

RANGO DE MOVIMIENTO DE LA EXTREMIDAD INFERIOR EN ATLETAS DE DUATLÓN

RANGE OF MOTION OF LOWER-LIMB IN SENIOR MALE DUATHLON ATHLETES

Cejudo, A.¹, Ruiz, I.², Sainz de Baranda, P.³, Ayala, F.⁴, Santonja, F.⁵
psainzdebaranda@um.es

¹ Doctorando en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia. Centro Deportivo INACUA, Murcia, España.

² Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.

³ Facultad de Ciencias del Deporte de San Javier. Universidad de Murcia, España.

⁴ Centro de Investigación del Deporte. Universidad Miguel Hernández de Elche. Instituto Superior de Enseñanzas. Universidad de Murcia, España.

⁵ Facultad de Medicina. Universidad de Murcia. Servicio de Traumatología. Hospital Universitario. V. de la Arrixaca, Murcia, España.

Recibido: Octubre/2013 - Aceptado: Noviembre/2013.

Resumen

El objetivo de este estudio fue valorar la flexibilidad de la musculatura de la extremidad inferior en una muestra de atletas sénior de duatlón. Para ello, se evaluó el rango de movimiento de las principales articulaciones. 15 atletas (edad: 32,7±7,85 años; peso: 67,1±4,8 Kg; talla: 172,9±2,8 cm) tomaron parte en este estudio. Se valoró la flexibilidad de los principales grupos musculares de la extremidad inferior (gemelo, sóleo, isquiosurales, cuádriceps, psoas iliaco, glúteo y aductores), a través de 7 pruebas de rango de movimiento pasivo máximo. Los resultados muestran los siguientes valores medios: 10,4° para el psoas-iliaco, 40,3° para el gemelo, 47,3° para el sóleo, 50,7° para los aductores, 82,5° para la musculatura isquiosural, 116,7° para el cuádriceps y 145,9° para el glúteo. Desequilibrios musculares no fueron encontrados entre ambos lados corporales.

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

Abstract

The purpose of this study was to measure the lower-limb flexibility data in senior duathlon athletes. For it, the flexibility of the major lower-limb muscles was evaluated throughout 7 different peak joint ROM assessment tests (gastrocnemius, soleus, hamstrings, quadriceps, iliopsoas, gluteus and adductors). 15 in senior duathlon athletes took part in this study (32.7±7.85 years; 67.1±4.8 Kg; 172.9±2.8 cm). The results of this study define the normative data as: 10.4° for the iliopsoas, 40.3° for the gastrocnemius, 47.3° for the soleus, 50.7° for the adductors, 82.5° for the hamstrings, 116.7° for the quadriceps and 145.9° for the gluteus. No significant differences were found between both legs and therefore muscle imbalances have been rejected.

Keywords: Flexibility, range of motion, physical fitness, sport.

INTRODUCCIÓN

Un aspecto esencial del proceso de entrenamiento-competición, siguiendo una visión sistémica del entrenamiento, es el subsistema control del entrenamiento (Casáis, 2008). En él se suelen incluir todos los aspectos recogidos durante el proceso y que facilitan y permiten la retroalimentación, y, de ser el caso, la adaptación del proceso de entrenamiento (modificación de orientación o magnitud de las cargas de entrenamiento, inclusión o exclusión de contenidos, etc.). Uno de los aspectos importantes que obliga a modificar los programas de entrenamiento es el de las lesiones deportivas, por cuanto requieren una interrupción parcial o total del proceso de entrenamiento y son un hecho prácticamente habitual en la mayoría de las disciplinas deportivas (Bahr & Krosshaug, 2005; Van Mechelen, Hlobil & Kemper, 1992). Su seguimiento, control, análisis de los factores etiológicos, curso y evolución son un elemento crítico que puede proporcionarse con los medios de control adecuados (Solla & Martínez, 2007).

Dado que las lesiones deportivas se asocian a la afectación mayoritaria del aparato locomotor, la integridad y el equilibrio mecánico de éste suponen una de las fuentes primarias a la hora de facilitar su aparición (Casáis, 2008). Las desalineaciones articulares y los desequilibrios artromusculares son origen frecuente de aparición de problemas (Arroyo, Guisado, García & Díaz, 2004; Petersen & Hölmich, 2005), por lo que una de las bases de cualquier programa preventivo

debería incluir una valoración postural y artromuscular completa y exhaustiva, incluyendo el análisis plantar (Casáis, 2008).

El duatlón es una modalidad deportiva individual y de resistencia, que reúne dos disciplinas deportivas: atletismo y ciclismo. Este deporte se compone de tres segmentos (carrera a pie, bicicleta, y carrera a pie). Las distancias recorridas en pruebas de duatlón son de tres tipos: 1) Distancia sprint (5 km + 20 km + 2,5 km), 2) Distancia olímpica (10 km + 40 km + 5 km) y 3) Distancia larga: 14 km + 60 km + 7 km (Federación Española de Triatlón, 2013).

Anualmente la incidencia de lesiones en deportes cíclicos ha sido muy elevada con una variabilidad entre el 19% y el 79%, la mayoría causada por la sobrecarga o por esfuerzos repetidos (Wang, Whitney, Burdett & Janosky, 1993; Asplund & St Pierre, 2004; Fields, Sykes, Walker & Jackson, 2010). En ciclistas de carretera profesionales, el dolor de rodilla es una de las lesiones de sobrecarga más prevalentes, seguido del dolor lumbar y cervical (Mellion, 1991; Holmes, Pruitt & Whalen, 1991, 1994; Clarsen, Krosshaug & Bahr, 2010). Las causas del dolor de rodilla más habituales son el síndrome de dolor femoro-patelar, la condropatía rotuliana, la tendinosis del cuádriceps y de la patela, la bursitis prepatelar y el síndrome de la banda iliotibial (Asplund & St Pierre, 2004). En corredores de larga distancia se ha observado un predominio del síndrome de dolor

femoropatelar, el síndrome de la banda iliotibial, la fascitis plantar, la lesión meniscal, la tendinopatía patelar, el síndrome de estrés medial de la tibia o periostitis, la tendinopatía aquilea, las lesiones del glúteo medio y las fracturas de estrés tibial (Wang et al., 1993; Taunton et al., 2002; Di Santo, 2012).

Cuando se evalúan las lesiones por sobrecarga en ambas modalidades deportivas, los estudios epidemiológicos informan que las lesiones de corredores y ciclistas son resultado de la combinación de factores extrínsecos (errores de entrenamiento como el incremento de la frecuencia, volumen e intensidad de entrenamiento, desgaste del calzado, superficie de carrera, forma de la bicicleta) y factores intrínsecos (desajustes en la biomecánica, desalineaciones, sobrepeso, lesiones previas, fuerza y equilibrio muscular, experiencia del deportista y cortedad de la musculatura) (Wang et al., 1993; Holmes et al., 1994; Marti, Vader, Minder & Abelin, 1998; Conti-Wyneken, 1999; Brown, 2002; Taunton et al., 2002; Buist, Bredeweg, Lemmink, Van Mechelen & Diercks, 2010; Frohm, Heijne, Kowalski, Svensson & Myklebust, 2012; Daoud et al., 2012).

La mayoría de las lesiones por sobrecarga probablemente suceden cuando se cambia el modo, intensidad o duración del entrenamiento o se realiza un número excesivo de kilómetros a la semana (Asplund & St Pierre, 2004; Fields et al., 2010). La acumulación de las demandas físicas y repetición del gesto técnico, junto a la naturaleza tónica de los músculos posturales conducen a cambios o adaptaciones músculo-esqueléticas en el deportista que pueden ocasionar la cortedad de la musculatura (Wang et al., 1993; Asplund & St Pierre, 2004; Clarsen et al., 2010; Cejudo, Sainz de Baranda, Ayala & Santonja, en prensa).

La valoración del rango de movimiento (ROM) permite evaluar indirectamente la flexibilidad del atleta e identificar adaptaciones negativas del deporte como la cortedad muscular (Gabbe, Bennell, Wajswelner & Finch, 2004; Frohm et al., 2012; Fourchet, Materne, Horobeanu, Hudacek & Buchheit, 2013). Diversos estudios han demostrado la existencia de una correlación significativa entre valores bajos de ROM y el riesgo de lesión/limitación del rendimiento, aunque no aportan valores cuantitativos que definan los rangos de normalidad en el deporte (Taunton et al., 2002; Croisier, 2004; Mahieu et al., 2007; Johanson, Baer, Hovermale & Phouthavong, 2008; Fousekis, Tsepis, Poulmedis, Athanasopoulos & Vagenas, 2011).

Por ello, el objetivo principal de este estudio es definir cuantitativamente los valores de ROM en atletas de duatlón sénior, valorando indirectamente la flexibilidad de los principales grupos musculares de la extremidad inferior a través de 7 pruebas exploratorias de ROM pasivo máximo.

MATERIAL Y MÉTODO

Participantes

Un total de 15 atletas de duatlón (edad: $32,7 \pm 7,85$ años; peso: $67,1 \pm 4,8$ Kg; estatura: $172,9 \pm 2,8$ cm), con más de 3,5 años de práctica deportiva (5 sesiones de entrenamiento semanal con una duración mínima de 2 horas por sesión) completaron este estudio. Todos los atletas competían en el circuito de Duatlón de la Región de Murcia. Dos de los atletas habían sido campeones de la Región de Murcia durante los últimos años.

Como criterios de exclusión se siguieron los propuestos por Hahn, Foldspang, Vestergaard y Ingemann-Hansen (1999): 1) Presentar agujetas en el momento de la valoración 2) Tener alguna lesión en la extremidad inferior que pudiera verse agravada por la realización del estudio y/o desvirtuar los resultados obtenidos.

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 cada uno de ellos firmó un consentimiento informado. 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 un cuestionario medico-deportivo (datos personales, datos antropométricos, datos deportivos, historial de lesiones, experiencia con los estiramientos y percepción de los grupos musculares más sobrecargados durante la competición), además de ser sometidos a 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. Igualmente, otro propósito de esta sesión de familiarización fue la reducción del posible sesgo de aprendizaje sobre los resultados obtenidos en las diferentes pruebas de valoración (Ayala & Sainz de Baranda, 2011).

Para el proceso de valoración de la flexibilidad se siguieron las recomendaciones establecidas por la American Academic of Orthopedic Association (1965) y los trabajos de Ekstrand, Wiktorsson, Oberg y Gillquist (1982) y Sady, Wortman y Blanke (1982). Los exploradores fueron ciegos en cuanto al objetivo del estudio.

Durante la sesión de valoración, y previo a la aplicación de las diferentes pruebas exploratorias del ROM pasivo máximo, todos los participantes realizaron 10 minutos de ejercicio aeróbico y 2 series de 30 segundos de estiramientos estáticos estandarizados por cada grupo muscular evaluado (Gabbe et al., 2004), enfatizando la actividad de los músculos de la extremidad 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).

Pruebas de valoración

Una vez finalizado el calentamiento y los estiramientos, la flexibilidad (expresada en términos cuantitativos a través del ROM pasivo máximo) de los principales grupos musculares de la extremidad inferior (glúteo, psoas ilíaco, aductores, cuádriceps, musculatura isquiosural, gemelo y soleo) se determinó a través de 7 pruebas exploratorias diferentes (figura 1). Los atletas fueron instados a realizar dos intentos máximos para cada una de las pruebas de valoración en ambos miembros inferiores de forma aleatoria con el propósito de eliminar el sesgo que una secuencia específica podría presentar sobre los resultados obtenidos. La aleatorización en la realización de las pruebas de valoración se llevo a cabo a través del empleo del software informático presente en <http://www.randomizer.org>.

Para la sesión de valoración de la flexibilidad se utilizó una camilla ajustable y como instrumento de medición se utilizó un inclinómetro ISOMED Unilevel con varilla telescópica, siguiendo las recomendaciones

de la American Medical Association (Gerhardt, 1994; Gerhardt, Cocchiarella & Lea, 2002).

Cada participante fue valorado con ropa deportiva y con calzado. Se permitió un periodo de descanso de 2 minutos entre las pruebas de valoración con un descanso de aproximadamente 30 segundos entre cada uno de los dos intentos máximos para cada test (Ayala & Sainz de Baranda, 2011).

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 explorador era incapaz de ejecutar de forma lenta y progresiva (sin tirones) el movimiento 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; Zakas, 2005); 2) el participante avisaba de sentir tensión o una sensación de estiramiento muscular que acarrea un discomfort importante (Ekstrand et al., 1982; Cejudo et al., en prensa); o 3) se apreciaba algún movimiento de compensación que incrementaba el ROM y/o aparición de dolor (Ekstrand et al., 1982; Sainz de Baranda & Ayala, 2010).

Figura 1. Representación gráfica de las 7 pruebas de valoración del rango de movimiento utilizadas en el presente estudio.

ROM Extensión de la cadera (Psoas-Iliaco)



ROM Dorsi-flexión del tobillo (Gemelo)



ROM Dorsi-flexión del tobillo con rodilla flexionada (Sóleo)



ROM Abducción de la cadera (Aductores)



ROM Flexión de la cadera con rodilla extendida (Isquiosurales)



ROM Flexión de la rodilla (Cuádriceps)



ROM Flexión de la cadera (Glúteo)



El valor medio de cada par de intentos para cada test de valoración fue seleccionado para el posterior análisis estadístico (Gabbe et al., 2004; Ayala, Sainz de Baranda, De Ste Croix & Santonja, 2012). La justificación de la ejecución de 2 intentos máximos para cada prueba de valoración y el cálculo de la media para el posterior análisis estadístico estuvo fundamentada en los resultados de fiabilidad intra-sesión obtenidos previamente por los examinadores para cada una de las maniobras exploratorias. Así, un mes antes de la sesión de valoración se realizó un estudio a doble ciego con 20 sujetos físicamente activos (diferentes a los componentes de la muestra del presente estudio), empleando el clásico diseño test-retest. El ROM fue medido dos veces con un intervalo de 15 minutos, no encontrándose diferencias significativas (systematic bias) para cada una de las pruebas de exploración entre ambas pruebas de valoración. La fiabilidad intra-sesión de cada una de las variables se determinó a través del coeficiente de correlación intraclass (ICC2,1) empleando el método previamente descrito por Hopkins (2000). Se obtuvo un ICC superior a 0,92 en todas las pruebas de exploración, lo cual demuestra una alta estabilidad de la medida.

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 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 ambos lados corporales (derecha e izquierda). Para el establecimiento de los valores de referencia del total de la muestra se seleccionó el valor medio de los resultados del lado derecho e izquierdo en cada prueba. Para cuantificar el rango de normalidad en cada prueba se siguió la propuesta de Canda Moreno, Heras Gómez y Gómez Martín (2004) en la que plantean categorizar los resultados en diferentes niveles flexibilidad según percentiles. En el presente estudio se adaptó la propuesta considerándose el rango percentil 20-80 como el perfil de flexibilidad normal (tabla 1). El análisis estadístico fue realizado mediante el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences, v. 16.0, para Windows; SPSS Inc, Chicago) con un nivel de significación del 95% ($p < 0,05$).

Figura 1. Representación gráfica de las 7 pruebas de valoración del rango de movimiento utilizadas en el presente estudio.

Canda Moreno et al. (2004)		Presente trabajo	
P >95	Muy buena	>80	Óptimo
P 95-85	Muy buena		
P 80 - 60	Buena		
P 59 - 40	Normal	20-80	Normal
P 39 - 20	Regular		
P 19 - 5	Baja	<20	Lesivo
P <5	Muy baja		

RESULTADOS

En la tabla 2 se presentan los resultados de la valoración de los 7 ROM estudiados diferenciando los datos encontrados entre la pierna derecha e izquierda. Cuando se analizaron las diferencias entre la extremidad derecha e izquierda, no se encontraron diferencias significativas entre ambos lados corporales para los

diferentes ROMs articulares estudiados ($p>0,05$) (tabla 2). También se pueden apreciar los valores definidos para el ROM normal en cada articulación y el número de atletas que presentan un rango normal en cada ROM evaluado. De los 15 deportistas explorados se encontraron 10 (66,6%) con valores de flexibilidad normal en cada ROM evaluado.

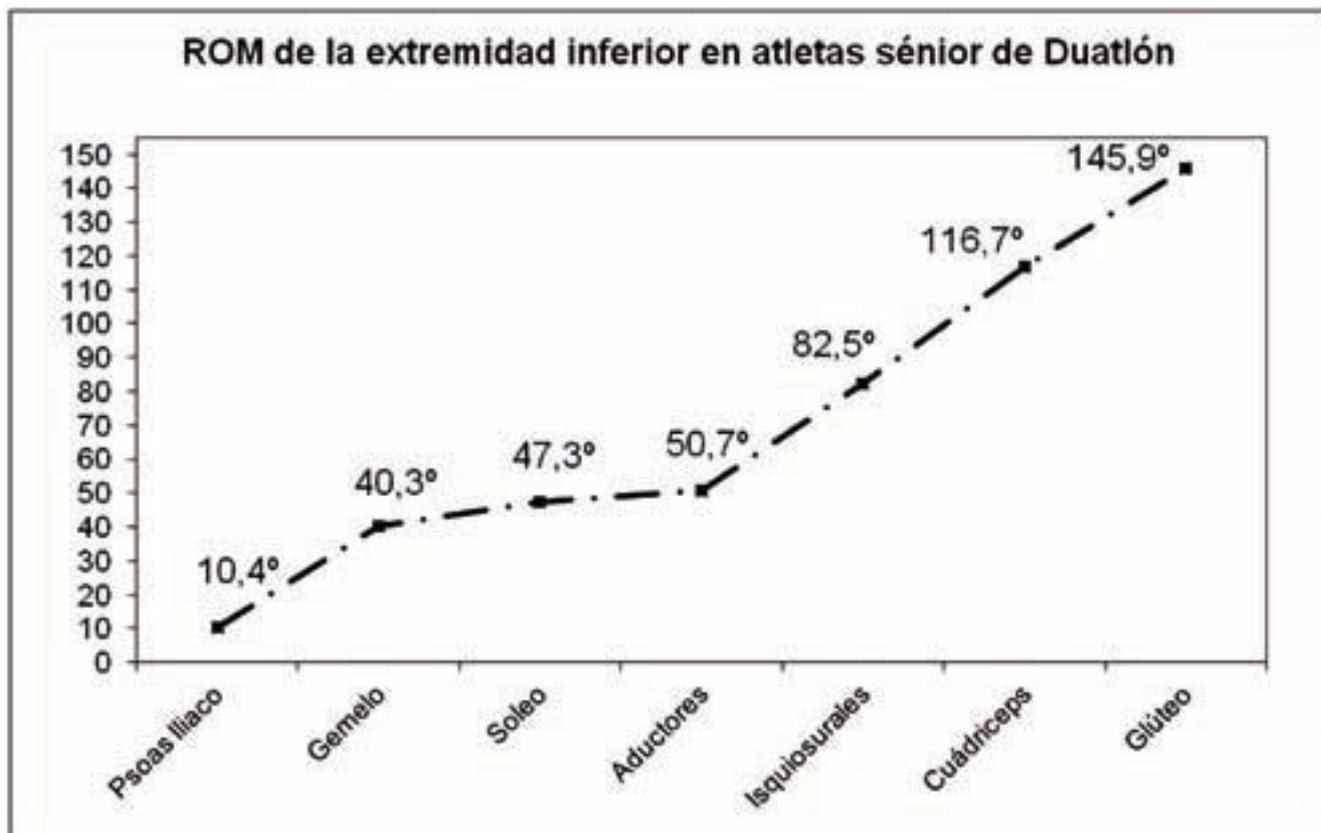
Tabla 2. Promedio de valores de ROM pasivo máximo y rango de normalidad (P= 20-80) en una muestra masculina de atletas de duatlón (n=15).

Músculo	Extremidad		ROM normal	
	Derecha	Izquierda	(P= 20-80) Rango	N (%)
Psoas Iliaco	10,2±5,5°	10,6±5,7°	8-14°	10 (66,6%)
Gemelo	39,9±5,5°	40,7±5,03°	32-44°	10 (66,6%)
Sóleo	47,8±4,3°	46,8±5,3°	41-50°	10 (66,6%)
Aductores	50,9±7,9°	50,5±7,7°	43-53°	10 (66,6%)
Isquios	83,02±9,9°	82,02±9,8°	71-91°	10 (66,6%)
Cuádriceps	116,4±15,5°	117,1±15,2°	104-133°	10 (66,6%)
Glúteo	145,3±4,6°	146,6±5,2°	142-148°	10 (66,6%)

En la figura 2 se pueden observar los valores medios de ROM para los atletas de duatlón analizados en el

presente estudio (figura 2).

Figura 2. Valores de ROM medios encontrados en los atletas sénior de duatlón del presente estudio.



DISCUSIÓN

El principal propósito de este estudio fue valorar la flexibilidad de los principales grupos musculares de la extremidad inferior en una muestra de atletas sénior de duatlón. Las demandas físicas y técnicas de un deporte cíclico como el duatlón pueden provocar ciertas adaptaciones músculo-esqueléticas dando como resultado unos valores de flexibilidad específicos condicionados por el propio deporte (Gleim & McHugh, 1997). La relevancia de la valoración de la flexibilidad en el deporte radica en que es necesario conocer los valores de referencia para determinar el perfil de flexibilidad específico de cada deporte y poder realizar un seguimiento durante la temporada deportiva (Witvrouw, Danneels, Asselman, D'Have & Cambier, 2003; Gabbe et al., 2004; Bradley & Portas, 2007; Frehill et al., 2012). Los datos del presente estudio han sido tomados en una muestra de duatletas sin lesiones durante el periodo competitivo. Estos resultados pueden ser utilizados por entrenadores y atletas como valores de referencia para a) marcar objetivos en el entrenamiento de la flexibilidad (valores inferiores a la tabla 2) y b) determinar si un deportista presenta valores óptimos de rendimiento en el periodo competitivo (valores superiores a la tabla 2).

En la literatura científica no se han encontrado

trabajos que evalúen la flexibilidad en la modalidad deportiva de duatlón, por lo que tan solo es posible comparar los resultados del presente estudio con datos de otros deportes o con la población no deportista. Tras el análisis de los resultados, los atletas evaluados han mostrado valores de flexibilidad superiores a los valores propuestos para población general (American Academy of Orthopaedic Association, 1965; Norkin & White, 1995; Gerhardt, 1994; Palmer & Epler, 2002; Gerhardt et al., 2002; Clarkson, 2003; Norris, 2004; Alter, 2004), a los valores encontrados en sujetos sanos sedentarios (Ekstrand et al., 1982; Chapis, Mercik & Otto, 2008) o en personas activas (Mahieu et al., 2007; Probst, Fletcher & Seeling, 2007).

De la misma forma, los valores de flexibilidad de los atletas de duatlón son superiores a los observados en otros deportes para los tests de gemelo, sóleo, aductores y glúteo. Mientras que en el resto de tests los resultados son superiores pero no en todos los casos (tabla 3). Aunque, hay que tener en cuenta que la mayoría de los trabajos consultados que valoran la flexibilidad en otros deportes miden la flexibilidad exclusivamente en uno o dos grupos musculares con un procedimiento de medición similar al presente estudio.

Solamente, se ha encontrado un estudio que valora

el ROM en corredores (Wang et al., 1993) modalidad que se incluye en el Duetlón. En ese estudio, tras analizar los resultados observan como los corredores de larga distancia presentan cortedad de la musculatura de la cadena posterior (musculatura isquiosural, gemelo y sóleo). Por ello, más estudios de valoración son necesarios para poder establecer el perfil de flexibilidad de la extremidad inferior de cada deporte y posteriormente, analizar la relación de este parámetro de la condición física con el rendimiento deportivo y el riesgo de lesión por sobrecarga.

Además, y como parte del análisis de los resultados de la valoración de la flexibilidad, la literatura científica

propone analizar las diferencias entre ambos lados corporales, ya que una mayor habilidad con la extremidad dominante puede ocasionar adaptaciones músculo-esqueléticas asimétricas (Kibler & Chandler, 2003; Probst et al., 2007). En los resultados globales de la muestra estudiada no se han encontrado diferencias significativas entre ambos lados corporales por lo que estos atletas presentan un menor riesgo de lesión teniendo en cuenta este factor de riesgo (Probst et al., 2007; Bozic, Pazin, Berjan, Planic & Cuk, 2010), aunque en el análisis individual de cada deportista si que se ha encontrado alguna asimetría que debe ser eliminada con el entrenamiento.

Tabla 3. Valores de rango de movimiento encontrados en diferentes investigación que ha realizado un protocolo de valoración similar al del presente estudio.

	Psoas	Gemelo	Sóleo	Aductores	Isquiosurales	Cuádriceps	Glúteo
Duetlón							
Presente estudio	10,4°	40,3°	47,3°	50,7°	82,5°	116,7°	145,9°
Balonmano junior masculino (Zakas et al., 2002)	8,8°		29,8°	46,45°	76,25°		
Balonmano junior masculino (Zakas et al., 2003)	8,25°		29,2°	45,3°	79,8°		
Balonmano junior profesional (Grušić et al., 2011)					82,81°†		
					85,79°‡		
Balonmano senior profesional (Grušić et al., 2011)					95,32°†		
					95,16°‡		
Fútbol senior masculino (Ekstrand et al., 1982)	9,1°	21,4°		33,5°	80,8°		
Fútbol elite y sub-elite (Rahnama et al., 2005)					90,65°		
Fútbol adolescentes (Zakas, 2005b)	14,3°		37,5°	46,3°	82,6°		
Fútbol sala profesional 2ª División nacional (Cejudo et al., en prensa)	12,45°	40°	30,7°	51,7°	91,1°	139,05°	143,4°
Fútbol sala profesional (Ayala et al., 2012)					79,3°		
Tenis elite junior masculino (Chandler et al., 1990)					77,5°	123°	
Tenis elite junior (Kibler & Chandler, 2003)					65,9°†	123,1°†	
					77,1°‡	127,6°‡	
Corredores de 1500 mts o más distancia. Volumen de entrenamiento:	a) -7,5°†				a) 71°†		
a) 30-55 millas/semana	b) -10,5°‡				b) 78°‡		
b) 76 millas/semana (Wang et al., 1993)							
Esquiadores de elite adolescentes ambos sexos (Alricsson & Werner, 2003)		38°			98,5°		
Esquiadores de elite 19 años (Alricsson & Werner, 2004)		35,5°			98,9°		

†: hombres; ‡: mujeres

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran para un grupo de atletas sénior de duatlón los siguientes valores de referencia: 10,4° para el psoas iliaco, 40,3° para el gemelo, 47,3° para el sóleo, 50,7° para los aductores, 82,5° para la musculatura isquiosural, 116,7° para el cuádriceps y 145,9° para el glúteo. A su vez, los atletas analizados presentan valores de flexibilidad

de la extremidad inferior superior a los valores propuestos para población general, a los valores encontrados en sujetos sanos sedentarios, o en personas físicamente activas. De la misma forma, los valores de flexibilidad de los atletas de duatlón son superiores a los observados en otros deportes para las pruebas de gemelo, sóleo, aductores y glúteo. Desequilibrios musculares contralaterales no han sido observados entre ambos lados corporales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alricsson, M., Harms-Ringdahl, K., Eriksson, K., & Werner, S. (2003). The effect of dance training on joint mobility, muscle flexibility, speed and agility in young cross-country skiers--a prospective controlled intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 13(4), 237-243.

Alricsson, M., & Werner, S. (2004). The effect of pre-season dance training on physical indices and back pain in elite cross-country skiers: a prospective controlled intervention study. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 148-153.

Alter, M.J. (2004). Los estiramientos. Desarrollo de ejercicios. Barcelona: Paidotribo.

American Academy of Orthopaedic Association (1965). Joint motion: method of measuring and recording. Chicago: Park Ridge.

Arroyo, M., Guisado, R., García, M.C., & Díaz, L. (2004). Influencia de los desequilibrios musculares de la pelvis sobre la pubalgia en los deportistas. *Cuestiones de Fisioterapia*, 25, 57-66.

Asplund, C., & St Pierre, P. (2004). Knee pain and bicycling: fitting concepts for clinicians. *Physician and Sportsmedicine*, 32(4), 23-30.

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 Deporte*, 4(2), 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.

Bahr R., & Krosshaug T. (2005). Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 324-329.

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. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2523-2531.

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.

Brown, G. (2002). Injury prevention and management. En A.E. Jeukendrup (Ed.), *High Performance Cycling*. (pp 227-235). Champaign, IL: Human Kinetics.

Buist, I., Bredeweg, S.W., Lemmink, K.A., Van Mechelen, W., & Diercks, R.L. (2010). Predictors of running-related injuries in novice runners enrolled in a systematic training program: a prospective cohort study. *American Journal of Sports Medicine*, 38, 273-80.

Canda Moreno, A.S., Heras Gómez, E. y Gómez Martín, A. (2004). Valoración de la flexibilidad de tronco mediante el test del cajón en diferentes modalidades deportivas. *Selección*, 13(4), 148-154.

Casais, L. (2008). Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. *Apuntes de Medicina de L'Esport*, 157, 30-39.

Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (en prensa). 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*.

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.

Chapis, P.A., Mercik, S., & Otto, R. (2008). Reability of inclinometer and goniometric measurements of hip extension flexibility using modified Thomas Test. *Physiotherapy Theory and Practice* 2008, 24(2), 135-141.

Clarkson, H.M. (2003). Proceso evaluativo músculoesquelético. Barcelona: Paidotribo.

Clarsen, B., Krosshaug, T., & Bahr, R. (2010). Overuse Injuries in Professional Road Cyclists. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(12), 2494-2501.

Conti-Wyneken, A.R. (1999). Bicycling injuries. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 10(1), 67-76.

- Croisier, J.L. (2004). Factors associated with recurrent hamstring injuries. *Sports Medicine*, 34, 681-695.
- Daoud, A.I., Geissler, G.J., Wang, F., Saretsky, J., Daoud, Y.A., Lieberman, D.E. (2012). Foot Strike and Injury Rates in Endurance Runners: A Retrospective Study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(7), 1325-1334.
- Di Santo, M. (2012). *Amplitud de movimiento*. Barcelona: Paidotribo.
- 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.
- Federación Española de Triatlón. (2013). Disponible en: <http://www.triatlon.org/>.
- Fields, K.B., Sykes, J.C., Walker, K.M., & Jackson, J.C. (2010). Prevention of running injuries. *Current Sports Medicine Reports*, 9(3), 176-182.
- Fourchet, F., Materne, O., Horobeanu, C., Hudacek, T., & Buchheit, M. (2013). Reliability of a novel procedure to monitor the flexibility of lower limb muscle groups in highly-trained adolescent athletes. *Physical Therapy in Sport*, 14, 28-34.
- 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 of Athletic Training*, 3(1), 97-104.
- Frohm, A., Heijne, A., Kowalski, J., Svensson, P., & Myklebust, G. (2012). A nine-test screening battery for athletes: a reliability study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 22(3), 306-315.
- Gabbe, B., Bennell, K., Wajswelner, H., & Finch, C. (2004). The reliability of commonly used lower limb musculoskeletal screening tests. *Physical Therapy in Sport*, 5, 90-97.
- Gerhardt, J. (1994). *Documentation of Joint Motion*. Oregon: Isomed.
- Gerhardt, J., Cocchiarella, L. y 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), 289-299.
- Grui_, I., Ohnjec, K., & Vuleta, D. (2011). Comparison and analyses of differences in flexibility among top-level male and female handball players of different ages. *Physical Education and Sport*, 9(1), 1-7.
- Hahn, T., Foldspang, A., Vestergaard, E., & Ingemann-Hansen, T. (1999). Active knee joint flexibility and sports activity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 9(2), 74-80.
- Holmes, J.C., Pruitt, A.L., & Whalen, N.J. (1991). Cycling knee injuries: common mistakes that cause injuries and how to avoid them. *Cycling Science*, 3, 11-14.
- Holmes, J.C., Pruitt, A.L., & Whalen, N.J. (1994). Lower extremity overuse in bicycling. *Clinics in Sports Medicine*, 13(1), 187-205.
- Johanson, M., Baer, J., Hovermale, H., & Phouthavong, P. (2008). Subtalar Joint Position During Gastrocnemius Stretching and Ankle Dorsiflexion Range of Motion. *Journal of Athletic Training*, 43(2), 172-178.
- Kibler, W.B., & Chandler, T.J. (2003). Range of movement in junior tennis player participating in an injury risk modification program. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6, 51-62.
- Mahieu, N.N., McNair, P., De Muynck, M., Stevens, V., Blanckaert, I., Smits, N. y Witvrouw, E. (2007). Effect of static and ballistic stretching on the muscle-tendon tissue properties. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(3), 494-501.
- Mahieu, N.N., McNair, P., De Muynck, M., Stevens, V., Blanckaert, I., Smits, N., & Witvrouw, E. (2007). Effect of static and ballistic stretching on the muscle-tendon tissue properties. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(3), 494-501.
- Marti, B., Vader, J., Minder, C., & Abelin, T. (1998). On the epidemiology of running injuries: the 1984 Bern Grand-Prix study. *The American Journal of Sports Medicine*, 16(3), 285-294.
- Mellion, M.B. (1991). Common cycling injuries: management and prevention. *Sports Medicine*, 11(1), 52-70.
- Norkin, C., & White, J. (2006). *Goniometría. Evaluación de la Movilidad Articular*. Madrid: Marban.
- Norris, C.M. (2004). *La guía completa de los estiramientos*. Paidotribo. Barcelona.
- Palmer, M.L., & Epler, M.E. (2002). *Fundamentos de las técnicas de la evaluación musculoesquelética*. Barcelona: Paidotribo.
- Petersen, J., & Hölmich, P. (2005). Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 319-323.
- Probst, M.M., Fletcher, R., & Seeling, D.S. (2007). A comparison of lower-boy flexibility strength, and

knee stability between karate athletes and active controls. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 451-455.

Rahnama, N., Less, A., & Bambacichi, E. (2005). A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*, 48(11-14), 1568-1575.

Sady, S.P., Wortman, M., & Blanke, D. (1982). Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation?. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 63(6), 261-263.

Sainz de Baranda, P., & Ayala, F. (2010). Chronic flexibility improvement after 12 week stretching program utilizing the ACSM recommendations: Hamstring flexibility. *International Journal of Sports Medicine*, 31(6), 389-396.

Solla J., & Martínez, M. (2007). Computerization of soccer injuries: a key for supervision of injuries and elaboration of preventive guidelines. *Journal of Sport Science and Medicine*, 6 Suppl 10, 42-43.

Taunton, J.E., Ryan, M.B., Clement, D.B., McKenzie, D.C., Lloyd-Smith, D.R., & Zumbo, B.D. (2002). A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 36, 95-101.

Van Mechelen W., Hlobil H., & Kemper H. (1992). Incidence, severity, etiology and prevention of sports

injuries. *Sports Medicine*, 14, 82-99.

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.

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.

Zakas, A. (2005a). The effect of warming up on the flexibility of adolescent elite tennis players. *Journal of Human Movement Studies*, 48, 133-146.

Zakas, A. (2005b). The effect of stretching duration on the lower-extremity flexibility of adolescent soccer players. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 9(3), 220-225.

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.

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. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43, 145-149.

