

Gómez-Landero Rodríguez, L.A.; López Bedoya, J. y Vernetta Santana, M. (2013) Active and passive flexibility evaluation in spanish trampolinists / Evaluación de la flexibilidad activa y pasiva en trampolinistas españoles. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 13 (49) pp. 55-72.
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista49/artevaluacion334.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista49/artevaluacion334.htm)

ORIGINAL

EVALUACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD ACTIVA Y PASIVA EN TRAMPOLINISTAS ESPAÑOLES

ACTIVE AND PASSIVE FLEXIBILITY EVALUATION IN SPANISH TRAMPOLINERS

Gómez-Landero Rodríguez, L.A.¹; López Bedoya, J.² y Vernetta Santana, M.³

¹ Profesor Asociado Doctor. Departamento Deporte e Informática. Universidad Pablo Olavide. Sevilla. España. lagomrod@upo.es

² y ³ Profesores Titulares de Universidad. Departamento Educación Física y Deporte. Universidad de Granada. Granada. España. jllopezb@ugr.es y vernetta@ugr.es

AGRADECIMIENTOS: Estudio incluido en el análisis del perfil funcional del Trampolín y englobado dentro del proyecto a nivel nacional "Determinación del perfil motor, morfológico, funcional y psicológico en deportes gimnásticos para la construcción de baterías de test, aplicables a la detección y selección de talentos deportivos" a cargo del grupo de investigación CTS-171 de la Junta de Andalucía y subvencionado por el Consejo Superior de Deportes.

Código UNESCO / UNESCO Code: 2411.06 FISIOLÓGÍA HUMANA (DEL EJERCICIO) / HUMAN PHYSIOLOGY

Clasificación del Consejo de Europa / Council of Europe Classification: 6. Fisiología del ejercicio / Exercise Physiology

Recibido 13 de enero de 2011 **Received** January 13, 2011

Aceptado 6 de agosto de 2011 **Accepted** August 6, 2011

RESUMEN

Introducción: Estudio transversal, comparativo y correlacional sobre flexibilidad en trampolinistas españoles. Método: Muestra de 60 trampolinistas de élite nacional, agrupados por categoría competitiva en 4 grupos: Sub-15 masculino (n=23; 11,95±1,79 años) y femenino (n=9; 11,44±1,23 años); Absoluto masculino (n=18; 20,72±4,66 años) y femenino (n=10; 16,1±2,02 años). Mediciones de ángulos para evaluar el ROM mediante el análisis de fotografía digital, en las posiciones activas y pasivas de flexión y extensión de tronco y hombros, flexión y abducción de caderas. Se han realizado comparaciones de grupos entre sí y correlaciones entre el ROM y las notas de

los ejercicios. Resultados: Los grupos femeninos muestran mayores ROMs que los masculinos; los ROMs de flexión de tronco y hombros presentan mayores correlaciones significativas con las puntuaciones. Conclusiones: los resultados sugieren una menor influencia de la flexibilidad en el Trampolín en relación a otros deportes gimnásticos, con unas exigencias características de la especialidad.

PALABRAS CLAVE: Trampolín, Gimnasia, Rango de movimiento, Flexibilidad, Categoría masculina, Categoría femenina.

ABSTRACT

Introduction: Cross-sectional, comparative and correlational study of flexibility in Spanish trampoliners. Method: Sample consists of 60 national elite trampoliners, grouped by competitive category into 4 groups: Under-15 male (n=23; 11,95±1,79 years) and female (n=9; 11,44±1,23 years); Absolute male (n=18; 20,72±4,66 years) and female (n=10; 16,1±2,02 years). ROM has been evaluated with angles measurements by analyzing digital photography in active and passive positions, with flexion and extension of trunk and shoulders, flexion and abduction of the hips. We made comparisons between groups and correlations between ROM and scores. Results: Female's groups show higher ROMs than males; ROMs of the flexion of trunk and shoulders have higher significant correlations with scores. Conclusions: The results suggest less influence of flexibility on the trampoline in relation to other gymnastics sports, with some requirements proper to the specialty.

KEYWORDS: Trampoline, Gymnastics, Range of motion, Flexibility, Male category, Female category.

INTRODUCCIÓN

Las exigencias relativas a la condición física necesaria para la práctica de un deporte serán más o menos restrictivas dependiendo de sus características motrices, diferenciándose niveles desde la práctica de base o no competitiva hasta el alto rendimiento deportivo. En relación a la Cama Elástica o Trampolín (término oficial), Ferreira, Araújo, Botelho y Rocha (2004) indican que esta modalidad gimnástica compuesta por movimientos continuos, exige buenos niveles de flexibilidad entre otras cualidades físicas.

La flexibilidad como componente de la condición se ha estudiado para obtener una impresión de la capacidad física de una persona; en la investigación científica dentro de las Ciencias del Deporte se ha estudiado preferentemente su vinculación con el rendimiento y la prevención de lesiones (Reid, Burnham, Saboe y Kushner, 1987; Lysens et al 1989; Gore, 2000; Gremion, 2005; McNeal y Sands, 2006; Sands, McNeal, Stone, Russell y Jemni, 2006; Kinser, Ramsey, O'Bryant, Ayres, Sands y Stone, 2008; Sands,

McNeal, Stone, Kimmel, Haff, y Jemni 2008;). Por otro lado, la flexibilidad también se ha tenido en cuenta como variable influyente en la ejecución motriz de diversas habilidades motrices básicas (Delas, Miletic y Miletic, 2008).

La flexibilidad se define como la cualidad física que nos permite movilizar los segmentos alcanzando grandes rangos de movimiento articular (ROM del inglés: *Range of Motion* o *Range of Movement*). El ROM articular es una medida angular que determina la posición relativa de dos segmentos corporales entre sí unidos por un nexo común, la articulación. Esta variable angular se usa de forma constante en investigación como indicador de flexibilidad (Robles, Vernetta y López Bedoya, 2009).

Dentro de la evaluación y estudio de la flexibilidad estática es importante diferenciar entre su manifestación activa o pasiva; la primera se refiere al ROM máximo que se produce gracias a la contracción muscular isométrica voluntaria, mientras que la segunda se refiere al ROM máximo que adquiere por la aplicación de una fuerza externa hasta el umbral del dolor sin llegar a provocar lesión articular (Siff y Verkhoshansky, 2000).

En un estudio sobre la relación entre la flexibilidad activa y pasiva en diversos deportes olímpicos, Lashvili (1983) observó que una mayor maestría deportiva se relacionaba con mayores ROMs obtenidos de forma activa y pasiva; la flexibilidad activa establece una correlación mayor con la maestría deportiva ($r=0,81$) que la flexibilidad pasiva ($r=0,69$); observó además que el patrón y el grado de movilidad articular son específicos de cada deporte; entre todos los deportistas del estudio, los gimnastas obtuvieron valores muy elevados de flexibilidad activa y pasiva en la articulación coxofemoral; una diferencia acentuada entre la flexibilidad activa y pasiva (medida conocida como déficit de flexibilidad) establece una correlación mayor con la incidencia de lesiones en tejidos blandos.

En algunos deportes, como es el caso de los deportes gimnásticos, los deportistas necesitan un ROM elevado para ejecutar determinados movimientos o adquirir unas posiciones estáticas específicas (Harvey y Mansfield, 2000), convirtiéndose así la flexibilidad en una cualidad física determinante en el rendimiento. Un gimnasta con un déficit de flexibilidad en una articulación vinculada a la ejecución de un movimiento concreto aumentará su riesgo de lesión al tener que utilizar otros mecanismos compensatorios; ocasionará además movimientos descoordinados y de escasa amplitud, con una disminución notable en la eficiencia mecánica, un descenso en el rendimiento y un aumento en las posibilidades de lesión (Shellock y Prentice, 1985). Esa ejecución deficiente respecto al modelo establecido recibe además elevadas penalizaciones en los respectivos códigos de puntuación de los diferentes deportes gimnásticos.

La flexibilidad es quizás la capacidad que mejor distingue las características de los gimnastas McNitt-Gray (1994), estos son capaces de

demostrar un mayor ROM en las posiciones que los atletas de otras disciplinas deportivas Kirby, Simms, Symigton, Garner (1981). Los gimnastas deben ser competentes en ambos tipos de flexibilidad activa y pasiva (Kirkendall, 1988; Alter, 1988). La flexibilidad pasiva casi siempre precede a la flexibilidad activa en la formación; la flexibilidad activa es más difícil de conseguir y máspreciada en la gimnasia (Sands y McNeal, 2000).

Los estudios sobre flexibilidad y deportes gimnásticos se han centrado sobre todo en las especialidades de Gimnasia Rítmica Deportiva y Gimnasia Artística Masculina y Femenina, siendo muy escasos en Trampolín.

Las pruebas de flexibilidad tienen una presencia constante en las baterías de tests para la detección y selección de talentos deportivos (López Bedoya, Vernetta y Morenilla 1996; Morenilla, López Bedoya y Vernetta 1996 y López Bedoya y Vernetta, 1997). En su programa para la selección y seguimiento de gimnastas con talento, Bajin (1987) plantea un conjunto de tests con diversos componentes ubicados en tres niveles: físicos, motores y habilidades psicológicas; el componente físico se destaca como el más importante situándolo en dos grandes bloques de flexibilidad y fuerza, diferenciando además dentro del bloque de flexibilidad la pasiva y la activa por igual en todos los niveles. Singh, Rana y Walia (1987) comprobaron como parte del rendimiento en gimnastas masculinos se explicaba por la abertura de piernas anteroposterior (espagat). Jankarik y Salmela (1987) midieron un importante conjunto de variables de diversa índole a gimnastas canadienses de élite incluyendo pruebas de flexibilidad activa y pasiva; observaron que los cambios significativos de la flexibilidad activa de la cadera y las medidas morfológicas de los gimnastas presentan una correlación permanente con la edad en el período estudiado.

Se aprecian mayores ROMs en las modalidades femeninas como es el caso de la Gimnasia Artística Femenina (Sands y McNeal, 2000) o la Gimnasia Rítmica Deportiva (Menezes y Filho, 2006; Douda, Toubekis, Avloniti y Tokmakidis, 2008) mediante estudios dirigidos a determinar posibles variables relacionadas con el rendimiento o para comparar grupos con distintos niveles de performance. En términos generales, las poblaciones femeninas muestran mayor flexibilidad que las masculinas; Araujo (2008) aporta valores normativos de poblaciones masculinas y femeninas no deportistas, desde los 5 años de edad hasta los 91, constatando igualmente un mayor ROM en la población femenina.

Se ha observado que una sollicitación excesiva en la columna vertebral de la movilidad activa o pasiva, con hiperextensiones y rotaciones extremas, puede estar relacionada con la aparición de lesiones o patologías, más frecuentes en Gimnasia Artística Femenina (Hubleby-Kozey y Stanish, 1990) y en Gimnasia Rítmica Deportiva (Volpi, Cunha, Grillo, Moya y Ayumi, 2008).

Para Smolevskiy y Gaverdouskiy (1996), el “modelo” de flexibilidad de las articulaciones para Gimnasia Artística está determinado por la ejecución de tres tipos de espagat (pierna derecha o izquierda delante y espagat frontal), donde la flexibilidad de la articulación coxofemoral es determinante; flexión hacia delante de tronco hasta unir pecho y muslos; capacidad para mantener la pierna durante al menos 2 segundos por delante (flexión de cadera) y lateralmente (abducción) en una altura superior a la de los hombros. Sands (2000) también indica que el conjunto articular escápulo-humeral muestra niveles elevados de flexibilidad en Gimnasia Artística.

León (2006) analizó la flexibilidad activa y pasiva de la cadera en distintos planos y posiciones en gimnastas adultos de élite de Gimnasia Artística Masculina, relacionando las medidas obtenidas del ROM con el rendimiento deportivo de los gimnastas. Observó que la flexibilidad pasiva de caderas en el plano frontal se relacionó con las mejores notas en caballo con arcos y barra fija.

En Trampolín no existen posiciones estáticas de flexibilidad como en los otros deportes gimnásticos comentados, ya que los movimientos son continuos. Durante determinadas posiciones acrobáticas, el Código de Puntuación de Trampolín (FIG, 2009) no exige el elevado ROM a nivel coxofemoral o escapulohumeral que sí solicitan los respectivos códigos de Gimnasia Artística; sin embargo, sí exige un ROM elevado para posibilitar una flexión completa a nivel dorso-lumbar junto a la flexión de caderas manteniendo la extensión de rodillas, posiciones conocidas como en carpa o pliegue tronco-piernas y *stradle* (carpa abierta). También se exige una línea recta durante la extensión completa del tren inferior, finalizando con el pie “en punta”, con la consecuente exigencia en la flexión plantar de tobillos y metatarsofalángica.

Además, es importante desde el punto de vista técnico una correcta colocación vertical del tren superior durante las salidas de la malla. Esta hiperflexión del hombro es característica sobre todo durante las salidas con rotación hacia atrás (Kelly, 2005).

En la batería de test *JumpStart Testing* para la selección de talentos deportivos en Trampolín, propuesta por la Federación Estadounidense de Gimnasia (USA-Gymnastics, 2009), aparecen pruebas flexibilidad entre otras específicas de fuerza, fitness general, velocidad y habilidades técnicas. Se obtienen medidas en la flexión de tronco-piernas (*sit and reach*), espagat anteroposterior y flexión de hombros, siendo estas notas un porcentaje sobre la valoración total del trampolinista. Se desconocen sin embargo los datos que justifican dicha ponderación y por tanto su grado de validez.

Los únicos trabajos que hemos encontrado que incluyen una evaluación de la flexibilidad en Trampolín corresponden a unos estudios piloto previos a éste (Gómez-Landero, López Bedoya, Vernetta, y Fernández, 2006a; y Gómez-Landero, López Bedoya, Vernetta, Jiménez y Gutiérrez, 2006b) sobre distintas

características morfológicas y funcionales en la Selección Española masculina de Trampolín (n=7). Se observaron en general ROMs inferiores a los mostrados en Gimnasia Artística.

Tras la revisión realizada no se han encontrado trabajos que analicen de forma específica la flexibilidad en trampolinistas, desconociéndose además la relación de esta capacidad con el rendimiento deportivo. Se proponen por tanto dos objetivos en este estudio: evaluar el ROM activo y pasivo en trampolinistas españoles de distintas categorías (masculina y femenina) y grupos de edad competitivos (Sub-15 y Absoluto); analizar las relaciones entre el ROM medido y la dificultad en los ejercicios de los trampolinistas.

MATERIAL Y MÉTODO

Participantes

Un total de 60 sujetos se han agrupado en 4 grupos atendiendo a las categorías competitivas nacionales: GM1 con 23 de categoría Sub-15 masculina (11,95±1,79 años), GM2 con 18 de categoría Absoluta masculina (20,72±4,66 años), GF1 con 9 de categoría Sub-15 femenina (11,44±1,23 años) y GF2 con 10 de categoría Absoluta femenina (16,1±2,02 años). Los trampolinistas están seleccionados entre la élite nacional, bajo el asesoramiento del Comité Técnico Nacional. Todos los sujetos aceptaron participar mediante consentimiento informado de acuerdo a las normas de ética para investigación en humanos de la Declaración de Helsinki.

Instrumentos

Cámara fotos digital *Minolta F200 Dimage*, con resolución hasta 4 megapixel y trípode. Para la obtención de los datos angulares se utilizó el programa para el análisis de la técnica deportiva *ATD 2.0 (Análisis de las Técnicas Deportivas, programa de Arellano y García, 2000; Universidad de Granada, España)*.

Para el desarrollo de todas las pruebas estadísticas y para la elaboración de tablas y gráficos, se han utilizado los programas SPSS v.15.1 y Excel del paquete ofimático Office 2007.

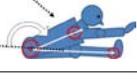
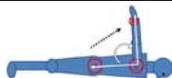
Procedimiento

Se ha realizado un estudio descriptivo, transversal y correlacional, con comparaciones intergrupos dirigidas al análisis de las variables estudiadas y correlaciones entre las variables de flexibilidad y las de rendimiento deportivo. Los sujetos fueron medidos justo la semana posterior al Campeonato Nacional, presentando un momento de forma elevado.

Se han medido los ROMs en grados de los principales grupos articulares participantes en los movimientos característicos del Trampolín, tanto de manera activa como pasiva forzada. Las variables estudiadas fueron el ROM activo (A) y pasivo (P) de: extensión de tronco (R_ETA y R_ETP); flexión del tronco (R_FTA y R_FTP); flexión de hombros (R_FHA y R_FHP); extensión de hombros (R_EHA y R_EHP); flexión de caderas (R_FCA y R_FCP), dato obtenido con el valor medio obtenido en la cadera derecha e izquierda; abducción de caderas pasiva (R_ACP). Las variables de rendimiento deportivo fueron las notas máximas obtenidas en el Campeonato Nacional previo a las mediciones: Dificultad, Ejecución y Nota Final (suma ponderada de las anteriores).

En la siguiente figura podemos apreciar varios gráficos esquemáticos de cada una de los ángulos medidos como variables relacionadas con la flexibilidad en Trampolín.

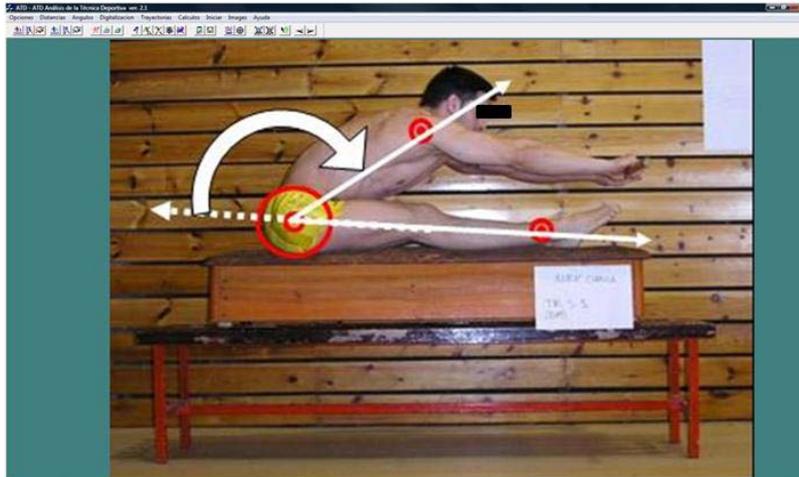
Figura 1. Ángulos medidos para valorar el rango de movimiento.

ÁNGULOS MEDIDOS PARA CUANTIFICAR EL ROM		
Variable	ACTIVA	PASIVA FORZADA
Extensión de Tronco		
Flexión del Tronco		
Flexión de Hombros		
Extensión de Hombros		
Flexión de Caderas		
Abducción de caderas	(PASIVA FORZADA) 	

Los puntos articulares de referencia se marcan con una pegatina blanca, tomándose siempre el lado derecho de los sujetos salvo en la abducción de caderas (plano frontal) y la flexión de caderas (lado derecho e izquierdo). Tras un calentamiento adecuado, los sujetos deben mantener las posiciones durante 2 s con el máximo ROM activo y pasivo forzado con la ayuda de un evaluador, siguiendo los procedimientos generales marcados por Dunlevy, Cooney y Gormely (2005).

Cada ángulo se mide con el programa ATD por dos evaluadores obteniéndose el valor medio, controlando en todo momento un coeficiente de variación interobservador inferior al 5%. Como ejemplo, se puede apreciar esquemáticamente en la siguiente figura la medición del R_FTA con el ATD.

Figura 2. Medición del ROM de la flexión de tronco activa mediante el ATD.



En el análisis estadístico descriptivo realizado se incluyen la media (X), desviación típica (S) y su medida relativa en porcentaje como coeficiente de variación (CV). En el análisis de la distribución de los datos obtenidos se ha pasado el test de *Shapiro-Wilk* para confirmar el ajuste de los datos respecto a normal. En caso de confirmarse una distribución normal se utilizó la prueba t para comparar muestras independientes con un IC 95%. Para comprobar la homogeneidad de varianzas se ha pasado el *test de Levene*: si se asumían varianzas homogéneas se procedió con la *t de Student*; en caso de heterogeneidad se utilizó el *Test de Welch*. Si no se confirmaba una distribución normal se utilizó la prueba *U de Mann-Whitney*. Para las correlaciones se empleó el *coeficiente de correlación de Pearson* para variables de distribución normal y el de *Spearman* para las que no mostraban normalidad.

RESULTADOS

En las comparativas sobre ROM se alternan los valores activos con los pasivos tanto en las tablas como en las figuras. En primer lugar se presentan las comparaciones entre los grupos GM1 y GM2 (Tabla 1), observándose diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo Sub-15 en el ROM de la Flexión de Tronco Activa ($p=0,018$), Extensión de Hombro Activa y Pasiva ($p=0,000$ en ambos casos). Los valores medios son superiores en el grupo GM1 en todos los casos salvo en la Flexión de Hombro activa ($177,29^\circ$ en GM1 y $186,60^\circ$ en GM2) y pasiva ($205,83^\circ$ en GM1 y $206,05^\circ$ en GM2).

Tabla 1. Comparación de variables sobre rango de movimiento activo y pasivo entre los grupos GM1 y GM2.

Variables comparadas	GM1		GM2		Significación (bilateral)	IC 95%	
	X	S	X	S		Inf.	Sup.
Rango Flex. Tronco Act.	134,56	7,71	125,87	12,48	0,018	1,63	15,76
Rango Flex. Tronco Pas.	140,30	7,16	134,26	11,45	0,067	-0,45	12,53
Rango Ext. Tronco Act.	27,03	8,26	25,53	11,72	0,686	-5,98	8,97
Rango Ext. Tronco Pas.	48,82	13,26	47,17	11,20	0,687	-6,57	9,87
Rango Flex. Hombro Act.	177,29	13,23	186,60	17,58	0,967		
Rango Flex. Hombro Pas.	205,83	12,43	206,05	14,50	0,961	-8,99	8,57
Rango Ext. Hombro Act.	85,75	13,18	64,09	11,67	0,000	13,36	29,97
Rango Ext. Hombro Pas.	104,77	13,28	87,23	13,91	0,000	8,61	26,47
Rango Flex. Cadera Act.	93,25	8,99	92,32	10,53	0,797	-6,38	8,24
Rango Flex. Cadera Pas.	118,11	14,24	113,15	15,29	0,376	-6,29	16,20
Rango Abd. Caderas Pas.	134,39	18,92	121,47	19,72	0,096	-2,45	28,29

U Mann-Whitney / t Student / t varianzas desiguales (Welch) p<0,05

Entre los grupos femeninos (Tabla 149) las diferencias son muy leves, apareciendo valores de $p < 0,05$ sólo en el ROM de la Flexión de Hombro Pasiva ($p = 0,044$).

Tabla 2. Comparación de variables sobre rango de movimiento activo y pasivo entre los grupos GF1 y GF2.

Variables comparadas	GF1		GF2		Significación (bilateral)	IC 95%	
	X	S	X	S		Inf.	Sup.
Rango Flex. Tronco Act.	144,11	7,31	143,92	11,78	0,968	-9,61	9,98
Rango Flex. Tronco Pas.	149,99	9,45	151,03	12,24	0,643		
Rango Ext. Tronco Act.	38,00	10,67	35,21	14,48	0,655	-10,26	15,83
Rango Ext. Tronco Pas.	62,47	13,02	54,37	15,57	0,208		
Rango Flex. Hombro Act.	184,91	13,97	184,56	21,02	0,967	-17,49	18,19
Rango Flex. Hombro Pas.	215,79	7,03	203,98	14,33	0,044	0,36	23,26
Rango Ext. Hombro Act.	92,23	9,47	88,24	12,19	0,449	-6,92	14,90
Rango Ext. Hombro Pas.	111,30	9,76	105,05	14,18	0,292	-5,91	18,41
Rango Flex. Cadera Act.	107,59	11,12	105,98	13,95	0,790	-11,00	14,22
Rango Flex. Cadera Pas.	134,35	13,00	138,61	25,00	0,658	-24,72	16,20
Rango Abd. Caderas Pas.	147,81	22,20	150,34	24,50	0,827	-26,82	21,76

U Mann-Whitney / t Student / t varianzas desiguales (Welch) p<0,05

Los valores medios son más elevados en GF1 para todas las variables salvo en la Flexión de Tronco pasiva (149,99° en GF1 y 151,03° en GF2), Flexión (134,35° en GF1 y 138,61° en GF2) y Abducción de Cadera pasiva (147,81° en GF1 y 150,34° en GF2).

Al realizar comparaciones entre categorías (Tabla 3 y 4) sí encontramos numerosas diferencias significativas.

Tabla 3. Comparación de variables sobre rango de movimiento activo y pasivo entre los grupos GM1 y GF1.

Variables comparadas	GM1		GF1		Significación (bilateral)	IC 95%	
	X	S	X	S		Inf.	Sup.
Rango Flex. Tronco Act.	134,56	7,71	144,11	7,31	0,003	-15,65	-3,44
Rango Flex. Tronco Pas.	140,30	7,16	149,99	9,45	0,029		
Rango Ext. Tronco Act.	27,03	8,26	38,00	10,67	0,004	-18,17	-3,77
Rango Ext. Tronco Pas.	48,82	13,26	62,47	13,02	0,018	-24,73	-2,57
Rango Flex. Hombro Act.	177,29	13,23	184,91	13,97	0,046		
Rango Flex. Hombro Pas.	205,83	12,43	215,79	7,03	0,009	-17,15	-2,77
Rango Ext. Hombro Act.	85,75	13,18	92,23	9,47	0,190	-16,36	3,40
Rango Ext. Hombro Pas.	104,77	13,28	111,30	9,76	0,191	-16,52	3,45
Rango Flex. Cadera Act.	93,25	8,99	107,59	11,12	0,001	-22,05	-6,63
Rango Flex. Cadera Pas.	118,11	14,24	134,35	13,00	0,006	-27,42	-5,06
Rango Abd. Caderas Pas.	134,39	18,92	147,81	22,20	0,109	-30,00	3,17

U Mann-Whitney / t Student / t varianzas desiguales (Welch) p<0,05

Las comparaciones entre grupos Sub-15 (Tabla 3) presentan valores medios superiores en todas las variables del grupo GF1, con valores de $p < 0,05$ en todas las variables salvo en el ROM de la Extensión de Hombros activa ($85,75^\circ$ en GM1 y $92,23^\circ$ en GF1, $p=0,190$) y pasiva ($104,77^\circ$ en GM1 y $111,30^\circ$ en GF1, $p=0,191$), así como en la Abducción de Caderas ($134,39^\circ$ en GM1 y $147,81^\circ$ en GF1, $p=0,109$).

Entre los grupos absolutos aparecen valores medios superiores en todas las variables del el grupo femenino (GF2) a excepción del ROM en la Flexión de Hombro Activa ($186,60^\circ$ en GM2 y $184,56^\circ$ en GF2, $p=0,797$) y Pasiva ($206,05^\circ$ en GM2 y $203,98^\circ$ en GF2, $p=0,744$). Las diferencias estadísticamente significativas para $p < 0,05$ se dan en todos los ROMs analizados menos la Extensión de Tronco y la Flexión de Hombro.

Tabla 4. Comparación de variables sobre rango de movimiento activo y pasivo entre los grupos GM2 y GF2.

Variables comparadas	GM2		GF2		Significación (bilateral)	IC 95%	
	X	S	X	S		Inf.	Sup.
Rango Flex. Tronco Act.	125,87	12,48	143,92	11,78	0,002	-28,48	-7,63
Rango Flex. Tronco Pas.	134,26	11,45	151,03	12,24	0,005		
Rango Ext. Tronco Act.	25,53	11,72	35,21	14,48	0,149	-23,23	3,87
Rango Ext. Tronco Pas.	47,17	11,20	54,37	15,57	0,270		
Rango Flex. Hombro Act.	186,60	17,58	184,56	21,02	0,797	-14,21	18,29
Rango Flex. Hombro Pas.	206,05	14,50	203,98	14,33	0,744	-10,91	15,03
Rango Ext. Hombro Act.	64,09	11,67	88,24	12,19	0,000	-34,37	-13,93
Rango Ext. Hombro Pas.	87,23	13,91	105,05	14,18	0,006	-29,90	-5,76
Rango Flex. Cadera Act.	92,32	10,53	105,98	13,95	0,027	-25,54	-1,77
Rango Flex. Cadera Pas.	113,15	15,29	138,61	25,00	0,020	-46,28	-4,64
Rango Abd. Caderas Pas.	121,47	19,72	150,34	24,50	0,014	-51,10	-6,64

U Mann-Whitney / t Student / t varianzas desiguales (Welch) p<0,05

En la Tabla 5 se muestran los CVs de cada una de las variables de ROM en los grupos analizados, así como el CV medio de cada grupo y de cada variable. Los grupos Sub-15 muestran en general una menor dispersión (CV medio en GM1= 13,26 y GF1=11,38); los CVs aumentan en los grupos GM2 y GF2 hasta unos valores medios próximos al 16%.

Tabla 5. Resumen de los coeficientes de variación de las variables sobre rango de movimiento de los grupos GM1, GM2, GF1, GF2.

Coeficientes de variación de las variables sobre rango de movimiento												
GRUPO	R_FTA	R_FTP	R_ETA	R_ETP	R_FHA	R_FHP	R_EHA	R_EHP	R_FCA	R_FCP	R_ACP	X
GM1	5,73	5,10	30,54	27,15	7,46	6,04	15,37	12,67	9,64	12,06	14,08	13,26
GM2	9,92	8,53	45,90	23,74	9,42	7,04	18,21	15,94	11,40	13,52	16,24	16,35
GF1	5,07	6,30	28,09	20,84	7,55	3,26	10,27	8,77	10,33	9,68	15,02	11,38
GF2	8,18	8,10	41,13	28,64	11,39	7,02	13,82	13,50	13,17	18,04	16,30	16,30
X	7,23	7,01	36,42	25,09	8,96	5,84	14,42	12,72	11,14	13,32	15,41	

Las variables más homogéneas entre todos los grupos son los ROM de la Flexión de Tronco Activa y Pasiva (R_FTA, R_FTP) y los ROM de la Flexión de Hombro Activa y Pasiva (R_FHA, R_FHP).

Por último se presentan las correlaciones significativas entre las variables de ROM y las de rendimiento deportivo en todos los grupos estudiados. La práctica totalidad de asociaciones significativas encontradas son moderadas ($0,300 \leq r \leq 0,700$) o fuertes ($r > 0,700$) o, según la clasificación de Martínez-González, Sánchez-Villegas y Faulin (2008).

Tabla 6. Correlaciones significativas ($p < 0,05$) entre variables de ROM y las puntuaciones en los grupos estudiados.

GRUPOS	GM1				GM2				GF1				GF2			
	Edad	Dific.	Ejec.	Final	Edad	Dific.	Ejec.	Final	Edad	Dific.	Ejec.	Final	Edad	Dific.	Ejec.	Final
ROM Flex. Coef. Correl.	0,494	0,507		0,449												0,745
Tronco Sig. (bilateral)	0,017	0,014		0,032												0,021
Act. N	23	23		23												9
ROM Flex. Coef. Correl.	0,438	0,508		0,508							0,786					
Tronco Sig. (bilateral)	0,037	0,013		0,013							0,036					
Pas. N	23	23		23							7					
ROM Ext. Coef. Correl.											-0,767					
Tronco Sig. (bilateral)											0,016					
Act. N											9					
ROM Ext. Coef. Correl.											-0,810					
Tronco Sig. (bilateral)											0,015					
Pas. N											8					
ROM Flex. Coef. Correl.	0,459															
Hombro Sig. (bilateral)	0,028															
Act. N	23															
ROM Flex. Coef. Correl.	0,424															
Hombro Sig. (bilateral)	0,044															
Pas. N	23															
ROM Ext. Coef. Correl.	-0,669															
Hombro Sig. (bilateral)	0,000															
Act. N	23															
ROM Flex. Coef. Correl.			0,585	0,521												
Cadera Sig. (bilateral)			0,003	0,011												
Act. N			23	23												
ROM Flex. Coef. Correl.					0,731											
Cadera Sig. (bilateral)					0,016											
Pas. N					10											
ROM Coef. Correl.						-0,726			-0,805				0,747			
Abducción Sig. (bilateral)						0,027			0,016				0,021			
Caderas N						9			8				9			

Correlación de Pearson / [Correlación de Spearman](#)

En general se aprecian muy pocas asociaciones significativas entre el ROM y el rendimiento deportivo mostrado en competición. En el GM1 es donde más número de correlaciones significativas se dan, siendo todas positivas (a excepción de la Extensión de Hombro Activa, $r = -0,669$) y moderadas.

El ROM más relacionado con el rendimiento deportivo corresponde a la acción muscular de la flexión de tronco, presentando correlaciones positivas en los grupos GM1, GF1 y GF2. La Flexión de Caderas Activa, acción semejante a la Flexión de Tronco, también se relaciona de forma directa y significativa en el GM1.

Se aprecian varias asociaciones contradictorias, alternándose valores positivos o negativos según el grupo, como es el caso de la Abducción de Caderas ($r = -0,726$ y $-0,805$ en GM2 y GF1; $r = 0,747$ en GF2).

Las puntuaciones como variables relativas al rendimiento que más asociaciones positivas muestran son las Notas Finales seguida de la Dificultad. La edad se correlaciona positivamente con el ROM sobre todo en GM1.

DISCUSIÓN

Tras analizar la dispersión de las variables se han observado menores CVs en los grupos Sub-15, aumentando considerablemente en los Absolutos; estos resultados sugieren una mayor desigualdad entre los trampolinistas de mayor edad y experiencia en relación al entrenamiento específico de la flexibilidad.

La mayor homogeneidad encontrada en las variables de flexión de tronco (R_FTA y R_FTP) y flexión de hombro (R_FHA y R_FHP), con los CVs más bajos, podría estar relacionada con las exigencias motrices características del Trampolín; entre éstas se han destacado las posiciones carpadas (flexión de tronco-piernas) que recoge el Código de Puntuación (F.I.G., 2009) y la colocación alineada de los brazos con una ligera hiperflexión de hombros, requisito técnico para la correcta ejecución de las salidas de la malla, sobre todo para posteriores rotaciones hacia atrás (Kelly, 2005).

En el análisis comparativo entre grupos de categoría masculina y femenina, se observa de forma nítida como los grupos femeninos presentan en general ROMs superiores; comparando GM1-GF1 aparecen diferencias estadísticamente significativas en todas las variables salvo en los ROMs de extensión de tronco activa, flexión de tronco pasiva y abducción de caderas pasiva (R_ETA, R_FTP y R_ACP), en la comparación GM2-GF2 sucede lo mismo salvo en los valores activos y pasivos de la extensión de tronco y flexión de hombro. Nuestros resultados coinciden con los mayores ROMs en poblaciones femeninas constatados en la literatura científica (Gannon y Bird, 1999; Araujo, 2008).

Estos resultados están relacionados además con los ROMs superiores manifestados en las especialidades gimnásticas femeninas como Gimnasia Artística Femenina (Sands y McNeal, 2000) o la Gimnasia Rítmica Deportiva (Menezes y Filho, 2006; Douda et al, 2008). Los valores obtenidos en las trampolinistas de los grupos GF1 y GF2 son de cualquier manera muy inferiores a los presentes en la GAF o la GRD, sobre todo en la movilidad de la cadera, espalda y cintura escapular.

Los trampolinistas de categoría masculina (GM1 y GM2) presentan en términos generales valores inferiores en los ROMs frente a especialidades gimnásticas masculinas como la GAM. Con un protocolo similar al nuestro para la medición de la abducción de caderas y la flexión de tronco, León (2006) recoge valores de flexibilidad muy superiores en los gimnastas de la Selección Española de GAM. Los requisitos de movilidad superiores GAM también son característicos en la movilidad del hombro (Sands, 2000) y en la flexión de caderas (Smoleuskiy y Gaverdouskiy, 1996).

Al comparar los grupos de edades (GM1-GM2; GF1-GF2) no se aprecian grandes diferencias, aunque éstas son más acentuadas en categoría

masculina. Al correlacionar los datos de flexibilidad de toda la población masculina y femenina con la edad sólo han aparecido correlaciones estadísticamente significativas en categoría masculina (Tabla 7), siendo además moderadas o débiles y positivas o negativas. Este conjunto de resultados no indican una influencia clara de la edad en la flexibilidad de los trampolinistas estudiados, tanto en categoría masculina como en categoría femenina. En este sentido, nuestros resultados no concuerdan con estudios sobre poblaciones genéricas (no deportistas) acerca de la evolución de la flexibilidad que indican una pérdida de la misma a lo largo de la edad, más pronunciada en mujeres que en hombres y con una evolución desigual según cada articulación (Araujo, 2008).

Tabla 7. Correlaciones estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre variables de ROM y la edad en categoría masculina.

VARIABLES ASOCIADAS		EDAD
ROM Flex. Hombro Act.	Coef. Correl. Pearson	0,413
	Sig. (bilateral)	0,009
	N	39
ROM Ext. Hombro Act.	Coef. Correl. Pearson	-0,626
	Sig. (bilateral)	0,000
	N	39
ROM Ext. Hombro Pas.	Coef. Correl. Pearson	-0,461
	Sig. (bilateral)	0,003
	N	39

Al analizar las correlaciones entre variables relacionadas con la flexibilidad activa o pasiva y las de rendimiento deportivo se han observado en general pocas asociaciones significativas, indicando posiblemente una menor influencia de esta cualidad física en Trampolín respecto a otros deportes gimnásticos en los que se aprecian mayores vinculaciones con el rendimiento deportivo, como es el caso de la GAM o GAF (Shellock y Prentice, 1985; Singh et al, 1987; Harvey y Mansfield, 2000; Sands y McNeal, 2000; León, 2006) o GRD (Menezes y Filho, 2006; Douda, Toubekis, Avloniti y Tokmakidis, 2008).

Se han observado numerosas correlaciones significativas y positivas en la flexión de tronco respecto a las notas de dificultad en tres de los cuatro grupos estudiados (GM1, GF1 y GF2). Estos resultados continúan en la línea de destacar la importancia de la movilidad de ese conjunto articular como exigencia característica del Trampolín, tal y como se ha comentado anteriormente.

Finalmente, resulta interesante comprobar la inclusión en el *JumpStart Testing* (USA-Gymnastics, 2009) de pruebas que incluyen la valoración del ROM de la flexión de tronco (5% de la nota total), hombros (4%) y caderas (espagat con pierna derecha e izquierda, 6%). Sin embargo, este conjunto de

tests para la valoración de la flexibilidad en trampolinistas suponen tan solo un 15% de la puntuación total que valora la aptitud del trampolinista con proyección, siendo más importantes las medidas de fuerza del tren superior (26%), del tren inferior (23%) y las notas en los ejercicios y habilidades técnicas (36%). La importancia que da esta batería de pruebas a los ROMs de la flexión de tronco y hombros están en consonancia con los resultados de nuestro trabajo.

Como conclusión a este trabajo se destaca el perfil singular que presentan los trampolinistas en relación a su ROM, con unas exigencias inferiores a otros deportes gimnásticos como la GRD o Gimnasia Artística, siendo además la flexión de tronco y la de hombros las acciones más características y con mayores exigencias de movilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alter, M.J. (1988). *Science of Stretching*. Champaign, Human Kinetics.
- Araújo, C. (2008) Flexibility assessment: normative values for flexitest from 5 to 91 years of age. *Arq Bras Cardiol*, 90, 257-63.
- Bajin, B. (1987) Talent identification program for Canadian female gymnastics. En: Petiot, B., Salmela, J.H., Hoshizaki, T.B. (ed) *World Identification Systems for Gymnastics Talent*. Montreal, Canadá: Sport Psyche Editions.
- Delas, S., Miletic, A. & Miletic, D. (2008) The influence of motor factors on performing fundamental movement skills – the differences between boys and girls. *Physical Education and Sport*, 6 (1), 31 – 39.
- Douda, H.T., Toubekis, A.G, Avloniti, A.A. & Tokmakidis, S.P. (2008) Physiological and Anthropometric Determinants of Rhythmic Gymnastics Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, 41-54.
- Dunlevy, C., Cooney, M. & Gormely, J. (2005) Procedural considerations for photographic-based joint angle measurements. *Physiotherapy Research International*. 10(4), 190-200.
- Fédération Internationale de Gymnastique (2009) *Código de Puntuación de Gimnasia en Trampolín*. Lausanne: FIG.
- Ferreira, J.C., Araújo, C.M., Botelho, M.C. & Rocha, J.E. (2004) A formação do ginasta de nível elevado. *Horizonte: Revista de Educação Física e Desporto*, 20 (115), I-XII (dossier).
- Gannon, L. M. & Bird, H. A. (1999) The quantification of joint laxity in dancers and gymnasts. *Journal of Sports Sciences*, 17(9), 743-750.
- Gómez-Landero, L.A., López, J., Vernetta, M. & Fernández, E. (2006a) Relaciones entre características funcionales y morfológicas en gimnastas de Trampolín. En González, M.A., Sánchez, J.A. y Areces, A. (ed), *IV Congreso Asoc. Esp. CC. de Deporte*. A Coruña.
- Gómez-Landero, L.A.; López, J.; Vernetta, M.; Jiménez, J. & Gutiérrez, A. (2006b) Análisis de las características funcionales de la Selección Española de Trampolín. En *I Congreso Internacional de Ciencias del Deporte*. Vigo: Universidad de Vigo.

- Gore, C.J. (2000) *Physiological Test for elite Athletes*. Australian Sports Commission. Ed: Human Kinetics. Champaign.
- Gremion, G. (2005) The effect of stretching on sports performance and the risk of sports injury: A review of the literature. *Schweizerische Zeitschrift fuer Sportmedizin & Sporttraumatologie*, 53(1), 6-10.
- Harvey, D. & Mansfield, C. (2000) Measuring Flexibility for Performance and Injury Prevention. En Gore (ed) *Physiological Tests for Elite Athletes* (pp. 98-113). Australian Sports Commission. Champaign: Human Kinetics.
- Hubley-Kozey, C.L. & Stanish, W.D. (1990) Can stretching prevent athletic injuries. *J. Musculoskeletal Med*, 7, 21-31.
- Iashvili, A.V. (1983) Active and passive flexibility in athletes specializing in different sports. *Soviet Sports Review*, 18(1), 30-32.
- Jankarik, A. & Salmela, J.H., (1987) Longitudinal changes in physical, organic and perceptual factors in canadian male gymnasts. En Petiot B., Salmela, J.H, Hoshizaki, T.B. (ed) *World Identification Systems for Gymnastics Talent*. Montreal, Canadá: Sport Psyche Editions.
- Kelly, J. (2005) Understanding Landings – part 2. *GymCraft Magazine*, 15. Obtenido en: http://www.trampolining-online.co.uk/trampolining/articles/gymcraft/14_landing2.php [12/04/2009]
- Kinser, A.M., Ramsey, M.W., O'Bryant, H.S., Ayres, C.A., Sands, W.A. & Stone, M.H. (2008). Vibration and stretching effects on flexibility and explosive strength in young gymnasts. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40 (1), 133-140.
- Kirby RL, Simms FC, Symigton VJ, Garner JB. (1981). Flexibility and musculoskeletal symptomatology in female gymnasts and age-matched controls. *Am J Sports Med* ,9, 160-164.
- Kirkendall DT (1998). Physiologie aspect of gymnastics. *Clin Sports Med* 4, 17-22.
- León, J.A. (2006) *Estudio del uso de tests físicos, psicológicos y fisiológicos para estimar el estado de rendimiento de la selección nacional de Gimnasia Artística Masculina* (Tesis Doctoral). Dpto Deporte e Informática (Universidad Pablo de Olavide), Sevilla.
- López Bedoya, J. & Vernetta, M. (1997) Aplicación de una prueba gimnástica básica para la detección de talentos en gimnasia artística en la fase genérica de adaptación e iniciación a la actividad físico-deportiva. *Motricidad*, 3, 67-87.
- López Bedoya, J., Vernetta, M. & Morenilla, L. (1996). Detección y selección de talentos en gimnasia. En *Indicadores para la detección de talentos deportivos*. (pp. 106-144). Madrid. Ministerio de Educación y Ciencia. Consejo Superior de Deportes. ICD nº3.
- Lysens, R.J., Ostyn, M.S., Auweele, Y.U., Lefevre, J., Vuylsteke, M. & Renson, L. (1989) The accident-prone and over-use prone profiles of the young athlete. *American Journal of Sports Medicine*, 17(5), 612-619.
- Martínez-González, M.A., Sánchez-Villegas, A. & Faulin, J. (2008) *Bioestadística amigable*. España: Ed. Díaz de Santos.

- McNitt-Gray, J.L. (1999). Neuromuscular control and performance of landings in gymnastics; in Leglise M (ed): Symposium Medico –Technique. Lyss. International Gymnastics Federation. 55-66.
- McNeal, J.R. & Sands, W.A. (2006). Stretching for performance enhancement. *Curr Sports Med Rep*, 5, 141-146.
- Menezes, L.S. & Filho, J.F. (2006) Identification and comparison of dermatoglyphics, somatotype and basic physical aptitude characteristics of rhythmic gymnasts of different qualification levels. *Fitness & Performance Journal*, 5(6). 47-64.
- Morenilla, L., López Bedoya, J. & Vernetta, M. (1996) Utilización de procedimientos de detección y selección deportiva en la etapa de iniciación a la gimnasia artística. En *Indicadores para la detección de talentos deportivos* (pp. 69-104). ICD nº3. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia. Consejo Superior de Deportes.
- Reid, D.C., Burnham, R.S., Saboe, L.A. y Kushner, S.F. (1987) Lower extremity flexibility patterns in classical ballet dancers and their correlation to lateral hip and knee injuries. *American Journal of Sports Medicine* 15(4), 347-352.
- Robles, A.; Vernetta, M. y López-Bedoya, J. (2009). Taxonomía de las técnicas de estiramiento . *EFDeportes.com, Revista Digital*, Nº 129. Obtenido en: <http://www.efdeportes.com/efd129/taxonomia-de-las-tecnicas-de-estiramientos.htm> [20/07/2011]
- Sands, W.A. & McNeal, J.R. (2000). Predicting athlete preparation and performance: A theoretical perspective. *Journal of Sports Behavior*, 23 (3), 289-310.
- Sands, W.A. (2000) Enhancing flexibility in gymnastics. *Technique*, 20, 6-9.
- Sands, W.A., McNeal, J.R., Stone, M.H., Russell, E.M. & Jemni, M. (2006). Flexibility enhancement with vibration: Acute and long-term. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38 (4), 720-725.
- Sands, W.A., McNeal, J.R., Stone, M.H., Kimmel, W.L., Haff, G.G. & Jemni, M. (2008). The effect of vibration on active and passive range of motion in elite female synchronized swimmers. *European Journal of Sport Science*, 8 (4), 217-223.
- Shellock, F. & Prentice, W. (1985) Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sport-related injuries. *Sports Medicine*, 2, 267-278.
- Singh, H., Rana, R.S. & Walia, S.S. (1987) Effect of strength and flexibility on performance in mens gymnastics. En Petiot B., Salmela, J.H, Hoshizaki, T.B. (ed) *World Identification Systems for Gymnastics Talent*. Montreal, Canadá: Sport Psyche Editions.
- Smoleuskiy, V. & Gaverdouskiy, I. (1996). *Tratado general de Gimnasia Artística Deportiva*. Barcelona: Paidotribo.
- USA-Gymnastics (2009) *Jump Start Testing*. Federación Estadounidense de Gimnasia.
- Volpi, L.R., Cunha, L., Grillo, M.C., Moya, Z.C., Ayumi, K. (2008) Avaliação da flexibilidade e análise postural em atletas de ginástica rítmica desportiva

flexibilidade e postura na ginástica rítmica. *Mackenzie de Educação Física e Esporte*, 7 (1), 59-68.

Número de citas totales / Total references: 41 (100%)

Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 0