



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

## Fiabilitat dels tests de salt vertical de les gimnastes prepuberals

Priscila Torrado Pineda\* i Michel Marina Evrad

Departament de Rendiment Esportiu, Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, Barcelona, Espanya

Rebut el 10 de novembre de 2011; acceptat el 12 de desembre de 2011

### PARAULES CLAU

Repetibilitat;  
Pliometria;  
Temps de vol

### Resum

**Introducció i objectius:** La fiabilitat dels tests de salt vertical és inferior en els nens que en els adults. L'objectiu del present estudi fou determinar si els tests de les nenes prepubères que practiquen un entrenament específic de gimnàstica artística són més fiables, en diferents proves de salt vertical, que els d'un grup control de nenes de la mateixa edat.

**Mètode:** Participaren a l'estudi 36 nenes prepubères (19 gimnastes i 17 del grup control) d'edats compreses entre els 7 i els 12 anys. Per estudiar la fiabilitat de la capacitat de salt «entre intents» i «entre sessions» s'utilitzaren les proves de salt següents: *squat jump* (SJ), *counter-movement jump* (CMJ), *counter-movement jump with arm swing* (CMJA) i *drop jump* (DJ). S'administraren les proves en dues ocasions, i es realitzaren tres intents en cada sessió.

**Resultats:** S'observaren coeficients elevats de correlació intraclasse ( $CCI \geq 0,75$ ) entre intents i entre sessions en totes les proves. Es qüestiona la fiabilitat del CMJ de les gimnastes pel fet d'haver trobat diferències significatives en la comparació entre intents i entre sessions ( $p \leq 0,05$ ).

**Conclusions:** Es conclou que la capacitat de salt és reproduïble i fiable des d'edat precoç, i que la pràctica de la gimnàstica artística, als nivells d'iniciació, no millora la fiabilitat de la majoria de tests de salt vertical.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

### 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 per a correspondència.

Correu electrònic: priscilatrorradopineda@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.

## Introducció

El salt ha estat estudiat tant des del punt de vista biomecànic<sup>1</sup> com fisiològic<sup>2</sup>, i constitueix un aspecte rellevant a l'hora de valorar la condició física, especialment la força explosiva. També pot servir com a protocol de valoració per estudiar els efectes d'un programa d'entrenament<sup>3-5</sup> o per a la selecció d'esportistes<sup>6</sup>. En gimnàstica artística també ha estat utilitzat tant per caracteritzar el perfil específic de la capacitat de salt<sup>7</sup>, com per determinar els efectes d'una preparació física específica així com l'evolució amb l'edat<sup>8</sup>. En gimnàstica artística femenina, tres dels quatre aparells de competició (terra, salt i barra d'equilibri) requereixen el salt amb els peus junts com a gest fonamental en la realització de les dificultats acrobàtiques.

Per valorar el rendiment d'un esportista o l'eficàcia d'un entrenament per millorar el salt, la fiabilitat és un aspecte important i cal tenir-lo en compte, ja que serveix per verificar la reproductibilitat d'un conjunt de mesures en el temps. Una fiabilitat gran implica més precisió de les mesures individuals, així com un seguiment millor dels canvis dels mesuraments<sup>9</sup>. Se solen usar tres paràmetres de fiabilitat: la variació intrasubjecte, el canvi en la mesura i la correlació retest<sup>9</sup>. La primera està relacionada amb la precisió a l'hora d'estimar un canvi en la variable d'un estudi experimental, com ara la variació deguda a l'atzar quan un subjecte realitza un test diverses vegades. La segona verifica el canvi en la mesura, entès com a canvi del valor mitjà entre dos mesuraments. Finalment, la correlació retest ajuda a predir els valors d'un segon mesurament respecte a la primera valoració.

Tot i que la fiabilitat de l'*squat jump* (SJ), del *countermovement* (CMJ) i del *drop jump* (DJ) ja ha estat estudiada en adults<sup>10-15</sup>, en canvi no hi ha massa estudis sobre la fiabilitat del salt en poblacions infantils. En un estudi realitzat amb nens d'entre 6 i 8 anys<sup>16</sup> es van trobar índexs de reproductibilitat acceptables en l'SJ i el CMJ, similars als resultats obtinguts per Viitasalo<sup>14</sup> amb nens d'11 anys. En un altre treball realitzat amb nois d'entre 12 i 14 anys es van trobar índexs de fiabilitat moderada en la manifestació reactiva de la força de salt<sup>17</sup>.

Es planteja la hipòtesi que la fiabilitat del salt vertical és menor en poblacions infantils. Viitasalo<sup>14</sup> verificà l'esmentada

hipòtesi en observar que la fiabilitat dels tests de salt millorava amb l'edat. Això no obstant, el mateix estudi observà que els valors més elevats de repetitivitat, independentment de l'edat, corresponien als gimnastes, possiblement per la gran exigència coordinativa i d'habilitat que caracteritza aquest esport. Per tant, l'objectiu del present estudi és determinar si les nenes prepubèrtes que practiquen un entrenament específic de gimnàstica artística són capaces de reproduir els resultats i, per tant, són més fiables en les diferents proves de salt vertical que les nenes de la mateixa edat que no el practiquen.

## Material i mètodes

### Subjectes

S'estudiaren 36 nenes d'edats compreses entre els 7 i els 12 anys, distribuïdes en dos grups:

- Grup experimental (G1), compost per 19 nenes (edat,  $10,1 \pm 1,5$  anys; talla,  $133 \pm 1,12$  cm; pes,  $29,9 \pm 7,0$  kg) amb una pràctica de gimnàstica artística de 13 h setmanals i un any d'experiència com a mínim, que els permetia competir a nivell regional o nacional.
- Grup control (G2), format per 17 nenes amb una activitat esportiva extraescolar generalista de 3 h setmanals aproximadament (edat,  $9,4 \pm 1,2$  anys; talla,  $134 \pm 1,08$  cm; pes,  $30 \pm 6,9$  kg).

Ja que totes les participants eren menors d'edat, s'obtingué prèviament el consentiment informat dels pares/tutors de cadascuna. L'estudi fou aprovat pel Comitè d'ètica d'investigacions clíniques de l'Administració esportiva de Catalunya.

### Material

S'utilitzà una bàscula i un tallímetre per mesurar la massa corporal i la talla, i una plataforma de contactes (Ergo Jump Bosco/System<sup>®</sup>) per mesurar el temps de vol (TV, en mil·lisegons [ms]), temps de contacte (TC, en ms) i potència estimada (W/kg). Aquesta darrera es calculà a partir de la fórmula (fig. 1) proposada per Bosco et al.<sup>18</sup>.

$$W = \frac{g^2 \cdot TV \cdot (TV + TC)}{4 TC}$$

En què:

TV = temps de vol (ms)

TC = temps de contacte (ms)

$g^2$  = acceleració de la gravetat ( $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ )

W = potència mecànica estimada a partir de TV i TC ( $W \cdot \text{kg}^{-1}$ )

**Figura 1** Fórmula d'estimació de la potència mecànica a partir de les variables registrades a través d'una plataforma de contacte (segons Bosco et al., 1983).

$$CV = \frac{\sigma}{\gamma} \cdot 100$$

En què:

$\sigma$ : desviació típica

$\gamma$ : promig de la mostra extret de les mitjanes dels tres salts de cada individu (estudi intrasessió). Promig de la mostra extret de les mitjanes dels valors mitjans de cada sessió de cada individu (estudi intersessions)

**Figura 2** Fórmula corresponent al càlcul del coeficient de variació.

## Procediments

La bateria de tests s'aplicà en dues sessions espaiades per un mínim de 48 h. Els tests s'executaren a la mateixa hora i lloc i els realitzà el mateix investigador. Els tests es realitzaren després de l'escalfament propi de l'activitat esportiva. Es permeteren un parell de salts de prova per minimitzar errors d'execució i facilitar la familiarització als subjectes.

Per estudiar la fiabilitat intrasubjecte, cada nena realitzà 3 intents de cada tipus de salt. Per a l'estudi estadístic de la fiabilitat entre sessions s'utilitzà la mitjana dels dos salts amb major TV, expressada en mil·l·segons (ms) (en els salts no pliomètrics) i dels dos salts amb major potència, expressada en Watts/massa corporal (W/kg) (en els salts pliomètrics) seguint els criteris de Marina<sup>8</sup>.

Els tests realitzats s'ajustaren als protocols descrits per Bosco et al.<sup>19-22</sup>: *squat jump* (SJ), *counter-movement jump* (CMJ), *counter-movement jump with arm swing* (CMJA) i *drop jump* (DJ) únicament a dues alçades (40 i 60 cm), per motius de seguretat.

Referent a l'execució dels tests SJ i CMJ, no hi ha unanimitat en els criteris d'execució sobre l'angle de flexió del genoll (taula 1). Donada l'edat de les subjectes, es pautà verbalment l'angle del genoll ( $90^\circ$ ) únicament en l'SJ. L'angle esmentat es determinà visualment amb l'observador col·locat perpendicularment al pla sagital de la subjecte.

En gimnàstica artística els TC en els DJ són molt curts<sup>8</sup> i s'ajusten al patró de salt anomenat per alguns autors *DJ for height time* (DJ-H/t)<sup>23</sup>, *quick drop jump* (QDJ)<sup>24</sup> o *bounce drop jump* (BDJ)<sup>1</sup>. Per això, la tècnica emprada en el present estudi prioritza un temps d'impulsió el més breu possible, cosa que repercuteix en una amplitud menor del moviment de flexoextensió.

Autors com Faria i Faria<sup>25</sup> permeten utilitzar els braços als gimnastes masculins en el DJ. Segons Vittori<sup>26</sup>, durant el descens la superexcitació nerviosa reflexa causada per l'ús dels braços facilita als músculs del quàdriceps la frenada del cos al final de la fase d'amortiment. En gimnàstica artística la majoria d'acrobàcies i salts requereixen coordinar la flexoextensió de les cames amb el moviment dels braços. D'acord amb això, i perquè busquem un patró de moviment que s'assembla al màxim a les condicions habituals del salt pliomètric de la gimnasta, permetem l'ús dels braços a l'hora d'executar el DJ.

## Anàlisi estadística

La distribució normal de cada variable es confirmà mitjançant la prova de Shapiro-Wilk. S'empraren els tres intents per estudiar la fiabilitat intraindividual entre repeticions en una mateixa sessió. Les diferències entre els resultats dels tres intents de cada prova en la mateixa sessió es valoraren mitjançant l'anàlisi de la variància (ANOVA) per a mesures repetides. Per estudiar la fiabilitat intersessions s'escolliren els dos millors valors de cada sessió. La significació de les diferències entre mitjanes de cada sessió es valorà mitjançant la prova t de Student de mostres relacionades.

Paral·lelament, en ambdós casos es completà l'estudi de fiabilitat amb el coeficient de correlació intraclassa (CCI) i el coeficient de correlació de Pearson (r). Com que el coeficient de correlació bilateral de Pearson (r) no contempla el nombre de repeticions, considerem més adequat valorar la fiabilitat interintents mitjançant el CCI, ja que, d'acord amb les recomanacions de Hopkins<sup>9</sup>, és l'estadístic més apropiat per més de dues mesures. La variabilitat interindividual es calculà mitjançant el coeficient de variació de Pearson (CV%), i s'emprà l'expressió de la figura 2.

En totes les proves comparatives s'establí un nivell de significació mínim de  $p < 0,05$ . Per a l'anàlisi estadística s'utilitzà el programa informàtic PASW Statistics 18 per a Windows<sup>®</sup> (SPSS Inc., Chicago, Illinois).

## Resultats

A la taula 2 es presenten els estadístics descriptius i coeficients de fiabilitat dels tests de salt de cada sessió.

### Fiabilitat interintents

Els valors mitjans dels intents mostren petites variacions en el grup de gimnastes (G1). Tanmateix, en el grup control (G2) s'observa un increment dels valors mitjans al llarg dels tres intents: l'SJ, CMJ i DJ40 (taula 2). Amb l'anàlisi de mesures repetides únicament es van trobar diferències significatives entre intents en el CMJ del grup de gimnastes, concretament entre el primer i el segon intent ( $p = 0,002$ ) de la primera sessió (S1). No s'observaren diferències entre els intents de la resta de proves aplicades ( $p \geq 0,05$ ).

A la segona sessió (S2) no es trobaren diferències significatives entre intents en cap dels tests ( $p \geq 0,05$ ). Els coeficients de fiabilitat intrasubjecte (CCI) de tots els tests

**Taula 1** Actualització de la literatura de la taula de Marina (2003). Comparació dels models d'execució utilitzats per diversos autors

Autors	SJ	CMJ	CMJA	DJ			
				Sense ajuda de braços		Amb ajuda de braços	
				CDJ	QDJ	CDJ	QDJ
Komi i Bosco, 1978 <sup>28</sup>	90						
Bosco et al., 1982 <sup>21</sup>	90	90					
Bobbert et al., 1987 <sup>1</sup>				Sí	Sí		
Faria i Faria, 1989 <sup>25</sup>							Sí
Vittori, 1990 <sup>26</sup>	Lliure	Lliure	Lliure				Sí
Young et al., 1995 <sup>29</sup>				Sí	Sí		
Eloranta, 1997 <sup>24</sup>	90			Sí	Sí		
Newton et al., 1999 <sup>94</sup>	110	110		Sí			
Young et al., 1999 a <sup>23</sup>	90	Lliure	Lliure				
Young et al., 1999 b <sup>30</sup>	90			Sí			
Flanagan et al., 2008 <sup>10</sup>						Sí	
Lloyd et al., 2009 <sup>17</sup>	90						
Deley et al., 2011 <sup>31</sup>	90	90					

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

**Taula 2** Estadístics descriptius i índexs de fiabilitat de les sessions 1 i 2 de l'estudi interintents

	I1 $\bar{X}$	I2 $\bar{X}$	I3 $\bar{X}$	CV	CCI	IC 95%	
<b>Sessió 1</b>							
<b>G1</b>							
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
<b>G2</b>							
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
<b>Sessió 2</b>							
<b>G1</b>							
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
<b>G2</b>							
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

Els resultats s'expressen amb la mitjana i desviació estàndard de cada intent.

CCI: coeficient de correlació intraclasse; CMJ: counter-movement jump; CMJA: counter-movement jump with arm swing; CV: coeficient de variació de Pearson; DJ: drop jump; G1: grup de gimnastes; G2: grup control; I1: intent 1; I2: intent 2; I3: intent 3; IC 95%: interval de confiança al 95% del CCI; SJ: squat jump.

d'estudi de la repetitivitat entre intents foren considerablement elevats, i això tant en el grup de gimnastes ( $0,75 \geq CCI \leq 0,93$ ) com en el grup control ( $0,84 \geq CCI \leq 0,94$ ). En les gimnastes els tests DJ40 i DJ60 presenten la major fiabilitat intrasubjecte ( $CCI = 0,90$  i  $0,93$ , respectivament; taula 2), tot i que també presenten els majors valors de CV ( $CV \geq 18,8$ ). S'observà una major reproductibilitat intrasubjecte de l'SJ a la segona sessió tant en les gimnastes ( $CCI = 0,895$ ) com en el grup control ( $CCI = 0,957$ ). En aquest últim també trobem petits augments en la reproductibilitat del DJ40 i DJ60 a la segona sessió (taula 2). En canvi, dita reproductibilitat disminueix en la resta de proves.

Els valors del CCI que mostren major fiabilitat intrasubjecte del grup control es troben al CMJ ( $CCI = 0,94$ ) i CMJA ( $CCI = 0,94$ ) en la primera sessió, mentre que en el grup de gimnastes els valors més elevats del CCI es troben en DJ40 ( $CCI = 0,906$ ) i DJ60 ( $CCI = 0,930$ ) (taula 2).

Quant a la variabilitat intersubjecte, els valors més baixos en el grup de gimnastes de CV es troben en l'SJ i el CMJ ( $CV \leq 4,7$ ) a la primera sessió. Aquesta variabilitat es veu incrementada a la segona sessió en ambdós tests ( $CV \geq 7,0$ ). En canvi, s'observa una disminució de la variabilitat a la segona sessió del CMJA, DJ40 i DJ60. Així mateix, i tot i ser més grans que en el grup de gimnastes, els valors més baixos de CV del grup control ( $CV \leq 8,4$ ) també es troben a l'SJ i CMJ (taula 2). Observem una disminució de la variabilitat intersubjecte en el grup control únicament a l'SJ i CMJA. En canvi, la variabilitat del CMJ, DJ40 i DJ60 augmenta el segon dia (taula 2).

Respecte als coeficients de correlació de Pearson, en fer comparacions per parells entre els intents trobem valors entre moderats i alts en el grup de gimnastes ( $0,51 \geq r \leq 0,91$ ) i en el grup control ( $0,53 \geq r \leq 0,88$ ).

## Fiabilitat intersessions

Referent a la fiabilitat entre sessions, es mostren valors més elevats del CCI en el grup control ( $0,78 \geq CCI \leq 0,97$ ) que en el grup de gimnastes ( $0,70 \geq CCI \leq 0,82$ ). També trobem correlacions majors entre sessions en el grup control (gimnastes:  $0,54 \geq r \leq 0,74$ ; control:  $0,65 \geq r \leq 0,94$ ) en tots els tests administrats. No s'observaren diferències significatives entre les mitjanes dels resultats de cada prova entre les dues sessions ( $p \geq 0,05$ ) llevat del test CMJ del grup de gimnastes, en què trobarem un increment significatiu ( $t(18) = -2,39$ ;  $p \leq 0,05$ ) a la segona sessió (taula 3).

Quant a la variabilitat intersubjecte entre sessions, en ambdós grups els valors de CV són menors que els obtinguts en comparar els intents de la majoria de proves (taula 3).

## Discussió

Aquest estudi pretén determinar si un entrenament sistemàtic de gimnàstica artística afecta la reproductibilitat de les proves de salt vertical. Els resultats confirmen parcialment dita hipòtesi i mostren en tots els tests d'ambdós grups una fiabilitat acceptable.

## Fiabilitat interintents

L'escassa variabilitat reflectida per la falta de significació de les diferències entre els tres intents de cada salt suggereix que no hi ha un efecte d'aprenentatge.

Els elevats valors de CCI obtinguts sembla que indiquen una gran estabilitat del rendiment dels participants en tots els salts. S'hauria pogut donar més estabilitat de rendiment del salt de les gimnastes, però l'heterogeneïtat

Taula 3 Estadístics descriptius i índexs de fiabilitat de l'estudi intersessions

	S1 $\bar{X}$	S2 $\bar{X}$	r	CV	CCI	IC 95%	t	p(t)	
<b>G1</b>									
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	0,769	0,402	0,911	-1,122	0,277
<b>G2</b>									
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

Els resultats s'expressen amb mitjanes i desviació estàndard.

CCI: coeficient de correlació intraclasse; CMJ: *counter-movement jump*; CMJA: *counter-movement jump with arm swing*; CV: coeficient de variació de Pearson; DJ: *drop jump*; G1: grup gimnastes; G2: grup control; IC 95%: interval de confiança al 95% del CCI; p(t): grau de significació de les diferències en la prova t de Student; r: coeficient de correlació de Pearson; S1: sessió 1; S2: sessió 2; SJ: *squat jump*; t: valor de la prova t de Student en mesures repetides.

del grup, tant per les qualitats físiques com pels anys d'experiència, podria explicar els nostres resultats estadístics. No obstant això, els nivells superiors de variabilitat intersubjecte (CV) del grup control en comparació amb les gimnastes, tant en la primera com en la segona sessió, confirmen l'efecte d'homogeneïtzació de la mostra amb la pràctica esportiva.

Comparant els intents de l'SJ i el CMJ durant una mateixa sessió, els índexs de fiabilitat obtinguts en ambdós grups són comparables als valors obtinguts en els adults<sup>11-15</sup>; per això, independentment de si realitzen o no un esport com la gimnàstica artística, els tests administrats a nenes de 7 a 12 anys demostren una bona reproductibilitat durant una mateixa sessió. Quan es tracta de nenes físicament actives, sembla que no cal fer més d'un intent de familiarització de cada test. Tanmateix, en el CMJ les diferències entre intents trobades a la primera sessió suggereixen un efecte d'aprenentatge que podria ser degut a la falta de pràctica del gest del salt amb contramoviment amb mans a la cintura.

Bosco et al.<sup>21</sup> observaren que els adults amb major percentatge de fibres ràpides flexionaven menys els genolls que els altres, cosa que podria suggerir que per maximitzar l'alçada del salt, cada subjecte hauria d'experimentar la flexió de genoll més favorable, i li caldria més d'un intent d'habitació. A més, i tenint en compte que en el CMJ vàrem observar únicament diferències entre el primer i el segon intent de la primera sessió, i que el segon dia de valoració no vàrem trobar diferències, podríem pensar que fóra interessant que aquest col·lectiu realitzés més d'un intent d'habitació. Aquest efecte d'aprenentatge es confirma en un estudi realitzat amb nenes de 6 a 8 anys<sup>16</sup>. Aquest estudi planteja la possibilitat d'efectuar diverses repeticions d'una prova per assegurar una execució òptima que permeti aconseguir millors nivells de fiabilitat.

En el nostre cas, com era d'esperar, la familiarització amb els tests a la segona sessió afavorí un rendiment intrasubjecte més compacte, sobretot en el grup control, i un augment de l'homogeneïtat del grup de gimnastes en el CMJA, DJ40 i DJ60, cosa que no succeí en l'SJ ni el CMJ (taula 2). Aquest augment de l'heterogeneïtat d'alguns tests podria ser un esbós del que seria l'efecte divergent que es produeix en qualsevol procés d'entrenament a llarg termini. Aquest entrenament fa que els subjectes amb més capacitats augmentin més el rendiment que els altres i que, per tant, es distanciïn de la resta del grup. En el nostre cas, l'heterogeneïtat de la mostra de gimnastes sembla que podria ser el motiu de l'efecte divergent en alguns tests.

### Fiabilitat intersessions

A l'estudi de la fiabilitat intersessions s'obtingueren resultats similars als trobats a l'estudi entre intents. Comparant les dues sessions en ambdós grups, s'observen en general valors de CCI inferiors que els trobats en comparar els intents d'una mateixa sessió. Per tant se suggereix que la fiabilitat intrasubjecte (CCI) entre dues sessions consecutives és de moderada a elevada en ambdós grups, reforçada per una variabilitat entre sessions baixa en l'SJ, CMJ i CMJA (CV  $\leq$  10%). Estudis realitzats amb adults també destaquen

l'alta repetitivitat (CCI  $\geq$  0,83) entre sessions d'aquests tests<sup>12,17</sup>. Amb les gimnastes, especialment, la variabilitat entre sessions és comparable a la que altres autors havien trobat en adults<sup>12,15</sup> i en poblacions infantils<sup>16</sup>; en el cas dels nens s'observà una reproductibilitat intersubjecte i intrasubjecte elevada en l'SJ, CMJ i CMJA, que augmentava, en una segona sessió (CCI  $\geq$  0,80; CV  $\leq$  9,19)<sup>16</sup>. En el nostre cas, ambdós grups milloraren la reproductibilitat de l'SJ a la segona sessió, amb valors similars als trobats per Martin et al.<sup>16</sup> (taula 2). Malgrat això, les diferències trobades del valors mitjans del test CMJ entre sessions en el grup de gimnastes ens suggereixen algun efecte d'aprenentatge i d'optimització del gest. Tenint en compte els baixos valors de correlació trobats en el CMJ entre sessions, podríem suggerir una reproductibilitat baixa del grup de gimnastes en aquest test. Tanmateix, això no succeeix en el grup control, en què la correlació entre sessions en la prova del CMJ és molt alta (taula 3). En corroborar comparacions prèvies entre joves esportistes de diferents modalitats<sup>14</sup> es confirmen les expectatives inicials, segons les quals els valors més baixos de variabilitat entre sessions corresponen a les gimnastes.

En el cas dels test DJ40 i DJ60, malgrat haver trobat valors elevats de repetitivitat intrasubjecte, la gran variabilitat d'ambdós grups pot ser el factor que impedeixi discriminar diferències entre sessions. Aquesta gran variabilitat trobada podria atribuir-se una vegada més, sobretot en les gimnastes, a les diferències entre subjectes.

Donat que la mostra de gimnastes procedia d'un club i no d'una selecció de les millors, les característiques físiques no corresponen a un perfil de gimnasta d'alt nivell. La història esportiva és un factor que cal tenir en compte a l'hora d'interpretar aquests resultats, donat que totes les nenes no tenien la mateixa experiència ni el mateix nivell esportiu. No obstant això, sembla que s'observaren valors molt elevats de fiabilitat i repetitivitat de pliometria en les gimnastes preseleccionades i integrades a una rutina d'entrenament pròpia de l'alt rendiment<sup>27</sup>. Tot sembla indicar que la pràctica de la gimnàstica artística, a nivells d'iniciació, a diferència de l'alt rendiment, no millora la fiabilitat de la gran majoria de tests de salt vertical.

### Conclusions

Els nostres resultats mostren que les proves de valoració de la capacitat de salt aplicades a nenes de 7 a 12 anys són fiables. En general, la reproductibilitat entre sessions dels tests aplicats pot considerar-se elevada. Excepcionalment es qüestiona la repetitivitat del test CMJ en les gimnastes. Així doncs, tot sembla indicar que la pràctica de la gimnàstica artística, a nivell d'iniciació, no millora la fiabilitat de la gran majoria de tests de salt vertical en comparació amb un grup control. Possiblement caldria una mostra més gran d'aquestes edats per confirmar la fiabilitat del CMJ.

### Conflicte d'interessos

Els autors declaren que no tenen cap conflicte d'interessos.

## Bibliografia

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 Med 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.