

## Extensibilidad de la musculatura isquiosural en gimnasia estética de grupo

### Hamstring muscle extensibility in aesthetic group gymnastics

### Músculo extensibilidade in isquiotibiais estética grupo de ginástica

Conesa Ros, E.<sup>1</sup>, Martínez Gallego, F.M.<sup>1</sup> y Santonja Medina, F.<sup>2</sup>

*1 Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia. 2 Facultad de Medicina. Universidad de Murcia*

**Resumen:** La flexibilidad es uno de los elementos fundamentales de la condición física en determinadas modalidades deportivas, especialmente en las diferentes modalidades de la gimnasia. En estas disciplinas se requiere un rango de movimiento (ROM) articular máximo en la mayoría de las articulaciones para la ejecución de los gestos técnicos extremos con mayor valor en el reglamento. La musculatura isquiosural constituye un grupo muscular biarticular que, debido a su origen e inserción, tiene efectos sobre la rodilla, la cadera y la estática y dinámica de la pelvis. Para conocer el efecto que la práctica continuada de gimnasia de puede tener sobre la extensibilidad de la musculatura isquiotibial, se realizaron valoraciones con los test distancia dedos-planta, test del ángulo lumbo-horizontal en flexión y el test del ángulo vertical en 94 mujeres gimnastas de la especialidad de Gimnasia Estética de Grupo (GEG) con edades comprendidas entre 9 y 18 años de nivel nacional e internacional. Los resultados de las tres valoraciones indican que todas las gimnastas presentan una extensibilidad isquiosural superior a la media de población general y superior a la de otras modalidades. Además se ha registrado un aumento significativo de la flexibilidad a medida que aumenta la edad de las gimnastas. Estos resultados evidencian los altos requerimientos de flexibilidad y ROM de esta modalidad deportiva, flexibilidad que van adquiriendo progresivamente las gimnastas a medida que ascienden de categoría de edad.

**Palabras clave:** Extensibilidad isquiosural, raquis, gimnasia estética de grupo y salud.

**Abstract:** Flexibility is one of the fundamental elements of the physical condition in certain sports disciplines, especially in the various forms of gymnastics. In these disciplines a range of motion (ROM) articulate maximum in most joints for the execution of technical gestures ends higher value in the regulations is required. The hamstring is a two-joint muscle group, due to its origin and insertion, has effects on the knee, hip and static and dynamic pelvis. For the effect that the continued practice of gymnastics can have on the extensibility of the hamstring muscles, evaluations were performed

with the test distance finger-plant test lumbo-horizontal angle in flexion and test the vertical angle of 94 female gymnasts specialty of Aesthetic Group Gymnastics (GEG) aged between 9 and 18 years of national and international level. The results of the three assessments indicate that all gymnasts have a hamstring muscle extensibility higher than the average of the general population and higher than other modalities. In addition there has been a significant increase in flexibility with increasing age of the gymnasts. These results demonstrate the high requirements of flexibility and ROM of this sport, flexibility are gradually acquiring the gymnasts as they ascend age category.

**Sumário:** A flexibilidade é um dos elementos fundamentais da condição física em certas modalidades desportivas, especialmente nas várias formas de ginástica. Nessas disciplinas a amplitude de movimento (ROM) máxima articulada na maioria das articulações para a execução dos gestos técnicos termina maior valor na regulamentação é necessária. O tendão é um grupo muscular de duas articulações, devido à sua origem e inserção, tem efeitos sobre o joelho, quadril e da pelve estáticas e dinâmicas. Para o efeito que a prática continuada de ginástica pode ter sobre a extensibilidade dos músculos isquiotibiais, as avaliações foram realizadas com o ângulo lombodistância horizontal teste teste do dedo-planta em flexão e testar o ângulo vertical de 94 ginastas especialidade de Estética Grupo de Ginástica (GEG) com idade entre 9 e 18 anos de nível nacional e internacional. Os resultados das três avaliações indicam que todos os ginastas têm uma extensibilidade no tendão do músculo maior do que a média da população geral, e mais elevada do que outras modalidades. Além disso, tem havido um aumento significativo de flexibilidade com o aumento da idade das ginastas. Estes resultados demonstram os elevados requisitos de flexibilidade e ROM deste desporto, flexibilidade são gradualmente adquirir os ginastas como eles sobem categoria de idade.

## Introducción

La flexibilidad, definida como la habilidad para mover una articulación (o varias en serie) a través de todo el rango de movimiento (ROM) que es requerido para una actividad o acción específica (Magnusson y Renstrom, 2006), es uno de los componentes básicos del fitness para el rendimiento deportivo (Alicrsson y Werner, 2004; Hahn, Foldspang, Vestergaard, & Ingemann-Hansen, 1999). Más concretamente,

Dirección para correspondencia [Correspondence address]: Elena Conesa Ros. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia. C/ Argentina S/N; 30720. Santiago de la Ribera, Murcia (España). E-mail: [econesaros@um.es](mailto:econesaros@um.es)

Kraemer y Gómez (2001) defienden que la flexibilidad es uno de los elementos fundamentales de la condición física para los deportistas de élite. Este hecho, se evidencia con mayor fuerza en determinadas modalidades deportivas como la gimnasia rítmica y artística, la modalidad de natación saltos y el patinaje artístico, donde la flexibilidad es un componente determinante. En estas modalidades se requiere un ROM articular máximo (expresión cuantitativa de la flexibilidad muscular) en la mayoría de las articulaciones para la ejecución de los gestos técnicos extremos que más puntúan los jueces. Por el contrario, existen otras modalidades deportivas

(fútbol, baloncesto y carrera) que necesitan niveles más bajos de flexibilidad para la realización de los movimientos dinámicos implícitos en la ejecución de los gestos técnicos (Nóbrega, Paula, & Carvalho, 2005). Por lo tanto, se podría decir que la flexibilidad presenta una implicación en mayor o menor medida en cada modalidad deportiva (Canda, Heras, & Gómez, 2004; Cejudo, Ruiz, Sainz de Baranda, Ayala, Santoja, 2016).

En la literatura científica se pueden leer algunos trabajos sobre la valoración de la flexibilidad en deportistas, observándose gran diferencia de resultados en función del deporte. Así, se demuestra que la flexibilidad es específica de cada articulación, acción muscular o movimiento (Hahn et al., 1999; Zakas, Vergou, Zakas, Grammatikopoulou, & Grammatikopoulou, 2002), encontrando diferencias en cada articulación dentro de un mismo deporte (Chandler et al., 1990; Probst, Fletcher, & Seeling, 2007), entre cada puesto específico (Oberg, Ekstrand, Möller, & Gillquist, 1984), entre el lado dominante y no dominante (Chandler et al., 1990; Probst et al., 2007) y entre cada nivel competitivo en un mismo deporte (élite vs aficionados) (Gannon y Bird, 1999; Haff, 2006).

La musculatura isquiosural constituye un grupo muscular biarticular que, debido a su origen e inserción, tiene efectos sobre la rodilla, la cadera y la estática y dinámica de la pelvis (Ledoux, 1992). La cortedad de esta musculatura, además de suponer una limitación de la capacidad de movilidad del deportista, puede repercutir sobre la pelvis y la columna vertebral cuando ésta es acusada (Santonja et al., 1995). Varios estudios han relacionado la reducción de la extensibilidad isquiosural con lesiones musculares (Sexton y Chambers, 2006; Worrell, Smith, & Winegardner, 1994), algias lumbares (Biering-Sorensen, 1984; Mierau, Cassidy, & Yong-Hing, 1989; Standaer y Herring, 2000), alteraciones en el ritmo lumbo-pélvico (Eso-la, McClure, Fitzgerald, & Siegler, 1996), así como una reducción del rendimiento físico-deportivo (Andersen, 2006).

Con relación a la estática y dinámica de la columna vertebral, la cortedad de la musculatura isquiosural ha sido relacionada con una mayor cifosis torácica en los movimientos de flexión máxima del tronco (Gajdosik, Albert, & Mitman, 1994) con una mayor cifosis lumbar (Santonja et al., 1995) y con las repercusiones sobre el raquis lumbar (Ferrer, 1998). Diversos estudios han valorado la extensibilidad isquiosural en diferentes deportistas tales como nadadores (Pastor, 2000; Sanz, 2002), corredores de larga distancia (Trehearn y Buresh, 2009; Wang, Whitney, Burdett, & Janosky, 1993), piragüistas (López-Miñarro, Alacid, Ferragut, & García, 2008), remeros (Stutchfield y Coleman, 2006), halterófilos (Chan Buschbacher, & Edlich, 1988), futbolistas (Caldwell y Peters, 2009), jugadores de fútbol sala (Cejudo, Sainz de Baranda, Ayala, & Santonja, 2014a), jugadores de fútbol australiano (Young et al., 2005), luchadores (Mirzaei, Curby, Rahmani-Nia, & Moghadas, 2009), jugadoras de lacrosse (Enemark-Miller, Seegmiller, & Rana, 2009), tenistas (Kibler y Chandler, 2003), taekwon-

distas (Toskovic, Blessing, & Williford, 2004) y jugadores de voleibol (Melrose, Spaniol, Bohling, & Bonnette, 2007).

Algunos trabajos valoran la flexibilidad como parte de un perfil condicional o fisiológico (Mirzaei et al., 2009; Arazi, Faraji, & Mehrdash, 2013) y otros miden la extensibilidad de la musculatura isquiosural dentro de un protocolo para definir el perfil de flexibilidad (Cejudo, Sainz de Baranda, Ayala, & Santonja, 2013; Cejudo et al., 2014 a,b). Otros estudios analizan si la práctica de un deporte en concreto genera cambios en los valores de flexibilidad y específicamente en la extensibilidad de la musculatura isquiosural (Canda et al., 2004). Además, hay estudios que categorizan los niveles de flexibilidad aportando datos de normalidad y cortedad (Ferrer, 1998; Gómez-Lozano, 2007; Martínez-Gallego, 2004; Pastor, 2000). Aunque hay que destacar que no existe unanimidad en la prueba de valoración utilizada.

La Gimnasia Estética de Grupo (GEG) es una disciplina deportiva muy reciente, sobre todo como deporte de competición. Esto trae como consecuencia la falta de bibliografía o estudios más o menos científicos sobre ella. Tenemos que limitarnos a lo recogido en el Reglamento deportivo de puntuación en su versión más reciente para indagar sobre el significado de la GEG (Sierra, 2008). La GEG se define como una disciplina deportiva basada en el movimiento estilizado y natural del cuerpo, que combina y realza cualidades como el dinamismo, el ritmo y la armonía de los movimientos realizados con el uso económico y natural de la fuerza. Es expresión, arte y sentimiento convertido en deporte de competición. Todo ello, realizado por un grupo de deportistas del que fluye un movimiento estético y sincronizado.

La GEG pone especial atención al trabajo de movimientos naturales y armónicos del tronco y al trabajo de la flexibilidad de todo el cuerpo sobre todo de la zona isquiosural; presuponiendo que su práctica será beneficiosa para aquellos que la realicen de forma regular, durante un periodo largo de tiempo. Por todo ello, el objetivo de este estudio es analizar la extensibilidad de la musculatura isquiosural en gimnastas practicantes de GEG de nivel nacional e internacional, así como su evolución respecto a la edad de las gimnastas.

## Material y método

### Muestra

En esta investigación tomaron parte 94 gimnastas de nivel nacional e internacional de GEG seleccionadas de clubes de competición de Estonia y Finlandia, con edades comprendidas entre 9 y 18 años ( $12,0 \pm 1,9$  años) y un mínimo de 3 años de entrenamiento y 6 horas a la semana y un grupo control de 79 niñas que no realizaban actividad física extraescolar. Para estudiar la evolución de la extensibilidad isquiosural en esta población, el total de la muestra fue dividida en 3 subgrupos:

i) hasta 11 años; ii) entre 11 y 14 años, y iii) 15 o más años (Tabla 1). Esta clasificación se estableció con la intención de verificar las variaciones que se producen en los variables de extensibilidad seleccionadas en dos de los momentos más importantes del desarrollo madurativo. Por un lado, niñas que se encuentran fundamentalmente en estado prepuberal y, por otro lado, chicas que se encuentran en estado puberal.

**Tabla 1.** Distribución de la muestra por grupos de edad.

Grupo	Hasta 11 años	Entre 11 y 14 años	15 o más años	Total
Gimnastas GEG	14	67	13	94
Control	27	28	24	79
Total	41	95	37	173

El estudio fue aprobado por el Comité Ético y de Investigación de la Universidad de Murcia. Los padres/tutores y las deportistas fueron informados de los objetivos y métodos del estudio y se obtuvo un consentimiento informado.

#### Diseño y procedimiento

Con el propósito de describir el perfil de flexibilidad isquiosural en gimnastas de la especialidad GEG, se elabora un diseño descriptivo para cada una de las variables dependientes seleccionadas en el estudio. Todas las evaluaciones fueron realizadas por el mismo explorador experto en traumatología y ortopedia que presenta un protocolo de intervención altamente normalizado, con elevados índices de reproducibilidad intraobservador (correlaciones entre 0,90 y 1,00 según estudio piloto - Tabla 2).

**Tabla 2.** Coeficientes de fiabilidad intraexplorador de los diferentes test de flexibilidad.

TEST	Fiabilidad Intraexplorador
Test DD-P	0,92
Test L-V	0,91
Test L-Hfx	0,94

Igualmente, todas las valoraciones se realizaron entre las 8:00 h y las 12:00 h sin calentamiento previo para evitar los efectos del ritmo circadiano (Guariglia et al., 2011; Pallarés López-Samanes, Moreno, Fernández-Elías, Ortega, Mora-Rodríguez, 2014). Además, las gimnastas no realizaron ejercicios de activación o estiramientos antes de la medición, ni durante la misma que pudiesen alterar la medida (Díaz-Soler, Vaquero-Cristóbal, Espejo-Antúnez, & López-Miñarro, 2015). Todas las participantes fueron examinadas en maillot y descalzas. Todas las medidas fueron tomadas durante la misma sesión de valoración y bajo la misma temperatura ambiente (25° C).

#### Tests de valoración de la capacidad de extensibilidad de la musculatura isquiosural

En esta investigación fueron empleados aquellos tests de recorrido lineal y de valoración de la basculación pélvica que poseen unos mayores índices de validez, fiabilidad, rapidez de ejecución y sencillez (Ayala, 2010; López Miñarro, Rodríguez García, Yuste, & Santonja, 2008). Estos tests fueron: i) Test de distancia Dedos-Planta (DD-P), ii) Test Lumbo-Horizontal en flexión (LHfx), y iii) Test del ángulo Lumbo-Vertical (L-V).

#### Test de recorrido lineal

Los tests de valoración basados en medidas longitudinales, comúnmente son los que con mayor frecuencia, clínicos, entrenadores y preparadores físico-deportivos emplean para estimar la flexibilidad de la musculatura isquiosural y espalda baja (Holt, Pelma, y Burke, 1999; López Miñarro, Sainz de Baranda, Rodríguez-García, & Ortega, 2007).

#### Test de Distancia Dedos-Planta (DD-P)

Para el desarrollo de esta prueba las participantes fueron colocadas en una superficie con rodillas extendidas y pies juntos con una flexión de tobillo de 90°. Se realizó una flexión máxima del tronco extendiendo los brazos hacia delante para alcanzar o sobrepasar la planta de los pies, manteniéndose esta posición tres segundos, se midió en centímetros la distancia con una regla milimetrada. Se consideró 0 cm la punta de los dedos, valores positivos los que sobrepasaron los pies y negativos los que no llegaron a la punta de los pies (figura 1).

Tomamos en nuestra investigación como datos de referencia de normalidad y cortedad los aportados por Ferrer (1998), donde la normalidad se encuentra en valores  $\pm 3$  -2 centímetros, la cortedad moderada o grado I entre -3 y -9 centímetros y la marcada cortedad o grado II  $\leq -10$  centímetros.



Figura 1. Test de Distancia Dedos-Planta.

### Test de valoración de la basculación pélvica

Suponen una valoración cuantitativa de la disposición de la pelvis y el raquis lumbar (Santonja, Andújar y Martínez, 1994). Con éstos se elimina una causa de error, al valorar únicamente la flexión de la pelvis sobre las coxo-femorales, con respecto a la horizontal o la vertical en máxima flexión del tronco. Son un complemento indispensable a las mediciones lineales, por ser los únicos que cuantifican la retroversión de la pelvis, y al demostrarse radiográficamente la trascendencia de la basculación de la pelvis en la génesis de las repercusiones lumbares (Ferrer, 1998).

#### a) Ángulo Lumbo-Horizontal en Flexión (L-H fx)

Para desarrollar la prueba del Lumbo-Horizontal en Flexión (L-H fx) se adoptó la posición del test DD-P y, una vez que la participante alcanzaba la máxima distancia, se efectuaba la medición del ángulo generado entre la horizontal y la línea más caudal de la región lumbosacra con un goniómetro (figura 2). Consideramos en nuestra investigación como normales los valores de hasta 100°, existiendo cortedad moderada entre 101° y 114° y cortedad marcada cuando dicho ángulo es mayor o igual a 115° grados (Santonja, Ferrer y Martínez, 1995b).



Figura 2. Ángulo Lumbo-Horizontal en Flexión (L-H fx)

#### b) Ángulo Lumbo-Vertical (L-V).

Para desarrollar el test del ángulo L-V en flexión se adoptó la posición del test Distancia Dedos-Suelo, donde la participante quedaba situada de pie sobre un cajón con rodillas extendidas y pies separados a la anchura de los hombros. Rea-

lizaba una máxima flexión del tronco sin flexión de rodillas y con los brazos y palmas de las manos extendidas en dirección hacia la planta de los pies (Biering-Sorensen, 1984). Una vez que alcanzaba la máxima distancia, se media con un goniómetro el ángulo entre la vertical y la línea más caudal de la región lumbosacra (Santonja et al., 1994) (figura 3).

Tomamos como valores de referencia de normalidad y cortedad los aportados por Santonja y Ferrer (2000), donde la normalidad se encuentra en valores  $\geq 65^\circ$  y la cortedad se sitúa  $\leq 64^\circ$ .



Figura 3. Ángulo Lumbo-Vertical (L-V)

### Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados, se realizó una estadística descriptiva de cada una de las variables explicativas con la obtención de los valores medios y desviación típica. Asimismo, se realizó un análisis de la distribución de frecuencias en función de las referencias de normalidad. En segundo lugar, se utilizó un análisis de la varianza factorial (2x2), utilizando para las comparaciones *post hoc* el test de Bonferroni. En tercer lugar, para poder comparar los valores de las variables explicativas según los valores de normalidad (variables categóricas), se utilizó la prueba Chi cuadrado. Para el análisis estadístico descriptivo e inferencial utilizamos el SPSS 19.0 y el nivel de significación se estableció en un valor de  $p < 0,05$ .

### Resultados

La tabla 3 muestra los resultados de la prueba DD-P de las gimnastas de GEG y del grupo control y de los tres grupos de edad.

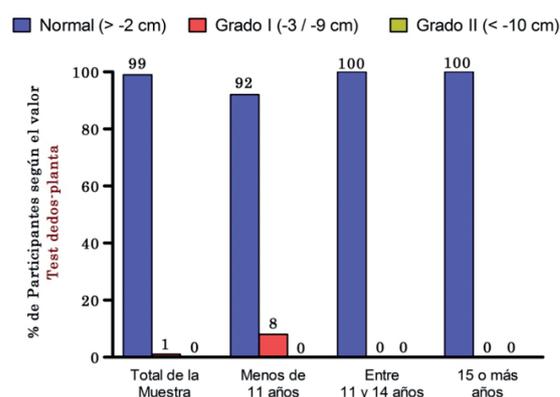
**Tabla 3.** Datos descriptivos en la prueba Distancia Dedos-Planta en centímetros

	Total (n=173)	< 11 años (n=41)	Entre 11-14 años (n=94)	15 o más años (n=38)	P Valor
Gimnastas	15,8±7,4	11,5±6,6	15,4±7	21,8±6,5	.006
Control	-5,7±10,7	-5,41±7,8	-5,4±12,2	-5,4±12,2	.899
P Valor	.000	.000	.000	.000	

Al analizar el grupo de gimnastas, se observan valores elevados de flexibilidad (15,8±7,4 cm). Mientras que la media para el grupo control está dentro de los valores de cortedad de la musculatura isquiosural (-5,7±10,7 cm.), apreciándose diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p=.000).

Cuando se realiza un análisis intragrupo, en el grupo de gimnastas se observa como la flexibilidad aumenta con el paso de los años, apreciándose diferencias por pares, las diferencias significativas se observaron entre el grupo de menos de 11 años y 15 o más años (p=.005) y entre el grupo de entre 11-14 años y los de 15 o más años (p=.033). Al observar los datos del grupo control, sucede todo lo contrario, ya que la tendencia es a que el valor medio vaya disminuyendo conforme aumenta la edad, aunque las diferencias no sean estadísticamente significativas ( $F_{2,243}=.107$ , p=.899).

Los resultados de este test muestran como un 99% de normalidad para el grupo de gimnastas de estética, mientras que en el grupo control más del 60% de los casos presentan cortedad Grado I (24,1%) y cortedad Grado II (39,2%) (figura 4).

**Figura 4.** Porcentaje según los valores de normalidad en el Test DD-P.

En la tabla 4 se muestra el número de casos y el porcentaje de sujetos, según los valores de normalidad del Test DD-P, para las gimnastas y el grupo control, en los diferentes grupos de edad analizados. Cuando se analizan estos datos en función del rango de edad se aprecian que en el grupo de GEG, casi la totalidad de los casos, presentan valores de normalidad. Por el contrario, en el caso del grupo control más del 50% de los sujetos tienen cortedad Grado I y II.

**Tabla 4.** Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del Test DD-P.

GRUPO DE EDAD	VALORES DEL TEST DD-P.	GIMNASTAS	CONTROL
TOTAL	Normal: >-2 cm.	90 (98,9%)	29 (36,7%)
	Grado I: -3/-9 cm.	1 (1,1%)	19 (24,1%)
	Grado II: <-10 cm.	0 (0%)	31 (39,2%)
Menos de 11 años	Normal: >-2 cm.	12 (92,3%)	8 (29,6%)
	Grado I: -3/-9 cm.	1 (7,7%)	9 (33,3%)
	Grado II: <-10 cm.	0 (0%)	10 (37%)
Entre 11-14 años	Normal: >-2 cm.	64 (100%)	11 (39,3%)
	Grado I: -3/-9 cm.	0 (0%)	7 (25%)
	Grado II: <-10 cm.	0 (0%)	10 (35,7%)
15 o más años	Normal: >-2 cm.	14 (100%)	10 (41,7%)
	Grado I: -3/-9 cm.	0 (0%)	3 (12,5%)
	Grado II: <-10 cm.	0 (0%)	11 (45,8%)

Los datos descriptivos para la prueba del ángulo Lumbo- Horizontal en flexión quedan representados en la tabla 5.

Tabla 5. Datos descriptivos del Ángulo L-H fx.

	Total (n=94)	< 11 años (n=14)	Entre 11-14 años (n=66)	15 o más años (n=14)	P Valor
<b>Gimnastas</b>	70,4±14,3 <sup>o</sup>	81,8±13,1 <sup>o</sup>	70,4±13,7 <sup>o</sup>	59,1±9,4 <sup>o</sup>	.000
<b>Control</b>	100,2±10,3 <sup>o</sup>	102,5±9,5 <sup>o</sup>	100,5±10,97 <sup>o</sup>	97,2±10,1 <sup>o</sup>	.339
<b>P Valor</b>	.000	.000	.000	.000	

Al analizar el grupo de gimnastas, se observa que obtiene los menores valores angulares (70,4<sup>o</sup>±14,3<sup>o</sup>) y el que menos extensibilidad isquiosural tiene es el grupo control (100,2<sup>o</sup>±10,3<sup>o</sup>).<sup>o</sup>, apreciándose diferencias estadísticamente significativas (p=.000).

Cuando se analizan los valores del ángulo L-H fx en función al rango de edad, se observa que en todos los rangos de edad el grupo control obtiene los mayores valores, mientras que los grupos de GEG y GRD obtienen valores mucho más inferiores. Encontrando en todos los grupos diferencias estadísticamente significativas (menores de 11 años: F2,246=31.596, p=.000; entre 11-14 años: F2,246= 63.904, p=.000 y el de 15 años o más: F2,246=59.066, p=.000).

Al realizar un análisis intragrupo y analizar cada grupo individualmente, se observa como en todos los grupos los valores del ángulo L-H fx disminuyen con la edad. Así, en el grupo de GEG se obtiene un valor para el grupo de menos de 11 años de 81,8<sup>o</sup>±13,1<sup>o</sup>, para el grupo de entre 11-14 años de 70,4<sup>o</sup>±13,7<sup>o</sup> y finalmente para el grupo de 15 o más años un valor de 59,1<sup>o</sup>±9,4<sup>o</sup>, siendo las diferencias estadísticamente significativas (F2,246=11.107, p=.000). Al analizar las comparaciones por pares, se aprecian diferencias significativas en todos los grupo de edad (entre menos de 11 años y los de 11-14 años (p=.008), entre el grupo de menos de 11 años y 15 o más años (p=.000) y entre el grupo de 11-14 años y 15 o más años (p=.008).

Por otro lado, al observar los datos del grupo control, se

observa cómo aunque la tendencia es a que los valores vayan disminuyendo con la edad, las diferencias no son estadísticamente significativas (F2,246=1.086, p=.339).

En la tabla 6 se muestra el número de casos y el porcentaje de sujetos, según los valores de normalidad del ángulo L-H fx, para las gimnastas y el grupo control, en los diferentes grupos de edad analizados. Al analizar el grupo de GEG presenta un mayor número de gimnastas con normalidad (97,9%), mientras que en el grupo control más del 50% de los casos tienen cortedad (figura 5).

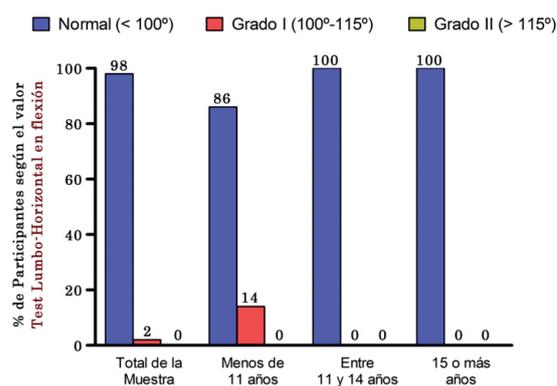


Figura 5. Porcentaje según los valores de normalidad en el ángulo L-H fx.

Tabla 6. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del ángulo L-H fx

GRUPO DE EDAD	VALORES DEL TEST L-H fx	GIMNASTAS	CONTROL
TOTAL	Normal: <100 <sup>o</sup>	92 (97,9%)	39 (49,4%)
	Grado I: 100 <sup>o</sup> -115 <sup>o</sup>	2 (2,1%)	34 (43%)
	Grado II: >115 <sup>o</sup>	0 (0%)	6 (7,6%)
Menos de 11 años	Normal: <100 <sup>o</sup>	12 (85,7%)	10 (37%)
	Grado I: 101 <sup>o</sup> -115 <sup>o</sup>	2 (14,3%)	14 (51,9%)
	Grado II: >115 <sup>o</sup>	0 (0%)	3 (11,1%)
Entre 11-14 años	Normal: <100 <sup>o</sup>	66 (100%)	14 (50%)
	Grado I: 101 <sup>o</sup> -115 <sup>o</sup>	0 (0%)	12 (42,9%)
	Grado II: >115 <sup>o</sup>	0 (0%)	2 (7,1%)
15 o más años	Normal: <100 <sup>o</sup>	14 (100%)	15 (62,5%)
	Grado I: 101 <sup>o</sup> -115 <sup>o</sup>	0 (0%)	8 (33,3%)
	Grado II: >115 <sup>o</sup>	0 (0%)	1 (4,2%)

Los datos descriptivos para la prueba del ángulo Lumbo- Vertical quedan representados en la tabla 7.

**Tabla 7.** Datos descriptivos del Ángulo L-V.

	Total (n=94)	< 11 años (n=14)	Entre 11-14 años (n=66)	15 o más años (n=14)	P Valor
Estética	99,1±16,6 <sup>o</sup>	85±13,7 <sup>o</sup>	99,8±15,9 <sup>o</sup>	110,6±13,2 <sup>o</sup>	.000
Control	59,7±13,5 <sup>o</sup>	56,8±15,9 <sup>o</sup>	60,7±13,7 <sup>o</sup>	61,8±9,9 <sup>o</sup>	.452
P Valor	.000	.000	.000	.000	

Al analizar el grupo de GEG obtiene un valor medio de 99,1°±16,6° y el grupo control un valor medio de 59,7°±13,5°, siendo las diferencias estadísticamente significativas (p=.000).

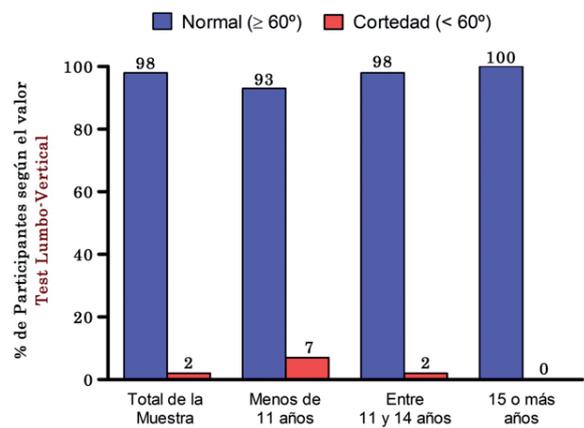
Cuando se analizan los datos atendiendo al rango de edad, en los dos grupos se aprecian diferencias estadísticamente significativas (menores de 11 años: p=.000; entre 11-14 años: p=.000 y de 15 años o más: p=.000).

Al realizar un análisis intragrupo, se observa como en los dos grupos los valores del ángulo L-V aumenta con la edad. Así, en el grupo de GEG se obtiene un valor para el grupo de menos de 11 años de 85°±13,7°, para el grupo de entre 11-14 años de 99,8°±15,9° y finalmente para el grupo de 15 o más años un valor de 110,6°±13,2°, siendo las diferencias estadísticamente significativas (F2,243=10.103, p=.000). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre los menores de 11 años y los de 11-14 años (p=.003), entre los menores de 11 años y los de 15 años o más (p=.000) y una tendencia estadísticamente significativa entre los de 11-14 años y los de 15 años o más (p=.056).

Por otro lado, al observar los datos del grupo control, se observa cómo aunque la tendencia es a que los valores vayan aumentando con la edad, las diferencias no son estadísticamente significativas (p=.452).

Respecto a los valores de normalidad, al analizar el grupo de gimnastas de GEG presentan un mayor número de

gimnastas con normalidad (97,8%), mientras que en el grupo control más del 70% de los casos tienen cortedad (figura 6).



**Figura 6.** Porcentaje según los valores de normalidad en el Test del Ángulo L-V.

En la tabla 8 se muestra el número de casos y el porcentaje de sujetos, según los valores de normalidad del test del ángulo L-V, para las gimnastas y el grupo control, en los diferentes grupos de edad analizados.

**Tabla 8.** Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del Ángulo L-V.

GRUPO DE EDAD	VALORES DEL TEST L-V	Prevalencia	CONTROL
TOTAL	Normal: <sup>3</sup> 60 <sup>o</sup>	89 (97,8%)	23 (29,1%)
	Cortedad: <60 <sup>o</sup>	2 (2,2%)	56 (70,9%)
Menos de 11 años	Normal: <sup>3</sup> 60 <sup>o</sup>	13 (92,9%)	7 (25,9%)
	Cortedad: <60 <sup>o</sup>	1 (7,1%)	20 (74,1%)
Entre 11-14 años	Normal: <sup>3</sup> 60 <sup>o</sup>	63 (98,4%)	7 (25%)
	Cortedad: <60 <sup>o</sup>	1 (1,6%)	21 (75%)
15 o más años	Normal: <sup>3</sup> 60 <sup>o</sup>	13 (100%)	9 (37,5%)
	Cortedad: <60 <sup>o</sup>	0 (0%)	15 (62,5%)

## Discusión

Este estudio fue diseñado para constatar por primera vez en la literatura internacional los requerimientos de flexibilidad que presenta la modalidad de gimnasia estética de grupo, una disciplina relativamente reciente dentro del panorama competitivo internacional. Para ello se evaluó mediante una metodología rigurosa y contrastada la extensibilidad de la musculatura isquiosural a través de los test con mejores índices de validez y reproducibilidad, a un grupo numeroso de las mejores gimnastas a nivel mundial. Los principales hallazgos de este estudio fueron que estas gimnastas presentan una extensibilidad isquiosural categorizada en la mayoría de ellas como normal, o con una prevalencia mínima de los primeros grados de cortedad. Además, este estudio ha constatado un aumento significativo de la flexibilidad a medida que aumenta la edad de las gimnastas.

Un número importante de estudios que han analizado la flexibilidad en deportistas de diferentes modalidades han constatado que existen grandes diferencias en los requerimientos de esta capacidad física entre ellos. En este sentido, es necesario destacar el estudio realizado por Canda et al. (2004) quienes valoraron a través del test DD-P a 1391 deportistas (385 mujeres y 1006 varones) de 28 modalidades deportivas diferentes, con participantes de edades comprendidas entre 16 a 40 años. En este estudio todos los deportistas competían a nivel nacional y/o internacional, siendo la mayoría integrantes de los respectivos equipos y selecciones nacionales. Como resultados más relevantes de esta publicación destacan los valores de DD-P en las especialidades de gimnasia rítmica y artística, así como en los saltos de natación, donde se detectaron los mayores niveles de flexibilidad (23,3 ± 3,8 cm; 25,2 ± 3,2 cm; 27,6 ± 1,4 cm, respectivamente). En el otro extremo, este mismo estudio registró valores significativamente inferiores de flexibilidad mediante este test DD-P en las modalidades de tiro olímpico, pádel y maratón (8,8 ± 8,3 cm; 9,2 ± 6,1 cm; 11,2 ± 6,3 cm, respectivamente).

Los resultados de flexibilidad registrados para las modalidades de gimnasia (artística y rítmica) por Canda et al. (2004) son superiores a los encontrados en el presente estudio (15,8 ± 7,4 cm), lo que no sugiere que quizás esta modalidad de gimnasia estética de grupo pueda tener menores requerimientos de flexibilidad que sus especialidades precursoras. Parte de estas diferencias pueden también explicarse por la edad y experiencia en el entrenamiento de las gimnastas analizadas por Canda et al. (2004), ya que la edad media (23,3 ± 4,6 años) y la experiencia en el entrenamiento (9,5 ± 4,5 años) es notablemente superior a la de nuestro estudio.

Martínez-Gallego (2004), tras medir mediante el test DD-P a 163 gimnastas de rítmica, 82 de competición y 81 de escuelas de base, observó valores medios de 15,5 ± 7,7 cm en el grupo de competición y de 3,7 ± 9,3 cm en el grupo de es-

cuela, siendo las diferencias entre ambos grupos significativas. Además, esta autora encontró valores de flexibilidad en el test DD-P para grupo control significativamente menores (-5,7 ± 10,7 cm). En esta misma línea, Arazi et al. (2013) evaluaron a 20 gimnastas profesionales de la especialidad de gimnasia artística (15,2 ± 3,4 años) encuentran unos valores medios extremos en este mismo test DD-P de 45,7 ± 5,6 cm.

Tomando como referencia otras modalidades deportivas o artísticas con grandes requerimientos de flexibilidad destacan los estudios de Oreb et al. (2006), quienes valoraron a 51 bailarinas, 30 del Ballet Nacional y 21 del Ballet Nacional de Folclore de Croacia, encontrando valores medios del test DD-P de 22,8 ± 4,1 cm en el grupo de danza clásica y de 12,4 ± 6,4 cm en el grupo de folclore, con diferencias significativas entre grupos. Por su parte, Gómez-Lozano (2007), tras evaluar a 66 bailarinas, 33 de danza clásica y 33 de danza española, observa valores medios de 24,0 ± 5,1 cm en el grupo de clásico, y de 19,2 ± 6,2 cm en el grupo de español, ambos muy superiores al grupo control (3,0 ± 7,1 cm). Twitchett, Koutedakis y Wyon (2009) realizaron una revisión sobre el perfil fisiológico y condicional del Ballet Clásico, concluyendo que las bailarinas de ballet ostentan mayores niveles de flexibilidad en la mayoría de las articulaciones de la extremidad inferior, cuando se comparan con un grupo control.

Pastor (2000) en nadadores encuentra rangos que van desde 1,3 ± 8,1 cm en la categoría promesas chicos (12,86 ± 0,55 años) a los 8,4 ± 8,2 cm en la categoría infantiles chicas (12,75 ± 0,61 años), observando mejores valores de flexibilidad en las chicas. Además, cuando analiza los resultados en función de la edad, observa una mayor extensibilidad isquiosural en los nadadores de menor edad (categoría promesa) en comparación con los de mayor edad (categoría infantil).

Los resultados del presente estudio con relación a la edad, no concuerdan con los de Pastor (2000), ya que en el grupo de gimnastas se ha encontrado un aumento de los valores conforme aumenta la edad. Esta discrepancia en la evolución de la flexibilidad puede deberse al deporte evaluado y a la presencia o no de un trabajo de flexibilidad específico dentro de las rutinas de entrenamiento. Por ello, aquellos autores que encuentran bajos valores de flexibilidad en sus deportistas recomiendan realizar un correcto trabajo de estiramientos en los entrenamientos (López-Miñarro et al., 2008; Pastor, 2000; Sanz, 2002).

Con respecto al test del ángulo lumbo-horizontal en flexión encontramos el estudio de Martínez-Gallego (2004) realizado a gimnastas de rítmica tanto de escuela como de competición y a un grupo control, donde la media es 96,59 ± 69,89, 68,72 ± 15,09 y 100,22 ± 10,31, respectivamente. Esta autora también realiza las mediciones con el test del ángulo lumbo-vertical obteniendo una media de 74,97 ± 16,56 para las gimnastas de escuela, 98,06 ± 6,19 para las gimnastas de

competición y  $59,71 \pm 13,52$  para el grupo control. Ambos resultados obtenidos por los dos test son muy similares a los de nuestro estudio.

Gómez-Lozano (2007) también valora la capacidad de extensibilidad isquiosural mediante el ángulo L- H fx y el ángulo L- V en bailarinas de clásico y español, junto a un grupo control. Las medias obtenidas para el ángulo L-H fx son  $56,57 \pm 11,61$  para el grupo de clásico,  $70,42 \pm 17,60$  para el grupo de español y  $94,34 \pm 10,61$  para el grupo control. En cuanto al ángulo L-V:  $115,87 \pm 9,07$ ;  $106,39 \pm 12,52$  y  $80,78 \pm 12,11$ , respectivamente. En este caso la datos encontrados en el test del ángulo L-H fx son ligeramente inferiores a los de nuestro estudio y los hallados para el ángulo L-V superiores.

Para determinar la distribución de los sujetos en base a unas referencias de normalidad, se han utilizado las referencias propuestas por Ferrer (1998), que sitúan el límite de normalidad para el test DD-P en valores superiores a  $-2$  cm, la cortedad grado I en valores entre  $-3$  cm y  $-9$  cm, y la cortedad grado II en valores menores a  $-10$  cm.

En el presente estudio, al clasificar los valores respecto a las referencias de normalidad, se ha encontrado un 98,9% de valores dentro de la normalidad en el grupo de gimnastas.

Gómez-Lozano (2007), cuando categoriza los valores de flexibilidad respecto al test DD-P, encuentra que el 100% de las bailarinas tienen valores dentro de la normalidad. Mientras que en el grupo control un 18,8% de las chicas tienen cortedad moderada, un 9,9% cortedad marcada y un 71,3% tienen valores dentro de la normalidad. Tras el análisis de los resultados, Gómez-Lozano (2007) concluye que las bailarinas de danza clásica y danza española poseen amplios rangos de extensibilidad isquiosural, no existiendo ningún caso de cortedad isquiosural en esta población. La extensibilidad isquiosural es notablemente mayor en las bailarinas de danza clásica que en las de danza española debido a que las bailarinas de danza española suelen dedicar menos tiempo al trabajo de esta cualidad. En cuanto a los valores de normalidad obtenidos por medio de los test del ángulo L-H fx y el L-V para el grupo de bailarinas, tanto en el grupo de clásico como en el grupo de español, no se observa ningún caso de cortedad. Respecto al grupo control en el test del ángulo L-H fx indican un 3,1% de cortedad marcada, un 27,2% de cortedad moderada y 69,7% de normalidad y referente al test L-V un 27,7% de cortedad y un 66,3% de normalidad.

Martínez-Gallego (2004), cuando categoriza los valores de flexibilidad obtenidos durante el test DD-P, observa que el 98% de las gimnastas de competición y el 74% de las gimnastas de escuela tienen valores dentro de la normalidad. El grupo de gimnastas de escuela presenta un 17% de cortedad grado I y un 9% de cortedad grado II. En el grupo control disminuyen los casos dentro de la normalidad (37%) y se observa un 63% de casos con cortedad. En el test L-H fx dentro del grupo de gimnastas de escuela observa un 81% de nor-

malidad, un 18% de cortedad grado I y tan sólo un caso de cortedad marcada y en el grupo de gimnastas de competición obtiene un 96% de normalidad y un 4% de cortedad grado I. El grupo control presenta un 49% de normalidad, un 43% de cortedad grado I y un 8% de cortedad grado II. Por último en el test L-V los datos obtenidos para el grupo de gimnastas de escuela muestran un 80% de normalidad y un 20% de cortedad. En el grupo de gimnastas de competición obtenemos un 98% de normalidad y tan sólo un 2% de cortedad. Para el grupo control se encuentra un 47% de normalidad y un 53% de cortedad.

De la misma manera Muyor (2010) observa un mayor porcentaje de casos con extensibilidad normal en los ciclistas (86,1%) que en el grupo control (61,8%).

Por otro lado Pastor (2000), encuentra un 34% de cortedad grado I y un 20% de cortedad grado II en los chicos. En las chicas halló una frecuencia de cortedad grado I del 24% y de grado II del 3,9%. Además, sus resultados indican que la práctica de la natación de forma continuada en el tiempo y con un elevado volumen de entrenamiento, no produce mejoras en la extensibilidad isquiosural. Por ello, recomienda realizar un correcto trabajo de estiramientos en los entrenamientos de los nadadores.

Sanz (2002) encontró resultados similares al comparar a dos grupos de nadadores en función del volumen de entrenamiento (alta competición y escuela). Observando tras un periodo de 4 meses, una disminución significativa de la extensibilidad isquiosural en el grupo de competición cuyo volumen de entrenamiento era superior. Sin embargo, en el grupo de menor volumen, no se encontraron modificaciones significativas en la distancia alcanzada en el test de distancia dedos-planta. En base a estos resultados, el autor concluyó que la práctica intensa de la natación de alta competición, incide negativamente en la extensibilidad de la musculatura isquiosural, por lo que recomienda un entrenamiento específico para la mejora de dicha capacidad.

En la presente investigación se han utilizado para valorar la extensibilidad isquiosural un test lineal (DD-P), y dos tests angulares que valoran la flexión de la pelvis durante la máxima flexión del tronco (L-V y L-H fx) (Cornbleet y Woolsey, 1996; Ferrer, 1998; Santonja y Genovés, 1992; Santonja, Ferrer y Canteras, 1995). Con los ángulos L-H fx y L-V se elimina una causa de error, al valorar únicamente la flexión de la pelvis sobre las coxo-femorales, con respecto a la horizontal o la vertical en máxima flexión del tronco.

Los ángulos L-H fx y L-V son un complemento indispensable a las mediciones lineales (DD-P o DD-S) y al test EPR, por ser los únicos que cuantifican la retroversión de la pelvis, y por demostrarse radiográficamente la trascendencia de las basculación de la pelvis en la génesis de las repercusiones lumbares (Ferrer, 1998).

En el presente estudio, utilizando los límites propuestos

por Santonja, Ramos, Martínez y Canteras. (1995) y Ferrer (1998), se ha encontrado una homogeneidad en los resultados, de tal forma que con todos los tests de valoración se ha catalogado a las gimnastas de manera similar.

Sin embargo, en muchas ocasiones, los resultados que se obtienen al realizar los test lineales tienden a infravalorar la extensibilidad isquiosural cuando existe hipercifosis dorsal (postural o estructurada, estática o dinámica), hipermovilidad lumbar (Somhegyi y Ratko, 1993) o actitud cifótica lumbar dinámica (Santonja y Ferrer, 2000). Siendo esta “mejora” en los valores obtenidos, debida a la hiperflexión del segmento dorsal y/o lumbar. En estos casos, cuando se utilizan los test lineales se pueden incrementar los falsos negativos, es decir catalogar a un deportista como normal cuando en realidad presenta cortedad de la musculatura isquiosural, por lo que se recomienda realizar la valoración por medio de los test de recorrido angular (Pastor, 2000).

## Conclusiones

Los resultados de este estudio indican que la Gimnasia Es-tética de Grupo presenta unos requerimientos de flexibilidad superiores a la mayoría de las modalidades deportivas, única-mente comparable a otras especialidades de gimnasia como la rítmica o la artística, así como alguna disciplina del baile o el salto de trampolín. Además, en este estudio se ha podido constatar un aumento progresivo de la flexibilidad a medida que aumenta la edad de las gimnastas.

## Aplicación práctica

- Los entrenadoras y entrenadores de GEG deben tomar como prioritario la programación del entrenamiento de flexibilidad para optimizar el rendimiento deportivo de estos deportistas.
- Los hallazgos de este estudio van a permitir una adecuada orientación en la selección de talentos de esta modalidad deportiva.

## Bibliografía

1. 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.
2. Andersen, J.C. (2006). Flexibility in performance: Foundational concepts and practical issues. *Athletic Therapy Today*, 3, 9-12.
3. Arazí, H., Farají, H., & Mehrdash, M. (2013). Anthropometric and physiological profile of iranian junior elite gymnasts. *Facta universita-tis-series. Physical Education and Sport*, 11(1), 35-41.
4. Biering-Sorensen, F. (1984). Physical Measurements as Risk Indicator for Low-back trouble over a one year period. *Spine*, 9(2), 106-119.
5. Canda, A.S., Heras, E., & Gómez, A. (2004). Valoración de la flexi-bilidad de tronco mediante el test del cajón en diferentes modalidades deportivas. *Selección*, 13(4), 148-154.
6. Caldwell, B., & Peters, D. (2009). Seasonal variation in physiological fitness of a semiprofessional soccer team. *Journal of Strength and Con-ditioning Research*, 23(5), 1370-1377.
7. Cejudo, A. Ruiz, I., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (2013). Rango de movimiento de la extremidad inferior en atletas de duatlón. *Sport TK. Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 2(2), 31-40.
8. 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.
9. Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (2014b). Perfil de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadores senior de balon-mano. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 14(2), 111-120.
10. Cornbleet, S. L., & Woolsey, N. (1996). Assesment of hamstring musc-le length in school-aged children using the sit-and-reach test and the inclinometer measure of hip joint angle. *Physical Therapy*, 76(8), 850-855.
11. 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.
12. Díaz-Soler, M. A., Vaquero-Cristóbal, R., Espejo-Antúnez, L., & López-Miñarro, P. Á. (2015). Efecto de un protocolo de calentamiento en la distancia alcanzada en el test sit-and-reach en alumnos adolescentes. *Nutrición Hospitalaria*, 31(06), 2618-2623.
13. Enemark-Miller, E., Seegmiller, J., & Rana, S. (2009). Physiological profile of women's lacrosse players. *Journal Strength and Conditioning Research*, 23(1), 39-43.
14. Esola, M.A., McClure, P.W., Fitzgerald, G.K., & Siegler, S. (1996). Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of low back pain. *Spine*, 21(1), 71-78.
15. Ferrer, V. (1998). Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pel-vis y el raquis lumbar. [Tesis doctoral]. Universidad de Murcia.
16. Gajdosik, R., Albert, C., & Mitman, J. (1994). Influence of hamstring length on the standing position and flexion range of motion of the pelvic angle, lumbar angle and thoracic angle. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 20(4), 213-219.
17. Gannon, L.M., & Bird, H.A. (1999). The quantification of joint laxity in dancers and gymnasts. *Journal of Sports Sciences*, 17(9), 743-50.
18. Gómez-Lozano, S. (2007). Estudio sagital del raquis en bailarinas de danza clásica y danza española. [Tesis doctoral]. Universidad de Mur-cia.
19. Guariglia, D. A., Pereira, L. M., Dias, J. M., Pereira, H. M., Menacho, M. O., Silva, D. A., Cirino, E. S., & Cardoso, J. R. (2011). Time-of-day effect on hip flexibility associated with the modified sit-and-reach test in males. *International Journal of Sports Medicine*, 32(12), 947.
20. Haff, G. (2006). Roundtable Discussion: Flexibility training. *Strength and Conditioning Journal*, 28(2), 64-85.
21. 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.
22. Holt, L. E., Pelham, T. W., & Burke, D. G. (1999). Modifications to the estandar Sit-and-Reach flexibility protocol. *Journal of athletic trining*, 34(1), 43-47.
23. 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.
24. Kraemer, W.J., & Gómez, A.L. (2001). Establisishing a Solid Fitness Base. In B. Foran (ed). *High-Performance Sports Conditioning*, (pp.3-17). Champaign, IL: Human Kinetics.
  25. Ledoux, P. (1992). L'extensibilité des ischio-jambiers. *Kinésithérapie Scientifique*, 313, 6-8.
  26. López-Miñarro, P.A., Alacid, F., Ferragut, C., & García, A. (2008). Valoración y comparación de la disposición sagital del raquis entre canoistas y kayakistas de categoría infantil. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 9, 171-176.
  27. López Miñarro, P. A., Rodríguez García, P. L., Santonja, F. M. & Yuste, J. L. (2008). Posture of thoracic spine during triceps-pushdown exercise. *Science & Sports*, 23, 183-5.
  28. López Miñarro, P. A. Sainz de Baranda, P., Rodríguez García, P. L., & Ortega, E. (2007). A comparison of the spine postura among several sit-and-reach test protocols. *Journa of Science and Medicine in Sports*, 10(6), 456-462.
  29. Magnusson, P., & Renstrom, P. (2006). The European College of Sports Sciences Position statement: The role of stretching exercises in sports. *European Journal of Sport Science*, 6(2), 87-91.
  30. Martínez Gallego, F. M. (2004). Disposición del plano sagital y extensibilidad isquiosural en gimnasia rítmica deportiva. [Tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia.
  31. Mierau, D., Cassidy, J.D., & Yong-Hing, K. (1989). Low-Back pain and straight in children and adolescents. *Spine* 14(5), 526-528.
  32. Mirzaei, B., Curby, D., Rahmani-Nia, F., & Moghadasi, M. (2009). Physiological profile of elite Iranian junior Freestyle wrestlers. *Journal Strength and Conditioning Research*, 23(8), 2339-2344.
  33. Muyor, J.M. (2010). Evaluación del morfotipo raquídeo en el plano sagital y grado de extensibilidad isquiosural del ciclista. [Tesis doctoral]. Universidad de Almería.
  34. Nóbrega, A.C., Paula, K.C., & Carvalho, A.C. (2005). Interaction between resistance training and flexibility training in healthy young adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 842-846.
  35. 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.
  36. Oreb, G., Ruzic, L., Matkovic, B., Misigoj-Durakovic, M., Vlastic, J., & Ciliga, D. (2006). Physical fitness, menstrual cycle disorders and smoking habit in Croatian national ballet and national folk dance ensembles. *Collegium Antropologicum*, 30, 279-283.
  37. Pallarés, J. G., López-Samanes, Á., Moreno, J., Fernández-Elías, V. E., Ortega, J. F., & Mora-Rodríguez, R. (2014). Circadian rhythm effects on neuromuscular and sprint swimming performance. *Biological Rhythm Research*, 45(1), 51-60.
  38. Pastor, A. (2000). Estudio del morfotipo sagital de la columna y de la extensibilidad de la musculatura isquiosural de jóvenes nadadores de élite españoles. [Tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia.
  39. 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.
  40. Santonja, F.; Andújar, P.; Martínez, I. (1994). Ángulo lumbo-horizantal y valoración de repercusiones del Síndrome de Isquiosurales Cortos. *Apunts de Medicina del Deporte*, 31, 103-111.
  41. Santonja, F., & Ferrer, V. (2000). Síndrome de los isquiosurales cortos. En J.M. Arribas, N. Rodríguez, F. Santonja et al. *Cirugía Menor y Procedimientos en Medicina de Familia*. Vol. 1., (pp. 793-803) Madrid: Jarpyo.
  42. Santonja, F.; Ferrer, V.; Martínez, I. (1995). Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Selección*, 4(2), 81-91.
  43. Santonja, F.; Ferrer, V.; Canteras, M. (1995). Alteraciones morfológicas raquídeas en la cortedad isquiosural. En Abstracts del VIII Congreso Europeo de Medicina del Deporte: 154. Granada, 23-27 de octubre.
  44. Santonja, F., & Genovés, J.L. (1992). Radiología: Consideraciones en Ortopedia. En F. Santonja y I. Martínez (Eds.), *Valoración médico-deportiva del escolar*, (pp. 279-301). Murcia: Universidad de Murcia.
  45. Santonja, F., Ramos, B., Martínez, I., & Canteras, M. (1995). Estudio de la cortedad isquiosural en el municipio de Murcia. En Abstracts del VIII Congreso Europeo de Medicina del Deporte (pp.193).
  46. Sanz, I. (2002). Natación y flexibilidad. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 6, 128-142.
  47. Sexton, P., & Chambers, J. (2006). The importance of flexibility for functional range of motion. *Athletic Therapy Today*, 3, 13-17.
  48. Sierra, E. (2008). La creatividad en la gimnasia estética de grupo. En A. Martínez Vidal y P. Díaz (Coord.), *Creatividad y deporte: consideraciones teóricas e investigaciones breves*, (pp. 185-204). Sevilla: Wanceulen editorial deportiva.
  49. Somhegyi, A., & Ratko, I. (1993). Hamstring Tightness and Scheuermann's Disease. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 72(1), 44.
  50. Stutchfield, B. M., & Coleman, S. (2006). The relationships between hamstring flexibility, lumbar flexion, and low back pain in rowers. *European Journal of Sport Science*, 6(4), 255-260.
  51. Trehearn, T., & Buresh, R. (2009). Sit and reach flexibility and running economy of men and women collegiate distance runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 158-162.
  52. Toskovic, N., Blessing, D., & Williford, H. (2004). Physiologic profile of recreational male and female novice and experienced Tae Kwon Do practitioners. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(2), 164-172.
  53. Twitchett, E.A., Koutedakis, Y., & Wyon, M.A. (2009). Physiologic fitness and professional classical ballet performance: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(9), 2732-2740.
  54. 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.
  55. Worrell, T.W., Smith, T.L., & Winegardner, J. (1994). Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *The Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy*, 20(3), 154-159.
  56. Young, W., Newton, R., Doyle, T., Chapman, D., Cormack, S., Stewart, G., & Dawson, B. (2005). Physiological and anthropometric characteristics of starters and non-starters and playing positions in elite Australian Rules football: a case study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(3), 333-345.
  57. 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.

