



SEMINARIO INTERNAZIONALE DI

PATTINAGGIO ARTISTICO

ROCCARASO 2010

STUDIO BIOMECCANICO

DEL TRIPLO LUTZ

a cura di Prof. Franco Merni, Prof. Silvia Fantozzi

Dott. Laura Querin

dell'Università di Bologna



S.I.P.A.R. Scuola Italiana Pattinaggio Artistico a Rotelle

Studio biomeccanico preliminare del Triplo Lutz

Facoltà di Scienze Motorie Università di Bologna

Franco Merni, docente Teoria e Metodologia dell'allenamento e Valutazione motoria

Silvia Fantozzi, docente Biomeccanica applicata e Bioingegneria

Laura Querin, laureata in Scienze Motorie.

Andrea Giovanardi, ingegnere del Laboratorio di Biomeccanica Facoltà di Scienze Motorie

Anna Zicarelli, laureanda in Bioingegneria

Lo studio è stato condotto con la collaborazione della Federazione Italiana Hockey e Pattinaggio. In particolare hanno contribuito Sara Locandro, Antonio Merlo, Piero Trentini.

Un ringraziamento speciale agli atleti che si sono prestati per questo studio: Roberto Riva, Andrea Barbieri, Tanja Romano, Andrea Aracu, Andrea Giroto, Dario Betti.

Analisi della letteratura

I vari studi presenti in letteratura riguardano l'analisi biomeccanica di salti del pattinaggio artistico su ghiaccio come Axel, Toe-Loop, mediante l'utilizzo di videocamere ad alta velocità.

Nello studio di Deborah L. King, Sara Smith, (1994) "A Kinematic Comparison of Single, Double, and Triple Axel", si mette a confronto il salto singolo con il doppio e il triplo per determinare quali parametri si mantengono costanti e quali si differenziano nei tre salti, e qual è la tecnica migliore per eseguire un triplo Axel.

Un altro studio di Deborah L. King, Sara Smith, (2004) "Characteristics of Triple and Quadruple Toe-Loops Performed during the Salt Lake City 2002 Winter Olympics" si propone di confrontare e quantificare le caratteristiche di base del triplo e del quadruplo Toe-Loop per fornire agli allenatori informazioni utili per l'insegnamento del quadruplo Toe-Loop ad atleti di alto livello.

La ricerca riguardante lo studio del Triplo Lutz nel pattinaggio su ghiaccio è presentata da Deborah L. King, (2001) "Generation of vertical velocity in toe-pick figure skating jumps", con la quale determina il contributo segmentale delle braccia e della gamba libera, e l'utilizzo della puntata nella generazione della velocità verticale per il Triplo Lutz.

Per quanto riguarda il pattinaggio a rotelle sono presenti nel sito della federazione (www.fihp.org/artistico/lista_dispense.php) alcuni studi relativi l'Axel e il Toe-Loop doppio e triplo (Giorgi C., Turchetti S.).

Inoltre, esistono altre tesi di laurea:

- Bernardi B. (1984), "Analisi cinematografica del salto Axel esterno nel pattinaggio artistico a rotelle";
- Dallari E. (1985), "Analisi biomeccanica nel pattinaggio artistico a rotelle" con particolare riferimento allo studio del Flip;
- Cremonini L. (1988), "Biomeccanica del doppio Toe-Loop nel pattinaggio artistico";
- Morabito V. (2007), "Analisi biomeccanica del Toe-Loop nel pattinaggio artistico a rotelle";
- Cazzoli A. (2007), "Analisi biomeccanica tridimensionale dell'Axel nel pattinaggio artistico a rotelle".

Per quanto riguarda il pattinaggio a rotelle, non esistono studi di tipo quantitativo biomeccanico relativamente al Lutz. Perciò lo scopo di questo lavoro è analizzare per la prima volta la cinematica del Triplo Lutz su atleti di alta qualificazione internazionale.

Soggetti

Nel gruppo dei cinque soggetti esaminati facevano parte due campioni del mondo senior e uno junior, un bronzo al campionato mondiale junior e un campione europeo.

I soggetti presentavano un età media di 23 anni, con variazione tra i 18 e i 26 anni. Il loro peso medio corrispondeva a 73 kg, con una oscillazione tra i 71 e gli 81 kg. L'altezza andava da un valore minimo di 169 cm ad un massimo di 184 cm, con una media di 176 cm.

Questi atleti praticavano il pattinaggio artistico a rotelle in media da 17 anni, con un minimo di 14 e un massimo di 20 anni. Erano in media 6 gli anni di esperienza sul Triplo Lutz, con una variazione tra i 3 e i 9 anni.

I soggetti si allenavano in media 14 ore alla settimana, tranne un soggetto che lo praticava saltuariamente. A tale monte ore è aggiunta una parte (da 8 a 20 ore settimanali) dedicata alla preparazione atletica.

Per quanto riguarda le prestazioni di forza esplosiva degli arti inferiori è stata rilevati con un tappetino a conduttanza l'altezza raggiunta in tre test di salto: nello squat jump è stato raggiunto un valore medio di 45,4 cm (range da 42,2 a 51,2 cm); nel countermovement jump invece si presenta un valore medio di 51,1 cm (range da 47,3 a 54,1 cm) che dimostra un valore di 5,6 cm maggiore rispetto salto precedente dovuto allo sfruttamento dell'energia elastica. Nel countermovement jump con l'uso delle braccia, che è il test più vicino al gesto del Lutz, si è notato un valore medio di 57,7 cm (range da 51.8 a 65.2 cm), pertanto ulteriormente superiore di 6,6 cm.

Apparecchiature

È stato utilizzato un sistema con 10 telecamere sincronizzate per mezzo delle quali si può ricostruire la posizione di marcatori posti sul corpo e sul pattino dei soggetti in modo da effettuare misure accurate quantitative tridimensionali.

Il Sistema BTS SMART-D Motion Capture System è un sistema optoelettronico che permette lo studio del movimento umano tramite la misura di variabili come posizione, velocità e accelerazione che descrivono la cinematica dei segmenti corporei.

La parte hardware è costituita da un set di 10 telecamere dotate di illuminatori ad infrarossi, una workstation per l'acquisizione ed elaborazione dati, ed un kit di marker catarifrangenti.

I marcatori catarifrangenti riflettono la luce di lampade a infrarossi. Consistono in sferette di plastica, di diverse dimensioni, rivestite di un materiale riflettente, possono essere applicati direttamente sul corpo o sul pattino del soggetto tramite biadesivi o fascette elastiche di supporto.

Le telecamere hanno una risoluzione massima di 0.48 Mpixel, ad una frequenza di acquisizione di 250 Hz (250 fotogrammi al secondo).

Le 10 telecamere sono state disposte attorno alla traiettoria del salto formando due semicerchi. L'altezza delle telecamere era diversa in modo da inquadrare tutti i marker durante le varie fasi del salto e da punti di vista diversi.

La componente software del sistema è costituita dallo Smart Capture attraverso il quale si effettua la calibrazione e l'acquisizione dei dati. Lo Smart Tracker è il software che permette di ricostruire le coordinate dei marker e studiarne le tracce. Dopo di che avviene l'analisi dei dati attraverso lo Smart Analyzer cioè un protocollo che permette di calcolare tutte le misure derivate ad esempio distanze, assi e angoli, con i grafici relativi.

I marker sono stati posizionati sui pattini (tallone, primo e quinto metatarso), sulle gambe e sulle cosce sono state utilizzati delle tetradi di marker per una migliore ricostruzione dei centri articolari 3D con il metodo CAST. Il bacino, il tronco e la testa sono stati individuati da 4 marker per ogni segmento. Gli arti superiori presentavano marker agli acromion, al gomito e due ai polsi.

Il software Analyzer del sistema BTS ha permesso di ricavare grafici spaziali lineari (relativi punti particolari) ed angolari (tra segmenti o assi del corpo) e quelli delle relative velocità in funzione del tempo.

Analisi temporale

Per studiare meglio il Triplo Lutz si è pensato di individuare dei momenti caratteristici che permettono di suddividerlo in fasi. Il primo momento è quello della puntata. La fase successiva è quella corrispondente al sollevamento del pattino sinistro di scorrimento. Di seguito lo stacco con l'arto destro e l'arrivo del salto.

Per studiare le durate di ogni fase e determinare eventuali ulteriori suddivisioni del movimento sono stati individuati i tempi corrispondenti ai seguenti fotogrammi:

- **Tempo iniziale di puntata:** è stato individuato il primo fotogramma in cui i marker della punta del pattino destro hanno il valore più basso di altezza. Inoltre, è stata presa in considerazione la velocità verticale per stimare quando questa assume il valore zero.
- **Tempo di fine scorrimento:** valutato osservando il marker corrispondente alla punta interna del piede sinistro nel primo fotogramma in cui si nota una variazione di spostamento nella verticale.
- **Tempo di stacco:** è il primo istante in cui l'atleta è in volo, definito osservando la punta del piede destro nel primo fotogramma in cui si nota una variazione di spostamento nella verticale.
- **Tempo di massima altezza volo:** osservato valutando il centro del bacino al punto più alto raggiunto durante il volo.

- **Tempo di arrivo:** corrispondente al primo fotogramma in cui la prima ruota del pattino destro mostra un valore minimo e costante.

Per calcolare le durate di ogni fase sono state effettuate delle differenze tra il tempo di una fase seguente meno la precedente. Perciò sono state individuate le seguenti variabili:

- **Durata della fase di scorrimento** (tempo di stacco pattino sinistro meno tempo di puntata);
- **Durata della fase di appoggio** (differenza tra il tempo di stacco del pattino destro e il tempo corrispondente alla puntata);
- **Durata della fase di volo** (differenza tra il tempo di arrivo e il tempo di stacco).

I dati riportati di seguito sono valori medi dei 5 soggetti o valori massimi e minimi individuali.

La durata dello scorrimento è circa 2/3 dell'intera fase d'appoggio (0,12 contro 0,18 s), perciò la fase di spinta su un arto solo dura 0,06 s.

La fase di volo è decisamente più lunga in media di 0,64 s (range 0,58-0,70).

Per valutare altri eventi è necessario studiare il moto di alcuni punti particolari oppure di angoli articolari. In questo modo è possibile suddividere le fasi sopra descritte in ulteriori sottofasi ed andare ad effettuare delle misure spaziali lineari (distanze) o angolari in ognuna di queste fasi.

Per studiare il moto del corpo in toto dell'atleta è stato calcolato un punto che corrisponde al baricentro del bacino: il centroide tra le quattro spine iliache. In questo modo è stato possibile individuare:

- un valore minimo di altezza di questo punto dopo la puntata;
- l'altezza raggiunta alla fine dello scorrimento del pattino sinistro;
- l'altezza raggiunta allo stacco del pattino destro;
- il valore massimo in altezza del centro del bacino durante il volo;
- il valore dell'altezza al momento dell'arrivo.

Inoltre, sono stati calcolati le seguenti durate intermedie:

- durata tra la puntata e il valore più basso di altezza del centro del bacino pari a 0,04 s;
- durata fase di ascesa (dallo stacco al massimo in volo) pari a 0,32s;
- durata fase di discesa (dal massimo in volo all'arrivo) pari a 0,33s

La leggera differenza tra ascesa e discesa può essere dovuta al diverso atteggiamento degli arti inferiori allo stacco e all'arrivo (estesi allo stacco, leggermente flessi all'arrivo).

È stata inoltre calcolata la distanza orizzontale percorsa dal centro del bacino tra lo stacco e l'arrivo. Purtroppo è stato possibile valutare questa distanza soltanto in due atleti che presentano misure molto diverse (1,63 m contro 2,59 m).

Il caricamento medio del bacino immediatamente dopo la puntata è di 14 mm con un range da 2 a 38 mm. Successivamente il centro del bacino si eleva di 25,4 cm in media al momento dello stacco (min 19,5 cm; max 34,8 cm).

L'altezza media della parabola di volo risulta di 50,5 cm, con una variazione da un minimo di 42,2 cm a un massimo di 57,8 cm.

Distanze

Sono state calcolate distanze sia di tipo lineare che angolare. Le prime sono quelle relative alle distanze dei pattini fra loro quando sono a terra e anche in aria.

- **Distanza tra il tallone sinistro di scorrimento rispetto la punta interna del piede destro**, nelle due coordinate x (lunghezza) e z (profondità) rilevate alla puntata e allo stacco.

La distanza media tra i due pattini in direzione dell'asse x risulta di 26,2 cm mentre quella trasversale (asse z) è più ampia cioè 29,4 cm.

- **Distanza massima tra il tallone sinistro di scorrimento rispetto la punta interna del piede destro**, rilevate in corrispondenza dello stacco.

Inoltre è stato rilevato il valore minimo nella fase di ascesa del volo.

La distanza assoluta massima tra i due punti sopra detti risulta di 53,8 cm, in prossimità dello stacco è di 21,8 cm al minimo rilevato nella prima fase del volo, che avviene in media 0,21 s dopo lo stacco. I tempi dei diversi soggetti oscillano dai 0,10 ai 0,28 s.

Si è pensato di rilevare le distanze tra il centro del bacino e il centro del piede destro nella fase di puntata e di stacco, in valore assoluto. La distanza assoluta tra il centro del bacino e il centro del piede destro nel momento di puntata è risultata di 50,1 cm, mentre allo stacco è di 13,5 cm, cioè decisamente minore, con oscillazioni molto ampie nei cinque atleti tra il valore minimo (2,6 cm) e massimo (23,6 cm).

Angoli arti inferiori

Lo studio degli arti inferiori è stato effettuato prendendo in considerazione gli angoli dell'anca, del ginocchio e della caviglia nelle diverse fasi dei movimenti dalla puntata fino al volo.

Vengono presi in considerazione per primi i valori tratti dai goniogrammi dell'arto destro.

Sono stati valutati i seguenti valori degli **angoli dell'anca della gamba destra**:

- alla puntata: valori di adduzione e piegamento, e i rispettivi valori massimi raggiunti negli istanti successivi la puntata;
- allo stacco: valori di piegamento e abduzione.

Per il **ginocchio destro** è stato valutato:

- prima della puntata: la massima estensione soltanto in alcuni soggetti;
- alla puntata: angolo di piegamento, e i rispettivi valori massimi raggiunti negli istanti successivi la puntata;
- allo stacco: angolo di piegamento.

Per la **caviglia destra** è stato valutato:

- alla puntata: angolo di piegamento, e i rispettivi valori massimi raggiunti negli istanti successivi la puntata;
- allo stacco: angolo di piegamento.

Per quanto riguarda l'anca, la posizione neutra (cioè con 0° di flesso-estensione e abduzione-adduzione) si ha quando la coscia è perpendicolare al bacino.

Alla puntata l'anca è decisamente flessa (36°) e quasi in posizione neutra sul piano frontale (2°). Successivamente alla fine dello scorrimento, c'è la stessa flessione (37°) e una abduzione (15°). Al momento dello stacco l'abduzione è leggermente ridotta (13°) mentre la flessione è decisamente diminuita arrivando vicino al punto neutro (5°).

Il ginocchio è stato valutato prima della puntata soltanto in 3 soggetti ed è risultato quasi completamente esteso (vicino al valore 0). Al momento della puntata il ginocchio risulta in tutti i soggetti decisamente piegato (60°) con valori che oscillano da un minimo di 50° ad un massimo di 67°. Nella fase successiva tutti i soggetti tendono a caricare il ginocchio cioè il piegamento in media aumenta (66°). Successivamente, c'è un'azione pronunciata di estensione che porta il ginocchio a 16° (range 11° - 19°) al momento dello stacco. Perciò c'è un'escursione media di 50° tra il massimo caricamento e la massima estensione.

Per quanto riguarda la caviglia, la posizione neutra (cioè con 0° di flesso-estensione) si ha quando la tibia è perpendicolare alla caviglia.

La caviglia alla puntata si presenta in posizione neutra (2°), successivamente si carica in maniera più evidente del ginocchio (23° di flessione dorsale). Al momento dello stacco la caviglia presenta un'estensione plantare di 18°. Perciò tra massimo caricamento e stacco vi è un'escursione di 41°.

Nello studio dei valori di caricamento del ginocchio e della caviglia è possibile misurare il tempo al quale si riscontrano i valori di massimo caricamento. Per cui è possibile stimare le durate di questi due movimenti:

- **Tempo di caricamento del ginocchio**: osservando il goniogramma, si rileva la durata del caricamento del ginocchio, che termina nel punto della flessione partendo dalla puntata. La durata di questa azione è in media 0,027 s.

- **Tempo di caricamento della caviglia:** osservando il goniogramma, si rileva la durata di caricamento della caviglia che risulta pari a 0,09 s.

Sono stati registrati i valori degli **angoli dell'anca della gamba sinistra:**

- alla puntata: valori di adduzione e flessione, e i valori massimi di adduzione e abduzione negli istanti successivi la puntata;
- a fine scivolamento: i valori di massima estensione;
- allo stacco: valori di abduzione e flessione.

Per il **ginocchio sinistro** è stato valutato:

- alla puntata: angolo di flessione,
- a fine scivolamento: valori di massima flessione;
- allo stacco: angolo di flessione.

Per la **caviglia sinistra** è stato valutato:

- alla puntata: angolo di flessione,
- a fine scivolamento: valori di massima flessione;
- allo stacco: angolo di flessione.

I movimenti dell'anca della gamba sinistra in lateralità (abduzione – adduzione) sono molto ridotti. Alla puntata l'anca è in posizione neutra, in seguito c'è una lieve adduzione seguita da una lieve abduzione prima dello stacco del pattino destro. Successivamente allo stacco della gamba destra, l'anca viene leggermente addotta.

Per quanto riguarda il piegamento, l'anca sinistra alla puntata risulta più piegata della destra (72°), successivamente viene estesa relativamente (fino 22°) (quindi rimane ancora piegata).

In seguito, l'anca non mostra evidenti movimenti di estensione in 4 soggetti. Soltanto in uno mostra un evidente movimento di flessione, che porta l'anca a 68° al momento dello stacco, rispetto agli altri che presentano il valore di 16°.

Il ginocchio e la caviglia della gamba sinistra alla puntata risultano decisamente piegati (ginocchio 62° e caviglia 24° di dorsi-flessione). In seguito, il ginocchio presenta un massimo di estensione in corrispondenza dello stacco del pattino sinistro (12°). Nello stesso momento la caviglia sinistra mostra un'estensione plantare di 19°. Allo stacco del piede destro il ginocchio sinistro si flette leggermente (24°) mentre la caviglia si estende di poco (21°).

Variabili del tronco

Il tronco è stato studiato in modi diversi prendendo in considerazione punti e assi riferiti allo spazio esterno e tra di loro.

Angolo di inclinazione dell'asse del tronco (calcolato tra i 4 marker del tronco posizionati sulle vertebre C7 e T8, lo sterno e il processo xifoideo) **rispetto all'asse verticale al suolo** nei momenti di puntata, fine scorrimento, stacco, massima altezza di volo, arrivo.

I soggetti sono inclinati con il tronco sempre nella direzione da cui provengono. L'inclinazione è più pronunciata alla puntata (37°) e meno nelle fasi successive (fine scivolamento 32° , e stacco 28°).

Asse delle pelvi rispetto al piano x e z: corrisponde all'asse definito dalle spine iliache posteriori proiettato sul pavimento nei momenti di puntata, fine scivolamento, stacco. In questo modo è possibile confrontare le rotazioni in due momenti della puntata: iniziale (puntata – fine scorrimento) e finale (fine scorrimento – stacco).

Lo stesso metodo è stato utilizzato per studiare il movimento delle spalle.

Asse delle spalle rispetto al piano x e z: corrisponde all'asse definito dai due acromion proiettato sul pavimento nei momenti di puntata, fine scivolamento, stacco. Gli atleti mostrano strategie diverse nei movimenti di torsione del tronco. Un atleta si muove poco con i due assi nella prima fase e molto nella seconda. Due atleti si muovono di più nella prima fase e meno nella seconda con tutti e due gli assi. Infine, due atleti presentano movimenti nella stessa ampiezza nelle due fasi per le anche mentre le spalle mostrano movimenti più ampi nella prima fase.

Velocità

Sono state studiate le **velocità angolari della proiezione sul pavimento degli assi del bacino e spalle** appena descritti nei momenti di puntata, fine scivolamento, stacco e volo. Tutti gli atleti presentano un picco di velocità angolare delle anche più elevato ($1134^\circ/\text{s}$) al momento dello stacco rispetto gli altri due momenti (alla puntata $515^\circ/\text{s}$, alla fine dello scorrimento $594^\circ/\text{s}$). Per quanto riguarda le spalle tre soggetti evidenziano il picco più elevato allo stacco, mentre due lo presentano alla fine dello scorrimento.

Sono state studiate le **velocità lineari del centro del bacino** nelle fasi di puntata, fine scivolamento e stacco.

Per quanto riguarda la velocità orizzontale del bacino si può notare una leggera riduzione già al momento della puntata. Dal picco di velocità registrato prima della puntata di $4,72\text{ m/s}$ si passa a $4,18\text{ m/s}$. Successivamente, la velocità si riduce ulteriormente allo stacco del pattino di scorrimento ($2,71\text{ m/s}$) ed allo stacco del salto è di $2,69\text{ m/s}$. Perciò la velocità orizzontale alla fine dello scorrimento è pressoché uguale a quella dello stacco.

Le velocità verticali risultano negative alla puntata ($-0,54\text{ m/s}$). Questo conferma che il bacino alla puntata sta scendendo. Successivamente le velocità verticali tendono ad aumentare verso l'alto da $2,2\text{ m/s}$ alla fine dello scorrimento a $2,9\text{ m/s}$ allo stacco del salto.

Nella biomeccanica dei salti, per studiare i rapporti tra velocità orizzontale e verticale, si prende in considerazione l'angolo della velocità risultante, tenendo presente che se la velocità orizzontale è uguale a quella verticale allo stacco, l'angolo risulterà di 45° . Angoli maggiori di 45° indicano che l'atleta utilizza una velocità verticale superiore a quella orizzontale.

L'angolo medio della velocità risultante nei cinque atleti è pari a 37° alla fine dello scorrimento e 47° allo stacco. Questo significa che alla fine dello scivolamento la velocità orizzontale è superiore a quella verticale, mentre allo stacco le due velocità si equivalgono. Bisogna notare che riguardo l'angolo della velocità risultante, il comportamento dei soggetti è diverso: due tendono a verticalizzare il salto con angoli superiori a 50° mentre uno presenta un angolo inferiore ai 45° perciò sfrutta di più la velocità orizzontale rispetto a quella verticale.

Conclusioni

Di seguito verrà preso in considerazione per primo il movimento del corpo in toto riassumendo la cinematica del centro del bacino.

Alla puntata il centro del bacino presenta una velocità orizzontale leggermente inferiore a quella rilevabile nelle fasi immediatamente precedenti. Alla puntata il bacino rallenta in direzione orizzontale e scende in direzione verticale per 0,04 s di 1,4 cm. La velocità orizzontale si riduce quasi della metà fino allo stacco del pattino di scorrimento, successivamente si mantiene costante fino allo stacco del salto.

La velocità verticale è già elevata al momento dello stacco del pattino sinistro (2,2 m/s) e raggiunge valori più elevati allo stacco del salto (2,9 m/s). I cinque atleti utilizzano strategie diverse allo stacco: alcuni utilizzano velocità verticali superiori a quelle orizzontali, altri si comportano in modo opposto. In ogni caso la velocità verticale oscilla da un minimo di 2,62 a un massimo di 3,13 m/s e ciò garantisce una elevazione notevole che oscilla da 42,2 a 57,8 cm.

È possibile spiegare quanto descritto sul moto del bacino studiando la cinematica degli arti inferiori.

Le articolazioni della gamba di puntata evidenziano un'azione di caricamento subito dopo la puntata, minima per l'anca, lieve per il ginocchio (6°), più pronunciata per la caviglia (21°). I tempi di caricamento (contro movimento) risultano minori per il ginocchio (0,027 s) e più elevati per la caviglia (0,09 s).

Se si prende in considerazione il tempo di discesa del bacino (0,04 s) si può concludere che questa dipenda dal caricamento di tutte e tre le articolazioni della gamba di puntata.

L'azione di riduzione di velocità orizzontale sembra dipendere maggiormente dalla caviglia.

L'azione di spinta dell'arto destro coinvolge tutte e tre le articolazioni. Dallo stacco del pattino di scivolamento allo stacco del salto, l'anca si estende di 32° , il ginocchio di 50° e la caviglia di 41° .

L'anca e il ginocchio evidenziano una fase di lavoro eccentrico molto ridotta sia come ampiezza di movimento che durata. La caviglia invece mostra una fase di caricamento molto accentuata, probabilmente ai limiti delle possibilità fisiologiche di flessione dorsale dei soggetti. Nella fase finale di spinta la caviglia si estende plantarmente di 18° , lontano dai limiti fisiologici dell'articolazione, perciò l'estensione non è completa.

Considerazioni su gamba di scivolamento

La gamba di scivolamento si presenta alla puntata in posizione neutra sul piano frontale e molto flessa su quello sagittale come del resto il ginocchio e la caviglia. In seguito, le tre articolazioni effettuano un movimento di estensione che continua fino alla fine della fase di scorrimento. I movimenti di lateralità (adduzione – abduzione) dell'anca sono meno evidenti nella fase iniziale per lo scorrimento.

Confronto tra le altezze del Lutz e i test senza pattini

Se si confrontano le altezze dei salti con i pattini rispetto ai test senza pattini, i valori di elevazione del Lutz sono vicini a quelli riscontrati nel countermovement jump senza braccia; infatti il valore medio è 50,5 cm contro 51,1 nel countermovement jump (range 42,2 - 57,8 nel Lutz e 47,3 – 54,1 nel countermovement jump). Questo significa che nel Lutz gli atleti, che normalmente utilizzano le braccia, saltano di meno rispetto ai test senza pattini. Questo fa pensare che il contributo delle braccia allo stacco del salto serve di più alla rotazione che all'elevazione.

Rotazioni e velocità angolari del tronco

Riguardo i movimenti del tronco i soggetti presentano strategie diverse dei movimenti delle anche e delle spalle nella fase tra la puntata e lo stacco. Sui 5 atleti studiati si possono individuare almeno 3 strategie diverse.

Movimenti degli arti superiori

I movimenti degli arti superiori nella fase di puntata e stacco risultano molto diversificati nei 5 soggetti esaminati perciò non è possibile individuare un modello di riferimento utile per un'analisi generale. Verrà eseguita in seguito un'analisi qualitativa dei movimenti delle braccia per comprendere le diverse strategie utilizzate dai soggetti.

Questo documento, strettamente riservato ai partecipanti dello STAGE FIHP/FIRS INTERNAZIONALE - ROCCARASO 2010, è uno studio preliminare che continuerà con il rilevamento di dati su un numero più ampio di salti e verrà completato analizzando altre variabili cinematiche. Lo studio fa parte di un progetto di ricerca che prevede la stesura di tesi sperimentali in Scienze Motorie (attualmente in via di elaborazione) e di report scientifici che saranno pubblicati in seguito.

Prof. FRANCO MERNI



Dopo essersi laureato con lode in Medicina e Chirurgia all'Università di Bologna, tesi “Applicazioni Sperimentali della Biomeccanica nell'Anatomia funzionale” consegue l'anno successivo l'abilitazione alla professione di Medico Chirurgo e da allora è iscritto alla Federazione di Medicina dello Sport.

Dal 1 ottobre 2002 è chiamato come professore dalla Facoltà di Scienze

Motorie di Bologna e da allora ha insegnato Teoria e Metodologia dell'Allenamento e Valutazione motoria e attitudinale nello Sport a Bologna e dal 2004 a Rimini.

Dal 1972 al 1988 ha svolto attività di ricerca nel campo dello sviluppo motorio con enti e strutture diverse.

Come direttore del Laboratorio di Biomeccanica dell'ISEF di Bologna presso l'Istituto di Anatomia Umana ha messo a punto apparecchiature e procedure software per l'analisi, con metodi cinematografici, di: corsa, salti, lanci dell'atletica, pattinaggio corsa, salti della ginnastica e del pattinaggio artistico, tecniche dello sci di fondo e dello sci alpino, aspetti fondamentali della pallavolo e della danza classica. Per tale attività di ricerca ha vinto nel 1983 una borsa di studio del Comitato Olimpico Italiano.

Ha seguito come relatore 30 tesi sperimentali dell'ISEF e della Specialità di Medicina dello Sport dell'Università di Bologna, che sono state premiate dal CONI come migliori tesi sportive a livello nazionale.

Dal 1980 ha collaborato quale consulente e ricercatore con il Comitato Olimpico Italiano e diverse Federazioni Sportive tra le quali: Scuola dello Sport del CONI, Pallacanestro, Federazione Ciclistica e Atletica Leggera.