



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

Fiabilidad de los tests de salto vertical en gimnastas prepuberales

Priscila Torrado Pineda* y Michel Marina Evrard

Departamento de Rendimiento Deportivo, Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña, Centro adscrito a la Universidad de Barcelona, Barcelona, España

Recibido el 10 de noviembre de 2011; aceptado el 12 de diciembre de 2011
Disponible en Internet el 29 de junio de 2012

PALABRAS CLAVE

Repetibilidad;
Pliometría;
Tiempo de vuelo

Resumen

Introducción y objetivos: La fiabilidad de los tests de salto vertical es inferior en niños que en adultos. El objetivo del presente estudio es determinar si niñas prepúberes que practican un entrenamiento específico de gimnasia artística son más fiables en distintas pruebas de salto vertical que un grupo control de niñas de la misma edad.

Método: Participaron en el estudio 36 prepúberes (19 gimnastas y 17 control), con edades comprendidas entre 7 y 12 años. Para estudiar la fiabilidad de la capacidad de salto «entre intentos» y «entre sesiones» se utilizaron las siguientes pruebas de salto: *squat jump* (SJ), *countermovement jump* (CMJ), *countermovement jump with arm swing* (CMJA) y *drop jump* (DJ). Se administraron las pruebas en dos ocasiones, realizándose tres intentos en cada sesión.

Resultados: Se observaron altos coeficientes de correlación intraclase ($ICC \geq 0,75$) entre intentos y entre sesiones para todas las pruebas. Se cuestiona la fiabilidad del CMJ en gimnastas al encontrarse diferencias significativas en la comparación entre intentos y entre sesiones ($p \leq 0,05$).

Conclusiones: Se concluye que desde temprana edad la capacidad de salto es reproducible y fiable, y que la práctica de gimnasia artística, en niveles de iniciación, no mejora la fiabilidad de la mayoría de tests de salto vertical.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Repeatability;
Plyometrics;
Flight time

Reliability of the vertical jump tests in prepubertal gymnasts

Abstract

Introduction and objectives: The reliability of vertical jumping tests is lower in children than in adults. The aim of this study is to determine whether prepubertal girls who practice a gymnastics-specific training are more reliable doing some vertical jumping tests than a control group of girls with matched ages.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: priscilatorradopineda@gmail.com (P. Torrado Pineda).

Methods: Thirty-six prepubertal girls (19 gymnasts and 17 control), with ages ranging from 7 to 12 years, participated in the study. To study the reliability of the jumping capacity «between trials» and «between sessions» the following jumping tests were used: squat jump (SJ), countermovement jump (CMJ), countermovement jump with arm swing (CMJA), and drop jump (DJ). Test-retest was performed using 3 trials per session with a 48 h gap between sessions.

Results: A high intraclass correlation coefficients ($ICC \geq 0.75$) was observed between trials and between sessions for all tests. The reliability of CMJ was questionable because significant differences were found in the inter-trial and inter-session comparison ($P \leq .05$).

Conclusions: We conclude that overall vertical jumping capacity is reliable from young ages, and artistic gymnastics practice for beginners does not improve the reliability for the majority of the vertical jumping tests.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El salto ha sido estudiado tanto desde el punto de vista biomecánico¹ como fisiológico² y constituye un aspecto relevante a la hora de valorar la condición física, especialmente la fuerza explosiva. También puede servir como protocolo de valoración para estudiar los efectos de un programa de entrenamiento³⁻⁵ o para la selección de deportistas⁶. En gimnasia artística también ha sido utilizado anteriormente no solo para caracterizar el perfil específico de la capacidad de salto⁷, sino también para determinar los efectos de una preparación física específica así como la evolución con la edad⁸. En gimnasia artística femenina, tres de los cuatro aparatos de competición (suelo, salto y barra de equilibrios) requieren del salto a pies juntos como gesto fundamental para la realización de las dificultades acrobáticas.

Para valorar el rendimiento de un deportista o la eficacia de un entrenamiento para la mejora del salto, la fiabilidad es un aspecto importante a tener en cuenta ya que sirve para verificar la reproducibilidad de un conjunto de medidas en el tiempo. Una gran fiabilidad implica mayor precisión en las medidas individuales, así como un mejor seguimiento de los cambios en las mediciones⁹. Se suelen usar tres parámetros de fiabilidad: la variación intrasujeto, el cambio en la medida y la correlación retest⁹. La primera tiene que ver con la precisión a la hora de estimar un cambio en la variable de un estudio experimental, como es la variación debida al azar cuando un sujeto realiza un test varias veces. La segunda verifica el cambio en la medida, entendido como cambio del valor medio entre dos mediciones. Por último, la correlación retest ayuda a predecir los valores de una segunda medición respecto a la primera.

Aunque la fiabilidad del *squat jump* (SJ), del *countermovement jump* (CMJ) y del *drop jump* (DJ) ya ha sido estudiada en adultos¹⁰⁻¹⁵, no existen apenas informes sobre la fiabilidad del salto en poblaciones infantiles. En un estudio realizado con niños de entre 6 y 8 años de edad¹⁶ se encontraron índices de reproducibilidad aceptables en SJ y CMJ, similares a los resultados obtenidos por Viitasalo¹⁴ con niños de 11 años. En otro trabajo realizado con chicos de entre 12 y 14 años se encontraron índices de fiabilidad moderada en la manifestación reactiva de la fuerza de salto¹⁷.

Se plantea la hipótesis de que la fiabilidad del salto vertical es menor en poblaciones infantiles. Viitasalo¹⁴ verificó

dicha hipótesis al observar que la fiabilidad de los tests de salto mejoraba con la edad. Sin embargo, el mismo estudio observó que los valores más elevados de repetitividad, independientemente de la edad, pertenecían a los gimnastas, posiblemente por la gran exigencia coordinativa y de habilidad que caracteriza este deporte. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es determinar si niñas prepúberes que practican un entrenamiento específico de gimnasia artística son capaces de reproducir los resultados y, por tanto, son más fiables en las distintas pruebas de salto vertical que niñas de la misma edad que no lo practican.

Material y métodos

Sujetos

Se estudiaron 36 niñas con edades comprendidas entre los 7 y los 12 años, distribuidas en dos grupos:

- Grupo experimental (G1), compuesto por 19 niñas (edad, $10,1 \pm 1,5$ años; talla, $133 \pm 1,12$ cm; peso, $29,9 \pm 7,0$ kg) con una práctica de gimnasia artística de 13 h semanales y mínimo de un año de experiencia que les permitía competir a nivel regional o nacional.
- Grupo control (G2), formado por 17 niñas con una actividad deportiva generalista extraescolar de 3 h semanales aproximadamente (edad, $9,4 \pm 1,2$ años; talla, $134 \pm 1,08$ cm; peso, $30 \pm 6,9$ kg).

Dado que todas las participantes eran menores de edad, se obtuvo previamente el consentimiento informado de los padres/tutores de cada una de ellas. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigaciones clínicas de la Administración deportiva de Cataluña.

Material

Se utilizó una báscula y un tallímetro para medir la masa corporal y la talla, y una plataforma de contactos (Ergo Jump Bosco/System®) para medir el tiempo de vuelo (TV, en milisegundos [ms]), tiempo de contacto (TC, en ms) y potencia estimada (W/kg). Esta última se calculó a partir de la fórmula (fig. 1) propuesta por Bosco et al.¹⁸.

$$W = \frac{g^2 \cdot T_v \cdot (T_v + T_c)}{4 \cdot T_c}$$

Dónde:
 T_v = tiempo de vuelo (ms)
 T_c = tiempo de contacto (ms)
 g² = aceleración de la gravedad (9,81 m·s⁻²)
 W = potencia mecánica estimada a partir de T_v y T_c (W·kg⁻¹)

Figura 1 Formula de estimación de la potencia mecánica a partir de las variables registradas a través de una plataforma de contacto (según Bosco et al., 1983).

Procedimientos

La batería de test se aplicó en dos sesiones separadas un mínimo de 48 h. Los tests se realizaron a la misma hora y lugar y los realizó el mismo investigador. Los tests se llevaron a cabo después del calentamiento propio de su actividad deportiva. Se permitieron un par de saltos de prueba para minimizar errores de ejecución y facilitar la familiarización de los sujetos.

Para el estudio de la fiabilidad intrasujeto, cada niña realizó 3 intentos en cada tipo de salto. Para el estudio estadístico de la fiabilidad entre sesiones se utilizó el promedio de los dos saltos con mayor TV, expresado en milisegundos (ms) (en los saltos no pliométricos) y de los dos saltos con mayor potencia, expresada en vatios/masa corporal (W/kg) (en los saltos pliométricos) siguiendo los criterios de Marina⁸.

Los tests realizados se ajustaron a los protocolos descritos por Bosco et al.¹⁹⁻²²: *squat jump* (SJ), *counter-movement jump* (CMJ), *counter-movement jump with arm swing* (CMJA) y *drop jump* (DJ) únicamente a dos alturas (40 y 60 cm) por motivos de seguridad.

Respecto a la ejecución de los tests SJ y CMJ, no existe unanimidad en los criterios de ejecución en cuanto al ángulo de flexión de la rodilla (tabla 1). Dada la edad de los sujetos, se pautó verbalmente el ángulo de la rodilla (90°) únicamente en el SJ. Dicho ángulo se determinó visualmente con el observador colocado perpendicularmente al plano sagital del sujeto.

En gimnasia artística los TC en DJ son muy cortos⁸ y se ajustan al patrón de salto llamado por algunos autores *DJ for height time* (DJ-H/t)²³, *quick drop jump* (QDJ)²⁴ o *bounce drop jump* (BDJ)¹. Por ello, la técnica usada en el presente estudio prioriza un tiempo de impulsión lo más breve posible, repercutiendo en una amplitud menor del movimiento de flexoextensión.

Autores como Faria y Faria²⁵ permiten el uso de los brazos en DJ con gimnastas masculinos. Según Vittori²⁶, la superexcitación nerviosa refleja causada por el uso de los brazos facilita a los músculos del cuádriceps la frenada del cuerpo al final de la fase de amortiguación durante el descenso. En gimnasia artística la mayoría de acrobacias y saltos requieren coordinar la flexoextensión de piernas con el movimiento de brazos. Sabiendo esto y buscando un patrón de movimiento que se asemeje al máximo a las condiciones habituales del salto pliométrico de la gimnasta, permitimos el uso de los brazos a la hora de ejecutar el DJ.

$$C_V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$$

Siendo:
 σ : desviación típica
 \bar{x} : Promedio de la muestra extraído de las medias de los tres saltos de cada individuo (estudio intrasesión). Promedie de la muestra extraído de las medias de los valores medios de cada sesión de cada individuo (estudio intersesiones).

Figura 2 Formula correspondiente al cálculo del Coeficiente de variación.

Análisis estadístico

La distribución normal de cada variable se confirmó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Se usaron los tres intentos para estudiar la fiabilidad intraindividual entre repeticiones en una misma sesión. Las diferencias entre los resultados de los tres intentos de cada prueba en la misma sesión se valoraron mediante el análisis de la varianza (ANOVA) para medidas repetidas. Para estudiar la fiabilidad intersesiones se escogieron los dos mejores valores de cada sesión. La significación de las diferencias entre medias de cada sesión se valoró mediante la prueba t de Student de muestras relacionadas.

Paralelamente, en ambos casos se complementó el estudio de fiabilidad con el coeficiente de correlación intraclase (ICC) y el coeficiente de correlación de Pearson (r). Sabiendo que el coeficiente de correlación bilateral de Pearson (r) no contempla el número de repeticiones, consideramos más adecuado valorar la fiabilidad interintentos mediante el ICC, ya que a tenor de las recomendaciones de Hopkins⁹ es el estadístico más apropiado con más de dos mediciones. La variabilidad interindividual se calculó mediante el coeficiente de variación de Pearson (CV%), usando la siguiente expresión (fig. 2):

En todas las pruebas comparativas se estableció un nivel de significación mínimo de p < 0,05. Para el análisis estadístico se utilizó el programa informático PASW Statistics 18 para Windows® (SPSS Inc., Chicago, Illinois)

Resultados

En la tabla 2 se presentan los estadísticos descriptivos y coeficientes de fiabilidad para los tests de salto de cada sesión.

Fiabilidad interintentos

Los valores medios de los intentos muestran pequeñas variaciones en el grupo de gimnastas (G1). Sin embargo, en el grupo control (G2) se observa un incremento en los valores medios a lo largo de los tres intentos en SJ, CMJ y DJ40 (tabla 2). A través del análisis de medidas repetidas únicamente se encontraron diferencias significativas entre intentos en CMJ del grupo de gimnastas, concretamente entre el primer y el segundo intento (p=0,002) de la primera sesión (S1). No se observaron diferencias entre los intentos del resto de pruebas aplicadas (p ≥ 0,05).

En la segunda sesión (S2) no se encontraron diferencias significativas entre intentos en ninguno de los tests (p ≥ 0,05). Los coeficientes de fiabilidad intrasujeto (ICC) de todos los tests para el estudio de la

Tabla 1 Actualización de la literatura de la tabla de Marina (2003). Comparación de los modelos de ejecución utilizados por diversos autores

Autores	SJ	CMJ	CMJA	DJ			
				Sin ayuda de brazos		Con ayuda de brazos	
				CDJ	QDJ	CDJ	QDJ
Komi y Bosco, 1978 ²⁸	90						
Bosco et al., 1982 ²¹	90	90					
Bobbert et al., 1987 ¹				Sí	Sí		
Faria y Faria, 1989 ²⁵							Sí
Vittori, 1990 ²⁶	Libre	Libre	Libre				Sí
Young et al., 1995 ²⁹				Sí	Sí		
Eloranta, 1997 ²⁴	90			Sí	Sí		
Newton et al., 1999 ⁴	110	110		Sí			
Young et al., 1999a ²³	90	Libre	Libre				
Young et al., 1999b ³⁰	90			Sí			
Flanagan et al., 2008 ¹⁰						Sí	
Lloyd et al., 2009 ¹⁷	90						
Deley et al., 2011 ³¹	90	90					

SJ: *squat jump*; CMJ: *counter-movement jump*; CMJA: *counter-movement jump with arm swing*; DJ: *drop jump*.

Tabla 2 Estadísticos descriptivos e índices de fiabilidad de las sesiones 1 y 2 para el estudio interintentos

	I1 X	I2 X	I3 X	CV	ICC	IC 95%	
Sesión 1							
<i>G1</i>							
SJ (ms)	445,4 ± 19,9	450,3 ± 27,3	448,0 ± 25,9	4,5	0,755	0,473	0,898
CMJ (ms)	455,2 ± 23,7	467,7 ± 25,1	464,2 ± 24,5	4,7	0,865	0,710	0,944
CMJA (ms)	500,3 ± 31,3	508,8 ± 28,9	509,1 ± 27,8	5,2	0,881	0,745	0,951
DJ40 (W)	42,5 ± 9,9	43,9 ± 8,6	43,9 ± 8,85	19,4	0,906	0,797	0,961
DJ60 (W)	36,7 ± 7,1	38,2 ± 8,7	36,8 ± 6,3	18,8	0,930	0,850	0,971
<i>G2</i>							
SJ (ms)	410,2 ± 43,7	416,7 ± 35,1	446,7 ± 21,7	8,4	0,886	0,745	0,955
CMJ (ms)	416,4 ± 35,4	423,5 ± 34,8	461,0 ± 30,7	8,0	0,940	0,866	0,977
CMJA (ms)	444,1 ± 44,8	443,6 ± 44,5	500,1 ± 54,9	8,9	0,943	0,871	0,977
DJ40 (W)	29,6 ± 6,4	43,0 ± 7,9	43,5 ± 8,9	19,6	0,844	0,650	0,939
DJ60 (W)	26,3 ± 5,7	37,8 ± 7,5	36,3 ± 5,4	20,2	0,846	0,653	0,940
Sesión 2							
<i>G1</i>							
SJ (ms)	448,8 ± 26,9	458,2 ± 43,1	452,5 ± 32,5	7,0	0,895	0,773	0,956
CMJ (ms)	472,8 ± 25,1	474,5 ± 27,9	470,8 ± 28,3	9,2	0,836	0,647	0,932
CMJA (ms)	515,1 ± 28,4	514,6 ± 28,3	515,9 ± 28,6	4,9	0,852	0,683	0,939
DJ40 (W)	42,4 ± 6,2	43,6 ± 8,53	44,2 ± 9,08	15,8	0,811	0,595	0,922
DJ60 (W)	39,1 ± 7,7	38,4 ± 7,94	38,2 ± 7,40	18,3	0,903	0,792	0,960
<i>G2</i>							
SJ (ms)	415,4 ± 37,0	418,1 ± 36,9	416,9 ± 31,6	8,1	0,957	0,903	0,983
CMJ (ms)	408,8 ± 42,5	423,4 ± 36,5	417,2 ± 36,3	12,5	0,927	0,837	0,972
CMJA (ms)	447,1 ± 43,5	444,4 ± 42,9	441,4 ± 43,8	8,4	0,831	0,621	0,934
DJ40 (W)	30,9 ± 6,3	31,7 ± 7,38	29,3 ± 7,31	21,2	0,917	0,814	0,968
DJ60 (W)	26,3 ± 7,0	25,8 ± 7,98	26,8 ± 5,67	24,7	0,929	0,840	0,972

Los resultados se expresan mediante medias y desviación estándar de cada intento.

CV: coeficiente de variación de Pearson (CV); ICC: coeficiente de correlación intraclase; IC95%: intervalo de confianza al 95% para el ICC. I1: intento 1; I2: intento 2; I3: intento 3; G1: grupo de gimnastas; G2: grupo control; SJ: *squat jump*; CMJ: *counter-movement jump*; CMJA: *counter-movement jump with arm swing*; DJ: *drop jump*.

repetitividad entre intentos fueron considerablemente elevados, tanto en el grupo de gimnastas ($0,75 \geq ICC \leq 0,93$) como en el grupo control ($0,84 \geq ICC \leq 0,94$). En las gimnastas los tests DJ40 y DJ60 presentan la mayor fiabilidad intrasujeto ($ICC = 0,90$ y $0,93$, respectivamente; *tabla 2*), aunque también los mayores valores de CV ($CV \geq 18,8$). Se observó una mayor reproducibilidad intrasujeto del SJ en la segunda sesión tanto en las gimnastas ($ICC = 0,895$) como en el grupo control ($ICC = 0,957$). En este último también encontramos pequeños aumentos en la reproducibilidad del DJ40 y DJ60 en la segunda sesión (*tabla 2*). Por el contrario, dicha reproducibilidad disminuye en el resto de pruebas.

Los valores de ICC que demuestran mayor fiabilidad intrasujeto en el grupo control se encuentran en CMJ ($ICC = 0,94$) y CMJA ($ICC = 0,94$) en la primera sesión, mientras que en el grupo de gimnastas los valores más elevados de ICC se encuentran en DJ40 ($ICC = 0,906$) y DJ60 ($ICC = 0,930$) (*tabla 2*).

En cuanto a la variabilidad intersujeto, en el grupo de gimnastas los valores más bajos de CV se encuentran en SJ y CMJ ($CV \leq 4,7$) en la primera sesión. Esta variabilidad se ve incrementada en la segunda sesión para ambos tests ($CV \geq 7,0$). Por el contrario, se observa una disminución de la variabilidad en la segunda sesión en CMJA, DJ40 y DJ60. Así mismo, y pese a ser mayores que en el grupo de gimnastas, los valores más bajos de CV en el grupo control ($CV \leq 8,4$) también se encuentran en SJ y CMJ (*tabla 2*). Observamos una disminución de la variabilidad intersujeto en el grupo control únicamente en SJ y CMJA. Por el contrario, la variabilidad en CMJ, DJ40 y DJ60 aumenta el segundo día (*tabla 2*).

Respecto a los coeficientes de correlación de Pearson, haciendo comparaciones por pares entre los intentos encontramos valores entre moderados y altos en el grupo de gimnastas ($0,51 \geq r \leq 0,91$) y en el grupo control ($0,53 \geq r \leq 0,88$).

Fiabilidad interseiones

En lo que se refiere a la fiabilidad entre sesiones, se muestran valores más elevados de ICC en el grupo control ($0,78 \geq ICC \leq 0,97$) que en el grupo de gimnastas ($0,70 \geq ICC \leq 0,82$). También encontramos correlaciones mayores entre sesiones en el grupo control (gimnastas: $0,54 \geq r \leq 0,74$; control: $0,65 \geq r \leq 0,94$) en todos los tests administrados. No se observaron diferencias significativas entre las medias de los resultados para cada prueba entre las dos sesiones ($p \geq 0,05$) exceptuando el test CMJ en el grupo de gimnastas, en el que sí encontramos un incremento significativo ($t(18) = -2,39$; $p \leq 0,05$) en la segunda sesión (*tabla 3*).

En cuanto a la variabilidad intersujeto entre sesiones, en ambos grupos los valores de CV son menores que los obtenidos al comparar los intentos de la mayoría de pruebas (*tabla 3*).

Discusión

Este estudio pretende determinar si un entrenamiento sistemático de gimnasia artística afecta la reproducibilidad de las pruebas de salto vertical. Los resultados confirman parcialmente dicha hipótesis y muestran en ambos grupos una fiabilidad aceptable en todos los tests.

Fiabilidad interintentos

La escasa variabilidad reflejada por la falta de significación de las diferencias entre los tres intentos de cada salto sugiere que no hay un efecto aprendizaje.

Los elevados valores de ICC obtenidos parecen indicar en todos los saltos una gran estabilidad de rendimiento de los participantes. Cabría esperar mayor estabilidad del rendimiento del salto en las gimnastas, pero la

Tabla 3 Estadísticos descriptivos e índices de fiabilidad para el estudio interseiones

	S1 \bar{X}	S2 \bar{X}	r	CV	ICC	IC 95%	t	p(t)	
G1									
SJ (ms)	453,0 ± 21,1	459,5 ± 32,7	0,595	5,3	0,703	0,230	0,886	-1,061	0,303
CMJ (ms)	466,8 ± 23,0	478,2 ± 24,5	0,624	4,5	0,767	0,396	0,910	-2,399	0,027
CMJA (ms)	511,2 ± 27,5	519,9 ± 24,5	0,713	4,7	0,829	0,557	0,934	-1,902	0,073
DJ40 (W)	44,7 ± 8,8	44,4 ± 6,7	0,658	15,9	0,776	0,420	0,914	0,229	0,821
DJ60 (W)	38,3 ± 7,1	39,9 ± 7,2	0,625	16,6	,769	0,402	0,911	-1,122	0,277
G2									
SJ (ms)	419,4 ± 35,9	421,9 ± 33,2	0,702	7,6	0,891	0,700	0,961	-0,376	0,712
CMJ (ms)	428,9 ± 34,4	423,1 ± 36,1	0,942	8,2	0,789	0,417	0,924	1,972	0,066
CMJA (ms)	453,9 ± 38,4	454,7 ± 34,9	0,859	7,8	0,922	0,785	0,972	-0,184	0,856
DJ40 (W)	31,8 ± 6,2	32,1 ± 6,8	0,654	18,7	0,970	0,916	0,989	-0,222	0,827
DJ60 (W)	28,9 ± 5,9	27,5 ± 6,7	0,811	21,5	0,823	0,512	0,936	-1,469	0,161

Los resultados se expresan mediante medias y desviación estándar.

r: coeficiente de correlación de Pearson; CV: coeficiente de variación de Pearson; ICC: coeficiente de correlación intraclase; IC95%: intervalo de confianza al 95% para el ICC; t: valor de la prueba t de Student para medidas repetidas; p(t): grado de significación de las diferencias para la prueba t de Student; S1: sesión 1; S2: sesión 2; G1: grupo gimnastas; G2: grupo control; SJ: *squat jump*; CMJ: *counter-movement jump*; CMJA: *counter-movement jump with arm swing*; DJ: *drop jump*.

heterogeneidad del grupo, tanto por cualidades físicas como por años de experiencia, podría explicar nuestros resultados estadísticos. No obstante, los niveles superiores de variabilidad intersujeto (CV) del grupo control en comparación con las gimnastas, tanto en la primera como en la segunda sesión, confirman el efecto de homogenización de la muestra por la práctica deportiva.

Comparando los intentos de SJ y CMJ durante una misma sesión, los índices de fiabilidad obtenidos en ambos grupos son comparables a los valores obtenidos con adultos^{11,15}, por lo que, independientemente de si realizan o no un deporte como la gimnasia artística, los tests administrados demuestran una buena reproducibilidad durante una misma sesión, en niñas de entre 7 y 12 años. Al parecer no es necesario más de un intento de familiarización para cada test cuando se trata de niñas físicamente activas. Sin embargo, en el CMJ las diferencias entre intentos halladas en la primera sesión sugieren un efecto aprendizaje que podría deberse a la falta de práctica del gesto de salto con contramovimiento con manos en la cintura.

Bosco et al.²¹ observaron que los adultos con mayor porcentaje de fibras rápidas flexionaban menos las rodillas que los demás, lo que podría sugerir que para maximizar la altura del salto cada sujeto debería explorar su flexión de rodilla más favorable, siendo necesario más de un intento de habituación. Además, y teniendo en cuenta que en CMJ observamos únicamente diferencias entre el primer y el segundo intento de la primera sesión y que no hallamos diferencias en el segundo día de valoración, podríamos pensar que, en este colectivo, sería interesante la realización de más de un intento de habituación. Este efecto aprendizaje se confirma en un estudio realizado con niños de 6 a 8 años de edad¹⁶. En dicho estudio se plantea la posibilidad de efectuar varias repeticiones de una prueba para asegurar una ejecución óptima que permita conseguir mejores niveles de fiabilidad.

En nuestro caso, como era de esperar, la familiarización con los tests en la segunda sesión favorece un rendimiento intrasujeto más compacto, sobre todo en el grupo control, y un aumento de la homogeneidad del grupo de gimnastas en CMJA, DJ40 y DJ60, cosa que no sucede en SJ y CMJ (tabla 2). Este aumento de la heterogeneidad en algunos tests podría ser un esbozo de lo que sería el efecto divergente que se produce en cualquier proceso de entrenamiento a largo plazo. Dicho entrenamiento provoca que los sujetos con más capacidades aumenten su rendimiento en mayor medida que los demás y que, por tanto, se distancien del resto del grupo. En nuestro caso, la heterogeneidad de la muestra de gimnastas parece dar pie a este efecto divergente en algunos tests.

Fiabilidad intersesiones

En el estudio de la fiabilidad intersesiones se obtuvieron resultados similares a los encontrados en el estudio entre intentos. Comparando las dos sesiones en ambos grupos, se observan en general valores de ICC inferiores que los encontrados al comparar los intentos de una misma sesión. Se sugiere por lo tanto que la fiabilidad intrasujeto (ICC) entre dos sesiones consecutivas es de moderada a elevada en ambos grupos, reforzada por una variabilidad entre sesiones baja en SJ, CMJ y CMJA ($CV \leq 10\%$).

Estudios realizados con adultos también destacan la alta repetitividad ($ICC \geq 0,83$) entre sesiones de estos tests^{12,17}. Particularmente con las gimnastas, la variabilidad entre sesiones es comparable a la que otros autores encontraron en adultos^{12,15} y en poblaciones infantiles¹⁶, observándose en los niños una reproducibilidad intersujeto e intrasujeto elevada en SJ, CMJ y CMJA, que aumentaba en una segunda sesión ($ICC \geq 0,80$; $CV \leq 9,19$)¹⁶. En nuestro caso, ambos grupos mejoraron su reproducibilidad en SJ en la segunda sesión, con valores similares a los encontrados por Martin et al.¹⁶ (tabla 2). Con todo, las diferencias halladas en el grupo de gimnastas entre los valores medios del test CMJ entre sesiones nos sugieren algún efecto aprendizaje y de optimización del gesto. Teniendo en cuenta los bajos valores de correlación encontrados para el CMJ entre sesiones, podríamos sugerir una reproducibilidad baja de este test en el grupo de gimnastas. Sin embargo, esto no sucede en el grupo control, donde la correlación entre sesiones para la prueba CMJ es muy alta (tabla 3). Corroborando comparaciones previas entre jóvenes deportistas de diferentes modalidades¹⁴ se confirman las expectativas iniciales en cuanto que los valores más bajos de variabilidad entre sesiones corresponden a las gimnastas.

En el caso de los test DJ40 y DJ60, aun encontrando valores elevados de repetitividad intrasujeto, la gran variabilidad de ambos grupos puede ser el factor que impida discriminar diferencias entre sesiones. Esta gran variabilidad encontrada podría atribuirse una vez más, sobre todo con las gimnastas, a las diferencias entre sujetos.

Dado que la muestra de gimnastas procedía de un club y no de una selección de las mejores, las características físicas no corresponden a un perfil de gimnasta de alto nivel. La historia deportiva es un factor a tener en cuenta a la hora de interpretar estos resultados, ya que no todas las niñas tenían la misma experiencia ni el mismo nivel deportivo. No obstante, parece ser que con gimnastas preseleccionadas e integradas en una rutina de entrenamiento propia del alto rendimiento sí se observaron valores muy elevados de fiabilidad y repetitividad en pliometría²⁷. Todo parece indicar que la práctica de gimnasia artística, en niveles de iniciación que no de alto rendimiento, no mejora la fiabilidad de la gran mayoría de tests de salto vertical.

Conclusiones

Nuestros resultados muestran que las pruebas de valoración de la capacidad de salto aplicadas a niñas de entre 7 y 12 años son fiables. En general, la reproducibilidad entre sesiones de los tests aplicados puede considerarse elevada. Excepcionalmente se cuestiona la repetitividad del test CMJ en las gimnastas. Así pues, todo parece indicar que la práctica de gimnasia artística, a nivel de iniciación, no mejora la fiabilidad de la gran mayoría de tests de salto vertical en comparación con un grupo control. Posiblemente sería necesaria una muestra más grande de estas edades para confirmar la fiabilidad del CMJ.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Bobbert M, Huijing P, Van Ingen Schenau G, Drop jumping I. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. *Med Sci Sports Exerc.* 1987;19:332-8.
2. Bencke J, Damsgaard R, Saekmose A, Jorgensen K, Klausen K. Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scand J Med Sci Sports.* 2002;12:171-8.
3. Impellizzeri F, Rampinini E, Castagna C, Martino F, Fiorini S, Wisloff U. Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. *Br J Sports Med.* 2008;42:42-6.
4. Newton R, Kraemer W, Häkkinen K. Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31:323-30.
5. Santos E, Janeira M. Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *J Strength Cond Res.* 2008;22:903-9.
6. Bradshaw EJ, Le Rossignol P. Anthropometric and biomechanical field measures of floor and vault ability in 8 to 14 year old talent-selected gymnasts. *Sport Biomech.* 2004;3:249-62.
7. Marina M, Rodríguez FA. Valoración de las distintas expresiones de la fuerza de salto en gimnasia artística. *Apunts Medicina de l'Esport.* 1993;30:233-45.
8. Marina M. Valoración, entrenamiento y evolución de la capacidad de salto en gimnasia artística de competición [tesis doctoral]. Barcelona: Universitat de Barcelona; 2003.
9. Hopkins W. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med.* 2000;30:1-15.
10. Flanagan E, Ebben W, Jensen R. Reliability of the reactive strength index and time to stabilization during depth jumps. *J Strength Cond Res.* 2008;22:1677-82.
11. Markovic G, Dizdar D, Jukic I, Cardinale M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *J Strength Cond Res.* 2004;18:551-5.
12. Moir G, Garcia A, Dwyer G. Intersession reliability of kinematic and kinetic variables during vertical jumps in men and women. *Int J Sports Physiol Perform.* 2009;4:317-30.
13. Slinde F, Suber C, Suber L, Edwén C, Svantesson U. Test-retest reliability of three different countermovement jumping tests. *J Strength Cond Res.* 2008;22:640-4.
14. Viitasalo JT. Evaluation of explosive strength for young and adult athletes. *Res Q Exercise Sport.* 1988;59:9-13.
15. Viitasalo JT. Measurement of force-velocity characteristics for sportsmen in field conditions. *Biomechanics IX-A.* 1985;5:96-101.
16. Martín R, Otero XL, Rodríguez FA, Fernández M, Veiga J. Fiabilidad de las pruebas de fuerza en salto vertical y velocidad de carrera en escolares de 6 a 8 años. *Apunts: Educación física y deportes.* 2001;93:40-5.
17. Lloyd R, Oliver J, Hughes M, Williams C. Reliability and validity of field-based measures of leg stiffness and reactive strength index in youths. *J Sports Sci.* 2009;27:1565-73.
18. Bosco C, Luhtanen P, Komi PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1983;50:273-82.
19. Bosco C, Komi PV. Potentiation of the mechanical behavior of the human skeletal muscle through prestretching. *Acta Physiol Scand.* 1979;106:467-72.
20. Bosco C, Komi PV. Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1980;45:209-19.
21. Bosco C, Tihanyi J, Komi PV, Fekete G, Apor P. Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. *Acta Physiol Scand.* 1982;116:343-9.
22. Bosco C, Mogroni P, Luhtanen P. Relationship between isokinetic performance and ballistic movement. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1983;51:357-64.
23. Young W, Wilson G, Byrne C. A comparison of drop jump training methods: effects on leg extensor strength qualities and jumping performance. *Int J Sports Med.* 1999;20:295-303.
24. Eloranta V. Programming leg muscle activity in vertical jumps. *Coaching Sport Sci J.* 1997;2:17-28.
25. Faria I, Faria E. Relationship of the anthropometric and physical characteristics of male junior gymnasts to performance. *J Sports Med Phys Fitness.* 1989;29:369-78.
26. Vittori C. El entrenamiento de la fuerza para el sprint. *RED.* 1990;4:2-8.
27. Marina M, Jemni M, Rodríguez F, Jimenez A. Plyometric jumping performances of male and female gymnasts from different heights. *J Strength Cond Res.* 2012;26:1879-86.
28. Komi PV, Bosco C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med Sci Sport Exerc.* 1978;10:261-5.
29. Young W, Pryor J, Wilson G. Effect of instructions on characteristics of countermovement and drop jump performance. *J Strength Cond Res.* 1995;9:232-6.
30. Young W, Wilson G, Byrne C. Relationship between strength qualities and performance in standing and run-up vertical jumps. *J Sports Med Phys Fit.* 1999;39:285-93.
31. Deley G, Cometti C, Fatnassi A, Paizis C, Babault N. Effects of combined electromyostimulation and gymnastics training in prepubertal girls. *J Strength Cond Res.* 2011;25:520-6.