

Introduzione

L'aumento della prestazione di gara si ottiene attraverso l'evoluzione e l'applicazione in allenamento di moderne metodiche atte a migliorare le capacità coordinative, dinamiche e di forza dell'atleta e della più idonea tecnica di lancio.

Con il presente lavoro si vuole prendere in considerazione una parte, a mio avviso, molto importante nello sviluppo tecnico di un lanciatore di martello, che riguarda cioè la ricerca dell'aumento della fase di impulso che l'atleta utilizza per incrementare la velocità dell'attrezzo (accelerazione finale): la fase di doppio appoggio.

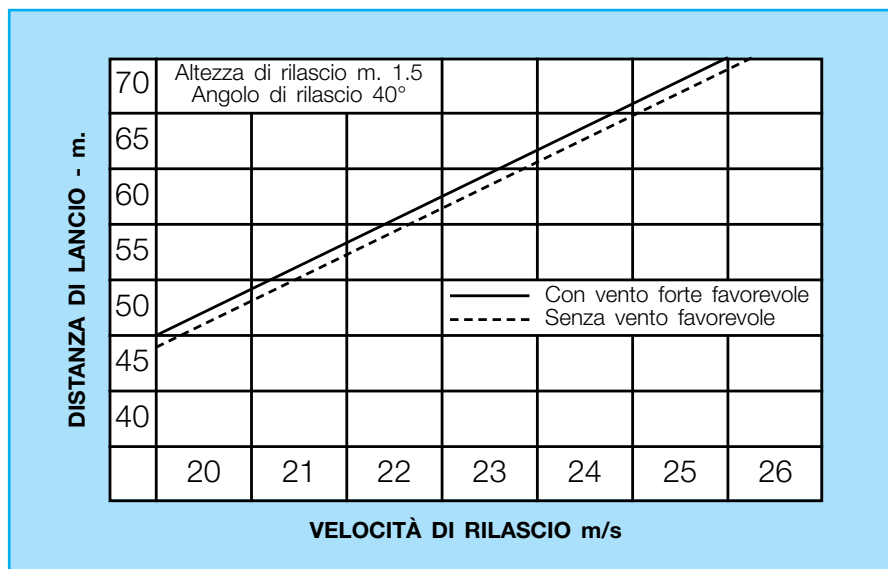
Il lancio del martello consiste solitamente di due o tre preliminari e di tre o quattro giri prima del rilascio finale. Ogni preliminare e ogni giro a loro volta possono essere suddivisi in due fasi che potremo definire fase attiva e fase passiva (o di recupero); la fase attiva nei giri avviene solo quando l'atleta si trova con entrambi i piedi a terra e sarà quindi definita **fase di doppio appoggio**, la fase passiva o di recupero in cui l'atleta si trova in appoggio solo su di un arto sarà invece definita come di **fase singolo appoggio**.

In questa ricerca e analisi cinematica ho voluto "rivedere" un lavoro assai datato di A. Samosvostov che nel 1970/71 esaminò cinematicamente i migliori specialisti del lancio del martello sovietici e stranieri di quegli anni.

L'analisi tecnica con mezzi da campo: una esperienza pratica per l'analisi della fase di doppio appoggio (arco di forza) su atlete praticanti il lancio del martello

Valter Superina





Relazione tra velocità di rilascio e distanza ottenuta nel lancio del martello femminile e influenza dei fattori aerodinamici (da Bartonietz 1994, Hildebrand/Bartonietz 1995 modificata).

Altri autorevoli autori hanno in anni più recenti compiuto analisi simili in campo internazionale (Dapena, Bartonietz, Hildebrand... ecc.), io ho preso in considerazione le migliori atlete italiane di questi anni.

Principi fondamentali biomeccanici del lancio del martello

Nel lancio del martello, la distanza del lancio è determinata dalla velocità del rilascio, dall'angolo e dall'altezza del rilascio e dalla resistenza dell'aria e può essere rappresentata in una equazione per calcolare il risultato che contenga i seguenti fattori:

- D = risultato ottenuto in metri (per esempio fra 40 e 70m, *Figura 1*);
- V_0 = la velocità del martello al momento del rilascio ($t = 0$),

per esempio fra 20 e 26 m/s, α_0 = l'angolo del rilascio;

- h_0 = l'altezza del rilascio (approssimativamente ad altezza delle spalle);
- g = l'accelerazione di gravità (9,81 m/s²).

Fattori che caratterizzano l'influenza della resistenza dell'aria sulla distanza di lancio:

- fattore negativo - distanza diminuita (vento contrario forte);
- fattore positivo - distanza aumentata (vento favorevole forte).

Il principale fattore che determina la lunghezza del lancio è la velocità dell'attrezzo al momento del rilascio (come valore dell'energia cinetica acquisita dal martello).

Questo è uno dei valori che possono essere elevati per mezzo della tecnica espressa dall'atleta, altri possono essere l'ango-

lo e l'altezza del rilascio che devono raggiungere valori ottimali.

L'angolo ottimale di rilascio dovrebbe essere approssimativamente di 44° (Tutjowitsch 1967); analisi su lanci di atlete di elevato livello ha evidenziato angoli di rilascio compresi tra 29° e 42° (Bartonietz 1994, Hildebrand/Bartonietz 1995).

Secondo questi autori le lanciaiatrici tendono ad avere una traiettoria di rilascio relativamente piana, probabilmente causata dal rapporto sfavorevole tra la lunghezza del martello e la statura (paragonata agli uomini) e/o da un inefficace "lavoro di gambe" durante la fase di rilascio, mantenendo il piano del movimento troppo piano.

Una differenza di 5° nell'angolo del rilascio corrisponde ad una riduzione della misura del lancio di circa 1 m (Tutjowitsch 1967).

È però a mio avviso necessario osservare che questi studi del 1995/96 sul lancio del martello femminile risultano “datati” in relazione alla veloce evoluzione delle prestazioni che le atlete riescono ad ottenere anno dopo anno. Sarebbe interessante rivederli nei confronti delle atlete attualmente al vertice con prestazioni di 77 m ed una altezza di 1,86 m come la primatista mondiale Tatiana Lisenko con m 77,86 nel 2006.

Il lancio del martello è caratterizzato da una complessa struttura spaziale, dove per ottenere la massima velocità finale del martello è necessario effettuare due o tre rotazioni preliminari seguite da tre o quattro (raramente cinque) giri mentre simultaneamente il sistema atleta-attrezzo si muove linearmente attraverso la pedana di lancio. Tutto ciò è complicato ulteriormente dal cambio dell'orientamento spaziale del piano che definisce la traiettoria del martello in ogni giro (Dapena, 1984, 1986). Questo fatto, insieme alla brevità del tempo necessario ad ottenere la massima accelerazione del martello, rende difficile analizzare i fattori che influenzano la distanza di lancio, così che siano possibili varie soluzioni.

Tenendo in considerazione i vari fattori che contribuiscono a determinare la distanza del lancio, la velocità tangenziale della testa del martello al momento del rilascio (Vt^f) sarà determinata dall'incremento della velocità in ogni giro, ritmo di incremento che è individuale per ogni lanciatore

(Bondarchuk, 1987).

Essa può raggiungere il suo valore massimo nell'istante in cui il lanciatore rilascia l'attrezzo; l'angolo di rilascio (θ) sarà determinato dal piano inclinato in ogni giro, dall'azione finale del lanciatore e la altezza di rilascio (h) dipende dai valori antropometrici del lanciatore e dalle posizioni adottate nel finale del lancio (Dapena, 1984, 1986). Tenendo a mente questi fattori, una analisi individualizzata mostrerà la variabilità nella tecnica di lancio del martello.

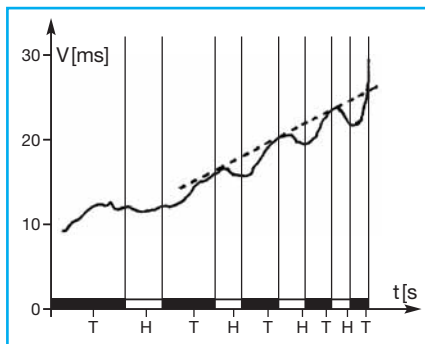
Le posizioni adottate dal lanciatore in ogni giro possono essere divise in due fasi chiaramente differenziate: (a) doppio appoggio, dove entrambi i piedi sono a contatto con la pedana, e (b) singolo appoggio, dove il lanciatore gira tenendo solo un piede

in appoggio al suolo. Storicamente, una speciale attenzione è stata posta a questa fase, basata sulla teoria che il martello può essere accelerato solo nella fase di doppio appoggio, così come il lanciatore non possa influenzare attivamente la velocità del martello durante la fase di singolo appoggio

Sulle basi di questa teoria, gli allenatori hanno cercato di prolungare la fase di doppio appoggio e, più particolarmente, dopo i cambiamenti tecnici proposti da Bondarchuk (1979, 1987) che sono stati ampiamente responsabili degli eccellenti risultati ottenuti dai lanciatori Sovietici negli anni '80 e da molti imitati negli anni seguenti.

Inoltre, la teoria fu apparentemente dimostrata dalla marcata fluttuazione della velocità del mar-





Andamento temporale della velocità orbitale del martello. Le lettere T e H indicano gli istanti in cui il martello si trova nel punto più basso e più alto. La linea tratteggiata indica la tendenza quasi lineare dell'andamento (da Dapena 1984 modificato).

tello in ogni giro, accelerando solo nella fase di doppio appoggio e riducendosi percettivamente nella fase di singolo appoggio (Kuznetsov, 1985; Dapena, 1984, 1989 e Bondarchuk, 1987).

Questa teoria è stata messa in discussione da Dapena (1984,

1986, 1989), il quale ha mostrato che è possibile incrementare la velocità dell'attrezzo durante la fase di singolo appoggio.

Altri autori (M. Gutierrez, V.M. Soto, F.J. Rojas 1999) in studi più recenti si sono indirizzati a sostenere, almeno, che il lanciatore non possa influenzare negativamente la velocità dell'attrezzo quando porta il martello davanti al corpo, sino a che raggiunga il punto più alto della sua traiettoria, portando a una situazione dove l'atleta si muova rapidamente in anticipo sul martello.

Comunque, se il lanciatore precede/anticipa troppo in avanti la testa del martello può produrre, una eccessiva torsione dell'asse delle spalle in relazione a quello delle anche, causando una riduzione del raggio del giro.

Così, diversi autori (Kuznetsov, 1965; Rolf-Gunter, 1979; Dapena,

1984 e Bondarchuk, 1987) hanno posto particolare importanza sulla variazione della velocità dell'attrezzo durante queste due fasi, provando che in ogni giro del lancio la velocità incrementa nella fase di doppio appoggio e tende a decrescere nella fase di singolo appoggio.

Un altro fattore di efficacia, discusso in letteratura, è l'inclinazione della traiettoria (orbita) del martello rispetto al piano orizzontale, specialmente nel contesto dei suoi effetti sull'angolo di rilascio (Dapena, 1984). La progressiva inclinazione di questo piano porta il martello a ruotare intorno all'asse orizzontale, coincidente con la bisettrice del settore di lancio (direzione di lancio). Quindi, per un lanciatore destrimano, c'è una rotazione antioraria rispetto all'asse verticale e una seconda rotazione del martello intorno all'asse orizzontale, osservabile rispetto al piano frontale come antioraria. L'importanza di questa seconda rotazione attorno all'asse orizzontale è connessa al piano di inclinazione del martello ed è una conseguenza dell'applicazione del momento di forza lungo questo asse.

In merito alle posizioni (personalizzazione della tecnica) adottate dai lanciatori, alcuni autori hanno posto molte attenzioni allo spostamento del centro di gravità (CG) lungo la pedana di lancio per cercare di comprendere le dinamiche del sistema atleta-martello (Dapena, 1986).

Certe variabili angolari possono essere considerate significative per la dinamica interrelazionale del



sistema, così come quelle del ginocchio della gamba che rimane in posizione di supporto durante il lancio (Pozzo, 1987), e gli angoli di torsione dell'asse delle spalle rispetto a quello delle anche.

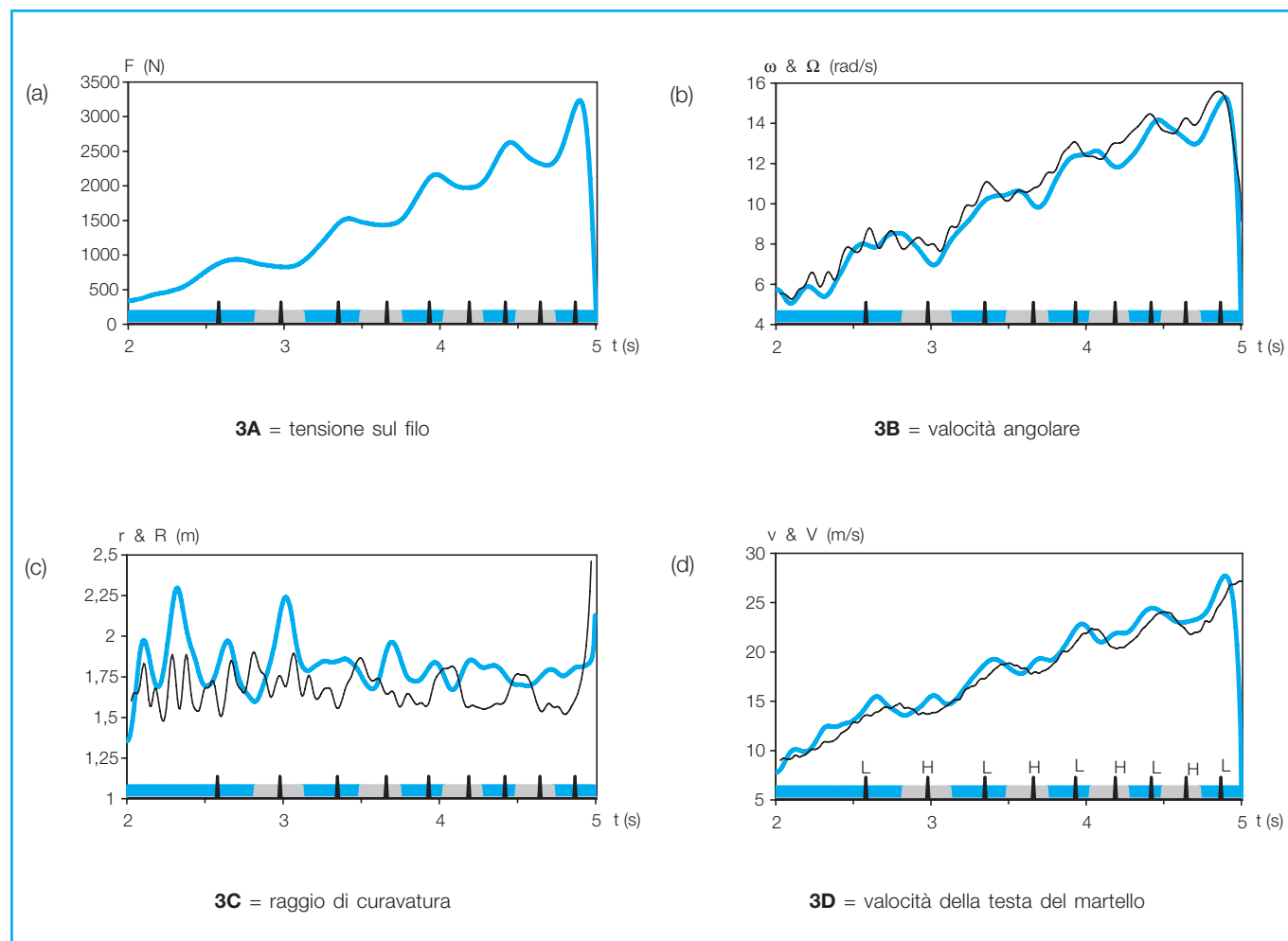
Uno studio più recente dei precedenti condotto nel 2004 da K. Murofushi, S. Sakuraj, K. Ume-gaki e K. Kobaiashi ha messo a punto un sistema per misurare il raggio di curvatura e la velocità della testa del martello durante i

giri del lancio. Per mezzo di misuratori del raggio della curvatura della traiettoria e di sensori che rilevano le accelerazioni della testa del martello, della velocità angolare e delle tensioni lungo il filo dell'attrezzo, gli autori hanno rilevato tutta una serie di dati che sono stati messi a confronto con quelli ottenuti da analisi video.

Questo studio non ha rilevato sostanziali differenze con quanto osservato mediante analisi video

tridimensionali e non: la tendenza all'incremento di velocità è particolarmente marcata nella fase di doppio appoggio. Questo coincide con le esperienze provate dagli atleti in gara e degli allenatori che cercano di incrementare la velocità dell'attrezzo durante la fase di doppio appoggio.

Le rappresentazioni grafiche di questo studio sono sovrapponibili alle analisi dei lavori effettuati con analisi video tridimensionali.



Gli schemi mostrano: **3A** = tensione sul filo, **3B** velocità angolare, **3C** raggio di curvatura, e velocità della testa del martello **3D** (lancio di m. 75.33 (velocità iniziale 27.16 m/s, angolo di rilascio 38.26°, altezza di rilascio m. 1.734). La base indica con il colore rosso la fase di doppio appoggio e in grigio la fase di singolo appoggio e l'istante del punto basso **L** e del punto alto **H** della traiettoria dell'attrezzo. Le linee rosse sui grafici indicano i valori, la tensione **F**, la velocità angolare ω , il raggio di curvatura **r**, e la velocità della testa del martello **v**, ottenuti mediante i sensori suddetti, mentre le linee nere indicano la velocità angolare Ω , il raggio di curvatura **R** e la velocità della testa del martello **V** ottenute mediante analisi video.

L'analisi

Vista la grande importanza che gli studi sopra citati pongono alla fase in cui l'atleta, nel momento del doppio appoggio, incrementa la velocità dell'attrezzo durante il lancio, ho deciso di prendere in esame alcuni lanci delle migliori atlete italiane di questi anni.

Ovviamente le osservazioni sono state effettuate tramite analisi di videoriprese "amatoriali" e con semplici elaborazioni tramite programma di videoacquisizione poiché questi erano i mezzi a mia disposizione. Questo lavoro vuole anche evidenziare comunque come sia possibile anche con mezzi limitati effettuare osservazioni di semplice biomeccanica utili ad apportare all'allenatore eventuali suggerimenti per il miglioramento della tecnica di lancio dell'atleta.

Mezzi e metodo

Strumenti

Per le riprese dirette dei lanci delle nostre atlete sono state utilizzate una telecamera Sony Handycam 8mm e una telecamera Canon DV 850i.

Le riprese video sono state effettuate con una velocità di ot-

turatore a 2000 fotogrammi/secondo.

La telecamera è stata posta su di un cavalletto situato di fronte alla pedana del lancio in asse con la linea bisettrice del settore di lancio.

Le riprese dei lanci sono state digitalizzate e acquisite su personal computer con software video Magix Video 2005 che ha permesso la visione di ogni singolo fotogramma con scansione di 30 fotogrammi al secondo.

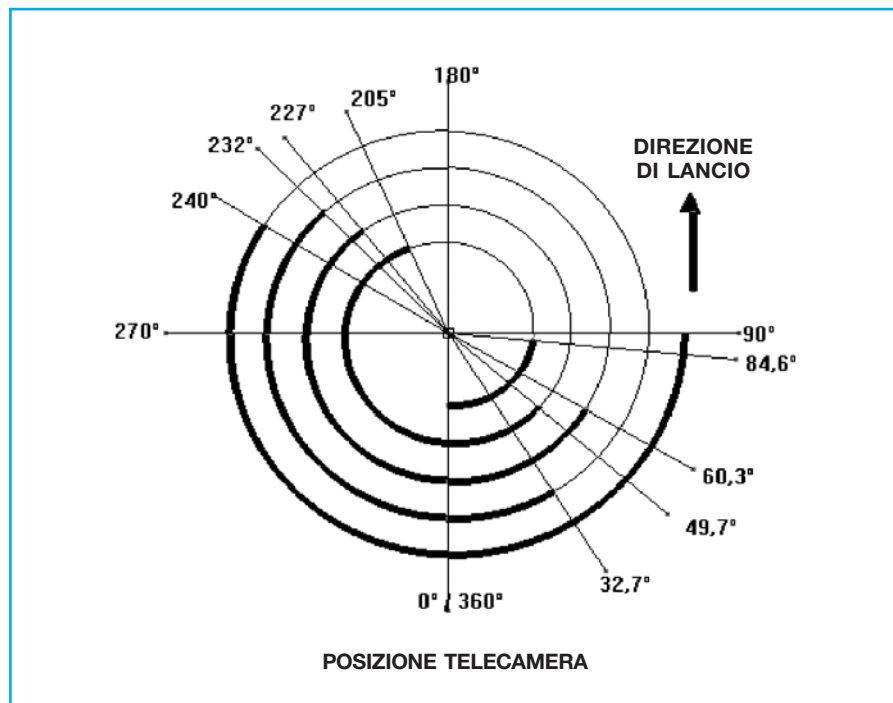


Metodo di analisi

Per questo lavoro ho preso in analisi riprese video da me effettuate in vari momenti agonistici e in allenamento alle migliori atlete italiane: Ester Balassini, Clarissa Claretti, Silvia Salis, Laura Gibilisco, Elisa Palmieri. Ogni lancio è stato analizzato prendendo come punto di riferimento di inizio del giro il momento in cui la testa del martello si trova davanti all'atleta e alla telecamera, quindi in posizione azimutale corrispondente a 0°, e come termine del giro la stessa posizione dopo 360° di rotazione della testa del martello.

La traiettoria descritta dal martello viene raffigurata graficamente attraverso una spirale quadricentrica senza considerare lo spostamento lungo il diametro della pedana del sistema atleta/attrezzo.

Di ogni giro del lancio si sono contati i fotogrammi di durata ed il numero ottenuto diviso per 360°, per poter conoscere di ogni fotogramma l'ampiezza in gradi dello spostamento della testa del martello.



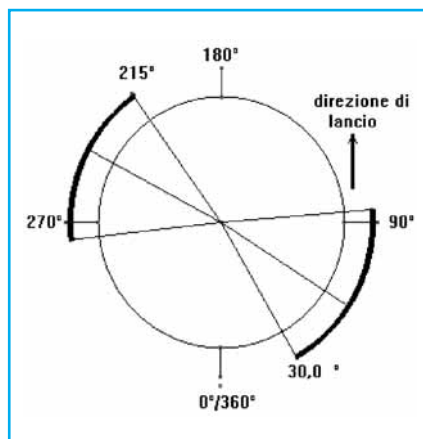
Esempio di rappresentazione grafica della traiettoria con una spirale (in grassetto è raffigurato l'arco di forza).

Contando poi i fotogrammi della fase di doppio appoggio fino al distacco del piede destro e poi sino al momento in cui viene nuovamente posato a terra per la fase di singolo appoggio, quindi successivamente fino al termine del giro per una nuova fase di doppio appoggio relativa al giro successivo, così da conoscere l'ampiezza di ogni singola fase tenendo conto dell'aumento della velocità giro dopo giro.

L'arco di forza del lancio o fase di doppio appoggio così calcolata viene evidenziata con un tratto marcato sulla spirale raffigurante il lancio.

Samosvastov propone un modello ideale, in cui indica gli spazi entro i quali mediamente dovrebbe avvenire il distacco e l'appoggio del piede destro (lanciatore destrimano). Qui a lato viene mostrato questo modello con evidenziati i punti di distacco e di appoggio medi, anticipati e ritardati. L'ideale sarebbe un distacco ritardato oltre i 90° e un appoggio a terra anticipato intorno ai 215° , ma solo pochi atleti riescono ad avvicinare questo modello ideale.

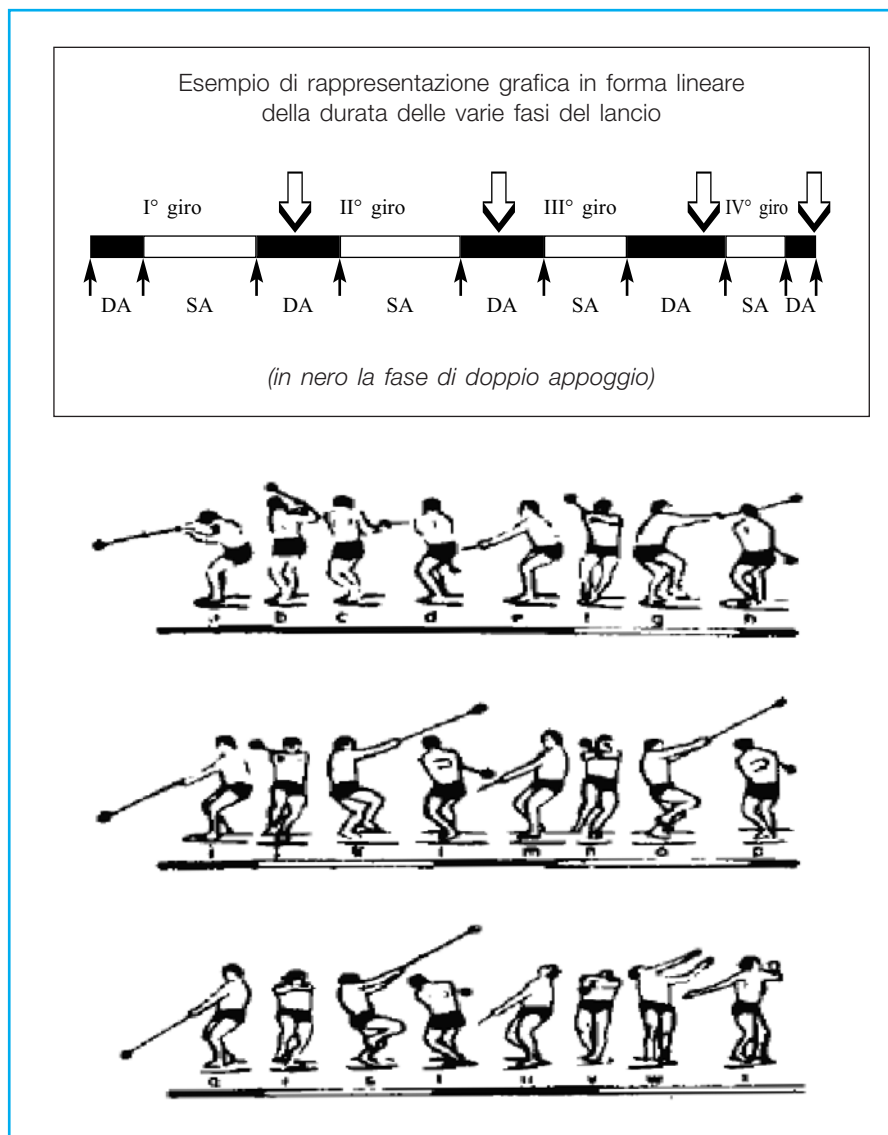
I valori della durata delle varie fasi del lancio (attraverso il numero dei fotogrammi) sono stati raffigurati anche attraverso una rappresentazione in forma lineare, evidenziando le fasi di doppio e singolo appoggio con una "barra" bianca/nera, così da dare una immagine immediata, di semplice interpretazione e facilmente confrontabile della "distribuzione ritmica" dei lanci delle diverse atlete analizzate.



Dati rilevati

Di ciascun lancio preso in esame sono stati rilevati il momento del distacco del piede destro (le lanciaatrici osservate sono tutte destrimane) e di ritorno del medesimo piede al suolo riferito all'azimut del lancio ovvero a $0^\circ/360^\circ$.

Attraverso questi dati ho ottenuto con buona approssimazione il settore di traiettoria dell'at-



Cinegramma di un lancio a 4 giri. Le linee bianche e nere rappresentano rispettivamente le fasi di doppio e di singolo appoggio (Dapena 1984).



trezzo corrispondente alle fasi di doppio e singolo appoggio; la somma in gradi della traiettoria compiuta dall'attrezzo nel percor-

rere l'arco di forza (doppio appoggio) e la percentuale della fase che dovrebbe essere attiva rispetto alla lunghezza totale del lancio, che ci da evidentemente con immediatezza l'efficacia o meno dell'azione dell'atleta; la durata totale del lancio.

Osserviamo ora e confrontiamo in posizione ravvicinata i diagrammi lineari di un lancio delle atlete esaminate:

- A – Ester Balassini m 71.90;
- B – Clarissa Claretti m 71.09;
- C – Silvia Salis m 64.67;
- D – Laura Gibilisco m 62,66;
- E – Elisa Palmieri m 61,17

(la "barra" piena nera rappresenta la fase di doppio appoggio).

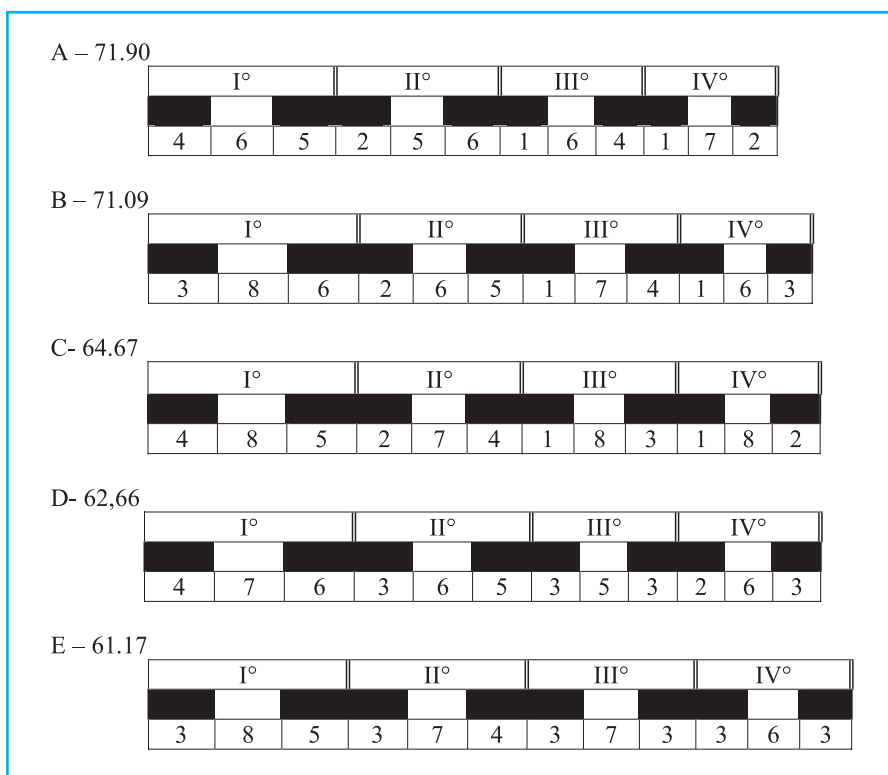
La prima cosa che appare subito evidente è la diversa lunghezza del diagramma che evidenzia

il totale dei fotogrammi "necessari" all'atleta ad eseguire il suo lancio: quindi il lancio della Balassini a 71.90 risulta di 49 fotogrammi mentre quello della Palmieri a 61.17 risulta essere durato 55 fotogrammi.

La seconda annotazione la possiamo fare sull'ampiezza delle diverse barre bianche e nere, e anche qui è subito evidente la differenza tra i lanci lunghi e quelli più corti. Nell'analisi successiva dei singoli lanci delle atlete potremo inoltre effettuare osservazioni sulla "regolarità" della progressione dell'accelerazione e sulla durata delle varie fasi.

Vediamo ora in particolare i dati rilevati in forma lineare di ciascuna atleta con il dettaglio delle varie fasi che compongono il lancio.

Nei seguenti schemi vengono riportati per ciascun giro il numero di fotogrammi (frame) corrispondenti alla fase di doppio appoggio iniziale, a quella di singolo appoggio sulla gamba di sostegno e quella di doppio appoggio che conclude il giro per introdurre il giro successivo o il finale di lancio corrispondenti alla barra nera (DA) e bianca (SA); il totale di fotogrammi corrispondente al giro ed al lancio completo; il totale dei frame delle diverse fasi di doppio appoggio e la percentuale sul totale dei frame del lancio; il settore di traiettoria in gradi corrispondente alle diverse fasi; il totale in gradi della traiettoria corrispondente al doppio appoggio e la sua percentuale rispetto al totale del lancio.



Di questo lancio osserviamo innanzitutto una buona “ritmica di accelerazione” deducendola dal numero di frame di ogni singolo giro, infatti i primi 3 giri hanno una variazione di 2 frame ciascuno mentre il IV° giro ha una ulteriore accelerazione di un frame.

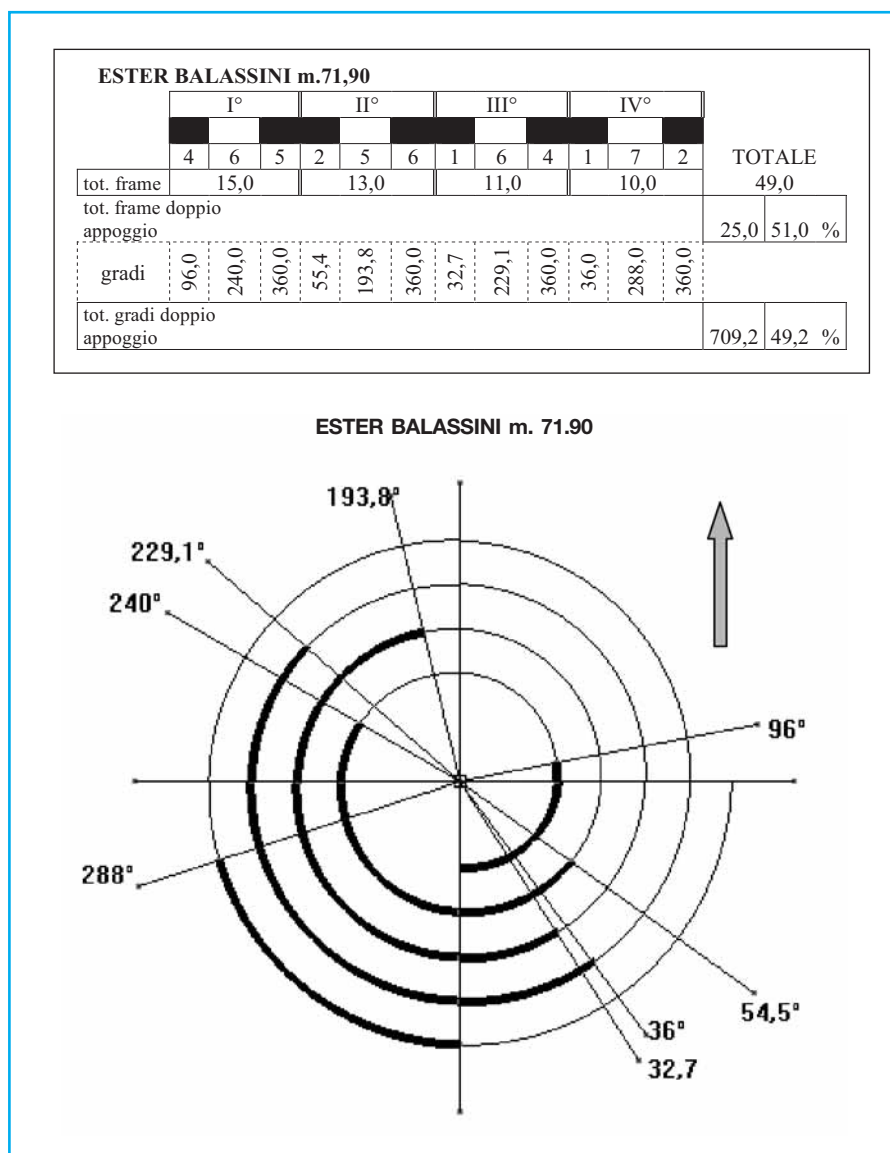
Osserviamo ora le varie fasi di doppio appoggio: buona la prima che ci indica come il piede destro venga distaccato dalla pedana oltre i 90°, ma il ritorno a terra a 240° porta ad una limitazione del-

la successiva fase che conclude il I° giro. Il distacco del piede destro del II° giro a 54° è un po' anticipato ma in compenso un buon anticipo dell'arrivo porta alla migliore (più breve) fase di singolo appoggio di tutto il lancio. Anche la fase di DA che da qui comincia si rivela come la più efficace del lancio perché ha uno sviluppo totale (comprensivo dell'avvio del III° giro) di ben 199.7° contro i 174.5° del primo, i 166.9° del terzo e una fase finale di soli 72°

(a cui ovviamente va sommata la fase del rilascio dell'attrezzo qui non considerata per difficoltà nel rilevare il momento esatto in cui avviene). Il distacco del III° giro è ancora più anticipato ma in questo caso l'atleta non si ripete con un anticipo come nel giro precedente ma lo possiamo tuttavia considerare valido con i suoi 229.1° (assolutamente nella norma). L'ultimo giro si evidenzia come il peggiore: il distacco a 36° seguito da una fase di SA interminabile di 252° ed una fase finale di soli 72°. Dall'osservazione video si osserva una traiettoria della gamba destra nella fase di SA eccessivamente alta e “per fuori”. È questa a mio parere la parte di lancio che l'atleta ha maggiore difficoltà ad effettuare, sicuramente anche per l'elevata velocità di esecuzione, ma che se opportunamente eseguita potrebbe dare grosse prestazioni visto che comunque il lancio era vicino ai 72 metri!

Molti dei lanci della Balassini vicino a queste misure hanno mantenuto in linea di massima questo andamento. Ho preso in esame anche lanci risultati fuori settore (lato sinistro guardando la zona di lancio) ed è emerso come questo errore cominciasse ad essere già presente nel III° giro con arrivo al termine del secondo in una zona compresa tra i 245° e i 260°.

Inserisco anche i grafici relativi al lancio del record italiano di m 73,15 ottenuto a Bressanone nel 2005 ma va tenuto conto che vi è una certa approssimazione, poiché l'infelice posizionamento del-





la pedana di gara al di fuori dallo stadio non consentiva il posizionamento della telecamera in posizione azimutale e quindi è stata posta su di un asse con deviazione di circa 20°.

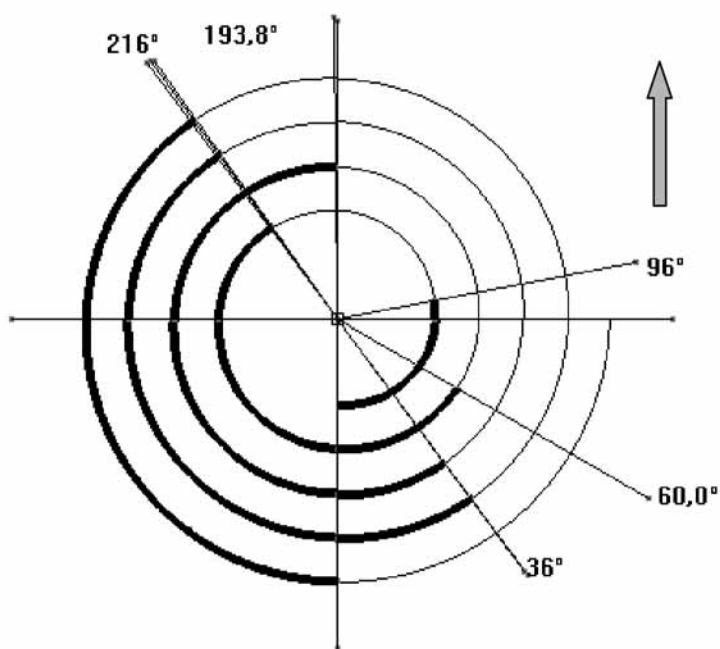
Questo lancio appare sicuramente più corretto, mantiene chiaramente, come visto nei vari lanci analizzati della stessa atleta, la tendenza ad un distacco anticipato (soprattutto nel II° e IV° giro), ma in questo caso la fase di DA appoggio termina con buon anticipo (addirittura a 180° nel II° giro!). La velocità di avvio è la medesima dell'altro lancio sopra analizzato ma una decisa accelerazione nel corso del II° giro (dovuta sicuramente alla lunga fase di DA) porta l'attrezzo ad una velocità maggiore già all'attacco del III° giro. Ottimo a mio parere l'anticipo ottenuto sia nel III° che nel IV° giro che sicuramente le hanno permesso di ottenere questa ragguardevole misura.

Inoltre l'analisi del video del lancio evidenzia come la gamba destra nel corso della IVª fase di SA non abbia percorso una traiettoria eccessivamente ampia ma al contrario come l'atleta sia riuscita a tenere il ginocchio piuttosto ravvicinato all'arto di appoggio, concludendo così questa delicata fase a 216° con un finale di conseguenza pienamente efficace.

Interessante può essere prendere in esame un lancio eseguito da questa atleta con l'attrezzo da 3kg nel quale ha raggiunto la misura di m 80,00 che rappresentava il primato personale in questo test, nel corso di un raduno a Formia nel luglio 2006 in pre-

ESTER BALASSINI m.73,15															
	I°			II°			III°			IV°					
	4	5	6	2	4	6	1	5	4	1	5	4	TOTALE		
tot. frame	15,0			12,0			10,0			10,0		47,0			
tot. frame doppio appoggio												28,0	59,6 %		
gradi	96,0	216,0	360,0	60,0	180,0	360,0	36,0	216,0	360,0	36,0	216,0	360,0			
tot. gradi doppio appoggio												840,0	58,3 %		

ESTER BALASSINI m. 73.15



parazione ai Campionati Europei di Göteborg.

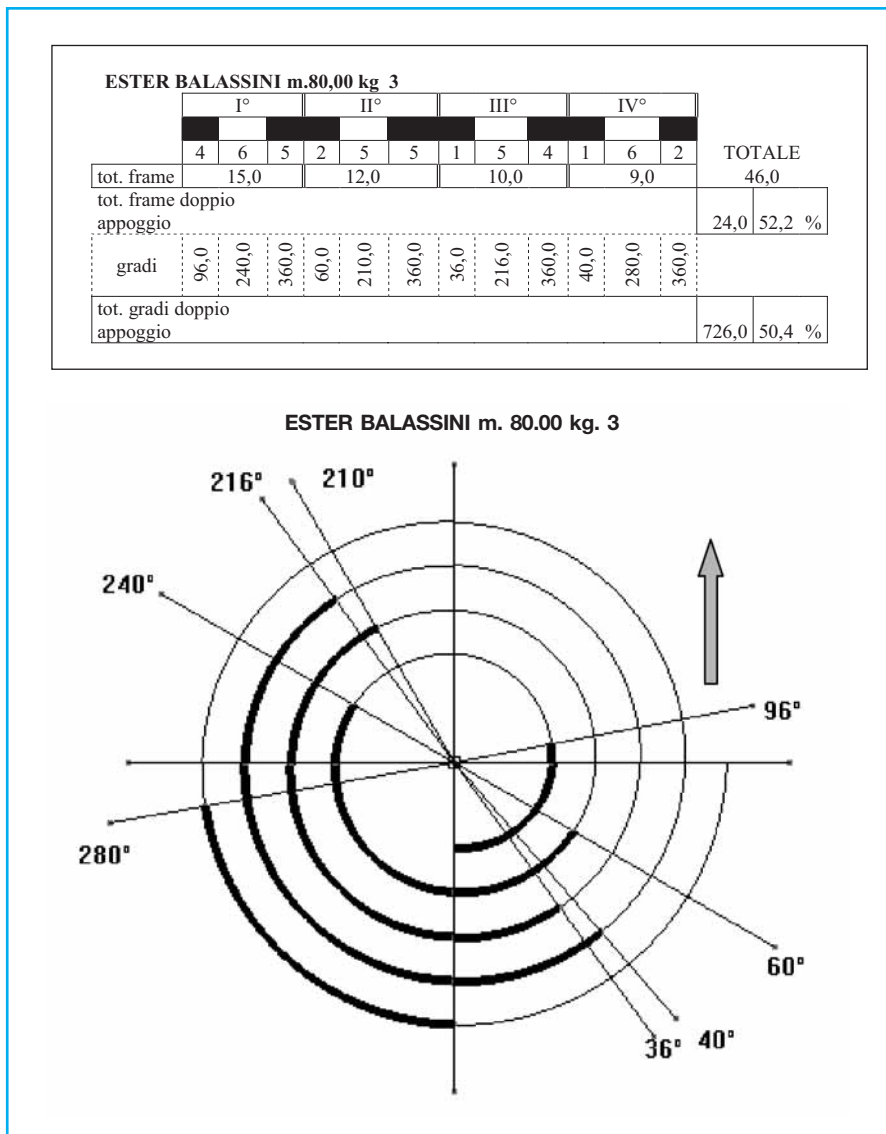
L'atleta anche in questo caso dimostra una buona ritmica e una decisa accelerazione a partire dal secondo giro, infatti il numero di frame rimane costante rispetto al lancio con l'attrezzo da 4 kg, così come l'inizio e la fine della fase di SA che mantengono gli stessi angoli. Leggermente più lunga la fase di DA che introduce il II° giro che con una fase di SA terminante a 216° resta anche in questo caso il migliore del lancio. Migliore la fase di DA nel passaggio tra il II° e il III° giro che si conclude a 36° (contro i 32,7 col 4 kg). Ancora estremamente positiva l'azione di arrivo a terra del piede destro a conclusione della IIIª fase di SA che corrisponde a 216°. Questo buon momento porta ancora ad una azione efficace di DA che si porta fino ai 40° del distacco del destro prima del IV° giro. Anche nel lancio con l'attrezzo leggero emerge la caratteristica dell'atleta a dissipare nella fase di SA del giro conclusivo quanto aveva di buono prodotto in precedenza. È estremamente lunga infatti questa fase che si conclude con l'arrivo del piede destro a terra a 280°, troppo tardi per un finale pienamente spinto ed efficace.

Potrebbe in apparenza sembrare strano che la percentuale di fase di DA sia superiore a quella del lancio con l'attrezzo standard (52,2% contro 51%), così come la traiettoria "efficace" migliora dai 709,2° ai 726° con il martello leggero; personalmente ritengo che ciò sia dovuto alla valida maestria

tecnica che la Balassini riesce a mantenere anche con l'attrezzo leggero e con notevoli velocità esecutive. Nel lancio col martello da 3 kg riesce a mantenere la stessa velocità di avvio al lancio e ad accelerare in modo progressivo ed efficace con un buon rapporto tra le fasi di DA e di SA. Purtroppo mantiene anche in questo caso l'errore di passare troppo alto-fuori l'arto destro e di ritardarne eccessivamente l'appoggio a terra. Quando l'atleta riu-

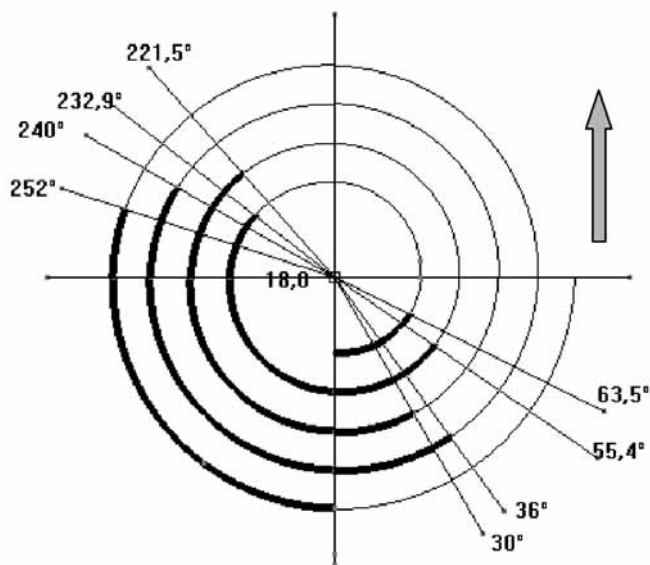
scirà a migliorare questo particolare sicuramente la gittata dei suoi lanci aumenterà, perché sicuramente questo problema emerge maggiormente quando l'atleta è sottoposta a tensioni emotive elevate che ne alterano la sensibilità spazio-temporale.

Il lancio di Clarissa Claretti evidenzia innanzitutto una buona "ritmica di accelerazione" ma decisamente più accentuata all'inizio del II° giro. Il numero di frame del I° e del II° giro presenta



CLARISSA CLARETTI m.71,09														
	I°			II°			III°			IV°				
	3	8	6	2	6	5	1	7	4	1	6	3	TOTALE	
tot. frame	17,0			13,0			12,0			10,0			52,0	
tot. frame doppio appoggio													25,0	48,1 %
gradi	63,5	232,9	360,0	55,4	221,5	360,0	30,0	240,0	360,0	36,0	252,0	360,0		
tot. gradi doppio appoggio													678,4	47,1 %

CLARISSA CLARETTI m. 71.09



Il distacco del piede destro del II° giro a 55.4° è un po' anticipato, con un arrivo a terra al termine della fase DA col migliore angolo di anticipo del lancio a 221,5° determina la migliore (più breve) fase di singolo appoggio di tutto il lancio.



Il distacco del III° giro è ancora più anticipato, con 30° risulta essere il più breve del lancio, in questo caso l'atleta non si ripete con un arrivo a terra come nel giro precedente ma lo possiamo tuttavia considerare ancora accettabile con i suoi 240°. L'ultimo giro si sviluppa sulla strada dei precedenti: il distacco a 36° seguito da una fase di SA che si conclude a 252° per una fase finale di 108°. La differenza di velocità con il lancio analizzato della Balassini se si esclude il I° giro è pressoché identica, ma con una migliore fase di SA nell'ultimo giro che le consente di effettuare un finale di lancio sicuramente più efficace.

Il lancio della Salis appare subito come un lancio in cui la fase di SA è predominante; il numero di fotogrammi totali 53 è molto simile al lancio della Claretti 52 ma la percentuale di DA è del



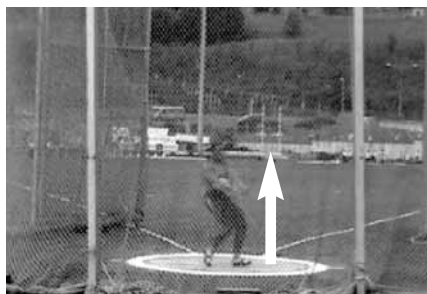
infatti una differenza di 4 fotogrammi, a differenza della Balassini il suo giro di avvio si sviluppa più lentamente (17 frame) per poi proseguire in maniera molto simile e con un giro finale pressoché identico.

Osserviamo ora le varie fasi di doppio appoggio: appena discreta la prima che ci indica come il piede destro venga distaccato dalla pedana in anticipo rispetto ai 90° e precisamente a 63.5°, e come il ritorno a terra a 232.9° porti ad una limitazione della successiva fase che conclude il I° giro.

41,5% contro il 48,1% della Claretto e del 51% della Balassini. La traiettoria percorsa dall'attrezzo in fase di DA in questo lancio corrisponde a 574,9° contro 678° della Claretto e i 709° della Balassini. La notevole differenza corrisponde praticamente ad un lancio con un giro in meno.

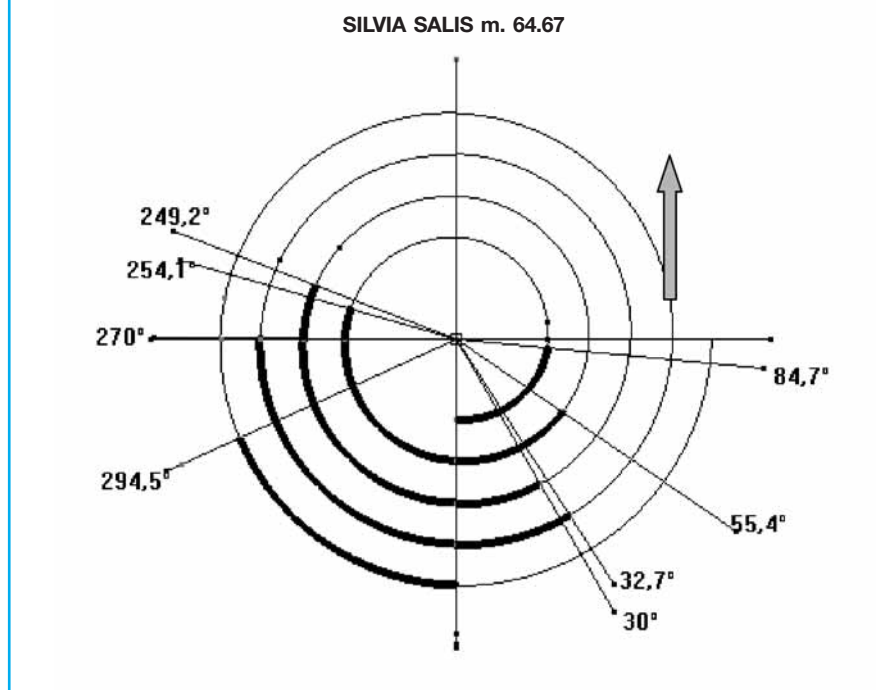
L'avvio del primo giro con un distacco a 84,7° è sicuramente buono ma un po' vanificato dal ritorno a terra a 254,1° che la portano alla fase di DA migliore del lancio. Infatti questa fase termina a 55,4° in linea con le due migliori specialiste Italiane. Anche la fase di SA risulta essere la miglior di tutto il lancio con 238,8°.

Anticipo sempre in linea con le altre per il II° e III° giro ma un ritorno a terra seguente la fase di SA del III° giro a 270° e addirittura a 294,5° per il IV° rendono chiara la scarsa efficacia dell'azione che l'atleta applica all'attrezzo.



Le osservazioni effettuate sui video dei lanci di Laura Gibilisco evidenziano chiaramente una azione molto per fuori-alto della gamba destra negli ultimi due giri, accompagnata inoltre da una notevole distensione verso l'alto della gamba sinistra con conse-

SILVIA SALIS m.64,67													
	I°		II°		III°		IV°						
	4	8	5	2	7	4	1	8	3	1	8	2	TOTALE
tot. frame	17,0		13,0		12,0		11,0						53,0
tot. frame doppio appoggio													22,0 41,5 %
gradi	84,7	254,1	360,0	55,4	249,2	360,0	30,0	270,0	360,0	32,7	294,5	360,0	
tot. gradi doppio appoggio													574,9 39,9 %



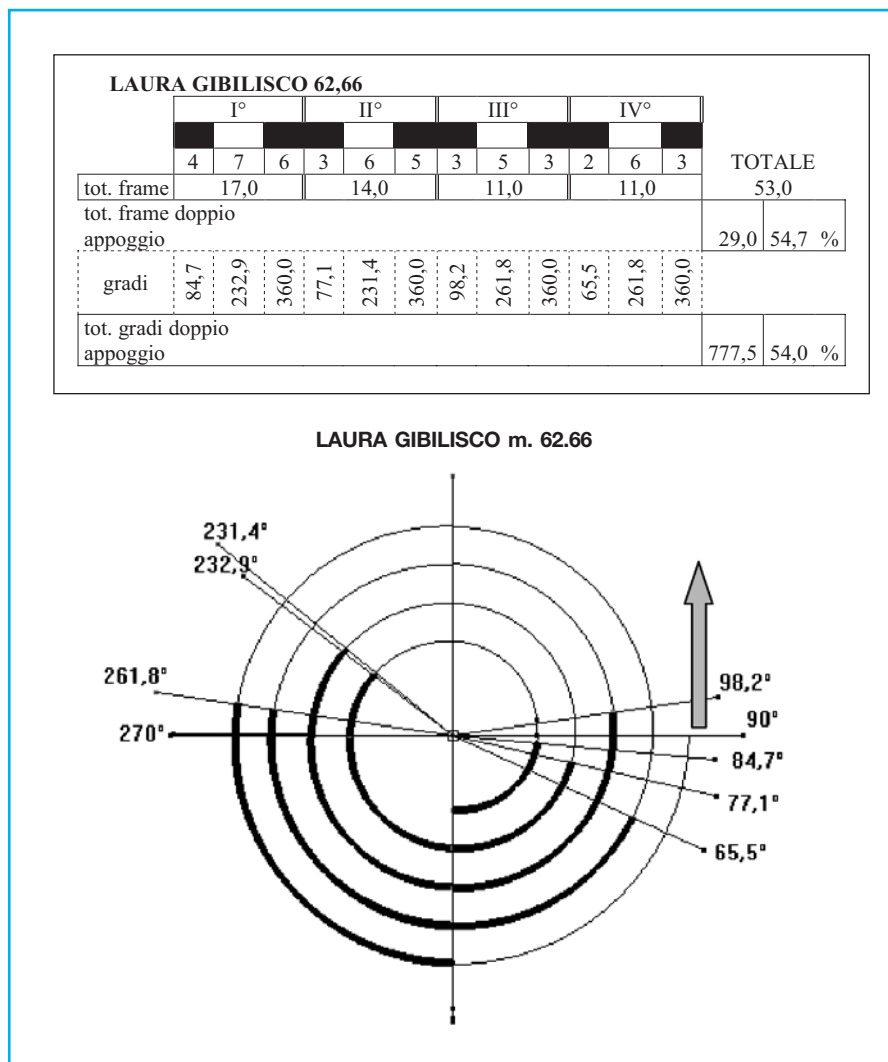


guente ritardo nei confronti dell'attrezzo.

Tra i vari lanci analizzati di questa atleta ho preso in considerazione il suo lancio di m 62,66 ottenuto a Rieti in occasione dei Campionati Italiani Juniores del 12.06.2004 e che rappresentava la miglior prestazione nazionale di categoria.

L'analisi del ritmo di progressione mostra una partenza "controllata" seguita da un secondo e terzo giro di accelerazione per poi non progredire sul quarto.

Questo lancio è caratterizzato da lunghe fasi di DA (rappresentano il 54% del totale ma il ritorno del piede destro a contatto della pedana nel III° e IV° giro avviene piuttosto in ritardo. Un'altra considerazione da farsi è che all'analisi del video l'atleta appare al momento del distacco del



piede destro in una posizione piuttosto di "opposizione" e di "puntello" con l'arto sinistro che quindi vanifica assai il ritardato distacco provocando un notevole accorciamento del raggio della traiettoria percorsa dall'attrezzo.

Altri lanci analizzati di questa atleta hanno sempre evidenziato questa sua caratteristica unita ad un limitato caricamento degli arti inferiori e alla tendenza ad "entrare" nel lancio con la spalla sinistra che tirando rompe il sistema atleta-attrezzo. Infatti in



quel periodo Laura spesso a causa di questi errori aveva difficoltà a restare in equilibrio al termine del lancio o a lanciare nel settore.

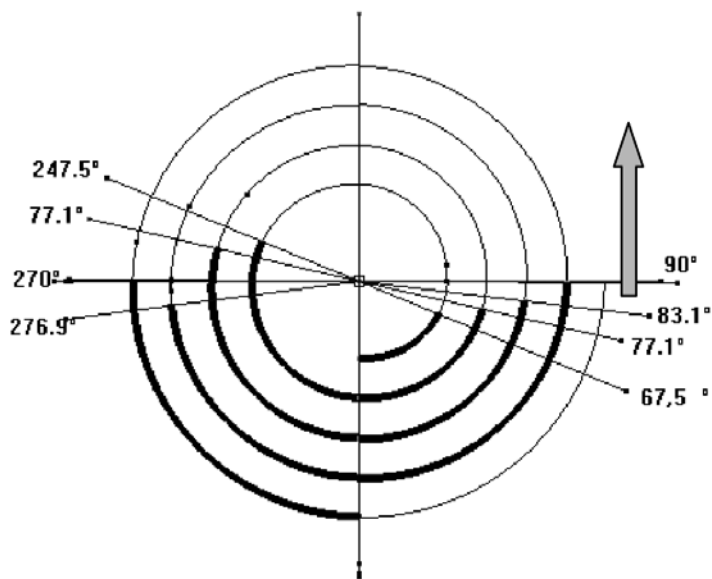
Il lancio di questa atleta appare subito caratterizzato da lunghe fasi di doppio appoggio (49% del totale) ma distribuite tutte in posizioni assolutamente non corrette. Se è vero che si deve ricercare un distacco del piede destro il più ritardato possibile è anche vero che si deve ricercare un anticipo nell'appoggio del piede a terra per completare la fase di SA il prima possibile; in questo caso solo la prima condizione è stata rispettata (si veda anche il modello proposto da Samosvatov a

pag. 13). Inoltre l'analisi delle riprese video evidenziano come il distacco ritardato del piede destro a conclusione della fase di DA sia effettuato contemporaneamente ad una azione della parte superiore del corpo che "tira" visibilmente l'attrezzo via dalla traiettoria ideale. Gli arti superiori non ricercano la massima distensione possibile ma al contrario esercitano una azione negativa sull'attrezzo. La gamba sinistra al momento del distacco del piede destro appare in leggera opposi-

zione e questo non permette all'atleta di sviluppare un'azione positiva nel corso della fase di SA. Questa dinamica si manifesta in tutti i giri, quindi a fronte di lunghe fasi di DA appoggio purtroppo l'atleta non riesce a sfruttare appieno il potenziale in suo possesso. L'analisi del numero di frame di ogni giro ci mostra anche una discreta distribuzione nel corso dei 4 giri ma non raggiunge velocità finali elevate come ad esempio la Salis che al contrario ha fasi di DA come visto molto brevi.

ELISA PALMIERI m.61.17													
	I°		II°		III°		IV°						
	3	8	5	3	7	4	3	7	3	3	6	3	TOTALE
tot. frame	16,0		14,0		13,0		12,0						55,0
tot. frame doppio appoggio													27,0 49,1 %
gradi	67,5	247,5	360,0	77,1	257,1	360,0	83,1	276,9	360,0	90,0	270,0	360,0	
tot. gradi doppio appoggio													706,2 49,0 %

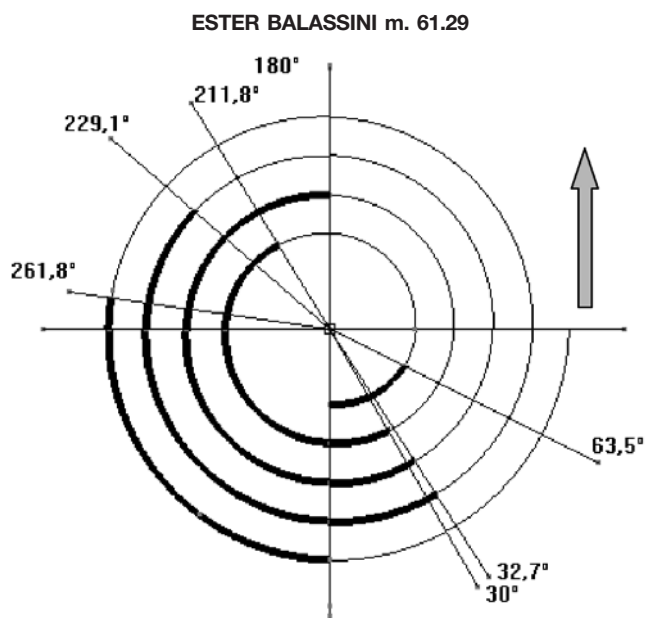
ELISA PALMIERI m. 61.17





ESTER BALASSINI m.61,29

	I°		II°		III°		IV°		TOTALE				
tot. frame	3	7	7	1	5	6	1	6	4	1	7	3	51,0
tot. frame doppio appoggio											26,0	51,0 %	
gradi	63,5	211,8	360,0	30,0	180,0	360,0	32,7	229,1	360,0	32,7	261,8	360,0	
tot. gradi doppio appoggio											716,3	49,7 %	

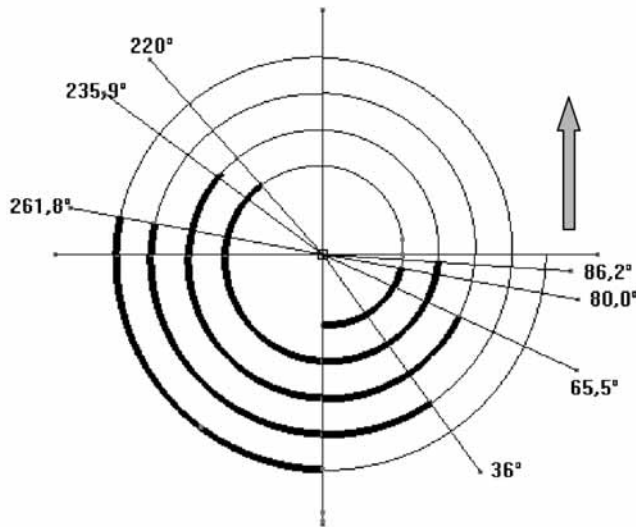


Prendiamo in esame delle nostre due migliori atlete lanci effettuati al meeting di Viareggio del 2001, dove sicuramente la loro tecnica non era ancora stabilizzata ma in via di evoluzione, così come le loro capacità condizionali non erano certamente quelle raggiunte a tuttoggi.

Appare subito evidente la tendenza di questa atleta ad un lancio caratterizzato da un anticipato distacco dell'appoggio destro e la ricerca ad un anticipato riappoggio al termine della fase di SA che almeno nei primi tre giri riesce ad ottenere (si noti come nel II° giro questo momento sia coincidente con quello del suo attuale primato). La sua impostazione ritmica è già evidentemente stabilizzata, infatti si può osservare come ad una partenza "lenta" segua poi una decisa accelerazione del II° giro anche troppo decisa per poi stabilizzarsi nei due giri conclusivi.

CLARISSA CLARETTI m.59,89														
	I°			II°			III°			IV°				
	4	7	7	4	6	5	2	6	3	1	7	3	TOTALE	
tot. frame	18,0			14,5			11,0			11,0			54,5	
tot. frame doppio appoggio													28,5	52,3 %
gradi	80,0	220,0	360,0	86,9	235,9	360,0	65,5	261,8	360,0	32,7	261,8	360,0		
tot. gradi doppio appoggio													725,6	50,4 %

CLARISSA CLARETTI m. 59.89

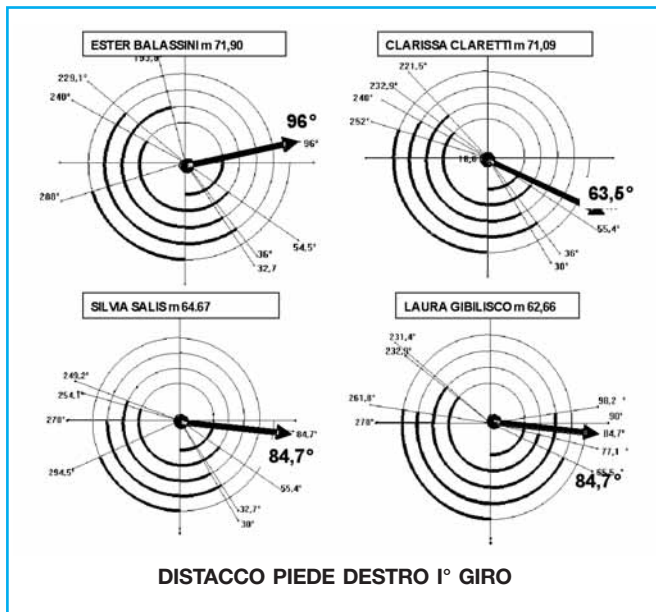


L'atleta in questo lancio sembra cercare di allungare la fase di avvio prima del distacco dell'arto di spinta ma non riesce ad ottenere un ritorno adeguatamente anticipato soprattutto nei due giri finali.

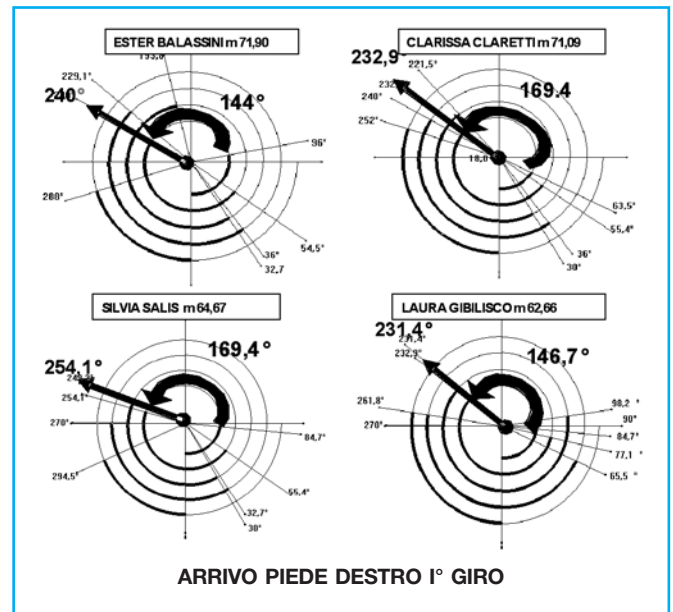
Le capacità condizionali e l'esperienza tecnica sicuramente inferiori alle attuali si evidenziano con avvio di lancio a velocità estremamente controllata, buona la fase di accelerazione del II° giro seguito però da un III° giro eccessivamente veloce (addirittura più rapido che non nel lancio di m 71,09 esaminato in precedenza).

Dall'analisi video si può anche notare come l'atleta non riesca ad "allungare" il raggio di rotazione e abbia una azione di disturbo del lancio col busto che tende a tirare all'indietro il sistema atleta-attrezzo.

ANALISI DELLE SPIRALI DI LANCIO IN PARALLELO

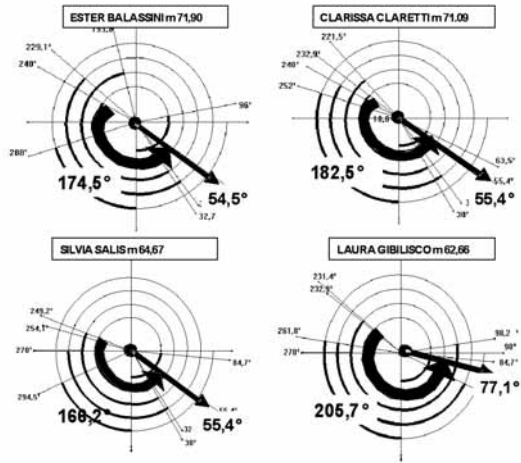


Decisamente buono il distacco del piede dx per Balassini – anticipato quello di Claretti.



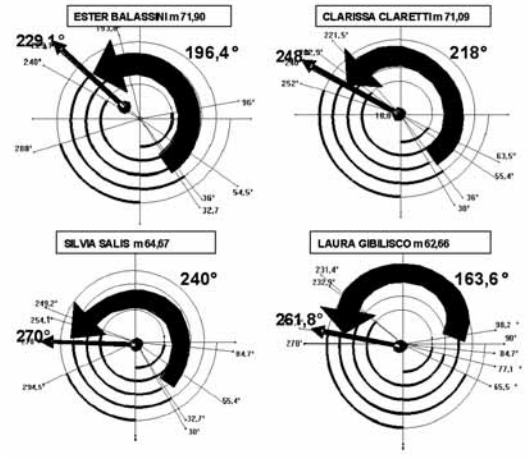
Fase di singolo appoggio breve per Gibilisco e Balassini – arrivo in ritardo per Salis.

DISTACCO PIEDE DESTRO II° GIRO



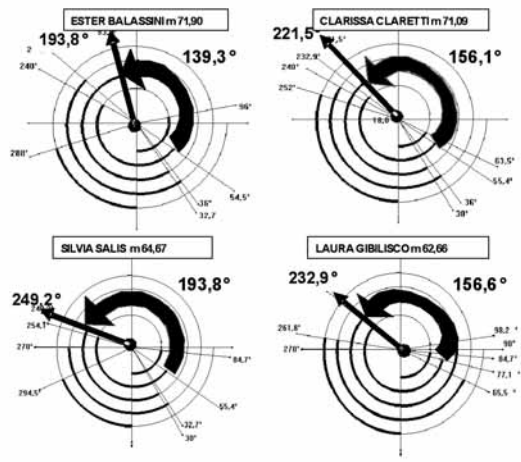
Migliore fase di doppio appoggio e distacco del piede dx per Gibilisco (però dall'analisi video è evidente una perdita di centratura.)

ARRIVO PIEDE DESTRO III° GIRO



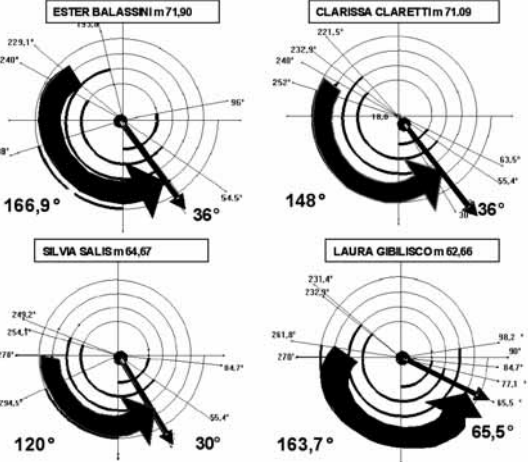
Fase di singolo appoggio esageratamente lunga per la Salis a causa dell'innalzamento della gamba sinistra.

ARRIVO PIEDE DESTRO I° GIRO



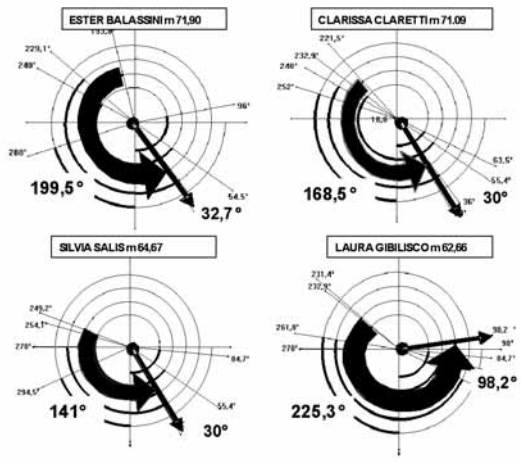
Notevole l'anticipo di Balassini con una breve fase di singolo appoggio.

DISTACCO PIEDE DESTRO IV° GIRO



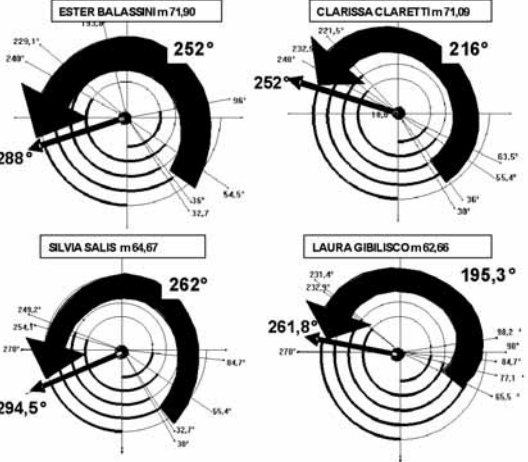
Buona l'azione di accelerazione attiva sull'attrezzo per Balassini e Claretti anche se l'azione di distacco avviene un po' in anticipo.

DISTACCO PIEDE DESTRO III° GIRO

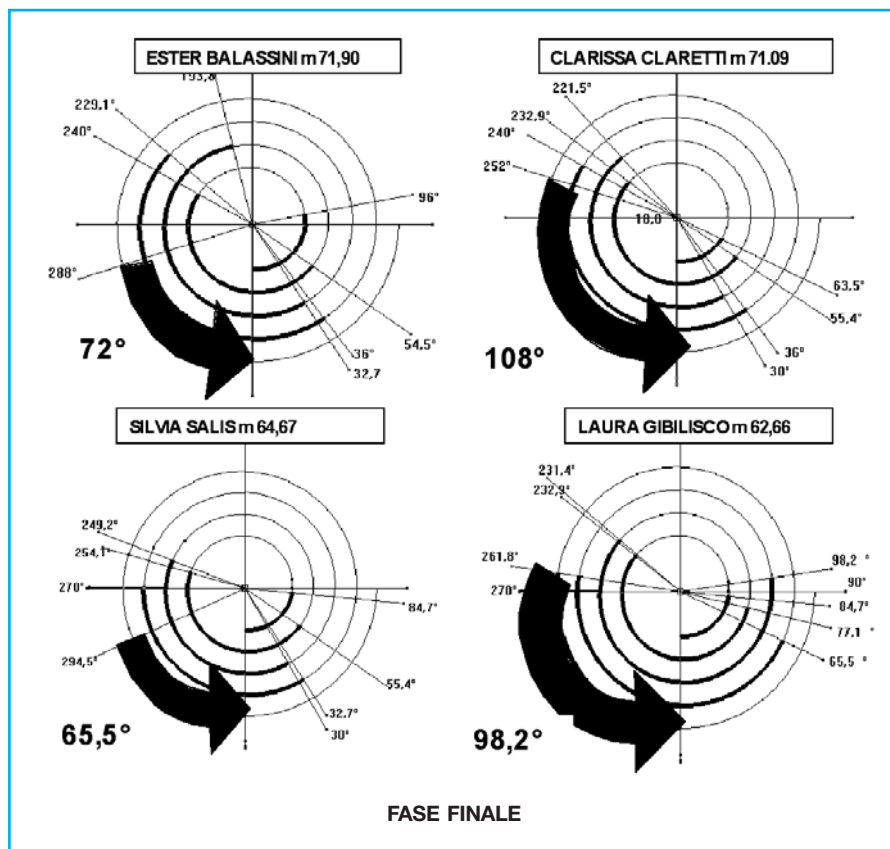


Angolo di stacco del piede dx per Gibilisco notevolmente ritardato ma anche qui vale il discorso della perdita della centratura e di una marcata azione della spalla sinistra – simile per le altre atlete.

ARRIVO PIEDE DESTRO IV° GIRO



L'arrivo a terra del piede dx per Balassini e Salis è eccessivamente in ritardo a seguito di una fase di singolo appoggio troppo ampia; più corrette le altre due atlete.



Come conclusione della fase precedente si evidenzia il finale particolarmente efficace della Claretti, meno corretto nonostante una buona ampiezza quello della Gibilisco completamente fuori centratura. Troppo ridotto lo spazio per la spinta finale di Balassini e Salis.



Conclusioni

Da questa mia ricerca emergono le differenti caratteristiche del lancio delle nostre migliori atlete, dovute a diversi fattori che sono di diverso tipo: antropometrici, di forza, dinamici e caratteriali.

Questo lavoro sicuramente "artigianale" vuole dimostrare come anche senza strumentazioni particolari ma con telecamera e personal computer ormai alla portata di tutti, si possano effettuare semplici analisi cinematiche addirittura eseguibili nel corso degli allenamenti tecnici.

Certo si potranno sollevare molte obiezioni sia sul metodo che sui risultati ottenuti. Non sempre una fase di doppio appoggio lunga corrisponde effettivamente ad una azione di spinta efficace da parte dell'atleta, non sempre l'atleta al momento del distacco ritardato del piede di spinta riesce a "passare" in modo corret-

CONFRONTO LINEARE PER DURATA DELLE FASI TOTALE DEL LANCIO

BALASSINI 71,90

doppio appoggio	singolo appoggio	TOT
25 frame / 798,9°	24 frame / 731,7°	49 frame

CLARETTI 70,09

doppio appoggio	singolo appoggio	TOT
25 frame / 760°	27 frame / 738,8°	52 frame

SALIS 64,67

doppio appoggio	singolo appoggio	TOT
22 frame / 667°	31 frame / 865,2°	53 frame

GIBILISCO 62,66

doppio appoggio	singolo appoggio	TOT
29 frame / 867,6°	24 frame / 781,1°	53 frame

to sull'arto perno del giro e a mantenere una adeguata ampiezza della traiettoria del martello, le riprese a 25 frame/sec. non sono certo l'ideale (analisi biomeccaniche serie ne prevedono diverse migliaia) e così via.

I dati non vanno presi in modo asettico ma considerati congiuntamente all'analisi visiva del lancio nel suo insieme.

Tutti sappiamo come le osservazioni di videoriprese siano spesso ingannevoli, soprattutto se viste per singoli fotogrammi o al rallentatore, perché si perde l'aspetto dinamico e ritmico del gesto tecnico, e se in un fermo immagine l'atleta sembra essere in posizione corretta, in quello successivo potremmo scoprire l'esatto contrario...

Se non abbiamo la presunzione di essere biomeccanici e pretese di trovare in questi tipi di ricerche la ricetta magica per ottenere grandi risultati, i dati così ottenuti possono essere comunque un valido aiuto al tecnico e all'atleta nella ricerca di quei miglioramenti dell'esecuzione del lancio indispensabili per raggiungere prestazioni migliori.

Bibliografia

- Bartonietz K. (1990) *Biomechanical analysis of throws with hammers of various weight and length as basis for an effective training*. Techniques in Athletics, 1st International Conference, Cologne 7-9 June 1990, vol. 2 Free Communication Sessions.
- Bartonietz K., Barclay L., Gathercole D. (1997) *Characteristics of top performances in the women's hammer throw: Basics and technique of the world's best athletes*. IAAF.
- Bondarchuk A. (1986) *Moderns trend of hammer throw*.
- Bondarchuk A. (1982) *Tecniche of hammer throwing*. Text of book of track and field athletics, Moscow press.
- Dapena J. (1984) The pattern of hammer speed during a hammer throw and influence of gravity on its fluctuations. *J. Biomechanics*. 8.
- Dapena J. (1986) A kinematic study of center of mass motions in the hammer throw. *J. Biomechanics*, 2.
- Dapena J. (1978) A method to determine the angular momentum of a human body about three and orthogonal axes passing through its centre of gravity. *Journal of Biomechanics*, 11.
- Dapena J. and McDonald G. (1989) A treedimensional analysis of angular momentum in the hammer throw. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 21.
- Gutierrez M. Soto V.M., Rojas F.J. (2002) *A biomechanical analysis of the individual techniques of the hammer throw finalists in the Seville Athletics World Championship 1999*. IAAF.
- Murofushi, K., Sakurai S., Ume-gaki K., Kobaiashi K. (2005) Development of a system to measure radius of curvature and speed of hammer head during turns in hammer throw. *International journal of sport and health science*, vol 3.
- Palmarin R. (1984) Il lancio del martello. *Aletica Studi*, 3.
- Pozzo R. (1987) Metodi biomeccanici nell'allenamento del lanciatore del Martello. Aspetti sui processi informativi. *Aletica Studi*, 4.
- Riley Z.A., Doyle T. (2005) Lack of research hinders evolution of hammer throw. *J. Biomechanics*.
- Rolf-Gunter J. (1987) Velocity in hammer throwing. *Track Technique*.
- Samozvetov A. (1971) The acceleration of the hammer. *Lëgkaya Atletika*, 11.
- Tutjowitsch V.N (1978) Theorie der sportlichen Wurfe. *Leistungssport*.
- Wagner B. (1986) *The training of top level hammer throwers*.