



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Biomediche
Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

Aspetti biomeccanici del pattinaggio artistico a rotelle

Relatrice: Prof. Berardo Alice

Laureanda: Fontana Angelica

N° di matricola: 2009335

Anno Accademico 2022/2023

*"Pensa, credi, sogna e osa" Walt
Disney*

Indice

Prefazione	3
Cap 1. Il pattinaggio artistico a rotelle	8
1.1.1 Origine.....	8
1.2 Il pattino e l'attrezzatura tecnica	11
1.2.1 Lo stivaletto.....	11
1.2.3 Il telaio	12
1.2.4 Le ruote.....	14
1.3 La disciplina	15
1.3.1 Libero.....	15
1.3.2 Coppia	16
1.3.4 Gruppo.....	17
1.4 La gara	19
Cap. 2 La metodologia del salto	23
2.1 Le leggi fisiche del pattinaggio	28
2.1.1 Angolo di elevazione.....	30
2.1.2 Concetti di velocità e spinta	33
2.1.3 Correlazione tra momento di inerzia e momento angolare	35
2.1.4 Forza centripeta e centrifuga	37
2.2 Sistema di video analisi 2D: risultati	38
2.3 Rischio di infortuni durante la fase di atterraggio di un salto	49
2.3.1 Possibili infortuni durante la fase di caricamento.....	51
Cap. 3 Le trottole: elementi base	53

3.1 La biomeccanica delle forze craniali durante movimenti rotazionali	62
3.2 Strategie adottate durante l'esecuzione di un layback	69
Cap. 4 Conclusione.....	74
Bibliografia.....	77
Sitografia	79
Ringraziamenti.....	81

Prefazione

Avevo cinque anni quando indossai per la prima volta un paio di pattini ed è stato un vero e proprio colpo di fulmine. Ricordo ancora il mio primissimo allenamento: passai più di un'ora ferma in mezzo alla pista mentre, le altre bambine, già più esperte di me, mi passavano accanto suscitando tutta la mia ammirazione. Al termine della lezione l'insegnante mi trasportò di peso nello spogliatoio e io, che mi ero già preparata a sentirmi dire di lasciar perdere, rimasi piacevolmente sorpresa quando lei, con entusiasmo, mi incoraggiò a riprovare. La seconda volta andò leggermente meglio e più passavano le settimane, più acquisivo sicurezza e coraggio così, a Natale di quell'anno, i miei genitori, mi regalarono uno splendido paio di pattini nuovi e, dopo circa due mesi, affrontai la mia prima gara. Ero elettrizzata, non vedevo l'ora di scendere in pista e far vedere a tutti quello che sapevo fare, per l'occasione, la società, aveva messo a disposizione dei costumi di gara e per me, quel semplice abito in lycra blu, mi fece sentire una principessa del pattinaggio artistico.

Nella vita di tutti i giorni ero una bambina introversa e fin troppo emotiva, a scuola facevo fatica a relazionarmi con le maestre e con i compagni, di conseguenza, avevo diverse difficoltà ma, quando indossavo i pattini mi trasformavo e tutta la mia timidezza, improvvisamente, si tramutava in spensieratezza. Ero una piccola atleta diligente e attenta, non mancavo a nessun allenamento neanche quando stavo poco bene. Quando finivo gli allenamenti, mi assaliva un velo di tristezza; la magia era finita, dovevo tornare nel mondo reale così, nel tentativo di prolungare quella magia, indossavo i pattini anche dentro casa, mentre i miei genitori mi guardavano con ammirazione e forse anche con un pizzico di rassegnazione. La mia vita

ruotava attorno al mio sport; allenamenti, gare, saggi, esibizioni, erano il mio "pane quotidiano" e, mentre a scuola mi sentivo l'ultima della classe, in palestra mi sentivo unica e speciale. Avevo due insegnanti che ammiravo tantissimo e che credevano in me così, durante i weekend, che non ero in gara, mi piaceva assistere alle loro competizioni nella categoria "grandi gruppi" e mentre le guardavo esibirsi capii che il mio obiettivo era diventare esattamente come loro. Nel 2008, all'età di otto anni partecipai al mio primo Campionato Italiano a Misano Adriatico e di quel particolare episodio non potrò mai dimenticare il costume che indossavo; in pizzo bianco con una cascata di strass. Mentre crescevo, crescevano anche le mie abilità e, dalle gare AICS, passai a quelle di Federazione sempre nella categoria "singolo".

Per il pattinaggio rinunciavo a tante cose, spostavo vacanze e declinavo inviti, ma l'ho sempre fatto spinto da una profonda passione. A volte mi dispiaceva di non poter avere la libertà che avevano le mie coetanee e quando la spensieratezza dei primi anni ha via via lasciato il posto a una sempre maggiore consapevolezza, cominciai a prendere in considerazione l'idea di smettere ma il forte legame che mi univa a questo sport, alle mie insegnanti e alle mie compagne di squadra, mi impediva di lasciare. In quei frangenti decisi di passare nella categoria "gruppi".

Ho trascorso gli anni delle superiori tra studio, allenamenti e competizioni; dovevo suddividere minuziosamente il mio tempo per riuscire a fare tutto e, molto spesso, mi capitava di mangiare e di studiare in macchina, durante i tragitti casa/palestra e nei periodi che precedevano le gare rimanevo sveglia fino a notte inoltrata per attaccare gli strass sul mio vestito. Tutte queste cose possono essere viste come un sacrificio ma, l'intensa emozione che ho sempre provato negli istanti prima di entrare in pista mi ha abbondantemente ripagata per ogni rinuncia che ho dovuto fare. Nel 2018, dopo aver superato un provino entrai a far parte del tanto sognato "Cristal skating team", uno dei grandi gruppi più famosi del Veneto e con loro si aprì un nuovo capitolo che mi portò a Ottobre dello stesso anno a partecipare al mio primo campionato

mondiale a Mouilleron Le Captiff in Francia, festeggiando il mio diciottesimo compleanno sul pullman di ritorno. Mentirei se dicessi che con il Cristal stavo sempre bene, la verità è che non era per niente facile dover dimostrare, a ogni allenamento, di essere all'altezza del il posto che occupavo all'interno di quel gruppo, dove esisteva una "gerarchia" e dove io ero semplicemente l'ultima arrivata. Il coreografo era un ragazzo empatico, gentile e sempre disponibile, l'allenatrice al contrario, era una persona molto esigente e autoritaria. Gli errori non erano contemplati, tantomeno le cadute, così, se alla fine di una gara il gruppo non otteneva un punteggio da podio, le colpevoli venivano individuate e riprese con modi poco gentili. Nonostante le difficoltà, con loro ho imparato davvero tanto affinando velocità, tecnica e precisione, arrivando a sentire i miei pattini come se fossero un'estensione del mio corpo. Parallelamente alla mia entrata nel Cristal accettai di allenare un gruppo di bambine e questo mi permise, non solo di trasmettere parte di ciò che avevo imparato nel corso degli anni ma anche di apprendere un ulteriore aspetto del pattinaggio a rotelle e la sensazione che provavo in questa nuova veste era quella di aver completato un percorso; una sorta di cerchio che si chiude. Nel periodo antecedente la pandemia, come tutti i gruppi di pattinaggio, stavamo lavorando sul nuovo disco di gara ma, immediatamente dopo i Campionati Regionali, tutto si è fermò e anche i miei pattini, rimasero chiusi nella sacca in attesa che tutto passasse. Complici le belle giornate, avvertivo che di questo stop, improvviso e forzato, ne avevo quasi bisogno e forse per la prima volta, dopo tanti anni, ebbi modo di pensare a me stessa ed è così che decisi di prepararmi per il test di entrata a Scienze Motorie e, successivamente, quando ripresero gli allenamenti, tra un'infinità di restrizioni e divieti, mi resi conto che il mio legame con il pattinaggio artistico non era più lo stesso. Così, come una storia d'amore o una lunga amicizia può mutare o interrompersi, anche per me era arrivato il momento di cambiare strada e di dedicarmi ad altre cose. Ammetterlo con me stessa non fu per niente facile, tanto meno fu semplice comunicarlo alla società sportiva di cui facevo parte. A volte, per

prendere determinate decisioni, bisogna vedere le cose in una giusta prospettiva quindi, per farlo, bisogna indietreggiare e osservarle da una certa distanza, ed è proprio questo che il Covid mi ha permesso di fare. Rimarrò sempre legata al pattinaggio artistico perché, attraverso questo sport, ho compreso il valore dell'amicizia, del rispetto e della lealtà anche nei confronti degli avversari. Ho provato la più profonda soddisfazione per un salto ben riuscito e un altrettanta profonda delusione per un errore o una caduta. Ho trovato il coraggio e la forza di rialzarmi e di proseguire, anche quando le abrasioni su ginocchia e gomiti erano talmente dolorose da togliermi il fiato. Ho avuto la fortuna di conoscere atleti e campioni che in questo sport hanno lasciato il segno e che sono stati per me un esempio da seguire e ho cercato nel mio piccolo di trasmettere alle atlete più giovani di me quei piccoli segreti che possono essere, per una pattinatrice, un valore aggiunto. So cosa significa "volare sui pattini" ed è una sensazione a dir poco fantastica, purtroppo so anche cosa possono significare, soprattutto per un agonista femmina, una manciata di grammi in più, presi durante l'estate o per una serata in pizzeria con le amiche. Quel numero sulla bilancia può non solo compromettere l'esecuzione di un salto o di una trottola ma può, in alcuni casi, influenzare negativamente la propria autostima, dando inizio a dinamiche molto complesse. Purtroppo, nel pattinaggio così come nella ginnastica artistica l'aspetto fisico ha un valore fondamentale e, trovare il giusto compromesso tra la vita dentro e la vita fuori dalla palestra, non è per niente facile. Se un atleta vuole davvero ottenere risultati soddisfacenti, le rinunce devono essere tante ma è altrettanto importante, mantenere una vita sociale parallela allo sport che si pratica tuttavia, è davvero facile perdere questo "equilibrio" specialmente nell'età della pre-adolescenza, ritengo infatti che un insegnante, per definirsi tale, debba anche educare in questo senso. Per quanto mi riguarda, ho avuto una sola insegnante, seppur bravissima nella tecnica, a farmi notare con modi poco carini ogni mio "difetto" fisico, nonostante ciò, non le porto rancore perché ritengo che ogni persona entra

nella nostra vita per insegnarci qualcosa anche attraverso il dolore che ci possono arrecare. Nutro un profondo affetto e una grande riconoscenza per Glenda, la mia primissima insegnante, per la bontà e la gentilezza con le quali mi ha accolto quando ero una bambina e per avermi permesso di vivere il pattinaggio artistico con la giusta spensieratezza, nondimeno per Chiara Sartori che mi ha sempre incoraggiata e sostenuta anche quando non mi sentivo all'altezza, è a lei, persona di poche parole ma capace di comunicare anche con uno sguardo, che mi sento di assomigliare, forse perché mi ha accompagnata negli anni più formativi della mia vita. Infine, per tornare al pattinaggio artistico a rotelle, ritenendolo uno sport che non ha nulla da invidiare a quello praticato sul ghiaccio, ma erroneamente sottostimato da molti, mi auguro che al più presto possibile venga inserito come sport Olimpico, ottenendo finalmente il posto che merita.

Cap. 1 IL PATTINAGGIO ARTISTICO A ROTELLE

1.1.1 Origine

Fin dall'antichità, per gli uomini dei paesi nordici, usare i pattini rappresentava un'esigenza primaria in quanto, abitando in luoghi isolati e molto freddi, compresero la necessità di possedere degli attrezzi che gli consentissero di scivolare più velocemente sulle spesse lastre di ghiaccio di laghi e fiumi e di percorrere notevoli distanze in molto meno tempo. I pattini di allora erano molto rudimentali; le lame erano ricavate dalle ossa degli animali mentre con il pellame ricavavano stringhe e calzari.

Inizialmente pattinare sul ghiaccio era una pratica molto diffusa tra le comunità delle regioni settentrionali dell'Asia, in seguito i pattini cominciarono ad essere utilizzati anche in Europa, nello specifico nei Paesi Bassi, in Danimarca e anche in alcuni paesi scandinavi.

Parallelamente al pattinaggio su ghiaccio, attorno al 1700, si diffuse anche il pattinaggio a rotelle su strada e su pista. (*La Repubblica – “La scivolosa invenzione dei pattini a rotelle”*)

Nel 1863 a New York James Leonard Plimpton (1828-1911) inventò il primo paio di pattini molto simili a quelli tutt'ora utilizzati (Fig. 1) : l'innovazione era data dalla disposizione in linea di due coppie di ruote che consentivano di mantenere il proprio corpo in equilibrio garantendo lo spostamento del peso corporeo da una parte all'altra in modo tale da poter curvare a proprio piacimento ed è per questo motivo che si diffusero con il nome di “pattini a dondolo”.



Fig 1. Pattini a dondolo di Plimpton (1863)

Attorno al XIX secolo, il pattinaggio a rotelle si sviluppò in Belgio e in Francia, per poi arrivare anche in Italia raggiungendo il massimo del loro successo negli anni Ottanta a seguito dell'uscita al cinema del film francese "Il tempo delle mele". I pattini a quattro ruote vengono anche denominati "quad", dall'abbreviazione della parola inglese quadrangle (quadrilatero), in quanto il pattino è costituito da una scarpa con due coppie di ruote anteriori e posteriori con un freno o tampone sulla punta della scarpa.

Da non confondere con i pattini in linea o rollerblade, caratterizzati da tre o quattro ruote fissate su uno stesso binario di metallo e dotati di un freno posteriore.

Nel 1922 venne costituita a Milano la Federazione Italiana di pattinaggio a rotelle (F.I.P.R) su sollecitazione del CONI e ad iniziativa di Alberto Bonacossa. Nel corso degli anni la FIPR ha subito diverse evoluzioni utili a ricomprendere le discipline che si andavano sviluppando e nel 2016 l'assemblea del 3 dicembre modifica la denominazione della federazione in Federazione Italiana Sport Rotellistici (FISR- "Storia della Federazione Italiana").

La FISR, con sede a Roma, gestisce e promuove le attività rotellistiche in Italia sotto il controllo del CONI ed è presente su tutto il territorio nazionale con le associazioni affiliate, i Comitati Regionali e le Delegazioni Territoriali, con oltre 50.000 tesserati, circa 1000 società sportive e centinaia di migliaia di amatori (FISR, 2019a).

Per lo svolgimento dell'attività internazionale aderisce alla World Skate e alla World Skate Europe.

La FISR comprende numerose discipline rotellistiche: artistico, corsa, hockey pista, hockey inline, inline freestyle, skateboarding, downhill, roller freestyle, inline alpine, roller derby e monopattino. Anche se tutt'ora la disciplina artistico non ha ancora una giusta conoscenza e dovuto spazio alle Olimpiadi, il pattinaggio italiano è ai vertici mondiali in diverse discipline e la FISR è da sempre una delle Federazioni che contribuisce maggiormente al medagliere complessivo del CONI.



Fig. 2a Logo F.I.S.R



Fig. 2b World Skate



Fig. 2c CONI Italia

1.2 Il pattino e l'attrezzatura tecnica

1.2.1 Lo stivaletto

La scelta dello stivaletto dipende da vari fattori:

- Il livello dell'atleta (principiante, pre-agonista, agonista)
- La specialità (libero, obbligatori, danza)
- La corporatura e il peso dell'atleta

È fondamentale tenere in considerazione tutti questi fattori in quanto se si sceglie uno stivaletto troppo stretto questo potrebbe causare dolore durante l'allenamento, al contrario, un pattino troppo largo non permette di sostenere bene la caviglia, fatto non trascurabile per pattinare in sicurezza.

È essenziale tenere a mente, quando ci si reca in negozio per acquistare un paio di pattini, di indossare lo stivaletto da seduti per poi alzarsi in piedi spostando il peso del corpo in avanti effettuando una leggera flessione a livello della caviglia e valutare successivamente, lo spazio tra il tallone e la parte terminale dello stivaletto, che dev'essere almeno di due dita.

Nella maggior parte dei casi, è normale scegliere una misura dello stivaletto più grande rispetto alla misura della scarpa che si utilizza solitamente nella vita quotidiana.

Taglia in millimetri	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300	305	310
Taglia Scarpa	27	28	29	30	31		32	33	34		35	36	37		38	39	40		41	42		43	44	45	46	47

Fig. 3 Guida alle taglie durante la scelta del pattino

In questa immagine, nella seconda riga, viene elencata la taglia di scarpa che si utilizza normalmente e nella riga superiore la taglia corrispondente dello stivaletto espressa in millimetri.

Un aspetto molto importante da considerare è la rigidità di uno scarponcino in quanto deve conferire stabilità e sostegno alla caviglia. Un pattino troppo morbido potrebbe risultare inefficace o addirittura dannoso per il piede, infatti, se pensiamo ad un'atleta agonista che pratica gare nella specialità "singolo" e deve eseguire un salto doppio o triplo, un pattino non adeguato, non sarà mai in grado di sostenere l'impatto con il pavimento nella fase di uscita del salto e questo provocherà inevitabilmente la caduta del pattinatore. (*'Aquilaia skating'*)

1.2.2 Il telaio

Si tratta della struttura centrale del pattino, in quanto, una parte si aggancia allo stivaletto e una parte alle ruote.

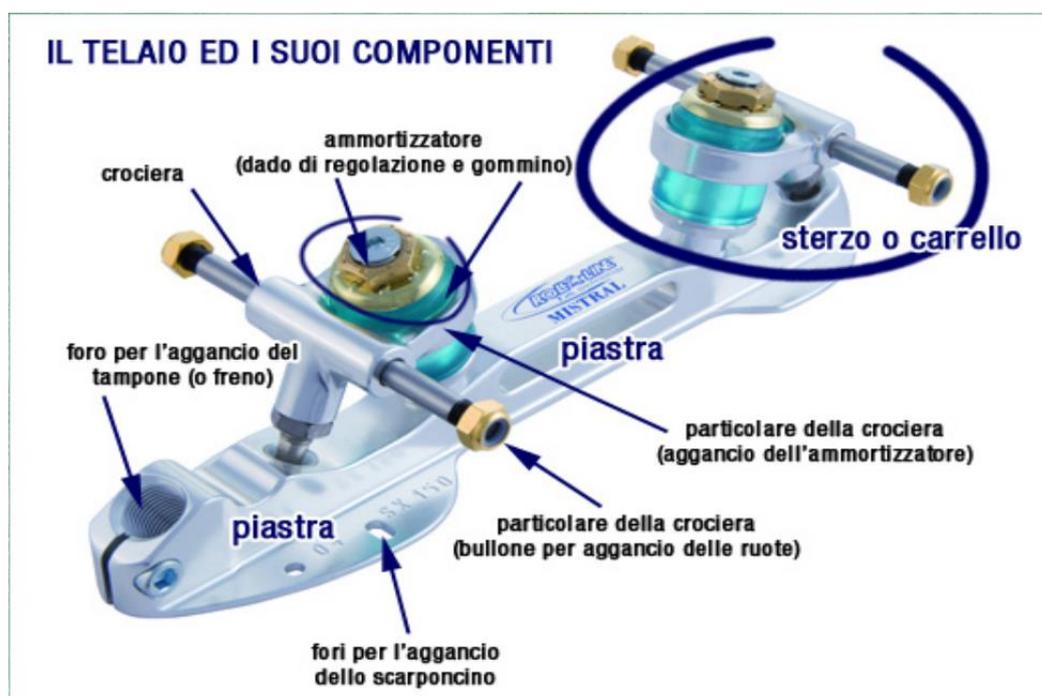


Fig.4 Il telaio ed i suoi componenti

Qui in figura possiamo individuare tutte le parti fondamentali che caratterizzano il telaio. Andando ad analizzare quelle principali possiamo notare:

- **La piastra:** è la parte che viene agganciata, tramite delle viti, allo stivaletto il quale verrà forato in alcuni punti. La maggior parte delle piastre vengono realizzate in alluminio e hanno la caratteristica di conferire rigidità, robustezza e leggerezza.
- **Lo sterzo o carrello:** è la parte meccanica del telaio, infatti, si può scegliere la difficoltà di curvatura del pattino in base a quanto viene stretto. Il pattinatore può esercitare più o meno pressione a seconda di quanto lo sterzo viene lasciato libero di muoversi.

Una parte fondamentale dello sterzo è la presenza dell'ammortizzatore costituito da un gommino o elastomero che viene scelto in base al peso dell'atleta e sulla base della forza elastica che necessita, infatti, viene indicato l'utilizzo di ammortizzatori più rigidi per i pattinatori agonisti che praticano la specialità "singolo" in quanto, nell'esecuzione dei salti, è importante avere stabilità nella fase di atterraggio, al contrario, al pattinatore della specialità "danza" è consigliato l'utilizzo di ammortizzatori più morbidi in quanto, dovendo eseguire una serie di movimenti con cambi di direzione e cambi di filo, questo permetterà all'atleta di sfruttare appieno l'energia elastica che verrà accumulata in determinate fasi del movimento e rilasciata in seguito in altre fasi.

- **Il tampone:** consente di frenare, eseguire alcuni salti ed eseguire delle figure. Non viene utilizzato in tutte le specialità del pattinaggio artistico, infatti, nella specialità "obbligatori" rappresenterebbe solo un elemento di ingombro nell'esecuzione degli elementi.

È importante, nel corso del tempo, controllare il livello di usura del tampone, pertanto, è necessario misurare la distanza tra tampone e

superficie di terreno e se questa supera il cm bisogna sostituirlo con un tampone nuovo o, semplicemente, svitarlo con l'apposita chiave abbassandolo leggermente, sempre che questo non risulti troppo usurato (*"Aquileia Skating"*).

1.2.3 Le ruote

Vengono scelte tenendo in considerazione molteplici aspetti:

- Superficie della pavimentazione
- Livello tecnico del pattinatore
- Specialità praticata dall'atleta

Si possono distinguere due tipologie di ruote in base al tipo di materiale plastico utilizzato, il quale determinerà il grado di durezza della ruota:

- Realizzate in poliuretano con scala di durezza da 90 a 100, tipo A.
- Realizzate a iniezione termoplastica con scala di durezza da 30 a 80, tipo D.

La scala indica il grado di aderenza alla superficie, infatti, man mano che si verifica un aumento di questo indice, la ruota avrà un minor grip o grado di aderenza al terreno, dunque, sarà più adatta a superfici ruvide, al contrario, diminuendo l'indice di durezza si verificherà un maggiore grip di aderenza al terreno e la ruota risulterà più adatta a superfici lisce. (*"RoOL ART: mini guida"*)

Professional Fox	Roll Line Giotto
------------------	------------------



Fig. 5 Tipologie di ruote (“EDEA skates”)

1.3 La disciplina

Il pattinaggio a rotelle comprende molteplici specialità:

1.3.1 Singolo:

- **Libero:** il pattinatore si esibisce eseguendo una coreografia, detta anche disco di gara, dove andrà a svolgere delle difficoltà (salti, trottole) e passi di piede che saranno richiesti nel regolamento della competizione alla quale l’atleta prenderà parte.
La coreografia verrà eseguita a ritmo di musica e il pattinatore dovrà essere in grado di dimostrare la sua abilità nell’eseguire le varie difficoltà tecniche e artistiche.



Fig.6 Rebecca Tarlazzi specialità libero

- **Obbligatorio:** in questa specialità il pattino è privo del tampone o freno. L'atleta deve eseguire una serie di difficoltà tecniche percorrendo il più perfettamente possibile una traccia disegnata sulla superficie del pavimento che può avere la forma di un cerchio oppure di una boccaola. In questo caso, i giudici di gara andranno a valutare esclusivamente l'aspetto tecnico.



Fig.7 Specialità obbligatorio

- **Solo Dance:** a differenza della specialità singolo, questa prevede la sola esecuzione di passi di piede rispettando il più possibile il tempo della musica durante l'esecuzione della coreografia.

1.3.2 Coppia:

- **Artistico**
- **Solo dance**

In queste due specialità una coppia di pattinatori, un atleta maschio e un'atleta femmina, andranno ad eseguire una coreografia a ritmo di musica eseguendo difficoltà uguali alla specialità singolo (salti, trottole) assieme ad elementi propri della specialità coppia come prese, sollevamenti, salti lanciati e trottole di incontro; nella disciplina "solo dance" i due atleti andranno ad eseguire all'unisono solamente passi di piede.



Fig. 8 Rebecca Tarlazzi e Luca Lucaroni Specialità Coppia

1.3.3 Gruppo:

- **Precision / Sincronizzato:** specialità praticata da un minimo di 16 atleti fino ad un massimo di 24 i quali andranno ad eseguire, in perfetta coordinazione e sincronia, allineamenti, traiettorie e cambi di direzione a ritmo di musica. Gli spostamenti e i passaggi che gli atleti andranno ad eseguire richiedono massima precisione e attenzione, infatti, la maggior parte, vengono eseguiti tramite prese.



Fig. 9 Specialità gruppi sincronizzato

- **Spettacolo:** a differenza della specialità precedente, questa viene eseguita da 4 o più pattinatori a seconda della categoria (quartetto, piccolo gruppo o grande gruppo). La coreografia, che questi atleti andranno ad eseguire, sarà realizzata sulla base di un tema principale scelto dall'insegnante.

Il disco di gara verrà eseguito sempre a ritmo di musica e le varie difficoltà dovranno essere eseguite all'unisono da tutti i membri del gruppo. Verrà premiato non solo il lato tecnico, figure e passi di piede, ma anche l'originalità del costume di gara, del tema scelto e il lato artistico, ovvero, l'interpretazione e l'espressività degli atleti che compongono il gruppo durante l'esibizione, infatti, è proprio per questo motivo che viene definito "Gruppo show e spettacolo".



Fig.10a Quartetto Celebrity



Fig. 10b Gruppo Royal Eagles

1.4 La gara

Nel pattinaggio artistico la stagione agonistica comincia a settembre a seguito del rientro dalle vacanze estive di circa tre settimane.

È il momento in cui si inizia a preparare la nuova coreografia che avviene inizialmente attraverso la scelta di un tema che può essere specifico o di carattere generico. Ecco che inizia un lungo e duro lavoro di preparazione ai campionati regionali che solitamente, in Veneto, si tengono a metà febbraio.

Sei mesi di preparazione possono risultare eccessivi tuttavia, prima di affrontare il campionato e, data la mia esperienza, è il tempo minimo necessario che occorre agli atleti per poter affrontare al meglio la gara.

Risulta davvero complicato soprattutto nelle specialità gruppi show e spettacolo allenare i pattinatori in modo che la coreografia venga eseguita attraverso passi e figure svolte all'unisono quindi, oltre alle abilità tecniche individuali devono essere allenate contemporaneamente abilità collettive.

Il giorno della gara è caratterizzato da una fase di riscaldamento in cui gli atleti possono provare le difficoltà della coreografia in un tempo prestabilito:

nella specialità singolo la durata del riscaldamento pre-gara, effettuata da un numero massimo di 6-8 atleti, corrisponde a quella del programma da eseguire aumentata di due minuti (*'Art. 5 – Programmi di gara'*)

Tempi di gara

Short program

- Junior e Senior 2:45 minuti +/- 5 secondi.
- Cadetti e Jeunesse 2:30 minuti +/- 5 secondi.
- Allievi B 2:00 minuti +/- 5 secondi.
- Allievi A 2:00 minuti +/- 5 secondi.

Long program

• Junior e Senior maschile	4:30 minuti +/- 10 secondi.
• Jeunesse	4:00 minuti +/- 10 secondi.
• Cadetti	3:30 minuti +/- 10 secondi.
• Allievi B	3:15 minuti +/- 10 secondi.
• Allievi A	3:15 minuti +/- 10 secondi.
• Esordienti B	2:45 minuti +/- 10 secondi.
• Esordienti A	2:45 minuti +/- 10 secondi.
• Giovanissimi B	2:30 minuti +/- 10 secondi.
• Giovanissimi A	2:30 minuti +/- 10 secondi.

Fig. 11 Durata programma di gara Short e Long program

Questa tabella presenta le varie categorie della specialità singolo, suddivise in base alla difficoltà esecutiva, e i tempi di gara per quanto riguarda il programma lungo e quello corto.

Possiamo dedurre, quindi che, per quanto riguarda la categoria "Allievi B" verrà consentita una fase di riscaldamento pari a 4' nello short program e un tempo di circa 5' e 30" nel long program. ("Art. 6- Programmi di gara").

Una volta terminata la fase di riscaldamento si comincia con la gara vera e propria dove l'atleta eseguirà la coreografia su una base musicale e successivamente, al termine dell'esibizione, i giudici di gara assegneranno un punteggio valutando gli elementi tecnici eseguiti tra cui:

- Salti (singoli o in combinazione)
- Trottole (singole o in combinazione)
- Sequenza di passi (diagonale, circolare, a serpentina)
- Sequenza coreografica

(Norme Rollart – 2019)

È entrato in vigore solo da qualche anno un nuovo sistema di punteggio definito "Rollart", ideato dal responsabile delle giurie internazionali (World Skate) Nicola Genchi, ispirato all'ISU Judging System ovvero una valutazione introdotta nel pattinaggio sul ghiaccio nell'anno del 2004 (*FIRS Veneto – 2019*).

Rispetto alla valutazione precedente, il cosiddetto sistema White, che si basava sull'attribuzione di due punteggi (una componente tecnica e una artistica), il nuovo sistema consente di valutare la performance dell'atleta elemento per elemento riuscendo così a fornire una valutazione singola.

Non si vedrà più determinare la posizione del pattinatore in classifica tramite una valutazione della performance in generale, ma in base alla somma dei punteggi di tutti gli elementi che costituiscono il disco di gara i quali, possiedono un valore tecnico di base che potrà essere alzato o abbassato dai giudici tramite il QOE, Quality for element, attribuibile in una scala che va da -3 a +3 (*"Oasport – 2020"*)

Gli ufficiali di gara, solitamente sono 5 in totale, saranno divisi in due gruppi, chiamati anche pannelli, quello tecnico e quello giudicante.

Al termine della performance dunque, verrà attribuito un punteggio da 0 a 10 per venticinquesimi (es. 7.25, 7.50, 7.75) su quattro voci:

- Skating skills : qualità complessiva della pattinata
- Transition: complessità dei passi
- Performance
- Choreography

Nella disciplina "spettacolo e sincronizzato" ogni gruppo ha la possibilità di provare la coreografia con la musica una sola volta e successivamente avrà a disposizione un altro minuto e mezzo senza base musicale ; in questo

periodo di tempo si andranno ad eseguire le parti giudicate più complesse del disco di gara.

Il punteggio dei Gruppi Show si basa nella somma di quattro componenti:

- Idea (tema) e coreografia
- Tecnica di gruppo
- Performance: realizzazione dell'idea, espressività e interpretazione
- Skating Skills: difficoltà esecutiva

Per ognuna di queste componenti i giudici assegneranno un punteggio tra 0.00 e 10.00 utilizzando il sistema qui sottoindicato (*'Regolamento generale Art - 8'*):

0.0	non pattinato
0.1 – 0.9	eseguito malissimo
1.0 – 1.9	molto scarso
2.0 – 2.9	scarso
3.0 – 3.9	difettoso
4.0 – 4.9	sotto la media
5.0 – 5.9	nella media
6.0 – 6.9	discreto
7.0 – 7.9	buono
8.0 – 8.9	molto buono
9.0 – 9.9	eccellente
10.0	perfetto

Fig.12 Punteggi gara

Una volta terminati i campionati regionali, si disputeranno i campionati nazionali dove gareggeranno i migliori atleti di ogni regione per poi ottenere la qualifica ; i primi 3 classificati di ogni categoria, parteciperanno ai campionati di livello internazionale.

Cap 2. La metodologia del salto

I salti nel pattinaggio artistico rappresentano uno degli elementi fondamentali che costituiscono una coreografia nella specialità singolo e possono includere una o più rotazioni attorno all'asse longitudinale. Da regolamento vengono codificate sei tipologie di salto (*"Quirini G, Metodologia dei salti"*):

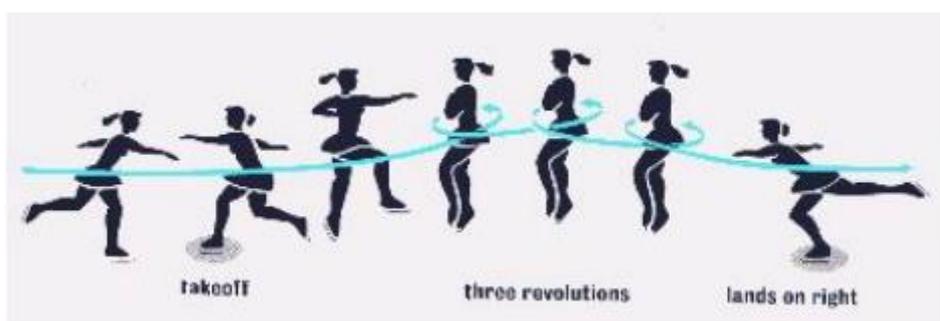
- Salchow: l'atleta, esegue il caricamento tramite un semi piegamento della gamba portante sinistra e la gamba libera disegnerà una sorta di semicirconferenza sul pavimento e verrà richiamata vicino alla gamba portante a terra. Tutto ciò è coordinato con una torsione del busto per poi andare a realizzare la fase di stacco da terra e la completa rotazione.



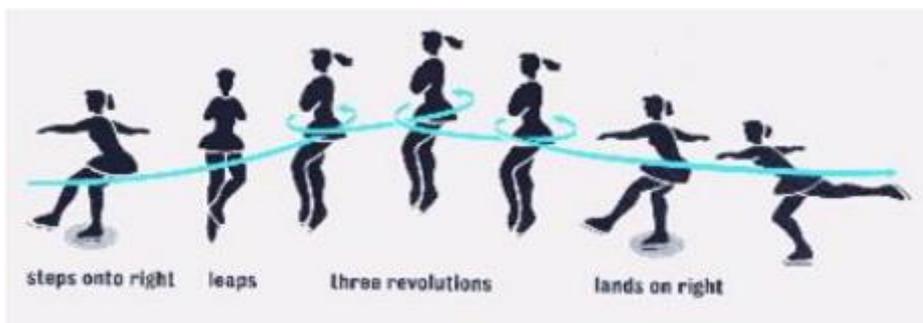
- Toeloop: l'atleta, in stazione eretta, esegue il caricamento tramite il semi piegamento della gamba portante destra. Successivamente, mediante una puntata della gamba sinistra, che crea un punto di arresto della velocità orizzontale e una leggera rotazione del busto, si esegue lo stacco e l'immediata rotazione.



- Flip: posizione di partenza nel filo indietro sinistro interno con la gamba libera destra tesa in dietro, si esegue il caricamento tramite il semi piegamento della gamba portante sinistra.
Successivamente, mediante una puntata della gamba libera e un conseguente spostamento del peso del corpo dalla gamba sinistra a quella destra, si realizza la fase di stacco e di avvitamento sul piano sagittale.
- Lutz: le fasi sono le stesse del Flip, con la sola differenza sul filo di partenza che è sinistro indietro esterno e che deve essere mantenuto fino al momento della puntata.



- Loop / Rittenberg : l'atleta, in posizione con la gamba libera sinistra tesa avanti, esegue il caricamento tramite il semi piegamento della gamba portante destra.
Successivamente, mediante l'avvicinamento della gamba libera a quella portante, con conseguente distensione della gamba portante e slancio della gamba libera, realizzerà la fase di stacco e di rotazione.



- Axel: è ritenuto uno dei salti più complessi del pattinaggio artistico in quanto, la fase di stacco si realizza scorrendo in avanti. Tuttavia, necessita di una fase di preparazione ben impostata dove l'atleta, scorre inizialmente all' indietro partendo con la gamba portante destra semi piegata e la gamba libera tesa indietro.



Successivamente, la gamba libera si avvicinerà a quella portante a terra, andando poi ad appoggiare il piede al pavimento in modo da cambiare senso di marcia, ossia in avanti, sollevando la gamba destra (inizialmente portante, ora invece gamba libera).

Si andrà così a realizzare il salto tramite il piegamento della gamba portante a terra e, mediante la distensione della stessa, coordinata con lo slancio in avanti della gamba libera, si andrà ad eseguire lo stacco da terra con successiva rotazione.

È possibile eseguire una distinzione tra salti puntati (jumps with toe-stop) e salti non puntati (jumps without toe-stop). Nella prima categoria rientrano il Toe

Loop, il Flip e il Lutz, dove la spinta per eseguire lo stacco per sollevarsi da terra, avviene direttamente a partire dall'appoggio del freno del piede libero.

Le altre tipologie di salto, come il Salchow, il Loop e l'Axel, sono racchiusi nella seconda categoria in cui, lo stacco dal suolo si realizza direttamente sulla gamba portante, senza l'ausilio della puntata.

Le fasi di un salto, che l'allenatore deve prendere in considerazione sono (*'Seminario Roccaraso, 2010'*):

- **Posizione di partenza** : si tratta della posizione che l'atleta assume inizialmente in stazione eretta, mantenuta grazie alla contrazione della muscolatura dorsale, addominale e pelvica. Questo è un parametro che rimane stabile, fisso, in tutte le tipologie di salto.
- **Preparazione** : questa fase varia a seconda del salto che si andrà ad eseguire, infatti, la velocità di preparazione sarà molto ridotta durante la fase di apprendimento mentre, una volta che il gesto tecnico verrà ripetuto più e più volte, l'atleta acquisirà sempre più sicurezza e la velocità andrà via via aumentando.
- **Caricamento** : momento fondamentale in cui gamba libera, gamba portante e braccia verranno utilizzate per eseguire, nella fase immediatamente successiva, il salto. In questa fase, si verificherà un piegamento della gamba portante con successiva inclinazione del busto, quindi dell'asse corporeo, garantendo un ulteriore piegamento della gamba portante a terra andando a creare un angolo più ottimale possibile. All'aumentare del piegamento della gamba portante, si verificherà un maggior allungamento della gamba libera che andrà a disegnare, sulla superficie del pavimento, una traiettoria molto ampia, diversa a seconda del salto che si andrà ad eseguire.

Tutto questo lavoro verrà realizzato assieme al movimento delle braccia dunque, man mano che si andrà a raggiungere l'angolo ottimale, lo spostamento delle braccia verrà adeguato di conseguenza.

- **Stacco** : questa fase assieme a quella precedente di caricamento, è fondamentale in quanto è quella che andrà a determinare l'altezza del salto, la velocità e il movimento rotazionale.

Bisogna prestare attenzione al movimento sinergico tra gamba libera e gamba portante in quanto quest'ultima, si dovrà distendere grazie alla spinta che si realizzerà per mezzo di quella libera, la quale, contribuirà non solo alla realizzazione dell'altezza del salto, ma anche all'assunzione della posizione "a vite" il più velocemente possibile.

È inoltre fondamentale l'anticipo del tronco, inteso come movimento di torsione del busto che l'atleta andrà ad eseguire prima di sollevarsi da terra, essenziale nel moto rotatorio.

- **Fase di volo**: si tratta della posizione che viene mantenuta dall'atleta durante il salto. Il busto deve rimanere eretto, la posizione della gamba libera deve essere stesa in avanti oppure a vite , a seconda della tipologia di salto, e le braccia devono essere tenute incrociate davanti al petto in modo tale da incrementare la velocità di rotazione.

Se l'atleta va ad eseguire più rotazioni dovrà portare la sua attenzione a livello degli arti inferiori, deve quindi ricercare una loro completa distensione e una maggior chiusura anche a livello delle braccia.

- **Arrivo**: posizione che assume l'atleta a seguito del salto. Gamba portante piegata, quella libera ben tesa e le braccia devono essere tirate e ben aperte verso l'esterno.

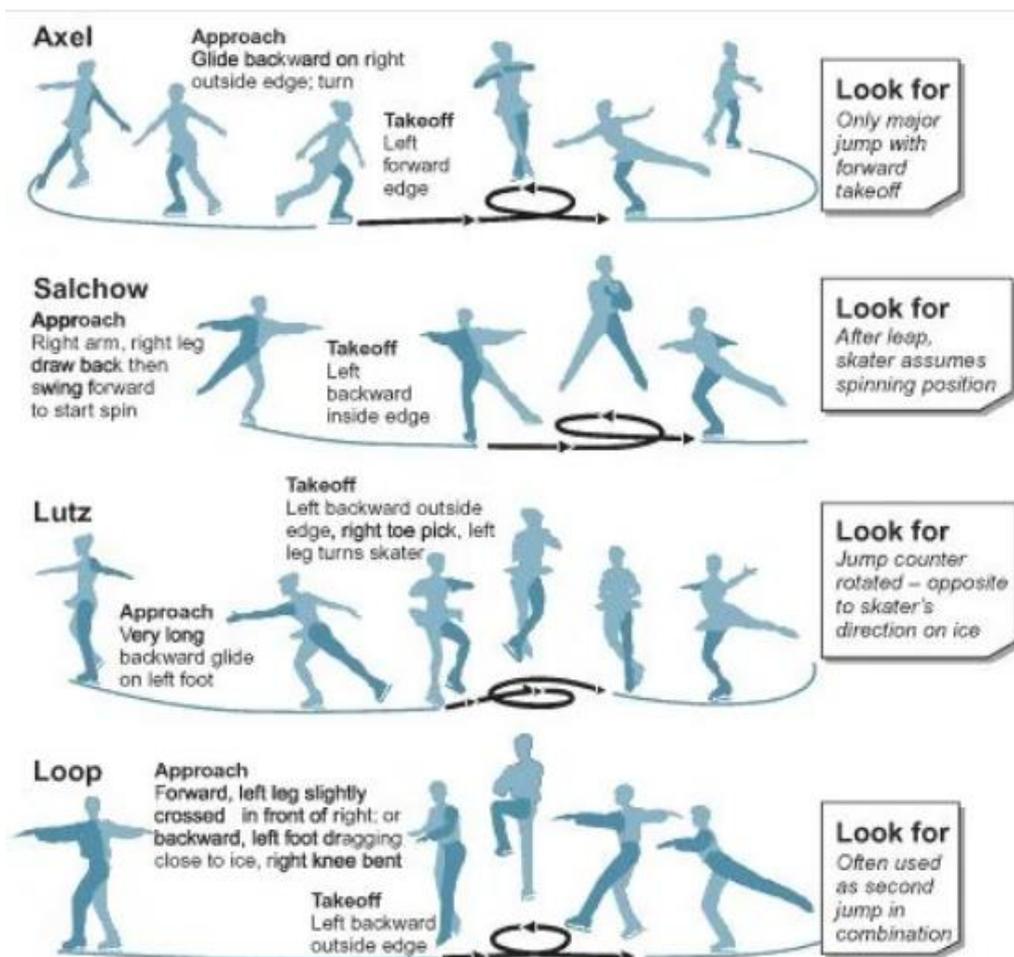
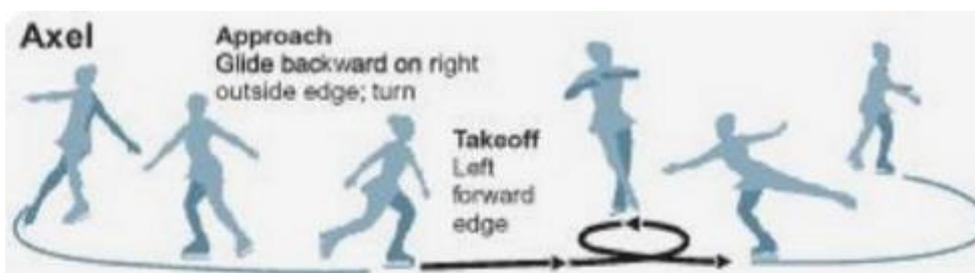


Fig.14 Fasi che caratterizzano un salto

2.1 Le leggi fisiche del pattinaggio artistico



Possiamo analizzare le singole fasi di un salto attraverso delle immagini scattate da una telecamera che permettono di ricavare lo spazio percorso dall'atleta in determinati intervalli di tempo, ecco che in questo caso sarà fondamentale ricorrere all'utilizzo della velocità istantanea, la quale prende in considerazione la velocità dello spostamento di un corpo in un istante stabilito.

Si può misurare la velocità istantanea di un pattinatore calcolando il rapporto tra lo spazio percorso tra due immagini successive e il tempo intercorso tra due immagini scattate grazie ad una telecamera. Considerando che questa è una grandezza vettoriale, per descriverla dobbiamo scomporla in una componente orizzontale (asse delle ascisse) che corrisponde alla velocità con cui si muove il pattinatore sulla superficie e in una componente verticale (asse delle ordinate) intesa come velocità con cui il pattinatore si muove verso l'alto ('R.Dolfini – 2004').

Ecco che per analizzare l'esecuzione di un salto bisogna ricorrere al moto del proiettile:

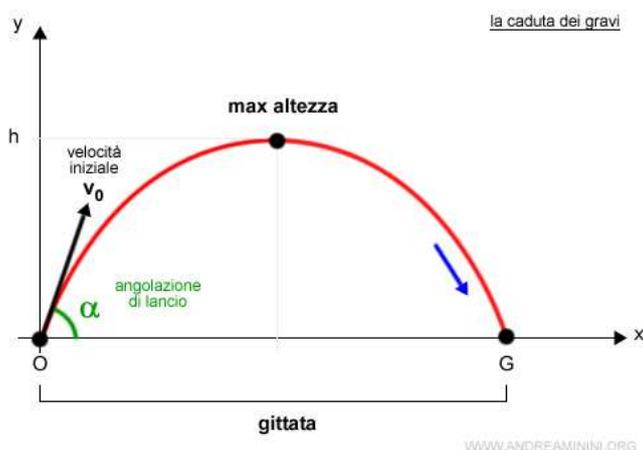


Fig. 14 Moto di un proiettile

Un proiettile è un corpo spinto verso l'alto con una certa velocità , in questo caso, si tratta della posizione del baricentro del pattinatore il quale, durante la

fase di preparazione e caricamento, assorbe energia meccanica per poi essere in grado di sollevarsi da terra ed effettuare la rotazione.

Possiamo spiegare la traiettoria che percorre il baricentro dell'atleta attraverso la rappresentazione di una parabola, infatti, una volta raggiunta la distanza verticale massima, definita anche altezza, il baricentro comincia a scendere per azione della forza di gravità, o forza peso, la quale tende a far "cadere" il pattinatore proprio come succede ad un proiettile andando a determinare una distanza massima, o lunghezza.

Equazioni di base del moto di un proiettile:

$$\begin{aligned}x &= x_0 + v_{0x}t \\ y &= y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_x &= v_{0x} \\ v_y &= v_{0y} - gt\end{aligned}$$

È importante considerare diversi parametri:

- Altezza del salto
- Velocità verticale allo stacco
- Velocità orizzontale allo stacco
- Angolo di elevazione allo stacco

2.1.1 Angolo di elevazione

L'angolo di elevazione allo stacco si può calcolare mediante il rapporto tra la velocità orizzontale e quella verticale.

$$\tan\theta = \frac{v_x}{v_y}$$

È stato osservato che ("R.Dolfini-2004) l'angolo di stacco ottimale per la realizzazione di un salto è pari a 45° che corrisponde ad una tangente pari a

1, dunque, se la velocità verticale è uguale a quella orizzontale l'angolo di 1 radiante, corrisponde ad un angolo di 45° .

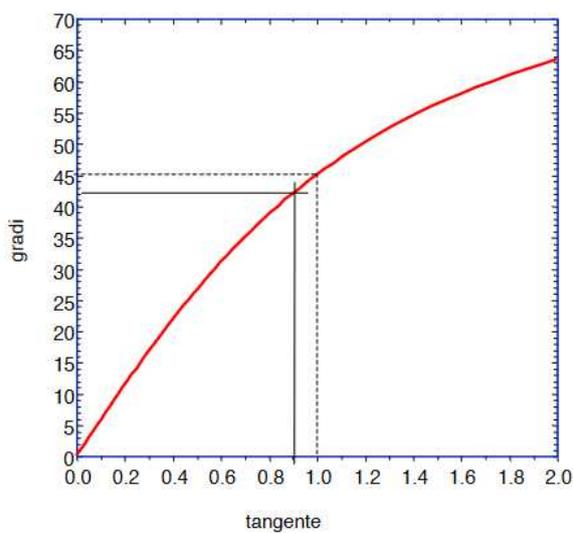
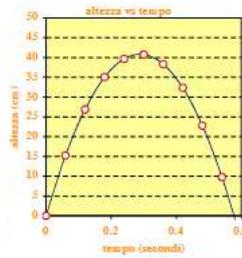
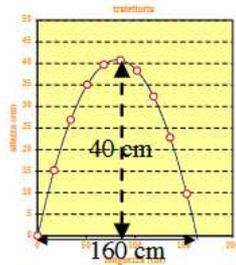


Fig. 16 Legge trigonometrica della tangente

Per raggiungere questo valore l'atleta deve cercare di produrre la massima spinta verticale che dipende da vari fattori:

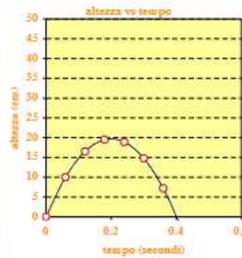
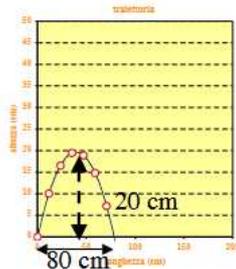
- Dal peso del corpo dell'atleta (body weight)
- Dalla potenza fisica dell'atleta
- Dalla tecnica di stacco: in caso di salto puntato e non puntato
- Dalla velocità orizzontale iniziale

14.4 Km/h
= 4 m/s



Altezza = **40 cm**
Lunghezza = **160 cm**
Durata = **0.6 secondi**
Durata minima per un salto triplo

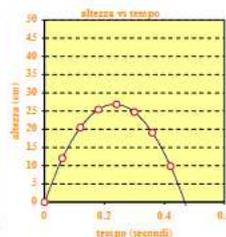
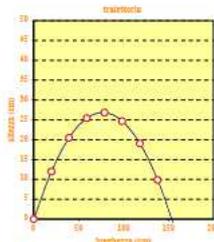
10 Km/h
= 2.8 m/s



Altezza = **20 cm**
Lunghezza = **80 cm**
Durata = **0.4 secondi**
Durata minima per un salto doppio

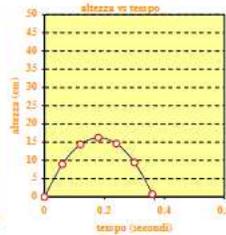
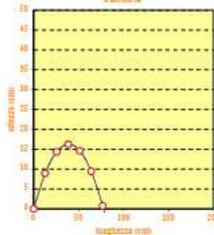
Fig. 17 a Grafico della traiettoria con angolo ottimale di 45°

14.4 Km/h
= 4 m/s



Altezza = **27 cm**
Lunghezza = **160 cm**
Durata = **0.5 secondi**
Durata insufficiente per un salto triplo

10 Km/h
= 2.8 m/s



Altezza = **20 cm**
Lunghezza = **80 cm**
Durata = **0.35 secondi**
Durata insufficiente per un salto doppio

Fig. 17 b Parabola con angolo "sbagliato" di 40°

Questi due grafici rappresentano la traiettoria che percorre il baricentro durante un salto triplo e un salto doppio. Con un'angolazione ottimale pari a 45° (Fig. 17a) si richiede nella prima tipologia di salto una velocità di almeno 15 km/h, mentre, nel secondo caso (Fig.17b), una velocità minima di 10 Km/h.

Anche se, nel secondo grafico la velocità orizzontale viene preservata, nel caso in cui diminuisca l'angolo, si realizzerà una traiettoria diversa rispetto a quella che abbiamo visto in precedenza, la quale, risulterà avere una minor altezza e una minor distanza in senso orizzontale.

È importante studiare tutte queste componenti poichè ci permettono di capire quanto sia fondamentale incrementare la durata del salto la quale consentirà al pattinatore di eseguire nella fase di volo un certo numero di rotazioni.

2.1.2 Concetti di velocità e spinta

Lo scopo del pattinatore è quello di raggiungere la massima velocità verticale: maggiore sarà la velocità tanto più alto risulterà il salto e tanto più lunga sarà la sua durata.

La fase di preparazione e caricamento è fondamentale in quanto rappresentano le fasi necessarie per produrre forza a livello degli arti inferiori. Proprio per questa ragione, gli atleti della specialità singolo, possiedono muscoli della coscia ben sviluppati capaci di produrre la forza esplosiva necessaria per sollevarsi da terra e allo stesso tempo di ammortizzare la forza peso che si produce durante la fase di atterraggio, dunque, quando si impatta con il terreno.

Mentre la velocità verticale necessaria per raggiungere una determinata altezza deve essere uguale per tutti i pattinatori, la forza che l'atleta deve applicare dipende dal peso del pattinatore stesso e dal tempo necessario per generarla.

Questo non significa che un atleta più pesante torni al suolo più velocemente rispetto ad un atleta più leggero, infatti, tutti i corpi cadono allo stesso modo con la stessa accelerazione e la stessa velocità verticale di atterraggio la quale risulterà uguale alla velocità verticale nella fase di stacco.

Tuttavia, una volta che il pattinatore si sarà staccato da terra, non potrà più fare nulla per incrementare l'altezza del salto, ragion per cui, risulta fondamentale tutta la fase che precede il momento di stacco, in quanto l'atleta deve essere in grado di generare sufficiente energia attraverso il piegamento della gamba portante e l'allungamento di quella libera.

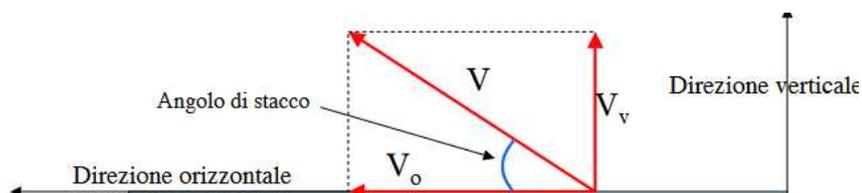
Il pattinatore per scivolare sul pavimento deve esercitare una spinta che, per la terza legge dell'azione e reazione della dinamica, sarà uguale e contraria alla forza esercitata dall'atleta stesso.

Le due componenti della velocità, orizzontale e verticale, dipendono dall'intensità della spinta che il pattinatore esercita, dunque, dipende dalla forza che esso esercita sul pavimento e dal tempo di applicazione della stessa..

Grazie alla terza legge di Newton possiamo calcolare la velocità verticale:

$$V_v = g \frac{Ft}{P}$$

- Dove Ft è la spinta (forza applicativa x tempo di applicazione)
- g è un numero fisso (accelerazione di gravità pari a 9,81 m/s²)
- P è la forza peso del pattinatore (massa x 9,81)



Nei salti puntati (toe-loop, flip, lutz) il tempo di spinta in senso verticale è ridotto, e in questo caso, la forza applicata deve compensare la brevità del tempo di applicazione. Invece, per quanto riguarda i salti non puntati, il tempo

di spinta risulta essere più prolungato ed è ottenuto dall'estensione dei muscoli della gamba d'appoggio, in questo caso, la forza applicata può essere minore di quella che viene richiesta nei salti puntati.

Possiamo definire la spinta con il termine impulso, ovvero, il prodotto della Forza per l'intervallo di tempo durante il quale si applica la Forza, la cui unità di misura è il N x m.

$$\text{Spinta} = F t \approx \text{peso} \times V_{\text{finale}}$$

A parità di peso, si raggiunge una velocità finale maggiore quanto maggiore è la spinta mentre, gli atleti che pesano di più, devono necessariamente produrre una spinta maggiore per raggiungere la stessa velocità verticale.

Per incrementare la fase di spinta occorre:

- Applicare la massima forza muscolare **F**
- Allungare al massimo il tempo di spinta **t**

2.1.3 Correlazione tra momento di inerzia e momento angolare

Secondo il principio di inerzia "ogni corpo preserva, nel suo stato di quiete o di moto uniforme e rettilineo, a meno che non sia costretto a mutare, quello stato da forze impresse" (Treccani)

Nel pattinaggio artistico, si tratta della forza che si oppone alla massa dell'atleta in rotazione, la quale, per seguire una traiettoria curva, deve continuamente cambiare la sua direzione.

La formula del momento di inerzia è la seguente:

$$I = m \cdot r \cdot r = m \cdot r^2.$$

Possiamo notare che è proporzionale alla massa e al quadrato del raggio, infatti, l'atleta, durante la fase di volo, dovrà assumere la cosiddetta posizione a "vite" in modo da diminuire il raggio e di conseguenza, anche il momento di inerzia diminuirà.

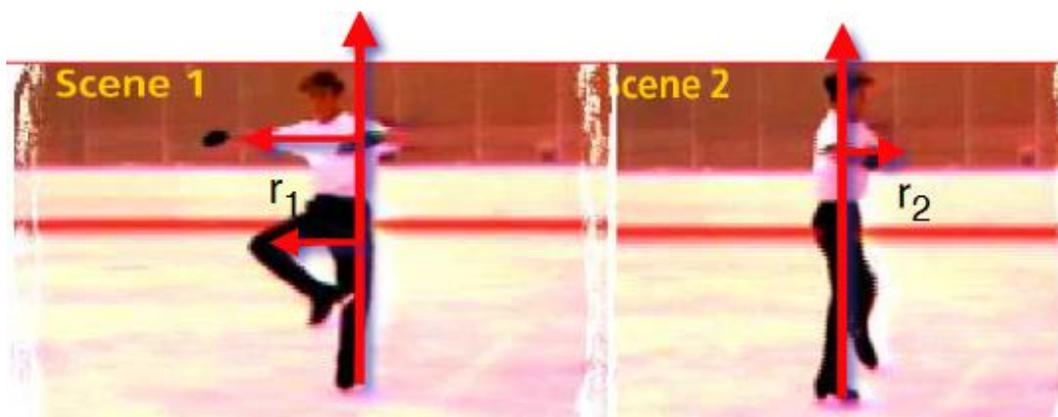


Fig. 18 Analisi del momento di inerzia

Nella posizione 1 il momento di inerzia risulterà maggiore rispetto che nella posizione 2 dove si avrà una diminuzione del raggio.

Allo stesso tempo il momento angolare, inteso come quantità di rotazione di un corpo, si conserva durante la rotazione, ed è dato dal prodotto tra il momento di inerzia e la velocità angolare:

$$L = I \cdot \omega$$

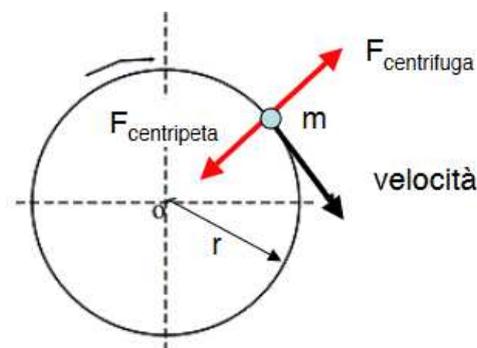
Durante la fase di stacco, si deve generare il massimo momento angolare e questo rappresenta l'istante in cui il pattinatore, nella fase di caricamento, allarga le braccia, piega la gamba portante e allunga la gamba libera in modo da massimizzare il momento d'inerzia. Durante la fase di volo, al contrario, si dovrà minimizzare il movimento d'inerzia per aumentare la velocità di rotazione.

Nel salto, la forza esterna d'attrito con l'aria, tende a diminuire il momento angolare, ovvero la velocità di rotazione infatti, il pattinatore, deve acquistare il suo momento angolare prima dello stacco, poiché, una volta che si sarà sollevato da terra, il momento angolare rimarrà pressoché costante (*Conservazione momento angolare R.Dolfini – 2004*).

Durante la fase di atterraggio, deve succedere la cosa opposta; il pattinatore, dovendo ridurre la rotazione, deve aumentare il momento di inerzia, allargando le braccia, che risultano compatte nella fase di volo.

2.1.4 Forza centripeta e centrifuga

Esaminando la figura sottostante: un corpo, avente una determinata massa, che risulta essere fissato all'estremità di uno spago vincolato ad un punto O, si muove con moto circolare uniforme, ed è soggetto all'accelerazione centripeta diretta verso il centro di rotazione:



$$a_c = \frac{v^2}{r} \text{ m/sec}^2$$

Sul corpo di un pattinatore di massa m, soggetto ad accelerazione, agisce una Forza uguale a $F = m \times a$, dunque la forza che agisce sul soggetto sarà:

$$F = \frac{m \times v^2}{r}$$

Si tratta della Forza centripeta e la sua direzione coincide in ogni istante con quella dell'accelerazione centripeta ovvero, verso il centro di circonferenza.

Inoltre, se il corpo è vincolato a muoversi lungo una circonferenza, su di esso, oltre alla forza centripeta, agirà anche la forza centrifuga la quale, risulta avere lo stesso modulo e stessa direzione, ma verso l'opposto.

2.2 Sistema di video analisi 2D: risultati

In Italia, è stato condotto uno studio, basato sull'analisi biomeccanica di un doppio salchow (*"2D Video Analysis System", 2000*).

Sono stati selezionati tre pattinatori della nazionale italiana di diversi livelli:

- Un atleta di livello internazionale (HL- high level)
- Un atleta di livello nazionale (ML- medium level)
- Un atleta di livello regionale (LL-low level)

ATLETA	ETÀ	PESO	ALTEZZA	BMI
HL	18	80 kg	1.90 m	22.1 Kg / m ²
ML	16	70 kg	1.75 m	22.85 Kg / m ²
LL	13	45 kg	1.50 m	20.00 Kg / m ²

Tab.1 Parametri atleti HL, ML, LL

Per analizzare il doppio salchow, è stata utilizzata una videocamera bidimensionale posizionata a circa 5 mt dal centro della traiettoria, dove sono stati eseguiti i salti. Suddividendo il piano orizzontale di 7 mt, in 7 subunità di 100 cm ciascuna, è stato possibile misurare il tempo e lo spostamento in

senso orizzontale, in modo tale da poter ricavare la velocità orizzontale, la velocità angolare, l'angolo .

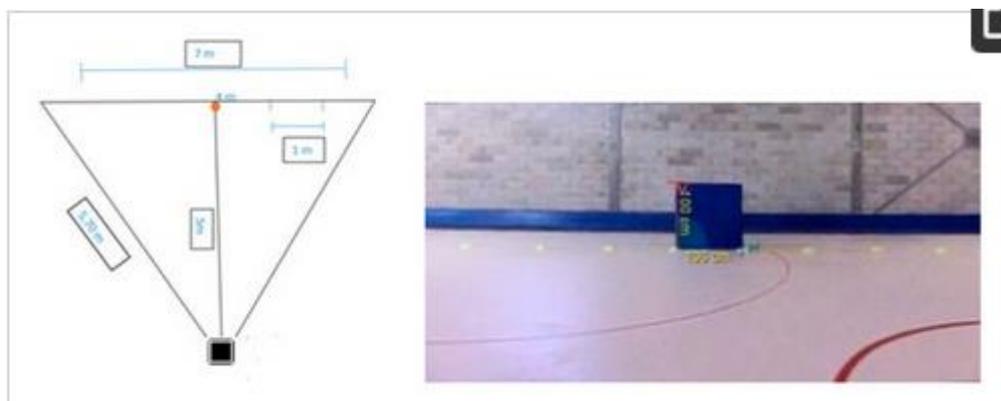


Fig. 19 Sistema di misurazione del doppio salchow

L'altezza del salto è stata calcolata attraverso l'equazione del tempo di volo (dal momento in cui il pattinatore si solleva da terra al momento in cui atterra) tramite la seguente equazione:

$$H = Tf * \frac{g}{8}$$

Nel momento antecedente lo stacco, è possibile osservare un picco della velocità orizzontale, data dal contributo degli arti inferiori, inoltre, si può notare che l'atleta HL, di alto livello, risulta possedere una velocità maggiore in tutti gli istanti rispetto agli altri due pattinatori:

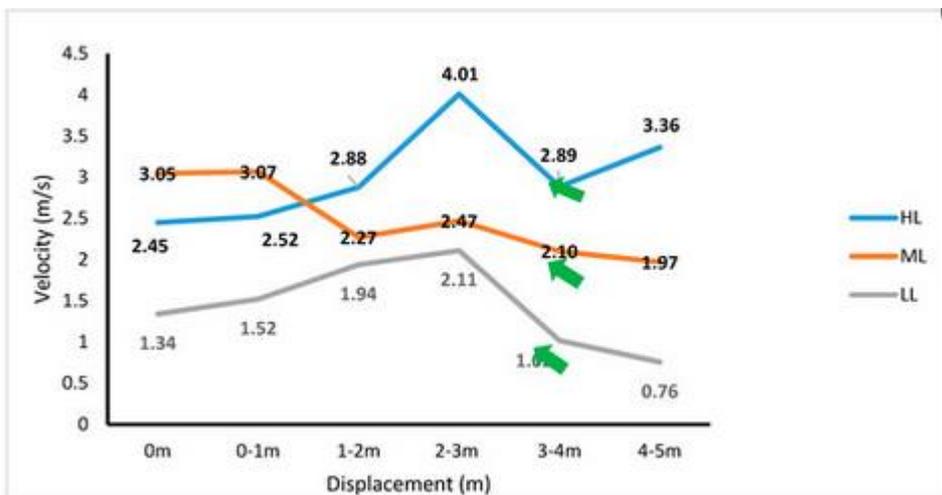


Fig. 20 Velocità orizzontale di ogni atleta rilevata durante l'esecuzione di un doppio salchow

Questa immagine invece ha lo scopo di mostrare le strategie utilizzate dagli atleti tra i primi e gli ultimi 90° della rotazione durante la fase di volo. Ecco che vengono riportati i seguenti dati riguardanti la velocità angolare:

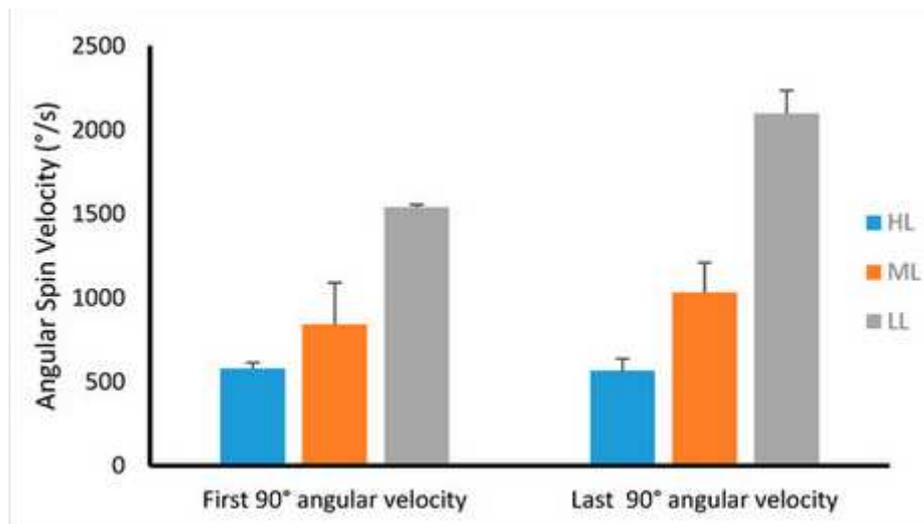


Fig. 21 Velocità angolare raggiunta da ogni atleta nella fase di stacco e arrivo

Mentre l'atleta di alto livello, mostra una velocità angolare maggiore nella fase iniziale, rispetto a quella finale, agli altri due atleti accade la cosa contraria; la loro velocità angolare, infatti, risulta maggiore durante gli ultimi gradi di rotazione.

Successivamente, analizzando il braccio di leva della coscia, (articolazione coxo-femorale) osserviamo anche in questo caso un comportamento differente:

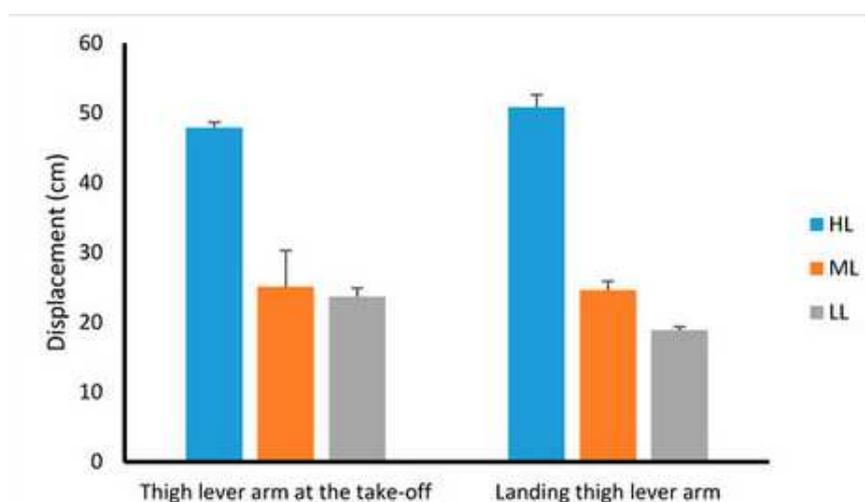


Fig. 22 Braccio leva della coscia durante il stacco e l'atterraggio del DS

Nell'atleta ML e LL, il braccio di leva della coscia, risulta maggiore nella fase di stacco da terra, per poi diminuire nella fase di atterraggio.

Si sono analizzati altri due aspetti: angolo tra tronco e coscia, nelle fasi di stacco e arrivo, e l'altezza massima raggiunta durante la fase di volo. I dati riportati, sottolineano che l'atleta HL, ottiene un maggiore controllo e padronanza dell'elemento tecnico rispetto agli altri due pattinatori. Si può osservare, infatti, che HL possiede un maggior tempo di volo e di conseguenza una maggiore altezza massima raggiunta.

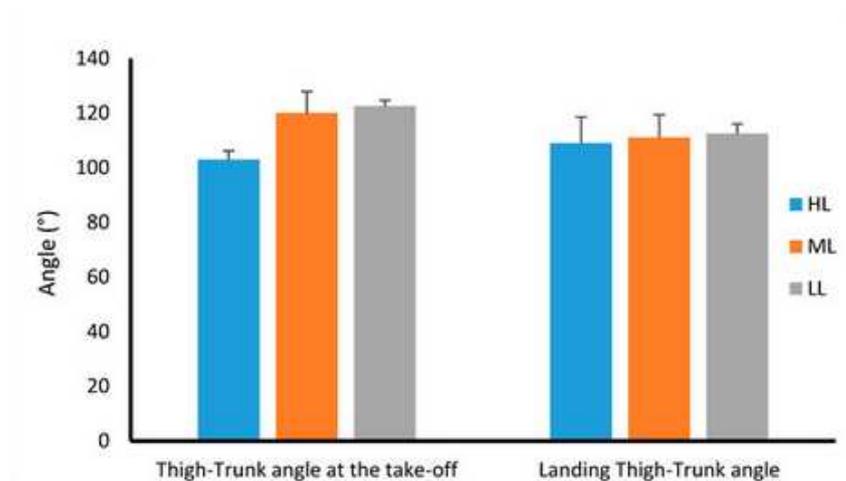


Fig. 23 angolo tra tronco e coscia nelle fasi di stacco e arrivo

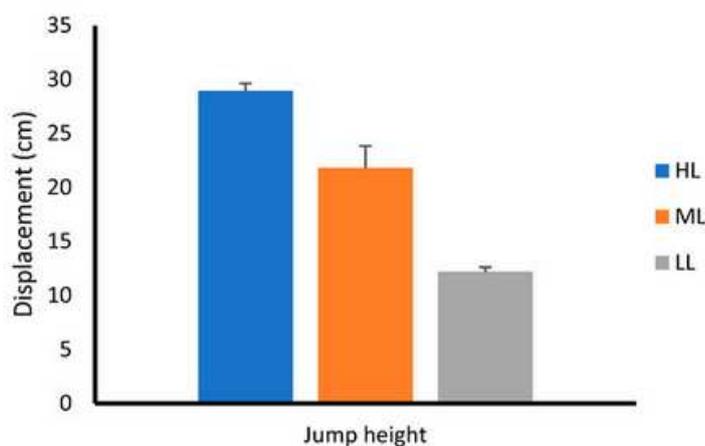


Fig. 24 Altezza del salto

Considerando la velocità orizzontale, l'atleta HL nella fase preparatoria del salto, mostra una velocità superiore rispetto a ML e LL, i quali, mostrano invece una velocità inferiore in tutte le fasi del salto analizzate. Questa differenza è dovuta probabilmente ad una miglior capacità tecnica ed esecutiva, riscontrata nel pattinatore di alto livello. Questa capacità è correlata al tempo di volo più elevato e nella miglior strategia di combinazione della velocità angolare di rotazione.

Ecco che la strategia adottata da HL, risulta quella più efficace, ottenendo un tempo di volo maggiore e di conseguenza un incremento dell'altezza del salto. La fase di preparazione allo stacco, risulta correlata ad una maggior forza esplosiva a livello della muscolatura estensoria della gamba, la quale, contribuirà ad una miglior gestione della velocità orizzontale, angolare e dell'altezza del salto.

È stato condotto un ulteriore studio: (*"Merini Franco, 2011"*) prendendo in considerazione atleti della Nazionale Italiana e utilizzando un sistema di stereofotogrammeria (*metodo per descrivere la natura tridimensionale del pattinatore ricostruendo la posizione che tale soggetto ha assunto nello spazio in ciascun istante di tempo appartenente ad un intervallo di osservazione, rispetto ad un sistema di riferimento, Treccani*).

Sono stati reclutati 5 atleti maschi aventi i seguenti valori medi:

Età	Altezza	Peso	Anni di attività	Anni di esperienza con il Triplo Lutz
23 (18-26)	1.76 (160-184 cm)	73 kg (71-81)	17 (14-20)	6 (3-9)

Tab. 2 Parametri atleti nell'analisi di un salto triplo

In media questi atleti si allenano circa 14 ore settimanali alle quali si andranno ad aggiungere dalle 8 alle 20 ore di allenamento dedicate alla preparazione fisica.

Per poter tracciare la posizione assunta da ogni pattinatore durante il movimento, in un intervallo di tempo, si è deciso di utilizzare un sistema BTS applicando 10 telecamere alla frequenza di 250 Hz.

Sono stati posizionati alcuni marcatori sui punti di repere anatomici:

- A livello del bacino: Spina iliaca anteriore e posteriore
- Sul pattino: tallone, primo e quinto metatarsale
- Sulla gamba e sulla coscia: sono stati posizionati 4 markers su ogni segmento, seguendo le indicazioni di Cappozzo (1995), in modo da garantire una migliore ricostruzione dei centri articolari in un sistema a tre dimensioni con il metodo CAST "calibrated anatomical system technique).

ASIS (spina iliaca anteriore superiore)	Pelvi
PSIS (spina iliaca posteriore superiore)	
AC (centro dell'acetabolo)	Femore
FH (testa femorale)	
GT (gran trocantere)	
LE (epicondilo laterale)	
ME (epicondilo mediale)	
LP (apice antero-laterale della superficie patellare)	
MP (apice antero-mediale della superficie patellare)	
LC (condilo laterale)	
MC (condilo mediale)	
IE (eminenza intercondilare)	
TT (tuberosità tibiale)	
HF (testa della fibula)	
MM (malleolo mediale)	
LM (malleolo laterale)	
MMP (punto mediale della superficie tibiale)	
MLP (punto laterale della superficie tibiale)	
CA (calcagno)	Piede
FM (prima testa metatarsale)	
SM (seconda testa metatarsale)	
VM (quinta testa metatarsale)	

*Fig. 25 Marker set: punti di repere anatomici secondo il protocollo CAST
(Cappozzo et. al 1995)*

Questo protocollo permette di ricostruire punto per punto la posizione e l'orientamento nello spazio delle ossa del soggetto, in questo caso, durante l'esecuzione di un Triplo Lutz.

Analizzando la gamba destra e sinistra di ciascun atleta, sono stati valutati alcuni parametri temporali quali: tempo iniziale di puntata, tempo di fine scorrimento, tempo di stacco, tempo di massima altezza raggiunta nella fase di volo e il tempo di arrivo.

L'altezza media (range) nello squat jump e nel counter movement jump risulta essere rispettivamente di 45,4 (42,2-51,2) cm e 51,1 (47,3-54,1) cm, pertanto si può notare una differenza media di 5,6 cm tra i due salti.

Nel counter movement jump a braccia libere, gesto che assomiglia molto al Lutz, l'altezza raggiunta risulta essere maggiore di 6,6 cm rispetto al salto con contromovimento senza oscillazione delle braccia, con un valore medio di 57,7 cm (range: 51,8-65,2)

Per quanto riguarda l'analisi delle fasi che precedono lo stacco del pattinatore dal suolo, fase di decollo, nel triplo lutz, è stata rilevata una durata di scorrimento di circa 2/3 dell'intera fase di appoggio (0,12 s contro 0,18 s), pertanto, la durata della fase di spinta, su un solo arto, dura 0,06 s.

L'altezza media della traiettoria di volo raggiunta dagli atleti risulta di 50,5 cm (intervallo: 42,2-57,8).

Focalizzando la nostra attenzione a livello dell'anca destra, la posizione neutra (a 0° di flessione- estensione e ab-adduzione) si verificava quando la coscia risultava essere perfettamente perpendicolare rispetto al terreno. Al termine della fase di scorrimento del piede, si osserva un grado di abduzione pari a

circa 15°, mentre nella fase di stacco risulta essere leggermente ridotta, circa 13°.

L'anca, in corrispondenza della fase di puntata, risulta avere un grado di flessione di circa 37° la quale, diminuisce nettamente durante la fase di volo, assumendo un valore molto vicino a quello neutro, ovvero di 5°.

Alla puntata, in tutti gli atleti, il ginocchio mostra una marcata flessione di 60° (intervallo: 50-67°), mentre, nella fase successiva si verifica una pronunciata azione di estensione, con un valore medio pari a 16° (range: 11-19°).

Per concludere, analizzando la caviglia, risulta avere una posizione neutra con un angolo di 0°, quando la tibia è perpendicolare rispetto al terreno, dunque, perfettamente perpendicolare rispetto al piede. Successivamente, si passa alla fase di scorrimento, dove si verifica un caricamento a livello di questa articolazione con una dorsiflessione di circa 23°.

Nella fase di stacco la caviglia risulta andare in plantiflessione con un valore medio pari a 18°. Pertanto, essa risulta avere un'escursione articolare di 41° tra la fase di caricamento e la fase di stacco dal terreno.

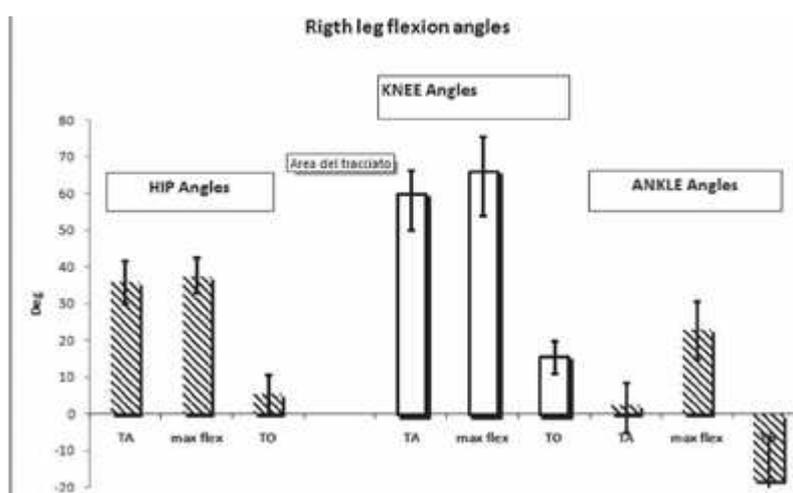


Fig. 26 "Flexion-extension angles of the right limb. TO= take-off; TA= toe-assist. The mean values and ranges are displayed"

Per poter valutare la velocità orizzontale e verticale, è stata individuata la posizione corrispondente al baricentro del bacino, tra le quattro spine iliache anteriori e posteriori. Si è così potuta registrare una velocità iniziale pari a 4,72 m/s (registrata nella fase di caricamento del salto) la quale, subisce un decremento nella fase precedente allo stacco (2,71 m/s) e un ulteriore riduzione nel momento in cui l'atleta si solleva da terra (2,69 m/s).

Come possiamo notare nel grafico sottostante, la velocità orizzontale nella fase di Toe-off risulta pressoché identica alla velocità verticale rilevata sempre in questa fase. Tuttavia, nella fase iniziale di scorrimento, la velocità verticale risulta avere un valore negativo (Toe-assist: - 0,54 m/s) e questo conferma che il bacino, in questa fase, è come se stesse "cadendo" verso il basso, infatti, la posizione del baricentro, cambia rispetto alla posizione neutra iniziale del pattinatore, che risulterà via via più abbassato più si avvicina al suolo.

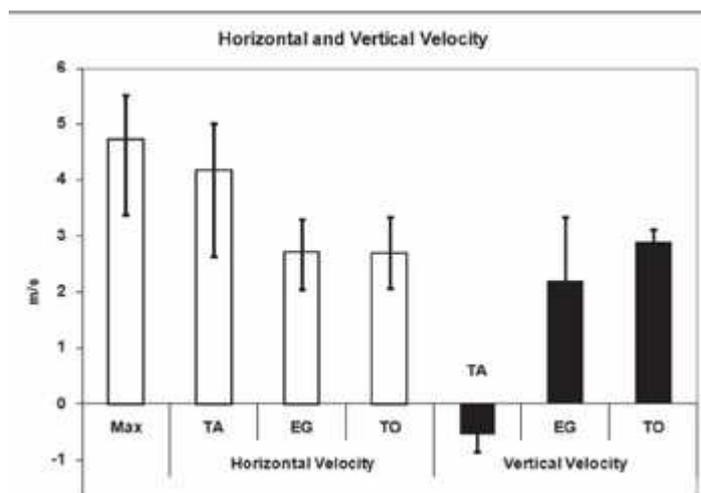


Fig. 27 "Horizontal and Vertical velocity values of the pelvis centroid. TO= take-off; TA= toe-assist; EG= end of gliding. The mean values and ranges are displayed"

Riassumendo questo studio, sono state analizzate delle variabili che hanno lo scopo di descrivere la cinematica del Triplo Lutz nel pattinaggio artistico a rotelle. Nella fase di Toe- assist, il bacino risulta decelerare in direzione orizzontale cadendo in verticale di 1,4 cm per 0,04 s.

La velocità orizzontale, quindi, è diminuita di quasi la metà, fino alla fase di stacco, per poi rimanere invariata, mentre la componente verticale, risulta essere già elevata in questa fase (2,2 m/s), per poi raggiungere un valore più elevato nel momento in cui il pattinatore stacca da terra (2,9 m/s).

I cinque atleti mostrano di aver adottato strategie diverse nell'esecuzione:

alcuni di essi utilizzano una velocità verticale superiore rispetto a quella orizzontale, altri invece risultano adottare un comportamento opposto. In ogni caso, la velocità verticale oscilla da un valore minimo di 2,62 m/s ad un massimo di 3,13 m/s garantendo all'atleta una elevazione notevole che oscilla da 42,2 cm a 57,8 cm.

È possibile spiegare quanto descritto, analizzando la cinematica degli arti inferiori: le articolazioni della gamba libera mostrano un'azione di caricamento, subito dopo la puntata, minima per l'anca, lieve per il ginocchio (6°) e più pronunciata per la caviglia (21°).

Analizzando i tempi di caricamento, a livello dell'articolazione del ginocchio e della caviglia, risultano rispettivamente di 0,027 s e di 0,09 s. Considerando il tempo di discesa del bacino (0,04 s), si può concludere che, questa dipenda dal carico di tutte e tre le articolazioni della gamba di puntata.

Dal momento in cui il pattinatore effettua la fase di caricamento fino al momento in cui stacca da terra, si verifica un'estensione di anca pari a 32°, un'estensione del ginocchio di 50° e infine una dorsiflessione a livello della caviglia di 41°.

L'anca e il ginocchio hanno mostrato una fase di lavoro in eccentrica molto limitata, sia in termini di ampiezza del movimento sia in termini di durata, al

contrario, la caviglia ha mostrato una fase di caricamento pronunciata, probabilmente dovuta ai limiti delle possibilità fisiologiche di flessione dorsale dei soggetti.

Confrontando l'altezza raggiunta dai vari soggetti, i valori di elevazione del Lutz si avvicinavano molto ai valori registrati nel counter movement jump senza braccia libere, come è già stato trattato in precedenza.

In effetti, il valore dell'altezza media raggiunta era di 50,5 cm, contro un'altezza pari a 51,1 cm, nel salto con contromovimento.

Ciò significa che i pattinatori, che nel Lutz utilizzano normalmente le braccia per sollevarsi da terra, raggiungono un'altezza inferiore rispetto alle prove eseguite senza i pattini. Questo fa pensare che sia più utile il contributo delle braccia nella fase di stacco, piuttosto che nel momento di elevazione.

2.3 Rischio di infortuni durante la fase di atterraggio di un salto

La fase di atterraggio comporta la discesa del pattinatore verso il suolo e, come abbiamo già trattato, una diminuzione del momento angolare.

Il conseguente carico assiale, dato dalla forza di gravità, genera delle forze di taglio sui dischi intervertebrali, in particolar modo sulla zona lombare, a seguito della disposizione delle vertebre articolari, le quali vanno a formare un angolo in lordosi. Potrebbe verificarsi un ulteriore sovraccarico sui dischi intervertebrali, nel caso in cui la muscolatura del core (stabilizzatori, gluteo e addominali superficiali e profondi) risultasse debole, infatti, il pattinatore, tenderà a collassare in avanti con un'improvvisa flessione lombare una volta che impatterà a terra.

È molto probabile che queste forze di taglio, possano esporre il disco ad un maggior rischio di rottura o lacerazione dell'anulus fibroso, con conseguente dislocazione del nucleo polposo.

Un'ulteriore potenziale lesione, potrebbe provenire da forze di torsione: sotto carico, il momento angolare, porta il tronco in una rotazione assiale, generando una forza di torsione lombare.



Fig. 28 Forze che agiscono sulla colonna vertebrale

Questo diventa particolarmente importante nel momento in cui il pattinatore si eleva da terra e non è più in grado di controllare la posizione nella fase di volo. In tal caso, si andrà ad assumere una posizione inadeguata, la quale, provocherà uno sbilanciamento del corpo; l'atleta, a questo punto, sarà portato ad aprire le braccia in avanti oppure di fianco, aprendo ed estendendo la gamba sinistra posteriormente.

Le forze di taglio e di torsione, che agiscono sul segmento vertebrale, sono assorbite dalle fibre dell'anello fibroso e dalla forma e orientamento delle articolazioni apofisarie. Un forte impatto a livello di queste articolazioni, potrebbe danneggiare le faccette articolari o l'arco neurale (struttura vertebrale del rachide all'interno della quale passa il midollo spinale).

Nel caso in cui si verificasse un'eccessiva estensione lombare, il processo articolare potrebbe agire sulla lamina vertebrale sottostante e questo, potrebbe portare ad una variazione dell'anulus fibroso.

L'osso sacro è articolato tra le due ossa iliache attraverso un complesso meccanismo autobloccante. Il pattinatore è soggetto a ripetuti carichi unilaterali in quanto, atterrando sempre su un'estremità, l'arto che impatta al suolo è soggetto a forze rotazionali che a loro volta, impattano a livello della muscolatura stabilizzatrice dell'anca. L'articolazione sacro-iliaca, nella maggior parte dei pattinatori è quella di destra, che risulterà maggiormente soggetta a delle disfunzioni causate da queste forze e , sebbene in casi rari, potrebbe incorrere a frattura. (*"Fortin JD, 2003"*)

2.3.1 Possibili infortuni durante la fase di caricamento

In questa immagine possiamo notare il potenziale stress in intrarotazione del ginocchio sinistro, e la marcata pronazione della caviglia sinistra durante la fase di caricamento di un salto, in questo caso, durante l'esecuzione di un salchow.



Fig. 29 Pronazione caviglia durante un Slachow

Se la pattinatrice si inclinasse troppo velocemente, la risultante della forza che si genera a livello del ginocchio sinistro, accompagnata da una rotazione

tibiale interna, potrebbe provocare uno stress sul legamento collaterale mediale oppure un probabile danno al menisco.

Anche se è raro che si verifichi una distorsione della caviglia, è invece molto più probabile che i pattinatori siano soggetti a sublussazioni croniche del tendine peroneale (lacerazione del retinacolo peroneale). Questa sublussazione si verifica soprattutto durante l'esecuzione di salti puntati, nel momento in cui il pattinatore accumula energia per elevarsi da terra puntando il freno al suolo (*"JD Fortin 1997"*)

È stato riportato inoltre, che la maggior parte dei pattinatori soffre di lombalgia, che può essere causata, da uno stivaletto da pattinaggio troppo rigido che limita il movimento del ginocchio e soprattutto della caviglia che di conseguenza, impedisce un adeguato assorbimento della forza. Questo, a sua volta, provoca un'estrema flessione dell'anca durante la fase di atterraggio, con conseguente estensione della zona lombare aumentando il rischio di lesioni alla schiena. (*"Lipetz, J. 2000"* Infortuni e preoccupazioni speciali delle pattinatrici femminili)

Alcuni elementi del pattinaggio artistico aumentano il rischio di spondilolisi a causa dell'iperestensione della colonna lombare, come la posizione in layback che vedremo prossimamente, la quale, richiede un'estrema iperestensione sia della colonna lombare che dell'anca.

Cap. 3 Le trottolo: elementi base

È fondamentale in questa parte ricorrere alla definizione di baricentro, definito anche centro di massa "punto di applicazione della forza peso su un corpo la cui proiezione cambia in relazione alla forma e alla posizione delle parti che compongono un corpo" ("Treccani").

Nella trottolo verticale, elemento eseguito con un solo piede assumendo diverse posizioni, l'asse di rotazione coincide con la ruota che farà da perno durante tutta l'esecuzione del movimento.

L'atleta, deve essere in grado di gestire la rotazione tramite l'alleggerimento di alcune ruote esercitando pressione su altre, ecco che diventa di fondamentale importanza la corretta gestione dello spostamento del peso in senso antero-posteriore e in senso medio-laterale.

Esempio: durante una trottolo verticale avanti si farà pressione sulla ruota dietro, esterna o interna, e di conseguenza verrà alleggerita quella avanti sul lato opposto, al contrario, durante lo svolgimento di una trottolo verticale indietro, la ruota alleggerita risulterà quella dietro e si farà perno sulla ruota avanti sul lato opposto rispetto a quella alleggerita.

Esistono 3 tipologie di trottolo:

- **Verticali:** tipologia di trottolo in cui il pattinatore è situato in stazione eretta e l'asse longitudinale del corpo corrisponde all'asse di rotazione

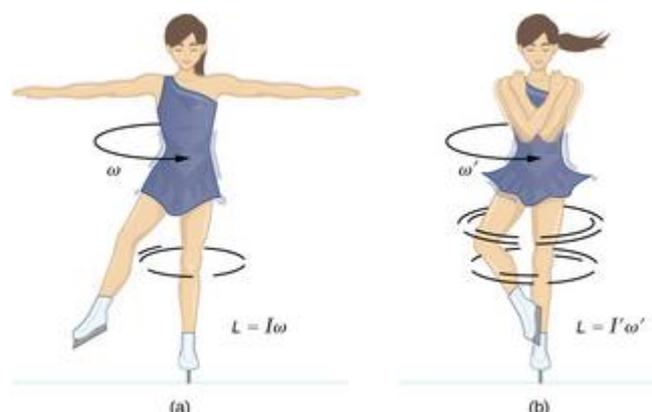


Fig. 30a Trottolo verticale

- **Abbassate:** la posizione che si va ad assumere è uguale a quella di un tipico "pistol squat", facendo riferimento ad un esercizio che si va ad eseguire nell'ambito dell'allenamento funzionale. Dunque, la gamba portante a terra, è completamente piegata e il bacino si trova al di sotto della linea del ginocchio, il busto deve essere piegato in avanti e le braccia vengono portate tese in flessione a 90° circa all'altezza delle spalle.



Fig. 30b Trottola abbassata

- **Angelo:** posizione assunta dall'atleta in cui, la gamba portante, quella cioè che rimane a contatto del con il suolo, è perfettamente tesa, il busto si flette e la gamba controlaterale sollevata è parallela al suolo in linea con il tronco.

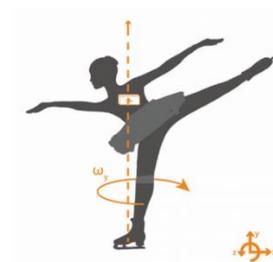


Fig. 30c Trottola angelo

Distinguiamo 4 fasi fondamentali in una trottola:

1. *Preparazione*
2. *Centratura*
3. *Rotazione*
4. *Uscita*

1. La fase di preparazione

Si tratta della fase che precede il momento di centratura e può essere eseguita in diverse modalità in base alla tipologia di trottola che l'atleta andrà ad eseguire; attraverso passi incrociati, oppure eseguendo una successione di tre

- *il Tre è una difficoltà che viene eseguita su una sola gamba, con cambio di filo e inversione del senso di marcia da avanti a indietro. Questa sequenza di passi deve essere eseguita in maniera fluida e continua, inoltre, la gamba libera, sollevata da terra, non è soggetta a variazioni di posizione rispetto all'altra durante l'esecuzione ("Norme Tecniche" Ediz. 2001)*

La corretta esecuzione della pattinata e dei passi incrociati, verrà effettuata da giovani atleti nei primi anni di preparazione e in fase di apprendimento della centratura di una trottola.

Successivamente si progredirà con la difficoltà dell'esecuzione inserendo, prima della fase di centratura, una sequenza di tre che possono essere svolti con il piede destro o sinistro a terra.

In questo momento l'atleta sarà in grado di acquisire velocità lineare che verrà poi trasformata, nella fase successiva, in velocità angolare: maggiore è la velocità angolare, maggiore sarà la possibilità di andare ad eseguire un numero elevato di rotazioni attorno al proprio asse.

2. La centratura

In questa fase avverrà uno spostamento del peso, un cambio di filo e di pressione, andando a determinare la velocità effettiva di rotazione della trottola. Tutto ciò sarà realizzato anche grazie ad una decisa torsione del corpo, nella direzione della trottola, innescando così un moto rotatorio.

Questo è il momento in cui la gamba libera, viene richiamata in una determinata posizione, e questo, dipenderà dalla tipologia di trottola che si andrà ad eseguire, come abbiamo già visto in precedenza.

È di fondamentale importanza cercare di mantenere un allineamento a livello del bacino, in modo tale da non imprimere una forza troppo eccessiva, tanto da spostare il fianco oltre il piano trasversale del corpo, in questo caso, si rischia di iniziare una rotazione senza rispettare il corretto allineamento delle varie parti del corpo, con la conseguente perdita di controllo della posizione e una successiva perdita di equilibrio che sarà causa dell'interruzione della rotazione.

3. La rotazione

Fase centrale della trottola, ovvero, quando il pattinatore assume la posizione richiesta durante l'esecuzione effettiva e si iniziano ad eseguire le rotazioni. Molto importante è la posizione della gamba libera, la quale, consente al pattinatore di avere una maggiore o una minore velocità angolare, così come di fondamentale importanza è l'utilizzo delle braccia che permettono di imprimere una diminuita oppure un'augmentata velocità angolare.

Le braccia, infatti, possono essere tenute chiuse all'altezza del petto nelle trottole verticali, oppure aperte tenendo un braccio teso a 90° di flessione e il braccio controlaterale teso lungo il fianco (per esempio quando l'atleta esegue una trottola ad angelo).

Esse dunque, si avvicinano o si allontanano dall'asse di rotazione, a seconda della necessità di incrementare o diminuire la velocità, così da poter eseguire un minimo di tre rotazioni.

4. La fase di uscita

Questa ultima fase è caratterizzata da una diminuzione della velocità angolare ed è il momento in cui si conclude la trottola.

Al termine della rotazione, il pattinatore dovrà essere abile ad interrompere gradualmente la velocità, ripristinando la posizione in stazione eretta rispettando sempre i canoni estetici del pattinaggio (*“Locandro et Colombo, 2010”*).

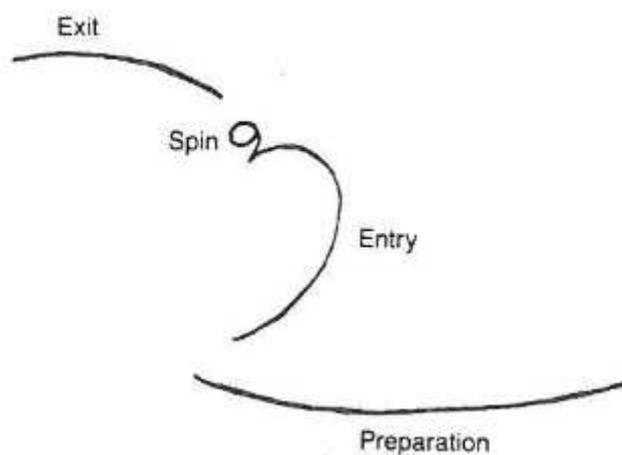


Fig.31 Tracings of a spin

Durante la fase di preparazione, il pattinatore, deve diminuire il raggio della curva di pattinata, questo, comporta una successiva riduzione della velocità e permette di esercitare una forza di scorrimento al suolo. La coppia di forze risultante si traduce in un momento angolare, che verrà generato durante la rotazione.

Maggiore sarà la forza durante la spinta iniziale, maggiore sarà il momento angolare, che si tradurrà poi, in una rotazione più veloce ed efficace, consentendo all'atleta di svolgere un numero più elevato di rotazioni attorno al proprio asse.

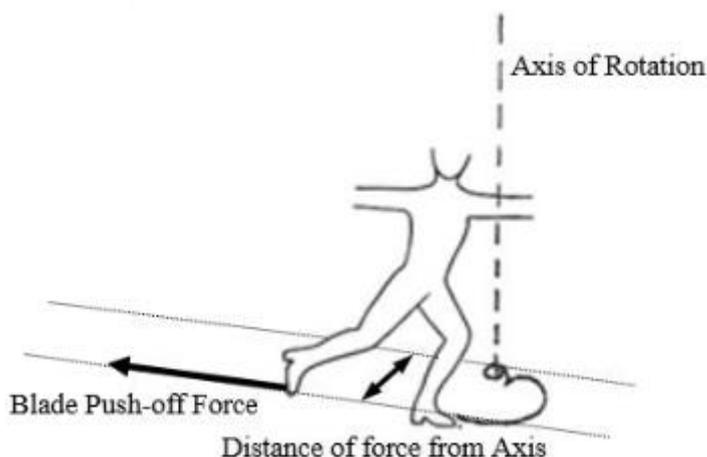


Fig. "The resultant torque about the axis of rotation generates an angular moment"

Il tracciato di ingresso, qui a fianco, mostra una curva logaritmica avente un numero indefinito di raggi, il più grande all'inizio e più piccolo alla fine. Quando il raggio della curva di ingresso viene ridotto, l'atleta cambia l'angolo di inclinazione del proprio asse e la velocità diminuisce gradualmente.

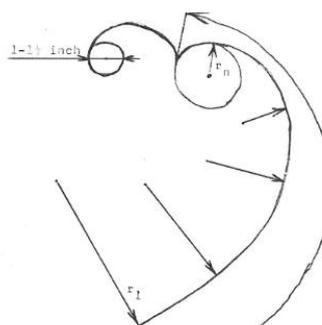


Fig.33 " Tracing during the entry and spin phases "

All'inizio della rotazione, si genera un grande momento di inerzia: le spalle sono perpendicolari rispetto al bacino e ruotano con la stessa velocità angolare.

Per avere una rotazione equilibrata, il baricentro del corpo deve essere situato direttamente sopra la base di appoggio, nel caso in cui, la rotazione non risultasse equilibrata, la proiezione verticale del baricentro si troverà spostata rispetto alla base di appoggio.

Abbiamo visto in precedenza le tre tipologie di trottolo: angelo, verticale e abbassata.

Nelle rotazioni verticali ("*Cabell Lee, 1990*"), la velocità angolare è bassa, (circa un giro al secondo) e il momento di inerzia è molto grande durante la fase di bilanciamento ma, all'aumentare della velocità angolare (fino a 5 giri al secondo), il momento di inerzia diminuisce man mano che le braccia e la gamba libera si avvicinano verso il centro della rotazione, infatti, le braccia vengono portate il più possibile vicino al petto e la gamba libera si piega per andare ad avvicinarsi alla gamba portante.

A questo punto, il momento di inerzia è minimo e la velocità angolare risulta massima. Mentre il centro di gravità sale, raggiungendo il suo valore massimo, il pattinatore si allunga verticalmente.

Per porre fine alla trottolo, il pattinatore deve aprire le braccia gradualmente, di conseguenza, il momento di inerzia aumenta ed è proprio in questo punto che l'atleta termina la rotazione disegnando una curva di uscita.

Per effettuare una trottolo ad angelo, camel spin, le fasi di preparazione e di ingresso sono simili a quelle di una trottolo verticale ("*Cabell Lee, 1997*").

Il pattinatore "aggancia" l'estremità della curva di entrata, iniziando a girare effettuando dei piccoli cerchi premendo le ruote interne (filo interno), mentre i fianchi e le spalle ruotano alla stessa velocità angolare.

Una volta terminata questa fase, l'atleta dovrà essere in grado di modificare l'inclinazione andando ad esercitare una pressione sulle ruote esterne (opposte rispetto alla fase iniziale), contemporaneamente si esegue un'estensione a livello del ginocchio e la gamba libera verrà portata dietro.

È importante che il piede libero e il collo siano allineati durante tutta la rotazione. La posizione arcuata, della parte bassa della schiena è molto difficile da mantenere ma è tuttavia indispensabile per raggiungere la massima velocità angolare minimizzando il momento di inerzia.

Spingere la gamba portante in avanti, permette al centro di gravità, di posizionarsi sopra la base del supporto, dove le ruote esterne, entrano in contatto con il pavimento.

Se il centro di gravità non si trova in questa posizione, il pattinatore sarà in una posizione sbilanciata che potrebbe provocare una distorsione della posizione del corpo durante la rotazione.

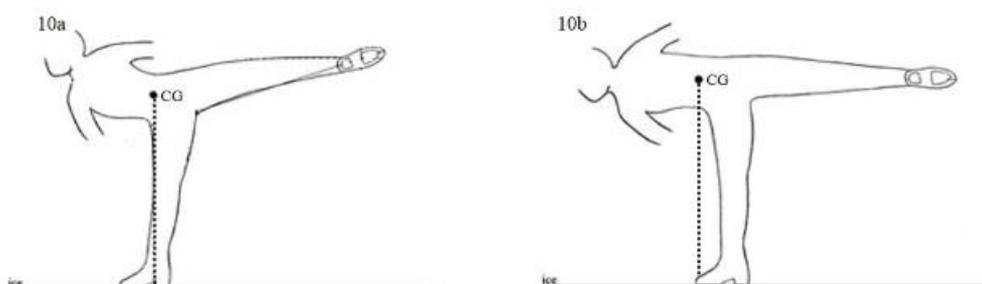


Fig. Camel spin: correct and incorrect body position

Come possiamo vedere nell'immagine a destra, il centro di gravità risulta proiettato avanti rispetto alla base di appoggio, in questo caso, il pattinatore, non sarà in grado di mantenere una posizione corretta.

La terza e ultima posizione è la trottola abbassata o sit spin. La differenza principale tra questa tipologia di trottola e le altre due è che il pattinatore entra

direttamente nella rotazione invece di sviluppare prima una parte lenta all'inizio dell'entrata in trottola ("Cabell Lee, 2002").

Nella fase di preparazione la gamba libera si muove ampiamente attorno alla gamba portante e, insieme alle braccia, andrà a generare un grande momento di inerzia.

Successivamente, il pattinatore, piega la gamba a terra, e quella libera, verrà portata in avanti, raggiungendo in questo momento, il massimo valore della velocità angolare.

È essenziale mantenere una posizione ottimale per prolungare la velocità di rotazione; si tratta di mantenere le parti pesanti il più possibile vicino al baricentro dell'asse verticale e minimizzare il momento di inerzia. Questa posizione, così difficile da mantenere, porta il pattinatore, in alcuni casi, a "crollare" verso il basso.

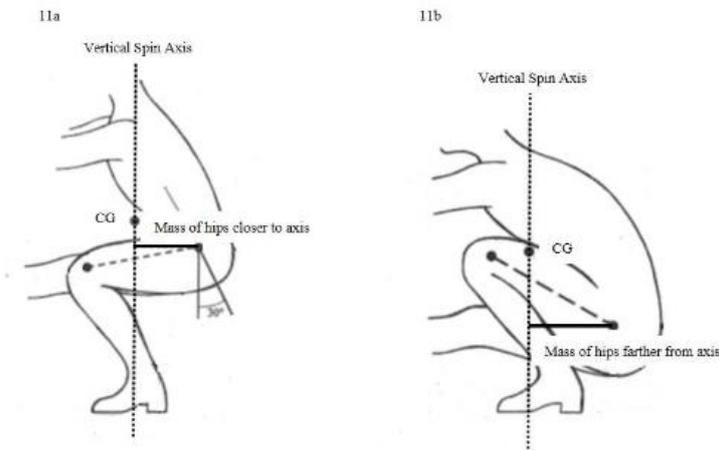


Fig.35 "Sit spin with torso erect and thigh parallel vs "collapsed" body sit spin position"

Quando il pattinatore flette l'anca e si inclina in avanti andando in cifosi dorsale, come nella figura a destra, il momento di inerzia aumenta e la velocità angolare di rotazione rallenta.

La forza muscolare, a livello della coscia e della bassa schiena, è necessaria per mantenere una posizione del corpo in un angolo di circa 30° rispetto alla verticale, proprio per questo motivo, l'atleta riuscirà a mantenere la massa del tronco sopra il baricentro, mantenendola allineata con l'asse di rotazione e minimizzando il momento di inerzia per massimizzare la velocità angolare.

In poche parole, la rotazione risulta più veloce ed efficace se il pattinatore spinge i fianchi in avanti e la schiena tesa verticalmente.

3.1 La biomeccanica delle forze craniali durante movimenti rotazionali

Sono state valutate diverse componenti nel pattinaggio artistico come le forze associate al salto e all'atterraggio, tuttavia, la trottola, pur essendo un elemento essenziale del pattinaggio artistico, non è ancora stata esaminata con la stessa accuratezza.

È molto comune, nei pattinatori, riscontrare alcune problematiche quali, vertigini, disturbi visivi, ma non solo, a volte, gli atleti, possono essere soggetti ad una perdita di coscienza transitoria durante l'esecuzione delle rotazioni. Il sistema vestibolare, in particolar modo il riflesso vestibolo-oculare (VOR), viene messo a dura prova durante l'esecuzione di un elemento rotante, poiché ha il compito di stabilizzare le immagini sulla retina durante i movimenti della testa, secondo i tre gradi di libertà (sul piano orizzontale: rotazione, frontale: beccheggio e sagittale: rollio)

Quando la testa ruota, ad una certa velocità e in una determinata direzione, gli occhi, compiono un movimento con la stessa velocità, ma in direzione opposta.

È stato osservato che, effettuare delle rotazioni tenendo la testa allineata, quindi vicina al proprio asse, il pattinatore sarà sottoposto ad una forza minore rispetto a quando queste vengono eseguite tenendo la testa lontana dal proprio asse di rotazione. Dunque, considerando la durata della

rotazione e l'entità della risultante delle forze lineari causate dall'accelerazione, il pattinatore, potrebbe andare incontro ad una risposta vascolare, conosciuta come "red out".

Il "red out" è una condizione in cui l'accelerazione centripeta dirige il sangue al cervello causando un arrossamento del campo visivo, data dalla probabile rottura dei capillari.

In questo caso, le forze gravitazionali, che agiscono sul corpo sono negative (si verifica a -2G), al contrario, si verifica un "black out" quando queste forze risultano positive. Questa problematica è dovuta ad una diminuzione della pressione arteriosa a livello oculare e se non viene ripristinata, il soggetto vede improvvisamente nero, con successiva perdita di coscienza (si verifica a 4G).

In questa parte verrà trattata la biomeccanica delle forze craniche durante l'esecuzione di un movimento rotazionale (*"H.Wang 2015"*)

È stato condotto uno studio, approvato dal Comitato di Revisione Istituzionale del Connecticut Children's Medical Center, con l'obiettivo di quantificare le forze di accelerazione rotazionale che agiscono sul cranio di un atleta durante lo svolgimento di una trottola.

E' stata volutamente osservata una pattinatrice della categoria senior, alla quale è stato chiesto di completare un questionario che descrive il suo attuale livello di pattinaggio di figura negli Stati Uniti: sono stati inseriti gli anni di esperienza nel pattinaggio artistico, le ore di allenamento settimanali ed eventuali infortuni.

<i>Age</i>	23 years
<i>Height</i>	170 cm
<i>Weight</i>	47.7 kg
<i>Years of Competitive Skating</i>	18 years
<i>Current Level of Competition</i>	Senior
<i>Days/Week Devoted to Spinning</i>	4 days
<i>Hours/Week Devoted to Spinning</i>	4 hours
<i>Injury History</i>	Two Concussions

Tab. 3 Parametri pattinatrice categoria senior

A quest' atleta è stato chiesto di esibirsi in sette diversi elementi rotanti:

- *Back scratch spin* :



- *Layback spin*:



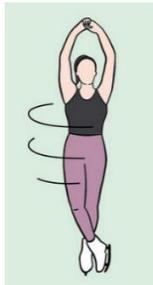
- *Hair – cutter spin*:



- *Camel into a donut spin:*



- *Forward scratch spin:*



- *Sit spin:*



- *Broken-leg spin:*



A seguito della performance di un elemento, all'atleta è stato chiesto se lo spin che aveva completato, rispecchiasse la sua effettiva padronanza del gesto. In

caso di risposta affermativa, la pattinatrice sarebbe passata allo spin successivo, al contrario, avrebbe dovuto ripetere l'esecuzione dell'elemento rotante.

È stato utilizzato un accelerometro triassiale da 1000 G (Biometrics LTD, Gwent, United Kingdom) il quale, ha consentito di rilevare le forze gravitazionali. Questo strumento è stato posizionato al centro della fronte della pattinatrice, utilizzando una fascia su misura, foderata con una striscia di silicone, in modo da evitare qualsiasi tipo di spostamento durante il test, garantendo alla partecipante di muoversi liberamente.



Fig.36 "Accelerometer placement"

L'accelerometro è stato poi collegato ad un trasmettitore wireless fissato alla vita dell'atleta per mezzo di una cintura.

Grazie a questa strumentazione, sono state raccolte le componenti delle forze attorno agli assi X, Y e Z. Successivamente, è stata calcolata la risultante delle forze, tramite la seguente equazione:

$$Fr = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$$

Dove Fr è la risultante delle forze, Fx, Fy e Fz, sono le componenti della forza attorno all'asse X, Y e Z.

La risultante delle forze è stata tracciata per ogni tipologia di spin per determinare se le soglie della forza G siano state superate, andando incontro ad un "red out" (-2G) oppure ad un "black out" (4G).

Nel caso si fosse determinato un superamento della soglia, sarebbe stato opportuno calcolare il tempo totale trascorso dalla partecipante al di sopra del valore soglia per ogni rotazione effettuata.

I dati ottenuti, hanno evidenziato che, la posizione layback spin (tipologia di trottola verticale in posizione di estensione del busto e gamba libera piegata portata indietro), ha generato una forza cranica significativa e questa forza, risulta maggiore rispetto alle forze che sono state registrate in tutti gli altri elementi di rotazione, infatti, è l'unico caso in cui è stata registrata una soglia "red out".

Tuttavia, i risultati indicano che nessuna di queste tipologie di trottole eseguite, abbia raggiunto la soglia di black out pari a 4G.

<i>Spin</i>	<i>Maximum Negative G Force (G)</i>	<i>Maximum Positive G Force (G)</i>	<i>Time Over G Force Threshold (s)</i>	<i>% of Spin Over Threshold</i>	<i>Revolutions Per Second (rev/s)</i>
<i>Back Scratch</i>	-0.7	0.9	0	0	4
<i>Broken Leg</i>	-0.5	0.5	0	0	2
<i>Camel Donut</i>	-1.3	1	0	0	1.5
<i>Forward Scratch</i>	-0.4	0.5	0	0	4.25
<i>Hair Cutter</i>	-0.7	1.2	0	0	2.25
<i>Layback</i>	-2.2	1.8	0.07	0.2	2.5
<i>Sit</i>	-0.5	0.7	0	0	1.5

Tab.4 Valori delle forze nelle diverse tipologie di trottole

Da questa tabella possiamo comprendere che, la rotazione in posizione layback, ha prodotto una forza di -2,2G (Maximum Negative G Force) durante la fase di entrata e successivamente una forza pari a 1,8G (Maximum Positive G Force) nella fase di uscita pertanto, la pattinatrice, ha oltrepassato il valore soglia per un totale di 0,07 secondi durante l'esecuzione di un singolo giro.

È stato riscontrato che, dopo lunghi periodi di spinning, queste forze abbiano portato problematiche fisiche quali vertigini, capogiri, emicrania e capillari rotti alle dita, alle braccia e agli occhi; la pattinatrice, presa in considerazione, ha manifestato alcuni dei i sintomi sopracitati durante la posizione in layback spin.

Sebbene la partecipante, abbia superato la soglia di "red out" per soli 0,07 secondi, il malessere è chiaramente dovuto alla ripetizione della stessa tipologia di trottola (30 volte in una sola seduta di allenamento).

È stato osservato che, quando la testa si trova in linea all'asse di rotazione, le forze registrate sono nettamente inferiori. Questo fatto è stato dimostrato nella posizione di scratch (trottola eseguita verticalmente) e nel sit spin (trottola abbassata).

Al contrario, le forze sono risultate maggiori in tutte le posizioni dove il pattinatore deve tenere la testa lontana dal proprio asse di rotazione, in particolar modo, nel layback.

Tuttavia, l'eziologia dei sintomi quali, vertigini, mal di testa e nausea non sono ancora del tutto chiari, è probabile infatti che questi sintomi, siano secondari ad un sovraccarico del sistema vestibolare.

Lo studio, per giunta, ha fatto emergere la possibilità che le forze craniali, ripetutamente sollecitate, potrebbero condurre ad una disfunzione vestibolare diretta, oppure, a dei cambiamenti neurologici centrali simili a quelli osservati nella commozione cerebrale.

È tuttavia verosimile che, più un atleta è giovane e neurologicamente più immaturo, maggiore sarà la possibilità di sviluppare complicazioni e patologie, in risposta ad un aumento di forze craniche che agiscono durante la rotazione. Analizzando i dati raccolti con questo studio, è possibile valutare le forze craniche in pattinatori di figura, che praticano questo sport ad alto livello, in modo da tener conto delle varie problematiche che possono insorgere durante

l'esecuzione di uno spin, così che l'allenatore possa attuare misure specifiche di prevenzione agli infortuni.

3.2 Strategie adottate durante l'esecuzione di un Layback

Un ulteriore studio ("*Qianying Hoo – 2020*"), ha consentito di valutare il momento di inerzia del corpo umano in una data posizione di rotazione, permettendo di valutare il grado di difficoltà nei vari giri di layback, con lo scopo di trovare lo spin più efficiente.

I dati di questo studio sono stati raccolti con analisi video open source: sono stati analizzati dei video di un pattinatore cinese d'élite, con una frequenza di campionamento di 24 Hz (numero di fotogrammi al secondo). Lo stivaletto da pattinaggio è stato utilizzato come strumento di calibrazione per impostare la scala. Dopo aver impostato un sistema di coordinate appropriato, il software Tracker, ha permesso di fornire alcuni dati, utilizzati successivamente per comprendere alcune importanti dinamiche.

Il corpo umano può essere suddiviso in più segmenti corporei (il CNS, ovvero il Chinese National Standard), suddivide il corpo umano in 15 segmenti e ne fornisce la massa relativa, la posizione del centro di massa e l'equazione di regressione nei momenti di inerzia attorno all'asse longitudinale, sagittale e trasversale di ciascun segmento corporeo. Creando dei sistemi di coordinate secondo lo standard di divisione del CNS, sono stati segnati i punti di inizio e di fine di tutti i segmenti corporei. Contrassegnando i punti iniziali (x_1, y_1, z_1) e i punti finali (x_2, y_2, z_2), le coordinate del loro centro di massa (x, y, z), sono state ottenute dalla posizione relativa del centro di massa.

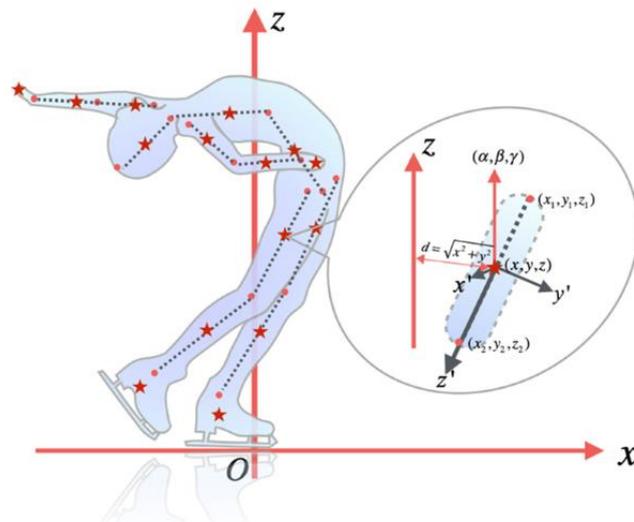


Fig. 37 CNS: suddivisione segmenti del corpo umano

Con l'altezza e la massa in kg del pattinatore, sono stati determinati tutti i momenti di inerzia attorno all'asse verticale, sagittale e trasversale di ciascun segmento (I_x, I_y, I_z). La massa di ogni segmento è stata ottenuta moltiplicando la massa relativa e il peso del pattinatore.

Il valore del momento di inerzia, dipende dall'asse di rotazione: data la direzione del coseno di un determinato asse α, β, γ , il momento di inerzia attorno a questo asse, può essere descritto come:

$$I_c = (\alpha, \beta, \gamma) \begin{pmatrix} I_x & 0 & 0 \\ 0 & I_y & 0 \\ 0 & 0 & I_z \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{pmatrix} = I_x \alpha^2 + I_y \beta^2 + I_z \gamma^2,$$

Dove γ è determinata dalla seguente equazione:

$$\gamma = \frac{z_1 - z_2}{\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}}$$

I risultati ottenuti hanno evidenziato un minor momento di inerzia nella posizione 1 e nella posizione 2 rispetto alle altre. Questo risultato può in parte

spiegare perché i pattinatori, di solito, eseguono queste due posizioni alla fine di una trottola. Al termine dello spin, il momento angolare non è così grande come quello all'inizio, quindi, i pattinatori, eseguono le posizioni con un minor momento di inerzia, così da mantenere una velocità angolare sufficiente a mantenere l'equilibrio.

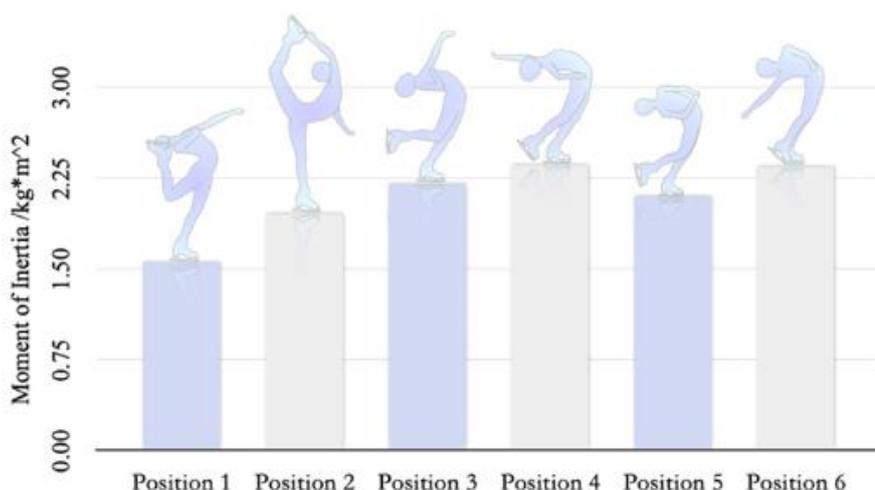


Fig. 38 Momento di inerzia in 6 posizioni diverse in Layback spin

Inoltre, è stata analizzata la variazione della velocità angolare media di ogni rotazione durante l'esecuzione di due diverse tipologie di layback spin. Come mostrato nelle figure (a) e (b), entrambi gli spin sono composti da quattro diverse posizioni di layback il cui valore del momento di inerzia è stato ottenuto e trattato nella figura precedente. Nell'immagine (a), ad esempio, quattro giri dopo aver iniziato la trottola, si è proseguito lo spin in posizione 4. L'atleta, ha poi mantenuto questa posizione per altre otto rotazioni e successivamente, ha eseguito una transizione, di circa un giro, passando in posizione 5 ed eseguendo altre tre rotazioni per poi passare in posizione 1. Durante la transizione, la tendenza verso l'alto/verso il basso della velocità angolare, si accorda con i momenti di inerzia che sono stati calcolati nelle sei posizioni. Prendendo come esempio il passaggio dalla

posizione 4 alla posizione 5: dall'undicesima alla tredicesima rotazione, la tendenza verso l'alto, della velocità angolare, indica che, il momento di inerzia della posizione 5 è inferiore a quello della posizione 4, coerente con i valori ottenuti precedentemente. Inoltre, l'impatto con il terreno provoca un rallentamento quando la pattinatrice rimane in rotazione in una determinata posizione di rilassamento, come mostrato in posizione 4, durante il dodicesimo giro. Quando l'atleta inizia a ruotare attorno al proprio asse, assumendo una nuova posizione, non può adattarsi subito alla posizione giusta; la sua gamba libera è più lontana dall'asse, ci vorrà infatti una rotazione per riuscire a portare la gamba libera nella posizione corretta, portandola così più vicina all'asse di rotazione, generando in questo modo, un'accelerazione.

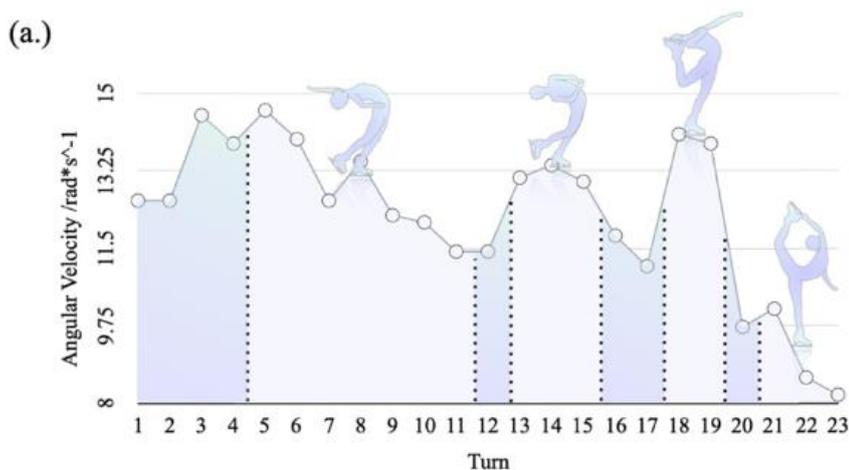


Fig. 39a Velocità angolare media durante cambi di posizione in Layback

(a) Variazione della velocità angolare media di ogni virata. La regione azzurra evidenzia che il pattinatore, continua a girare in una certa posizione, e la regione più scura è la transizione da una posizione all'altra. Le figure poste

sopra la curva, indicano in quale posizione il pattinatore sta girando.

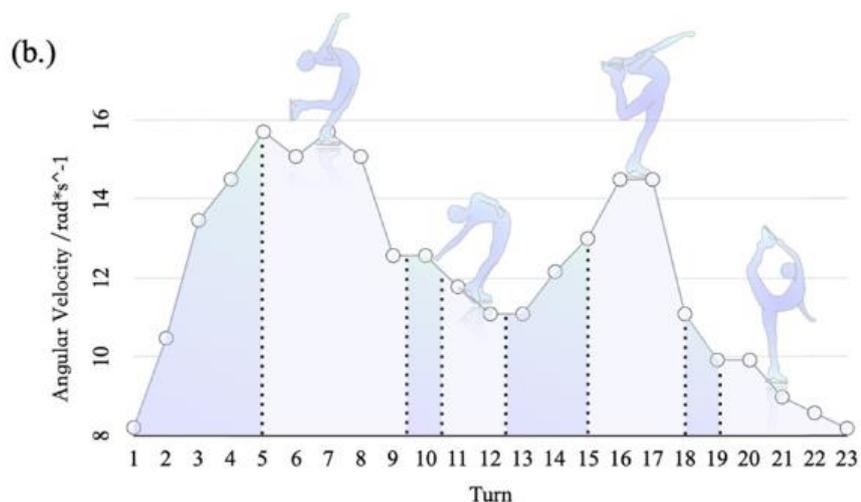


Fig. 39b Variazione della velocità angolare media di ogni giro durante un'altra posizione in layback spin.

In generale, se si desidera ottenere una rotazione di riposo efficiente, si dovrebbero scegliere le posizioni in cui il momento di inerzia e il raggio di rotazione sono piccoli. Risulta fondamentale scegliere le posizioni con meno consumo durante il loro processo di cambio, e scegliere una posizione finale con un basso momento di inerzia. Il risultato si basa sul peso, l'altezza, la posizione di rilassamento e la tecnica di rotazione del pattinatore, quindi varia da persona a persona.

Ho deciso di approfondire una tematica che mi sta particolarmente a cuore parlando del pattinaggio artistico a rotelle, uno sport che ho iniziato a praticare all'età di soli 4 anni.

Il seguente lavoro ha avuto come obiettivo principale quello di analizzare nel dettaglio gli elementi tecnici eseguiti, in particolar modo, nella specialità singolo o individuale.

Attraverso alcuni casi studio e seminari internazionali svolti dalla FISR, Federazione Italiana Sport Rotellistici, ho potuto raccogliere parametri di interesse valutando ogni fase per la realizzazione di un salto. Infatti, si è potuto stabilire che la corretta esecuzione di un salto non è determinata tanto dall'altezza raggiunta dall'atleta, bensì dal tempo di volo, dalla velocità angolare, ma soprattutto dalla capacità dell'atleta nella fase di preparazione di assorbire energia e sviluppare forza per potersi poi sollevare in aria raggiungendo un angolo ottimale pari a 45° .

È stato possibile studiare nel dettaglio il gesto tecnico del salto analizzando scrupolosamente la posizione del centro di massa, la posizione degli arti e del busto sia nella fase di preparazione sia nella fase di volo e di atterraggio.

Per quanto riguarda le trottole, si è potuto constatare che tenendo il baricentro il più possibile vicino all'asse verticale o asse di rotazione del corpo, l'atleta riuscirà ad eseguire un maggior numero di rotazioni in maniera più controllata anche da un punto di vista inerziale.

Tenendo conto della mia personale esperienza acquisita in 16 anni di pattinaggio artistico a rotelle, ritengo di fondamentale importanza dedicare la prima parte di ogni allenamento a una fase di riscaldamento e di preparazione atletica, con lo scopo di minimizzare ogni possibile rischio di contratture, stiramenti o

strappi.

Non meno importanti sono gli esercizi di stretching e di compensazione, a fine allenamento, per consentire al fisico un recupero graduale, scongiurando infortuni e lesioni. Purtroppo, le componenti pre e post allenamento vengono molto spesso sottovalutate o eseguite in maniera sommaria o frettolosa per dare più spazio possibile all'allenamento vero e proprio; non a caso molte atlete soffrono di forti dolori alla schiena, soprattutto nella zona lombare, dovuti principalmente a una postura costantemente inarcata, come la posizione in Layback spin analizzata nel capitolo 3, e al continuo impatto dei pattini a terra durante la fase finale dei salti.

Anch'io, per anni, ho sofferto di mal di schiena e ho capito, a mie spese, quanto possa essere deleterio sottovalutare l'importanza di una accurata e specifica preparazione atletica.

La preparazione atletica nel pattinaggio artistico a rotelle dovrebbe concentrarsi sullo sviluppo delle capacità coordinative, in particolar modo della componente di equilibrio, utili a migliorare l'esecuzione del gesto tecnico sport-specifico.

Risulta di fondamentale importanza inserire un programma di allenamento propriocettivo in quanto ottimizza la consapevolezza e la percezione del proprio corpo rispetto all'ambiente esterno. Ecco che diventa opportuno inserire esercizi di questa tipologia inizialmente in appoggio bi o mono podalico su superfici stabili, aumentando successivamente la difficoltà svolgendoli su elementi instabili in modo tale da allenare il sistema di controllo dell'equilibrio nella sua totalità.

Da non sottovalutare il rinforzo muscolare a livello degli arti superiori, aspetto che purtroppo viene trascurato nel mondo del pattinaggio per lasciare spazio ad un incremento delle capacità condizionali quali forza e resistenza degli arti inferiori. Questo aspetto dovrebbe essere preso in considerazione non solo per un fattore estetico, ma soprattutto per una questione di prevenzione degli infortuni.

Ritengo che inserire un protocollo di preparazione atletica caratterizzato da esercizi funzionali permetterà di rinforzare tutti gli anelli deboli delle catene cinetiche rendendo il gesto il più ottimale possibile. Da questo si può evincere un miglioramento della coordinazione a livello intermuscolare e intramuscolare perfezionando non solo il gesto tecnico specifico ma anche l'atteggiamento posturale dell'atleta. È facile intuire che allenamento funzionale e postura vadano di pari passo in quanto esso consente di migliorare le funzioni neuromotorie e cognitive. Un pattinatore non deve solo essere "bello" in pista, ma soprattutto deve essere performante e fisicamente efficiente.

Bibliografia

- A. Cappozzo "Bone Position and Orientation Errors: Pelvis and Lower Limb Anatomical Landmark Identification Reliability" , 1997
- Cabell Lee "Biomechanical analysis of the forward scratch spin" – The professional skater. 1990.
- Cabell Lee "Biomechanical analysis of the forward camel spin" – The professional skater. 1997.
- Cabell Lee " Biomechanical analysis of the sit spin" – The professional Skater. 2002.
- D. Jason "The Science of Figure Skating" , 2018
- Dolfini R. "Le leggi fisiche ed il pattinaggio artistico su ghiaccio, Seminario corso istruttori" Schio, 2004
- H. Wang David "The Biomechanics of Cranial Forces During Figure Skating Spinning Elements", 2015.
- Federazione Italiana Hockey e Pattinaggio "Tecnica e valutazione Esercizi Liberi e Obbligatori" Ediz. 1994
- Federazione Italiana Hockey e Pattinaggio "Pattinaggio Artistico- Norme Tecniche" Ediz. 2001
- Fortin JD "The Biomechanics of Figure Skating" 1997
- Fortin JD, Roberts D. Infortuni competitivi di pattinaggio artistico. *Medico del dolore*. 2003

- Merini Franco, "Take-off Kinematics of the Triple Lutz in Artistic roller Skating", University of Bologna, 2011
- King, D. "Generation of vertical velocity in toe-pick figure skating jumps. XIX International Symposium on Biomechanics in Sport (ISBS)" 2001
- King, D., Arnold, A., Smith, S. "A kinematic comparison of single, double, and triple axel. Journal of Applied Biomechanics" 1994
- King, D. "Characteristics of triple and quadruple toe-loops performed during the Salt Lake City 2002 Winter Olympics" 2004
- Lipetz J, "Infortuni e preoccupazioni speciali delle pattinatrici femminili" - *Clin Sports Med.* 2000
- Locandro Sara et Colombo "Elementi per l'impostazione delle trottelle verticali in funzione della trasformazione ad alto livello" - Seminario Internazionale di pattinaggio artistico Roccaraso, 2010
- Quianying Hoo "Strategy on choice of layback spins in figure skating" – European Journal of Physics – 2020
- Quirini Gabriele, "Seminario Internazionale di pattinaggio artistico Roccaraso" - Metodologia per la trasformazione dei salti da una rotazione a due rotazioni, 2010.
- Romagnoli C, "2D Video Analysis System to Analyze the Performance Model of Figure Roller Skating" , 2000
- Regolamento per pattinaggio artistico – Free skating- World Skate Artistic Technical Commission , 2018

Sitografia:

- Federazione Italiana Sport Rotellistici
FISR
DOI: <https://www.fisr.it/la-federazione.html>
- FISR Veneto “Pattinaggio artistico a rotelle, come funziona il Rollart? il nuovo sistema di valutazione spiegato semplicemente”
DOI: <https://www.fisrveneto.it/wp-content/uploads/2019/02/ROLLART.pdf>
- I pattini e l’attrezzatura tecnica – Aquileia Skating, 2015
DOI: <http://www.aquileias skating.org/cms/il-pattinaggio/i-pattini-e-l-attrezzatura-tecnica>
- “James Leonard Plimpton Etats-Unis- le père du patin à roulettes traditionnel”, 2017
DOI: <https://www.rollerenligne.com/dossier/james-leonard-plimpton-etats-unis-le-pere-du-patin-a-roulettes-traditionnel/>
- Luna Riccardo, “La scivolosa invenzione dei pattini a rotelle” – La Repubblica, 2022
DOI: <https://www.repubblica.it/tecnologia/2022/04/06/news/la-scivolosa-invenzione-dei-pattini-a-rotelle-344312960/>
- Pattinaggio artistico a rotelle, Nicola Genchi sul Rollart : “ Il sistema può essere utilizzato per tutte le categorie, primi passi compresi”, 2020
DOI: <https://www.oasport.it/2020/05/pattinaggio-artistico-a-rotelle-nicola-genchi-sul-rollart-il-sistema-puo-essere-utilizzato-per-tutte-le-categorie-primi-passi-compresi/>
- “Regolamento Generale Comitato Ufficiale di gara”
DOI: <https://www.fisr.it/component/phocadownload/category/92-cug.html?download=6:reg-cug>
- “Ruote pattini: mini-guida” – RoolART
DOI: <https://www.roolart.com/info/ruote-pattini>
- Storia della Federazione – Federazione Italiana Sport Rotellistici” – CONI
DOI: <https://www.fisr.it/la-federazione/storia-della-federazione.html>

- “The Evolution of the Skate” DOI:<http://www.skatingaheadofthecurve.com/TheEvolutionOfTheSkate.html>

Ringraziamenti

Vorrei dedicare questo spazio a chi con dedizione e pazienza ha contribuito alla realizzazione di questo elaborato.

Ringrazio la mia relatrice Berardo Alice che, in questi mesi di lavoro, è sempre stata super gentile e disponibile per chiarimenti e delucidazioni, fornendomi indicazioni chiare e precise per la stesura di questa tesi.

Un grazie particolare a mia mamma Lisa; senza di lei non sarei mai arrivata fino a questo punto. Lei ha sempre creduto in me in ogni momento, anche quando ero convinta di non potercela fare. Fin da quando ero bambina, ha sempre cercato di fare del suo meglio per supportarmi, sia in ambito sportivo che in quello scolastico. La ringrazio per tutto il tempo che mi ha dedicato durante questi miei anni di studio, rimanendo sveglia anche di notte se era necessario, per dimostrarmi amore ogni giorno, e per essere sempre stata al mio fianco.

Ringrazio mio papà Valter per avermi sempre dato la possibilità di scegliere liberamente ciò che volevo fare, e per aver compreso e accettato che il mio percorso e i miei progetti per il futuro, sono diversi dai suoi.

Un grazie di cuore a Mattia, il mio ragazzo, per l'incoraggiamento, il supporto e la pazienza che ha avuto quest'anno. Ho scoperto la passione di insegnare in palestra per merito suo ed è stato proprio grazie ai suoi insegnamenti e consigli che ho potuto realizzarmi in ambito lavorativo.

Un grazie speciale alla mia compagna di corso Emma; è merito suo se ho vissuto l'ultimo anno di università con molta più carica e serenità. Non scorderò mai i nostri appuntamenti fissi su Zoom e le ore trascorse a studiare per gli esami, come non dimenticherò mai i nostri scleri, le risate improvvisate, le battute, e quei momenti in cui ci siamo raccontate di noi, dei nostri momenti di difficoltà e delle nostre prospettive future.