La validità dei test di salto verticale come indicatori di coordinazione e simmetria in giovani pattinatori

Mattia Varalda[1,2], Adriano Varalda[2]
[1]School of Exercise & Sport Sciences, University of Pisa, Italy; School of Exercise & Sport Sciences, University of Verona, Italy
[2]School of Exercise & Sport Sciences (SUISM), University of Torino, Turin, Italy

Abstract

Gli scopi di questo studio sono stati valutare (1) la coordinazione motoria generale attraverso la correlazione tra test di salto verticale con e senza l'uso delle braccia e (2) le simmetrie corporee di forza attraverso la correlazione tra test di salto verticale bipodalici e monopodalici con e senza l'uso delle braccia di giovani atleti di pattinaggio artistico su rotelle. Giovani atleti agonisti di pattinaggio artistico su rotelle (N=163, range età 6-23 y, media età 11,8±3,2) hanno effettuato una batteria di test composta da countermovement jump test (CMJ), countermovement jump arm swing test (CMJas) e single-leg countermovement jump test (slCMJ). I risultati dello studio, attraverso l'analisi dei test CMJ e CMJas, hanno mostrato che negli atleti esiste una buona coordinazione [Bosco coord 1,13±0,1; Δ%=13,50±13,5%; r=0,94; CI=95% (92-95%), p<0,05]. Mentre, per quanto concerne i test di salto verticale monopodalici, la correlazione tra CMJas e slCMJ right è risultata forte [r=0,82; CI=95% (78-87%); p<0,05] e la correlazione tra CMJas e slCMJ left è risultata anch'essa forte [r=0,85; CI=95% (79-88%); p<0,05]. In particolare, seppure tra slCMJ right e slCMJ left ci sia una forte correlazione [r=0,87; CI=95% (83-90%); p<0,05], esiste una differenza di performance tra arto inferiore destro e sinistro (Δ%=11,1±10,3%). In conclusione, si potrebbe affermare che gli atleti presentano una buona coordinazione motoria generale ed un'asimmetria corporea di forza che dovrebbe essere compensata per il conseguimento di una migliore performance fisica e tecnico-sportiva.

Parole chiave: field tests, capacità di salto, valutazione neuromuscolare, performance giovanile

Introduzione

La coordinazione motoria e la simmetria corporea sono due delle componenti più importanti per un atleta di pattinaggio artistico su rotelle. Questa si definisce come disciplina sportiva tecnico-combinatoria, o tecnico-compositore, che coinvolge, più di tutti, gli arti inferiori. Questi, durante le fasi di pattinata e salto, sono impegnati in movimenti che si sviluppano sia verticalmente (piano frontale) che orizzontalmente (piano trasverso). Data la natura della disciplina sportiva, la cura della preparazione fisica viene considerata come un elemento importante per condizionare il risultato finale[10]. Inoltre, è ben noto come gli specifici allenamenti, per migliorare una performance sportiva, richiedano un carico di lavoro ripetitivo e stressante per alcune specifiche parti del corpo di un atleta. La sollecitazione da overload ed overuse a carico di muscoli, tendini, legamenti ed articolazioni, compresi i tessuti più "resistenti" come ossa e cartilagini, possono dare luogo non solo ai comuni traumi sportivi, ma anche a vizi posturali che devono essere particolarmente presi in considerazione ed osservazione, specie nel periodo dell'età evolutiva dei giovani atleti[13]. In tal caso, la preparazione fisica deve cercare la massima variabilità nelle proposte esecutive,

mirando sempre agli obiettivi di performance finali[14]. A tale proposito, è consigliato proporre esercitazioni di lavoro coordinativo e simmetrico. Infatti, nei salti, gli atleti devono sviluppare forza propulsiva, ovvero la somma delle forze verticale ed orizzontale, che si suddivide in quattro fasi: eccentrica, breaking, concentrica (o propulsione) ed impact. Inoltre, i salti vengono effettuati con rotazioni sull'asse longitudinale che vanno a condizionare lo sviluppo di forze asimmetriche negli arti inferiori. Perciò, lavorare da un punto di vista simmetrico nella preparazione ha un obiettivo non solo coordinativo ma anche e soprattutto preventivo da eventuali traumi articolari e muscolari. In merito a tale argomento, risulta utile effettuare periodicamente test fisici, oltre a quelli antropometrici, per monitorare le condizioni fisico-atletiche dei propri atleti. Normalmente i test vengono effettuati in un arco temporale di tre mesi, periodo ritenuto sufficiente per osservare possibili variazioni positive o negative dei risultati. In una disciplina come il pattinaggio artistico su rotelle, test fisici che risultano funzionali sono i test di salto verticale ed orizzontale. In questo studio, è stato deciso di effettuare una batteria di test che comprende: countermovement jump test (CMJ), countermovement jump arm swing test (CMJas) e single-leg countermovement jump test (slCMJ). Questi perché gli scopi di questo studio sono stati valutare (1) la coordinazione motoria attraverso la correlazione tra test di salto verticale con e senza l'uso delle braccia e (2) le asimmetrie corporee di forza attraverso la correlazione tra test di salto verticale bipodalici e monopodalici con e senza l'uso delle braccia. Studi precedenti di Markovic et al hanno cercato di stabilire quale fosse il test più valido per la stima della potenza esplosiva degli arti inferiori tra cinque tipologie diverse di test: Saergent test, Abalakov test con e senza braccia, squat jump test (SJ) e CMJ test (CMJ); trovando come più affidabili SJ e CMJ test[6]. Riguardo ai test di salto verticale, Bobbert et al hanno studiato la relazione tra questi e l'azione muscolare, modello di movimento e realizzazione del salto attraverso studio elettromiografico (EMG) e videoanalisi. È stato sostenuto come il raggiungimento di un salto verticale di un soggetto dipenda dall'effettiva energia del centro di massa del corpo (MCB) in fase di stacco. Questa espressione indica la somma dell'energia potenziale di MCB e dell'energia cinetica dovuta alla velocità verticale di MCB[3]. Maulder et al, invece, hanno condotto uno studio per confrontare test di salto orizzontale e verticale per stabilire se differiscono nella loro capacità di determinare asimmetrie degli arti ed indagare la relazione tra questi salti e l'esecuzione di sprint. I risultati della ricerca hanno affermato che nessuno dei test è risultato avere una maggiore capacità discriminante nel determinare asimmetrie degli arti. L'aumento del ciclo di accorciamento del tratto era maggiore nei test verticali (12,1%) rispetto ai test orizzontali (1,3%). Le valutazioni di salto orizzontale (r=-0,73 to -0,86) hanno evidenziato una miglior predizione di prestazione per gli sprint (20 m) rispetto alle valutazioni verticali (r=-0,52 to -0,73), con la valutazione ciclica orizzontale considerata come il miglior predittivo (r=-0,86). In conclusione la valutazione della potenza dell'arto inferiore appare un metodo economico, facile da amministrare, affidabile e valido per valutare la potenza unilaterale degli arti inferiori[7]. Meylan et al hanno cercato di determinare la validità delle valutazioni di salto con contromovimento verticale, orizzontale, laterale ed unilaterale, l'interrelazione tra questi test e la loro utilità come predittivi di prestazione di sprint (10 m) e cambio di direzione (COD) su 80 studenti, maschi e femmine, di educazione fisica. La capacità dei salti di prevedere le prestazioni di sprint e COD era limitata (R^2<43%). Sembrerebbe che la capacità di cambiare direzione con un arto sia relativamente indipendente da un COD con l'altro arto, specialmente nelle donne (R^2<30%). Tuttavia, se si dovesse selezionare un test di salto per prevedere le prestazioni di sprint e COD in una batteria di test, il salto monopodalico con contromovimento orizzontale sembrerebbe la scelta logica data dai risultati dello studio[8]. Studi di Noyes et al, inerenti ad una tipologia di test non considerato nel presente studio, hanno dimostrato come il drop jump test può essere utile per osservare la corretta distanza di separazione delle ginocchia durante le fasi di volo, pre-contatto e contatto a terra. In particolare, dopo un periodo di allenamento specifico, soggetti femmine praticanti varie discipline sportive hanno presentato, statisticamente, miglioramenti significativi nella distanza di separazione delle ginocchia nella fase

di volo (29±8 cm, p<0,0001) ed una normale distanza di separazione delle ginocchia (68%±18%, p<0,0001)[9]. Infine, Barber-Westin et al, nuovamente in merito al drop jump test, hanno effettuato uno studio su atlete femmine di pallavolo con risultati simili allo studio precedente. Effettuando il test prima e dopo ogni sessione di allenamento, il 69% dei componenti del gruppo ha presentato un miglioramento significativo (p<0,01) nella normale distanza di separazione delle ginocchia[2].

Metodi

Disegno sperimentale

Il corrente studio ha utilizzato un disegno sperimentale per valutare le performance di giovani atleti di pattinaggio artistico su rotelle. È stato indagato ciò per poter confermare, o meno, precedenti studi effettuati su soggetti non atleti[14]. Nel corrente studio è stato deciso di effettuare diverse tipologie di test di salto verticale. La ragione per cui sono stati scelti questi test è perché riproducono un gesto motorio verosimile al gesto della performance della disciplina sportiva. Inoltre, la scelta di tali test è stata presa per poter calcolare l'indice di coordinazione di Bosco[4], che valuta la capacità di coordinazione intermuscolare in salti verticali perché quantifica l'aiuto dell'azione degli arti superiori nell'azione di salto[5].

Soggetti

Giovani atleti di pattinaggio artistico su rotelle (N=163, range età 6-23 y, media 11,8±3,2) hanno preso parte allo studio. Il gruppo presentava atleti di entrambi i sessi (M=4, F=159), suddivisi in 6 categorie d'età (U8, U11, U14, U17, U20, U23).

Metodologia

La batteria di test è stata effettuata in palestra su terreno artificiale. Gli atleti hanno svolto i test in 3 momenti differenti durante la stessa giornata, in quanto questi erano divisi in 3 gruppi di lavoro al giorno. Le date di nascita degli atleti, utili a determinare i gruppi suddivisi per età, sono state rilevate attraverso fogli elettronici di calcolo Excel 2010 (Microsoft Corporation, USA). Sono state calcolate le età degli atleti al giorno del rilevamento, con approssimazione di 0,1. Prima della sessione di test, gli atleti hanno ricevuto una spiegazione teorica e pratica dello svolgimento della batteria di test e, successivamente, hanno svolto una sessione di riscaldamento standardizzata della durata di 10 minuti, comprensiva di corsa, pre-atletismo, mobilità articolare ed esercizi propedeutici ai test. Infine, tutti gli atleti hanno avuto la possibilità di famigliarizzare con i test effettuando una simulazione della batteria. Ogni atleta ha effettuato due prove per ogni test, ed il miglior risultato è stato utilizzato per l'analisi statistica. I test sono stati effettuati con pedana di Bosco (Ergo tester, Globus, Codognè, Treviso, Italy). La misura del massimo spostamento del centro di massa in volo (ovvero dell'elevazione) durante il salto in alto da fermo è ottenuta misurando il tempo di volo e applicando la formula proposta da Asmussen e Bonde Peterson, nel 1974[1]. Il tempo di volo viene misurato in secondi (sec), con approssimazione di 0,001, e la distanza risulta calcolata in metri (m)[11]. Nell'analisi statistica, i valori dei risultati sono stati espressi in centimetri (cm), con valori approssimati a 0,1.

Test

Countermovement jump (CMJ)

L'atleta, con partenza dalla posizione eretta con le mani ai fianchi, esegue un rapido contromovimento verso il basso piegando gli arti inferiori fino a 90°, per poi eseguire un salto verticale di massima elevazione. Durante la fase di volo l'atleta non deve mai staccare le mani dai fianchi e deve atterrare contemporaneamente con entrambe i piedi sulla pedana[5].

Countermovement jump arm swing (CMJas)

L'atleta, con partenza dalla posizione eretta, esegue un rapido contromovimento verso il basso con massimo aiuto da parte dello slancio degli arti superiori piegando gli arti inferiori fino a 90°, per poi eseguire un salto verticale di massima elevazione. L'atleta, dopo la fase di volo, deve atterrare contemporaneamente con entrambe i piedi sulla pedana[5].

Single-leg countermovement jump (slCMJ)

L'atleta, con partenza dalla posizione eretta ed equilibrio monopodalico, esegue un rapido contromovimento verso il basso con massimo aiuto da parte dello slancio degli arti superiori

piegando l'arto inferiore fino a 90°, per poi eseguire un salto verticale di massima elevazione. L'atleta, dopo la fase di volo, deve atterrare contemporaneamente con entrambe i piedi sulla pedana.

Analisi statistica

I dati dei risultati sono stati presentati con media±DS. I dati antropometrici ed i risultati dei test di salto verticale sono stati espressi con valori approssimati a 0,1, mentre i risultati statistici sono stati espressi con valori approssimati a 0,01. La distribuzione di ogni variabile è stata esaminata con Excel 2010 (Microsoft Corporation, USA). La coordinazione motoria tra CMJ e CMJas è stata calcolata attraverso l'indice di coordinazione di Bosco (Bosco coord)[5]; la formula usata è il rapporto tra l'altezza raggiunta nel CMJas e quella del CMJ[4]. Il valore viene arrotondato a 0,01. Inoltre, le differenze di performance tra CMJ e CMJas, per la coordinazione intermuscolare, e tra slCMJ right e slCMJ left, per l'asimmetria corporea di forza, sono state calcolate in differenza percentuale (Δ%), con valore Δ% negativo per rappresentare un decremento e con Δ% positivo per un incremento. Le correlazioni tra CMJas e slCMJ right, CMJas e slCMJ left e slCMJ right e slCMJ left sono state calcolate usando il coefficiente di correlazione di Pearson (r). La correlazione (r) è stata distinta in: debole ($0,0<r<0,3$), moderata ($0,3<r<0,7$) e forte ($r>0,7$). Le correlazioni sono state presentate con intervallo di confidenza (CI) uguale al 95% e $p<0,05$. Le rappresentazioni grafiche sono state presentate in R^2 con linea di tendenza lineare.

Risultati

I risultati dei test vengono descritti con media±DS in Tabella 1. La coordinazione motoria, calcolata attraverso l'indice di coordinazione di Bosco, e le differenze di performance, calcolate tramite differenza percentuale (Δ%), vengono presentati in Tabella 2. Infine, in Tabella 3, vengono riportati i valori di correlazione di Pearson (r) tra i vari test.

Tabella 1. Risultati dei test di salto verticale bipodalici e monopodalici (media±DS) del gruppo di atleti

N atleti	età	CMJ*	CMJas*	slCMJ* right	slCMJ * left
163	11,8± 3,2	25,0± 6,8	28,1± 7,1	17,1± 4,5	18,0± 5,1

*CMJ, countermovement jump; CMJas, countermovement jump arm swing; slCMJ, single-leg countermovement jump.

Tabella 2. Differenze di performance dei test attraverso l'indice di coordinazione di Bosco (media±DS) e le differenze %ali (media±DS) del gruppo di atleti.

N atleti	Bosco coord*	Δ%* CMJ/CMJas	Δ%* slCMJ right/slCMJ left
163	1,13±0,1	13,50±13,5	11,1±10,3

*Bosco coord, indice di coordinazione di Bosco; Δ%, differenza percentuale; -Δ% decremento percentuale; +Δ% incremento percentuale.

Tabella 3. Coefficienti di correlazione di Pearson tra i test di salto verticale del gruppo di atleti.

test	*r**
CMJ/CMJas	0,94**
slCMJ right/slCMJ left	0,87**
CMJas/slCMJ right	0,82**
CMJas/slCMJ left	0,85**

**r* value (Pearson correlation)
***p*<0,05.

Inoltre, la correlazione di Pearson (r) viene rappresentata graficamente in Figura 1,2,3 e 4 in R^2.

Figura 1. Correlazione di Pearson tra i test CMJ e CMJas [r=0,94; CI=95% (92-95%), $p<0,05$].

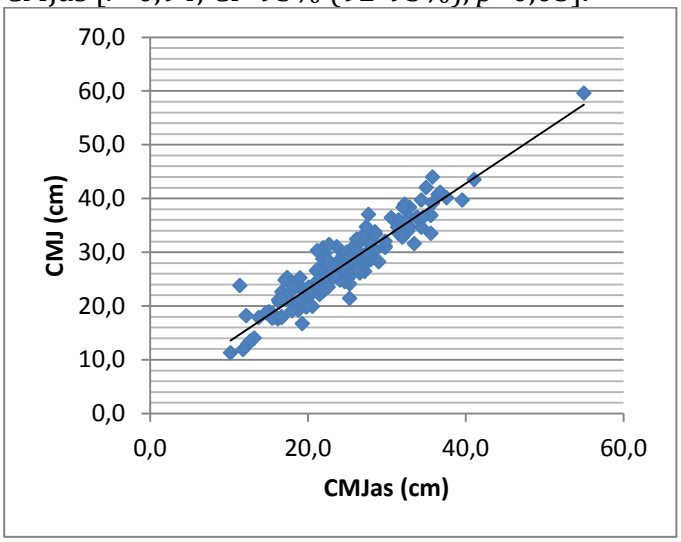


Figura 2. Correlazione di Pearson tra i test slCMJ right e slCMJ left [*r*=0,87; CI=95% (83-90%); *p*<0,05].

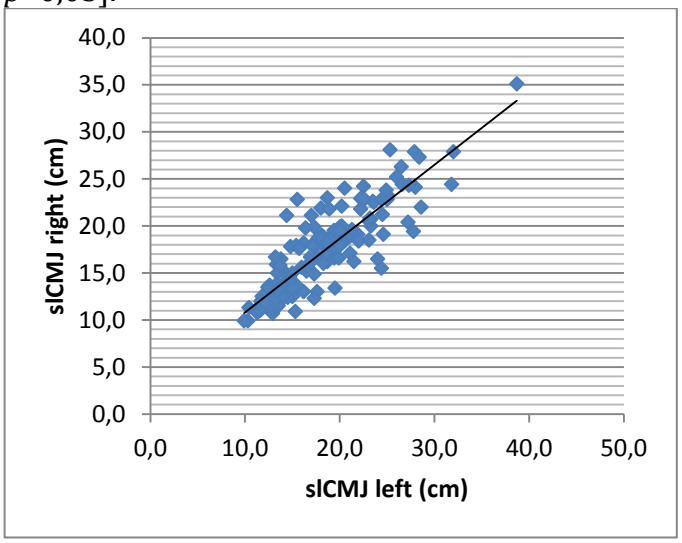


Figura 3. Correlazione di Pearson tra i test CMJas e slCMJ right [*r*=0,82; CI=95% (78-87%); *p*<0,05].

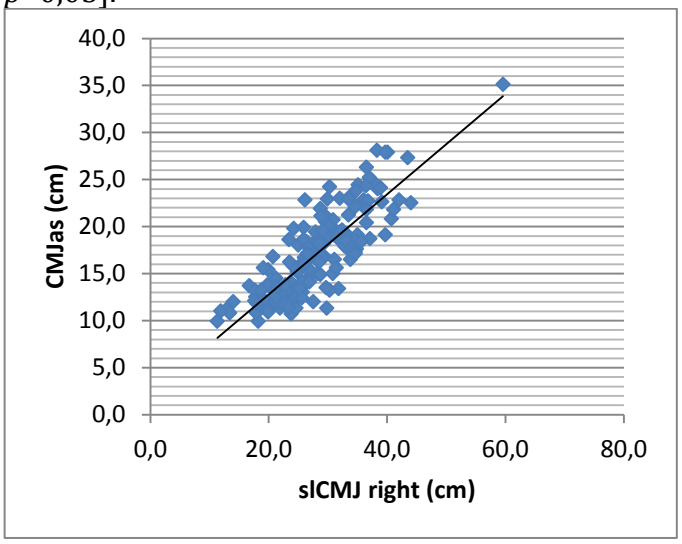
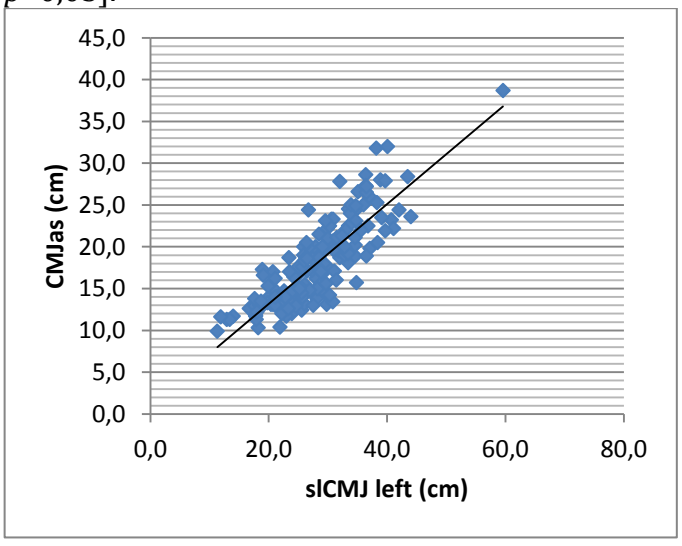


Figura 4. Correlazione di Pearson tra i test CMJas e slCMJ left [*r*=0,85; CI=95% (79-88%); *p*<0,05].



Discussione

Le capacità di salto verticale bipodalico e monopodalico in questa disciplina hanno un ruolo fondamentale per il pieno raggiungimento della performance. Il più importante risultato trovato in questo studio è stato che, seppure ci sia una forte correlazione tra la capacità di salto verticale bipodalica e la capacità di salto verticale monopodalica destra [*r*=0,82; CI=95% (78-87%); *p*<0,05] e sinistra [*r*=0,85; CI=95% (79-88%); *p*<0,05], le prestazioni di salto monopodaliche hanno evidenziato un'asimmetria corporea presentata da una differenza di performance (Δ%) tra arto inferiore destro e sinistro di 11,1±10,3%. Quindi, si potrebbe affermare che gli atleti presentano un'asimmetria corporea di forza correlata all'attività sport-specifica del pattinaggio artistico su rotelle.

In generale, dall'analisi dei risultati si possono fare alcune considerazioni. Considerando i risultati, espressi in media±DS, si può osservare come i test CMJ e CMJas abbiano una DS rispetto alla media molto elevata (CMJ 25,0±6,8, CMJas 28,1±7,1); tale risultato può essere riconducibile al range d'età degli atleti partecipanti (range età 6-23 y). Invece, per i test di salto verticale monopodalici si può vedere come la DS sia ridotta rispetto ai primi due test (slCMJ right 17,1±4,5, slCMJ left 18,0±5,1), in quanto la capacità di forza da esprimere nei test monopodalici è maggiormente isolata rispetto a quelli bipodalici. Si può inoltre osservare che il slCMJ right presenta una più bassa DS rispetto al slCMJ left; ciò confermerebbe l'ipotesi che sostiene esista un'asimmetria corporea di forza. Per quanto riguarda l'indice di coordinazione di Bosco, il risultato ottenuto (Bosco coord 1,13±0,1) afferma che gli atleti hanno una buona capacità di coordinazione intermuscolare nei salti verticali, in quanto tale valore quantifica l'aiuto dell'azione degli arti superiori nell'azione di salto[5].

A tale proposito, la correlazione di Pearson tra CMJ e CMJas, per identificare la coordinazione intermuscolare, ha confermato la forte correlazione tra i test di salto verticale bipodalici [*r*=0,94; CI=95% (92-95%), *p*<0,05]. Inoltre, si può affermare che tra i due test bipodalici ci sia una differenza percentuale di performance (Δ%=13,50±13,5) naturalmente a favore del CMJas rispetto al CMJ che mantiene, come

affermato precedentemente, una buona coordinazione intermuscolare.
Considerando i risultati ottenuti nei test di salto verticale monopodalici si vede come esista una forte correlazione tra arto inferiore destro e sinistro [r=0,87; CI=95% (83-90%); p<0,05] ma, al tempo stesso, come descritto precedentemente, esiste una differenza di performance (Δ%) tra arto inferiore destro e sinistro di 11,1±10,3%. Quindi si può ipotizzare che, esistendo una differenza di performance tra gli arti inferiori, la loro correlazione, seppur già forte, possa migliorare al fine di conseguire un miglioramento nella performance fisica e tecnico-sportiva. In termini statistici, per ottenere un miglioramento significativo della differenza di performance tra arto inferiore destro e sinistro, si potrebbe affermare che tale differenza di performance, attualmente Δ%=11,1±10,3%, dovrebbe essere stimata a Δ%<8,0%. Tale risultato è stato stimato attraverso il minimo cambiamento utile, o smallest worthwhile change (*swc*) della differenza di performance attuale (*swc*=3,1).

Applicazioni pratiche

Allenatori e preparatori atletici, tenendo a mente ciò che è stato discusso, potrebbero presentare nelle loro sessioni di allenamento esercizi monopodalici che prevedano un carico di lavoro simmetrico su entrambi gli arti inferiori. Risulterebbe utile effettuare un qualsiasi gesto tecnico della disciplina su entrambi gli arti inferiori, e non solo sull'arto con il quale normalmente viene effettuato il movimento, con l'obiettivo di compensare le asimmetrie presenti negli atleti.

Conclusioni

In conclusione, questo studio ha mostrato che esiste una correlazione tra test di salto verticale bipodalici con e senza l'uso delle braccia che determina un livello di coordinazione dell'atleta. In generale, i test di salto verticale monopdalici hanno mostrato che è presente in giovani pattinatori un'asimmetria corporea di forza che determina una differenza di performance di salto tra un arto inferiore e l'altro.

Bibliografia

1. Asmussen E, Bonde-Peterson F. Storage of elastic energy in skeletal muscle in man. Acta physiol scand. 1974; 91: 385-392

2. Barber-Westin SD, Smith ST, Campbell T, Noyes FR. The Drop Jump Video Screening Test: retention and improvement in neuromuscular control in female volleyball players. The Journal of Strenght and Conditioning Research. 2010; 24(11): 3055-3062

3. Bobbert MF, Van Ingen Schenau GJ. Coordination in vertical jumping. Journal of Biomechanics. 1988; 21(3): 249-262

4. Bosco C. La valutazione della forza con il test di Bosco. SSS, Roma. 1992

5. Buonaccorsi A. Manuale di standardizzazione dei test. Osservatorio Nazionale Capacità Motorie, CONI. 2003; 52

6. Markovic G, Diznar D, Jukic I, Cardinale M. Reliability and factorial validity of Squat and Countermovement Jump Tests. Journal of Strenght and Conditioning Research. 2004; 18(3): 551-555

7. Maudler P, Cronin J. Horizontal and vertical jump assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability. Physical therapy in Sport. 2005; 6: 74-82

8. Meylan C, McMaster T, Cronin J, Moahammad NI, Rogers C, deClerk M. Single-leg lateral, horizontal, and vertical jump assessment: reliability, interrelationships, and ability to predict sprint and change-of-direction performance. Journal of Strenght and Conditioning Research. 2009; 23(4): 1140-1147

9. Noyes FR, barber-Westin, Fleckenstein C, Walsh C. The Drop Jump Screening Test: difference in lower limb control by gender and effect of neuromuscular training in female athletes. The American Journal of Sports Medicine. 2005; 33(2): 197-207

10. Reilly T, Bangsbo J, Franks A. Anthropometric and physiological predispositons for elite soccer. Journal of Sport Sciences. 2000; 18: 669-683

11. Roi GS. I test di valutazione nel calcio. Ed. Correre, Milano. 2014; 7: 130

12. Ronchi M. L'esercizio propriocettivo nel pattinaggio a rotelle. 2010

13. Ronchi M, Gibin M, Masera J, Polimene F, Zecchinello F. PEC – Propriocettività, Equilibrio, Coordinazione: programmi di prevenzione, riatletizzazione e sportbodyworks. 2010

14. Weineck J. L'allenamento ottimale. Ed. Calzetti e Mariucci, Perugia. 2009; 585-595