sin embargo, las diferencias sólo han sido significativas en el ROM de la dorsi-flexión del tobillo con la rodilla extendida para el gemelo ($p = 0,024$).

Tabla 1. Valores de flexibilidad y clasificación de los mismos en rango “limitado”, “normal” y “óptimo” en jugadores de campo de la 2ª División de la Liga Nacional de Fútbol Sala (n=51).

Articulación	Pruebas	Media ROM	Clasificación		
			Limitado ($>P_{20}$)	Normal (P_{20} - P_{80})	Óptimo ($>P_{80}$)
Cadera	FC	141,9 \pm 4,8 $^{\circ}$	$\leq 136^{\circ}$ (10)	137 $^{\circ}$ -145 $^{\circ}$ (31)	$\geq 146^{\circ}$ (10)
	FC _{RE}	86,7 \pm 10,3 $^{\circ}$	$\leq 77^{\circ}$ (11)	78 $^{\circ}$ -94 $^{\circ}$ (30)	$\geq 95^{\circ}$ (10)
	ABC	44,1 \pm 3,9 $^{\circ}$	$\leq 39^{\circ}$ (11)	40 $^{\circ}$ -46 $^{\circ}$ (30)	$\geq 47^{\circ}$ (10)
	EC	15,6 \pm 7 $^{\circ}$	$\leq 8^{\circ}$ (10)	9 $^{\circ}$ -21 $^{\circ}$ (31)	$\geq 22^{\circ}$ (10)
Rodilla	FR	129,3 \pm 10,5 $^{\circ}$	$\leq 120^{\circ}$ (11)	121 $^{\circ}$ -137 $^{\circ}$ (30)	$\geq 138^{\circ}$ (10)
Tobillo	DFT _{RE}	39,1 \pm 4,6 $^{\circ}$	$\leq 34^{\circ}$ (10)	35 $^{\circ}$ -42 $^{\circ}$ (31)	$\geq 43^{\circ}$ (10)
	DFT _{RE}	41,1 \pm 4,6 $^{\circ}$	$\leq 36^{\circ}$ (10)	37 $^{\circ}$ -44 $^{\circ}$ (31)	$\geq 45^{\circ}$ (10)

ROM: Media entre los valores ambos lados corporales \pm desviación estándar; FC: flexión de la cadera; FC_{RE}: flexión de la cadera con la rodilla extendida; ABC: abducción de la cadera; EC: extensión de la cadera; FR: flexión de la rodilla; DFT_{RE}: dorsi-flexión del tobillo con la rodilla extendida; DFT_{RE}: dorsi-flexión del tobillo con la rodilla flexionada.

Tabla 2. Valores de flexibilidad y clasificación de los mismos en rango “limitado”, “normal” y “óptimo” en los porteros de la 2ª División de la Liga Nacional de Fútbol Sala (n=9).

Articulación	Pruebas	Media ROM	Clasificación		
			Limitado ($>P_{20}$)	Normal (P_{20} - P_{80})	Óptimo ($>P_{80}$)
Cadera	FC	145,1 \pm 5,2 $^{\circ}$	$\leq 140^{\circ}$ (2)	141 $^{\circ}$ -147 $^{\circ}$ (5)	$\geq 148^{\circ}$ (2)
	FC _{RE}	89,2 \pm 11,1 $^{\circ}$	$\leq 75^{\circ}$ (2)	76 $^{\circ}$ -96 $^{\circ}$ (5)	$\geq 97^{\circ}$ (2)
	ABC	45,0 \pm 3,4 $^{\circ}$	$\leq 41^{\circ}$ (2)	42 $^{\circ}$ -47 $^{\circ}$ (5)	$\geq 48^{\circ}$ (2)
	EC	13,8 \pm 5,1 $^{\circ}$	$\leq 7^{\circ}$ (2)	8 $^{\circ}$ -17 $^{\circ}$ (5)	$\geq 18^{\circ}$ (2)
Rodilla	FR	127,5 \pm 17,5 $^{\circ}$	$\leq 115^{\circ}$ (2)	116 $^{\circ}$ -139 $^{\circ}$ (5)	$\geq 140^{\circ}$ (2)
Tobillo	DFT _{RE}	43,2 \pm 5,4 $^{\circ}$	$\leq 38^{\circ}$ (2)	39 $^{\circ}$ -45 $^{\circ}$ (5)	$\geq 46^{\circ}$ (2)
	DFT _{RE}	44,4 \pm 5,2 $^{\circ}$	$\leq 39^{\circ}$ (2)	40 $^{\circ}$ -47 $^{\circ}$ (5)	$\geq 48^{\circ}$ (2)

ROM: Media entre los valores ambos lados corporales \pm desviación estándar; FC: flexión de la cadera; FC_{RE}: flexión de la cadera con la rodilla extendida; ABC: abducción de la cadera; EC: extensión de la cadera; FR: flexión de la rodilla; DFT_{RE}: dorsi-flexión del tobillo con la rodilla extendida; DFT_{RE}: dorsi-flexión del tobillo con la rodilla flexionada.

Discusión

El objetivo del presente estudio ha sido clasificar los valores de flexibilidad en tres categorías (limitado, normal y óptimo) en una muestra de 60 jugadores que compiten en la 2ª División de la Liga Nacional de fútbol sala. La valoración de la flexibilidad es necesaria para definir cuantitativamente los valores de referencia de cada deporte debido a que las demandas físicas y técnicas pueden provocar ciertas adaptaciones músculo-tendinosas (Chandler, Kibler, Uhl, Wooten, Kiser & Stone, 1990; Hahn et al., 1999), dando como resultado un

perfil de flexibilidad específico (Cejudo et al. 2014b; Sainz de Baranda et al., 2015). Los valores medios obtenidos en el presente estudio son similares a los encontrados por Cejudo et al. (2014a) que valoraron a 20 jugadores profesionales de fútbol sala, observando que la mayoría de los valores están dentro del rango que se ha definido como rango normal [P20-P80], a excepción del ROM de la abducción de la cadera para los aductores y del ROM de la flexión de la rodilla para el cuádriceps con valores algo inferiores a los encontrados en otros estudios (tabla 3).

Tabla 3. Comparación de los valores medios del rango de movimiento en jugadores profesionales de fútbol Sala.

	Psoas-Iliaco (EC)	Gemelo (DFT _{RF})	Sóleo (DFT _{RF})	Aductores (ABD)	Isquiosural (FC _{RF})	Cuádriceps (FR)	Glúteo M. (FC)
ROM normal Presente estudio	9-21°	35-42°	37-44°	40-46°	78-94°	121-137°	137-145°
Media 2ª DNE Jugadores de campo H (n=51) Presente estudio	15,6°	39,1°	41,1°	44,1°	86,7°	129,3°	141,9°
Media 2ª DNE Porteros H (n=9) Presente estudio	13,8°	43,2°	44,4°	45°	89,2°	127,5°	145,1°
Media 2ª DNE H (n=20) (Cejudo et al., 2014a)	13°	40°	40°	52°	91°	139°	143°
1ª DNE M (n=10) (Ayala et al., 2010)					80,5°		
1ª + 2ª DNE H (n=46) (Ayala et al., 2012)					77,3°		

DNE: División Nacional Española; H: hombre; M: mujeres; EC: extensión de la cadera; DFT_{RF}: dorsi-flexión del tobillo con la rodilla flexionada; DFT_{RE}: dorsi-flexión del tobillo con la rodilla extendida; ABC: abducción de la cadera; FC_{RE}: flexión de la cadera con la rodilla extendida; FR: flexión de la rodilla; FC: flexión de la cadera.

Si se comparan los datos del presente estudio con los encontrados en jugadores de fútbol, se observa que los jugadores de fútbol sala presentan valores superiores en la mayoría de los

ROM evaluados, a excepción del ROM de la abducción de cadera para los aductores y del ROM de la flexión de cadera con rodilla extendida para los isquiosurales (Tabla 4).

Tabla 4. Comparación de los valores medios del rango de movimiento en jugadores de fútbol Sala del presente estudio con jugadores de fútbol.

	Psoas-Iliaco (EC)	Gemelo (DFT _{RF})	Sóleo (DFT _{RF})	Aductores (ABD)	Isquiosural (FC _{RF})	Cuádriceps (FR)	Glúteo M. (FC)
ROM normal Presente estudio	9-21°	35-42°	37-44°	40-46°	78-94°	121-137°	137-145°
Media 2ª DN España H (n=51) Presente estudio	15,6°	39,1°	41,1°	44,1°	86,7°	129,3°	141,9°
Sénior H (n=180) (Ekstrand et al., 1982)	9,1°	21,4°		33,5°	80,8°		102°
Profesional H (n=146) (Witvrouw et al., 2003)		35,3°		53,3°	94,6°		
1ª DN Islandia H (n=153) (Arnason et al., 2004)	1°			43,4°			
Sub-elite H (n=41) (Rahnama et al., 2005)					90,6°		
Elite H (n=32) (Bradley & Portas, 2007)							102,1°

	Psoas-Iliaco (EC)	Gemelo (DFT _{RE})	Sóleo (DFT _{RE})	Aductores (ABD)	Isquiosural (FC _{RE})	Cuádriceps (FR)	Glúteo M. (FC)
Profesional							
a) Sénior H (n=20)				a) 50°			a) 117,5°
b) 16-18 años H (n=20) (Manning & Hudson, 2009)				b) 55°			b) 127°
Junior elite							
a) Defensores H (n=36)					Media 88,2°		
b) Centrocampistas H (n=82)					a) 88,5°		
c) Delanteros H (n=32) (Sporis et al., 2011)					b) 90,5°		
					c) 88,5°		
Adolescentes							
H (n=50) (Zakas et al., 2005)	14,3°		37,5°	46,3°	82,6°		
Adolescentes							
H (n=80) (Zakas et al., 2006)	6,8°		26,1°	39,8°	79,3°		

DN: División Nacional; H: hombre; EC: extensión de la cadera; DFT_{RE}: dorsi-flexión del tobillo con la rodilla flexionada; DFT_{RE}: dorsi-flexión del tobillo con la rodilla extendida; ABC: abducción de la cadera; FC_{RE}: flexión de la cadera con la rodilla extendida; FR: flexión de la rodilla; FC: flexión de la cadera.

Siguiendo la clasificación propuesta en el presente trabajo, se observa que un 19,6% de los jugadores de campo valorados presentan un ROM “óptimo” en cada movimiento evaluado y entre un 19,6% y un 21,5% presentan un ROM “limitado”. Los jugadores que presentan valores óptimos tienen mayor posibilidad de rendimiento físico-técnico deportivo mientras que los jugadores con valores limitados por la cortedad muscular tendrán: a) menos recursos técnicos por limitación de la amplitud del movimiento, y b) una mayor predisposición a sufrir lesiones musculares (Witvrouw, Mahieu, Danneels & McNair, 2004; Fousekis et al., 2011), lesiones por sobrecarga (Kibler, McQueen & Uhl, 1988; Malliaras et al., 2006; Witvrouw, Mahieu, Roosen & McNair, 2007; Sporis, Vucetic, Jovanovic, Jukic & Omrcen, 2011), así como lesiones ligamentosas, como el esguince de tobillo (Pope et al., 1998; Okamura et al., 2014) o la rotura del ligamento cruzado anterior (Ellera, Vieira & Becker, 2008).

En este sentido, en un estudio prospectivo de 180 jugadores de fútbol, Ekstrand & Gillquist (1982) encuentran una correlación positiva entre valores inferiores a 13° en el ROM de extensión de cadera valorada mediante el test de Thomas modificado para el psoas iliaco, con el esguince de tobillo y con lesiones musculares en el muslo e ingle. Mientras que Young, Dakic, Stroia, Nguyen, Harris & Safran (2014) encuentran una correlación positiva entre valores menores a 0° con la rotura muscular en el recto abdominal en 125 jugadoras profesionales de tenis del top 200 de la Asociación del Tenis Mundial.

En el ROM de la abducción de cadera para los aductores, Ekstrand & Gillquist (1982) encuentran una correlación positiva entre valores inferiores a 28° e con el esguince de tobillo y las lesiones musculares en el muslo e ingle en 180 jugadores de fútbol.

En el ROM de flexión de la cadera con la rodilla en flexión para el glúteo mayor, L'Hermette et al. (2006) encuentran una correlación positiva entre valores inferiores a 111° con la osteoartritis prematura de la cadera en 20 jugadores de elite de balonmano.

En el ROM de la flexión de la cadera con rodilla extendida valorado mediante el test de elevación de la pierna recta para los isquiosurales, Ekstrand & Gillquist (1982) encuentran una correlación positiva entre valores inferiores a 68° con el esguince de tobillo y las lesiones musculares en muslo e ingle en 180 jugadores sénior de fútbol. Kibler et al. (1988) observan una correlación con valores inferiores a 70° con lesiones por sobrecarga y esguinces en 97 tenistas junior de elite. Okamura et al. (2014) utilizando 70° como punto de corte, encuentran correlación con la entesitis de rodilla (tendinitis rotuliana y cuadrípital) y la lesión ligamentosa del tobillo en 192 patinadores adolescentes Nacionales (92 hombres, 100 mujeres). Witvrouw et al. (2003) encuentran una correlación positiva entre valores inferiores a 88,1° y la lesión de la musculatura isquiosural en 146 jugadores de fútbol profesional.

En el ROM flexión de la rodilla valorado mediante el test de Thomas modificado para el cuádriceps, Ekstrand & Gillquist (1982) encuentran una correlación positiva entre valores inferiores a 132° con el esguince de tobillo y lesiones musculares del muslo y de la ingle en jugadores 180 sénior de fútbol; mientras que Kibler et al. (1988) encuentran una correlación positiva entre valores inferiores a 110° con lesiones por sobrecarga y esguinces en la extremidad inferior en 97 tenistas de élite.

En el ROM de la dorsi-flexión del tobillo evaluado con el test de la zancada para sóleo, Ekstrand & Gillquist (1982) encuentran correlación positiva entre valores inferiores a 17° con el esguince de tobillo y lesiones musculares del muslo

y de la ingle en jugadores 180 sénior de fútbol. Malliaras et al. (2006), en 190 jugadores de voleibol de ambos sexos, encuentran correlación entre valores inferiores a 45° con la tendinopatía rotuliana; mientras que Backman&Danielson (2011) encuentran también correlación positiva entre valores inferiores a 36,5° y la tendinopatía rotuliana en 90 jugadores junior de baloncesto. Por último, Pope et al. (1998) encuentran una correlación positiva entre valores inferiores a 34° con el esguince de tobillo y fractura por estrés de la tibia

o pie en 1093 militares.

Cuando se comparan los valores de ROM “limitado” del presente estudio con los puntos de corte asociados a las diferentes lesiones deportivas, se observa que la mayoría de los puntos de corte se encuentran dentro del rango que define el ROM “limitado”, por lo que estos puntos de corte pueden ser aplicados como referencia a la hora de evaluar el riesgo de lesión de un deportista tras la determinación de su perfil de flexibilidad (tabla 5).

Tabla 5. Puntos de corte de ROM relacionados con la lesión deportiva.

Rango de movimiento	Referencia	Muestra	Punto de corte	Lesiones
EC (psoas-iliaco)	Ekstrand&Gillquist (1982)	Fútbol sénior H (n=180)	<13°	-Esguince de tobillo -Musculares (muslo e ingle).
	Young et al. (2014)	Tenis profesional M (n=125)	<0°	Rotura abdominal
ABD (aductores)	Ekstrand&Gillquist (1982)	Fútbol sénior H (n=180)	<28°	-Esguince de tobillo -Musculares (muslo e ingle).
FC (glúteo mayor)	L'Hermette et al. (2006)	Balonmano elite H (n=20)	<111°	Osteoartritis
FC _{RE} (isquiosural)	Ekstrand&Gillquist (1982)	Fútbol sénior H (n=180)	<68°	-Esguince de tobillo -Musculares (muslo e ingle).
	Okamura et al. (2014)	Patinaje nacional (12-18 años) H (n=92) M (n=100)	<70°	Entesitis de rodilla (tendinitis rotuliana y cuadriceps)
	Kibler et al. (1988)	Tenis elite junior (13-19 años) HM (n=97)	<70°	Lesiones de sobrecarga y esguinces
	Witvrouw et al. (2003)	Fútbol profesional (n=146)	<88,1°	Lesión muscular isquiosural
FR (cuádriceps)	Kibler et al. (1988)	Tenis elite junior (13-19 años) HM (n=97)	<110°	Lesiones de sobrecarga y esguinces
	Ekstrand&Gillquist (1982)	Fútbol sénior H (n=180)	<132°	-Esguince de tobillo -Musculares (muslo e ingle).
DFT _{RF} (sóleo)	Ekstrand&Gillquist (1982)	Fútbol sénior H (n=180)	<17°	-Esguince de tobillo -Musculares (muslo e, ingle).
	Pope et al. (1998)	Militares H (n= 1093)	<34°	-Esguince de tobillo -Fractura por estrés (tibia y pie).
	Malliaras et al. (2006)	Voleibol HM (n=113)	<45°	Tendinopatía rotuliana

H: hombre; M: mujeres; EC: extensión de la cadera; DFT_{RF}: dorsi-flexión del tobillo con la rodilla flexionada; DFT_{RE}: dorsi-flexión del tobillo con la rodilla extendida; ABC: abducción de la cadera; FC_{RE}: flexión de la cadera con la rodilla extendida; FR: flexión de la rodilla; FC: flexión de la cadera.

Una de las potenciales limitaciones del presente estudio es el tamaño de la muestra. Futuras investigaciones deberían considerar el empleo de un mayor número de deportistas con suficiente potencia para generalizar los datos a la población de Fútbol Sala. Igualmente, los resultados del presente estudio no deben ser extrapolados a otros deportes distintos del fútbol sala.

Futuros estudios deberán centrarse en validar los puntos

de corte para las categorías del ROM “limitado” y “óptimo” en cada deporte, al igual que deberán plantearse estudios longitudinales o correlacionales donde se desarrollen modelos probabilísticos mediante análisis por redes bayesianas que ayudarán a conocer con mayor precisión el grado de probabilidad de lesión de un deportista que presente valores de ROM “limitados” o de un mejor rendimiento físico-técnico deportivo con valores de ROM “óptimo”.

Conclusión

El presente estudio define el perfil normal de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadores de la 2ª División de la Liga Nacional de fútbol sala en un rango de valores entre 8-17° para la extensión de cadera, 39-45° para la flexión de tobillo con rodilla extendida, 40-47° para la flexión de tobillo con rodilla flexionada, 42-47° para la abducción de cadera,

76-96° para la flexión de cadera con rodilla extendida, 116-139° para la flexión de rodilla y 141-147° para la flexión de cadera. Valores superiores al rango normal se pueden considerar dentro del perfil óptimo mientras que valores inferiores se pueden considerar dentro del perfil limitado. No se han encontrado asimetrías de flexibilidad entre el lado dominante y no dominante.

Referencias bibliográficas

- Aalto, T.J., Airaksinen, O., Härkönen, T.M. & Arokoski, J.P. (2005). Effect of passive stretch on reproducibility of hip range of motion measurements. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86, 549-557.
- Alter, M.J. (2004). *Los Estiramientos*. Barcelona: Paidotribo.
- American Academy of Orthopaedic Surgeon (1965). *Joint Motion: Method of Measuring and Recording*. Chicago: Park Ridge.
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L. & Bahr, R. (2004). Risk factors for injuries in football. *American Journal of Sports Medicine*, 32(1 suppl), 5S-16S.
- Atkinson, G. & Nevill, A.M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 4, 217-238.
- Ayala, F. & Sainz de Baranda, P. (2010). Effect of 3 different active stretch durations on hip flexion range of motion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 430-436.
- 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, 47-51.
- Ayala, F., Sainz de Baranda, P., De Ste Croix, M. & Santonja, F. (2012). Absolute reliability of five clinical tests for assessing hamstring flexibility in professional futsal players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15, 142-147.
- Backman, L. & Danielson, P. (2011). Low Range of Ankle Dorsiflexion Predisposes for Patellar Tendinopathy in Junior Elite Basketball Players, A 1-Year Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(12), 2626-2633.
- Battista, R.A., Pivarnik, J.M., Dummer, G.M., Sauer, N. & Malina, R.M. (2007). Comparisons of physical characteristics and performances among female collegiate rowers. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 651-657.
- Bradley, P. & Portas, M. (2007). The relationship between preseason range of motion and muscle strain injury in elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1155-1159.
- Canda A.S., Heras E. & Gómez A. (2004). Valoración de la flexibilidad de tronco mediante el test del cajón en diferentes modalidades deportivas. *Selección*, 13(4), 148-154.
- Cejudo, A., Ayala, F., Sainz de Baranda, P. & Santonja, F. (2015b). Reliability of two methods of clinical examination of the flexibility of the hip adductor muscles. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(15), 35-46.
- Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F. & Santonja, F. (2015a). Test-retest reliability of seven common clinical tests for assessing lower extremity muscle flexibility in futsal and handball players. *Physical Therapy in Sport*, 16(2), 107-113.
- Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F. & Santonja, F. (2013). Rango de movimiento de la extremidad inferior en atletas de duatlón. *Sport TK*, 2(2), 31-40.
- Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F. & Santonja, F. (2014a). Perfil de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadores de fútbol sala. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 14(55), 509-525.
- Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F. & Santonja, F. (2014b). Perfil de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadores sénior de balonmano. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 14(2), 111-120.
- Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F. & Santonja, F. (2014c). A simplified version of the weight-bearing ankle lunge test: Description and test-retest reliability. *Manual Therapy* 19, 355-359.
- Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Santonja, F. & Ayala, F. (2016). Rango de movimiento de la abducción de la cadera en deportistas. ¿Una herramienta en la prevención de lesiones?. *Sport TK*, 5(1), 35-46.
- Chandler, T.J., Kibler, W.B., Uhl, T.L., Wooten, B., Kiser, A. & Stone, E. (1990). Flexibility comparisons of the junior elite tennis players to other athlete. *American Journal of Sports Medicine*, 18(2), 134-136.
- Clapis, P.A., Davis, S.M. & Davis, R.O. (2008). Reliability of inclinometer and goniometric measurements of hip extension flexibility using the modified Thomas test. *Physiotherapy Theory and Practice*, 24(2), 135-141.
- Clark, S., Christiasen, A., Hellman, D.F., Wingo, J. & Meiner, K. (1999). Effects of ipsilateral anterior thigh soft tissue stretching on passive unilateral straight-leg raise. *Journal Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 29(1), 4-12.
- Clarkson, H.M. (2003). *Proceso evaluativo músculo-esquelético*. Barcelona: Paidotribo.
- Ekstrand, J. & Gillquist, J. (1982). The frequency of muscle tightness and injuries in soccer players. *American Journal of Sports Medicine*, 10(2), 75-78.
- Ekstrand, J., Wiktorsson, M., Oberg, B. & Gillquist, J. (1982). Lower extremity goniometric measurements: A study to determine their reliability. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 63(4), 171-175.
- Ellera, J.L., Vieira, R. & Becker, R. (2008). Decreased Hip Range of Motion and Noncontact Injuries of the Anterior Cruciate Ligament. *Arthroscopy*, 24(9), 1034-1037.
- Fousekis K., Tsepis E., Poulmedis P., Athanasopoulos S. & Vagenas G. (2011). Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *British Journal of Sports Medicine*, 45(9), 709-714.
- Frehill, M.T., Brian, B.G., Archer, K.R., Bancells, R.L., Wilckens, J.H., McFarland E.G. & Cosgarea, A.J. (2012). Glenohumeral Range of Motion in Major League Pitchers: Changes Over the Playing Season. *Journal Athletic Training*, 3(1), 97-104.
- Gerhardt, J., Cocchiarella, L. & Lea, R. (2002). *The Practical Guide to Range of Motion Assessment*. Chicago: American Medical Association.
- Gleim G.W. & McHugh M.P. (1997). Flexibility and its effects on sports injury and performance. *Sports Medicine*, 24(5), 289-99.
- Hahn T., Foldspang A., Vestergaard E. & Ingemann-Hansen T. (1999). Active knee joint flexibility and sports activity. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 9(2), 74-80.

32. Harvey, D. (1998). Assessment of the flexibility of elite athletes using the modified Thomas test. *British Journal of Sports Medicine*, 32(1), 68-70.
33. Holt, L.E., Pelham, T.E. & Holt, J. (2008). *Flexibility: A Concise Guide: To Conditioning, Performance Enhancement, Injury Prevention, and Rehabilitation* (Musculoskeletal Medicine). New Jersey: Humana Press.
34. Hopkins, W.G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine*, 30(1), 1-15.
35. Irurtia, A., Busquets, A., Carrasco, M., Ferrer, B. & Marina, M. (2010). Control de la flexibilidad en jóvenes gimnastas de competición mediante el método trigonométrico: un año de seguimiento. *Apunts Medicina de L'Esport*, 45(168), 235-242.
36. Kibler, W.B., McQueen, C. & Uhl, T. (1988). Fitness evaluations and fitness findings in competitive junior tennis players. *Clinics in Sports Medicine*, 7(2), 403-416.
37. Kolber, M. J. & Fiebert, I. M. (2005). Addressing flexibility of the rectus femoris in the athlete with low back pain. *Strength & Conditioning Journal*, 27(5), 66-73.
38. L'Hermette, M., Polle, G., Tourny-Chollet, C. & Dujardin F. (2006). Hip passive range of motion and frequency of radiographic hip osteoarthritis in former elite handball players. *British Journal of Sports Medicine*, 40(1), 45-49.
39. Malliaras, P., Cook, J. L. & Kent, P. (2006). Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(4), 304-309.
40. Manning, C. & Hudson, Z. (2009). Comparison of hip joint range of motion in professional youth and senior team footballers with age-matched controls: An indication of early degenerative change?. *Physical Therapy in Sport*, 10(1), 25-29.
41. McHugh, M.P., Connolly, D.A.J., Eston, R.G. & Gleim, G.W. (1999). Exercise-induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect. *Sports Medicine*, 27(3), 157-170.
42. Oberg, B., Ekstrand, J., Möller, M. & Gillquist, J. (1984). Muscle strength and flexibility in different positions of soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 5(4), 213-216.
43. Okamura, S., Wada, N., Tazawa, M., Sohmiya, M., Ibe, Y., Shimizu, T., Usuda, S. & Shirakura, K. (2014). Injuries and disorders among young ice skaters: relationship with generalized joint laxity and tightness. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 5, 191-195.
44. Palmer, M.L. & Epler, M.E. (2002). *Fundamentos de las técnicas de la evaluación musculoesquelética*. Barcelona: Paidotribo.
45. Pope, R., Herbert, R. & Kirwan, J. (1998). Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise calf muscle stretching on injury risk in Army recruits. *The Australian journal of physiotherapy*, 44(3), 165-172.
46. Rahnema, N., Lees, A. & Bambaecchi, E. (2005). Comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics* 48(11-14), 1568-1575.
47. Sainz de Baranda, P., Cejudo, A., Ayala, F. & Santonja, F. (2015). Perfil óptimo de flexibilidad del miembro inferior en jugadoras de fútbol sala. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 15(60), 647-662.
48. Santonja, F., Ferrer, V. & Martínez, I. (1995). Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Selección*, 4(2), 137-145.
49. Sporis, G., Vucetic, V., Jovanovic, M., Jukic, I. & Omrcen, D. (2011). Reliability and factorial validity of flexibility tests for Team Sports: method paper. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 1168-76.
50. Steinberg, N., Hershkovitz, I., Peleg, S., Dar, G., Masharawi, Y., Heim, M. & Siev-Ner, I. (2006). Range of joint movement in female dancers and nondancers aged 8 to 16 years. *American Orthopaedic Society for Sports Medicine*, 34(5), 814-823.
51. Stuber, W.A., Fuchs, R.H. & Miedaner, J.A. (1988). Reliability of goniometric measurements of children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology* 30(5), 657-666.
52. Wang, S.S., Whitney, S.L., Burdett, R.G. & Janosky J.E. (1993). Lower extremity muscular flexibility in long distance runners. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 17(2), 102-107.
53. Wepler, C.H. & Magnusson, S.P. (2010). Increasing Muscle Extensibility: A Matter of Increasing Length or Modifying Sensation?. *Physical Therapy*, 90(3), 438-449.
54. Witvrouw, E., Mahieu, N., Danneels, L. & McNair, P. (2004). Stretching and injury prevention, an obscure relationship. *Sports Medicine*, 34(7), 443-449.
55. Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., D'Have, T. & Cambier, D. (2003). Muscle Flexibility as a Risk Factor for Developing Muscle Injuries in Male Professional Soccer Players. *American Journal of Sports Medicine*, 31(1), 41-46.
56. Witvrouw, E., Mahieu, N., Roosen, P. & McNair P. (2007). The role of stretching in tendon injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 41(4), 224-226.
57. Young, S.W., Dakic, J., Stroia, K., Nguyen, M.L., Harris, A.H. & Saffran, M.R. (2014). *Hip range of motion and association with injury in female professional tennis players*. *American Journal of Sports Medicine*, 42(11), 2654-2658.
58. Zakas, A. (2005). The effect of warming up on the flexibility of adolescent elite tennis players. *Journal of Human Movement Studies*, 48, 133-146.
59. Zakas, A., Vergou, A., Zakas, N., Grammatikopoulou, M.G. & Grammatikopoulou, G.T. (2002). Handball match effect on the flexibility of junior handball players. *Journal of Human Movement Studies* 43, 321-330.
60. 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. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43(2), 145-149.
61. Zakas, A., Grammatikopoulou, M.G., Zakas, N., Zahariadis, P. & Vamvakoudis, E. (2006). The effect of active warm-up and stretching on the flexibility of adolescent soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(1), 57-61.