



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

**STUDIO E VERIFICA DEL MODELLO RITMICO DELLA CORSA
DEI 100 MT IN ATLETICA LEGGERA IN RELAZIONE ALLA SUA
EVOLUZIONE DAGLI ANNI 80 AD OGGI**

Relatore: Prof. Uguagliati Francesco

Laureando: Manera Stefano

N° di matricola: 1224196

Anno Accademico 2021/2022

Indice

Introduzione	5
1. La gara dei 100 metri	7
2. La biomeccanica della corsa	11
2.1 Cinematica	12
2.2 Dinamica	13
3. La ritmica della corsa – Ampiezza e frequenza del passo	17
4. Analisi delle finali internazionali	21
4.1 Analisi delle gare maschili	21
4.2 Analisi delle gare femminili	28
4.3 Confronto tra le prestazioni maschili e femminili	35
Conclusioni	37
Bibliografia	39

Introduzione

Questo elaborato si pone l'obiettivo di fornire un'analisi della ritmica della corsa veloce nella specialità dei 100 metri. L'argomento ha suscitato il mio interesse in quanto pratico da diversi anni l'Atletica Leggera dedicandomi alle specialità di velocità. Inoltre, negli ultimi mesi, sto vivendo una progressiva transizione verso la figura dell'allenatore è mia intenzione pertanto approfondire le conoscenze riguardanti la meccanica di corsa al fine di comprenderle meglio e poterle applicare.

Partirò dalla descrizione della gara dei cento metri nelle sue parti principali: la partenza e l'accelerazione, il raggiungimento della massima velocità e il suo mantenimento e finale. Successivamente presenterò un'analisi cinematica e dinamica della corsa ed in seguito andrò ad illustrare i parametri della ritmica della corsa ovvero ampiezza e frequenza del passo e come ottenere il miglior compromesso tra i due.

Nella seconda parte prenderò in esame alcune finali internazionali di gare sui 100mt per analizzare come gli atleti d'élite esprimono ampiezza e frequenza ed esaminare eventuali analogie e differenze con gli aspetti trattati nella prima parte. È mia intenzione provare ad esaminare se il tempo ottenuto da un atleta rispetto ad un altro sia frutto di una diversa ritmica di corsa per cercare di comprendere se può sussistere un miglior compromesso tra corsa ampia e rapida, o la prestazione sia maggiormente legata alle capacità del singolo di sviluppare maggior forza o frequenze di movimento, anche in relazione alle differenze legate al sesso e alle misure antropometriche degli atleti. Cercherò di capire se atleti e allenatori hanno evoluto la ritmica della corsa o se il migliorare dei tempi sia principalmente dovuto ad evoluzioni tecniche, metodologiche o dei materiali utilizzati.

Capitolo 1

La gara dei 100 metri

In atletica leggera la gara di 100m (distanza olimpica) è la massima espressione della velocità in cui sono portate al limite le caratteristiche che contraddistinguono lo sprinter. Carlo Vittori definisce tale distanza “la quinta essenza della velocità” per il motivo sopra citato e perché racchiude parametri prestativi riscontrabili anche nelle altre specialità di velocità, seppure con dinamismo inferiore.

Ora esaminerò lo sviluppo di una gara di 100m. Da regolamento la posizione di partenza prevede l'appoggio a terra di ambedue le mani e piedi: le prime dietro la linea di partenza, i piedi più indietro, sfalsati e in appoggio sui blocchi di partenza. Il ginocchio della gamba posteriore tocca terra per poi sollevarsi al secondo comando dello starter. L'angolo che si forma tra coscia e gamba è compreso tra i 140° e i 150°, mentre l'angolo al ginocchio dell'arto più avanti è di all'incirca 90°. Il corpo è raccolto e si nota come la posizione degli arti inferiori suggerisca la forza che essi devono imprimere sul blocco di partenza per accelerare e raggiungere elevate punte di velocità nel più breve tempo possibile. Al momento del via la velocità iniziale è pari a zero, quindi la forza applicata sarà di tipo concentrico-esplosiva. Il primo appoggio ha il tempo di contatto al suolo più lungo e con l'aumentare della velocità i tempi di contatto si riducono e la forza applicata al suolo dalla discesa dell'arto perde le caratteristiche di tipo esplosivo in favore di quelle di forza elastica.

Da ciò risulta evidente come l'intervento sui parametri di ampiezza e frequenza del passo divenga un passaggio fondamentale e imprescindibile dell'allenamento dello sprinter.

Capitolo 2

La biomeccanica della corsa

La corsa è un sistema di locomozione usato dall'uomo per spostarsi velocemente. È definita come una consecuzione di passi in cui la fase di singolo appoggio del piede a terra si alterna ad una fase di volo in cui entrambi gli arti non sono a contatto con il suolo, in maniera omologa alternata.

Il concetto è apparentemente semplice se pensiamo che si tratta di un gesto appreso in età infantile e replicabile fino a che il nostro corpo lo consente. Tuttavia in atletica si usa dire che tutti sanno correre, ma pochi sanno correre bene. Infatti sebbene sia uno schema motorio istintivo è ed è stato oggetto di numerosi studi e applicazioni di biomeccanica, soprattutto nei casi dove si utilizza la corsa per muoversi a velocità di 12m/s (o 43,2km/h). Nel momento in cui ci si muove ad una velocità prossima a quella di uno scooter è chiaro che la corsa non può essere un evento casuale, ma frutto di anni di allenamento in cui l'atleta cerca di raggiungere la perfezione nei movimenti e il massimo controllo su di essi. Come ho scritto in precedenza la corsa ha due fasi principali:

- fase di singolo appoggio
- fase di volo

si ripetono in sequenza omologa perché entrambi gli arti compiono lo stesso gesto motorio, ma in modo alternato perché si sviluppano in sensi opposti.

Ora procedo ad analizzare la corsa attraverso le sue componenti di cinematica e dinamica. La cinematica studia la posizione dei segmenti corporei indipendentemente dalle cause che lo determinano, mentre la dinamica studia le forze che provocano il movimento agendo su di esso.

Il ciclo del passo nella corsa ha cinque momenti fondamentali:

1. presa di contatto del piede al suolo - ammortizzazione
2. fase di sostegno da parte dell'arto a terra
3. spinta finale del piede e suo distacco dal suolo
4. swing iniziale – arto in flessione
5. swing finale – arto in progressiva distensione fino al ritorno nel punto 1.

2.1 Cinematica

Il contatto iniziale avviene di avampiede, regione del piede che comprende le falangi e i metatarsi, con la gamba naturalmente distesa, il bacino è leggermente arretrato rispetto al punto di presa di contatto del piede. L'arto libero è in fase iniziale di oscillazione con la gamba che inizia la flessione sulla coscia. Durante la fase di sostegno il bacino avanza portandosi sopra l'arto in appoggio, l'altro aumenta la flessione sul ginocchio e avanza portandosi in congiunzione con il primo. La spinta finale determina il distacco del piede dal suolo, nel frattempo l'arto libero ha proseguito il suo avanzamento fino a portare la coscia parallela al terreno e la gamba ha aperto l'angolo al ginocchio fino ai 90°. I due arti si trovano in divaricata massima, da qui l'arto libero inizia a scendere e la gamba si estende sulla coscia per prendere contatto con il terreno, nel frattempo l'altra ha iniziato ad avanzare flettendo la gamba sul ginocchio dando inizio ad un nuovo ciclo del passo di corsa.

Le braccia si muovono su due piani sagittali ed aderenti al busto in modo incrociato rispetto alle gambe, alla massima divaricata degli arti inferiori corrisponde la massima disgiunzione delle braccia, l'avambraccio avanti risulta flesso sul gomito oltre i 90°, mentre l'altro è esteso sul gomito oltre i 90°.

Il busto durante tutta la corsa è leggermente flesso in avanti e oscilla lateralmente per i meccanismi di decontrazione ed equilibrio.

In linea teorica lo spazio percorso dal corpo in fase di appoggio dovrebbe essere circa uguale alla lunghezza dell'arto a terra, mentre lo spazio percorso in fase di volo dovrebbe essere di circa 1,5/1,6 volte la sua misura.

2.2 Dinamica

Trovo importante precisare che la dinamica della corsa cambia al variare della velocità di spostamento, quindi in questa tesi prendo in considerazione solo ciò che riguarda la corsa veloce.

Inoltre la descrizione della dinamica è volutamente semplificata in quanto è una materia complessa che meriterebbe un ampio approfondimento. In questa tesi riporto solo le nozioni essenziali per comprendere come si sviluppa la tecnica della corsa.

Fase di ammortizzazione

Per preparare al meglio la fase di contatto a terra il muscolo tibiale flette il dorso del piede permettendo l'appoggio di avampiede e favorendo il prestiramento del tricipite surale, fondamentale per evitare il cedimento del tallone al suolo e per rendere più efficace l'accumulo di energia elastica.

Fase di sostegno

La proiezione del centro di gravità si sposta dal metatarso alle dita, per via dello spostamento in avanti della parte superiore del corpo, i muscoli antigravitazionali della coscia e della gamba sono in contrazione isometrica per sostenere l'atleta ed evitare che il bacino perda quota.

Fase di spinta

In questa fase il tricipite surale flette la pianta del piede e libera l'energia elastica accumulata, i muscoli anteriori della coscia estendono l'articolazione del ginocchio per imprimere ulteriore forza. È importante notare che l'estensione del ginocchio non è completa ma si assesta

intorno ai 168-172° per favorire la velocità orizzontale, in caso di estensione completa si manifesterebbe un'eccessiva velocità verticale che genererebbe un salto.

Nel frattempo l'arto libero avanzando provoca una rotazione del bacino con avanzamento dell'articolazione coxo-femorale corrispondente, tale spazio percorso dall'anca è definito "passo pelvico".

La forza impressa produce una notevole velocità orizzontale utile allo spostamento in avanti, tuttavia si genera una piccola componente verticale che provoca un movimento oscillatorio del bacino con ampiezza di 4-5 centimetri.

Tutte le azioni nella fase di stance si realizzano in tempi estremamente brevi (80/90 millisecondi) e ciò risulta possibile perché le forze utilizzate sono prodotte per vie riflesse. Per questo motivo il professor Carlo Vittori preferisce l'utilizzo del termine "rimbalzo" anziché "spinta" per definire l'azione del piede a contatto con il suolo. Il termine "spinta" porta a pensare ad un movimento lento e forzato; mentre il concetto di "rimbalzo" suggerisce un'azione dinamica, che è conseguenza di quanto avvenuto negli istanti precedenti.

È chiaro che per arrivare a compiere questi movimenti in maniera riflessa è necessario aver interiorizzato il gesto dopo innumerevoli ore di allenamento.

Fase aerea

In questa fase si osservano i movimenti per il recupero degli arti inferiori e la loro alternanza, l'arto libero diventa di appoggio e viceversa.

La fase di stance è importante perché da essa dipende l'efficacia dell'impulso e di quanto si compie in fase aerea, in questo momento l'atleta non essendo vincolato al suolo non può accelerare, anzi può solo tentare di disperdere meno velocità e fluidità possibile. Il rimbalzo del piede non serve solo per accelerare ma permette anche il recupero efficace dell'arto.

La gamba che ha appena terminato la spinta si flette per azione dei muscoli quadricipitali e del sartorio e l'angolo al ginocchio si chiude per azione dei muscoli flessori della gamba propriamente detta.

Nella seconda parte di recupero dell'arto la coscia prosegue l'oscillazione fino a raggiungere l'orizzontale, l'angolo al ginocchio si apre fino ai 90° per azione di controllo dei muscoli ischiocrurali. In questa fase il piede viene tenuto a martello dal muscolo tibiale per favorire il recupero e prepararsi alla fase di discesa.

La fase di discesa è caratterizzata dalla forte contrazione dei muscoli estensori dell'anca che abbassano velocemente la coscia, i muscoli estensori della gamba aprono l'angolo al ginocchio per prendere contatto con il terreno.

L'azione combinata di estensione della coscia e della gamba permette una presa di contatto come a far scorrere la pista sotto al piede.

Durante tutto il ciclo del passo il bacino è tenuto in lieve postero versione per azione dei muscoli addominali per favorire il recupero degli arti inferiori e prestirare gli ischiocrurali.

Le braccia svolgono un funzione equilibratrice per bilanciare i momenti generati dagli arti inferiori evitando rotazioni del corpo.

È fondamentale mantenere decontratti i muscoli non necessari alla corsa, in particolare quelli alti del busto, del collo e del volto, al fine di non sprecare energie non indispensabili allo scopo e per evitare di irrigidire il corpo rendendo la corsa meno fluida e più "macchinosa".

Capitolo 3

La ritmica della corsa – Ampiezza e frequenza del passo

La corsa è una successione ordinata di rimbalzi e la velocità di spostamento dipende da due parametri fondamentali: la frequenza e l'ampiezza degli stessi.

La frequenza è data dalla capacità del sistema nervoso di emettere stimoli ravvicinati per mettere in movimento i muscoli stessi. L'ampiezza è determinata principalmente dalla quantità di forza che i muscoli sono in grado di esprimere, compreso l'uso della forza elastica accumulata nel contatto a terra.

Questi parametri consentono l'osservazione e la valutazione della corsa di un atleta con il solo uso di un cronometro e del conteggio del numero di passi.

Per ottenere la frequenza media si divide il numero di appoggi contati per il tempo impiegato a percorrere la distanza, mentre l'ampiezza media si ricava dividendo la distanza per il numero di passi.

Questo sistema è importante per l'atleta e l'allenatore per capire quale qualità lo sprinter esprime meglio e in quale ha eventuali lacune, permette inoltre di valutare lo stato di forma dell'atleta e l'efficacia delle sedute di allenamento e consente di confrontare le prestazioni tra due o più atleti.

Vado ad evidenziare ora alcuni esempi che vanno a completare quanto sin qui esposto.

Prendo come esempio l'atleta A che in gara ha corso i 100m in 11.03s con 45 passi: l'ampiezza media del passo è di 2,22m, mentre la frequenza è di 4,08 passi/secondo. Questo atleta è pertanto in grado di esprimere

ampiezze simili ad un atleta d'élite capace di correre in 10" i 100m, tuttavia presenta una frequenza di corsa di circa 4 passi/secondo mentre un velocista di livello mondiale raggiunge, ad ampiezze simili, frequenze di 4,5 passi/s. Il prossimo step che dovrà fare per migliorare sarà incrementare la propria capacità di esprimere rapidità preservando il più possibile l'ampiezza, quindi colmare la lacuna senza regredire il proprio punto di forza.

In egual modo, per il medesimo atleta posso monitorare il suo livello di forma ed eventuali miglioramenti.

Immaginiamo di chiedergli di correre un 100m, al meglio delle proprie capacità, al termine di un ciclo di allenamenti volto ad incrementare la frequenza del passo. La prestazione è di 11,30s con 46 passi: la frequenza è rimasta simile registrando un valore di 4,07 mentre l'ampiezza è scesa a 2,17m. Al netto di condizioni climatiche ed eventuale errore di cronometraggio, in questo momento lo sprinter dimostra di non essere capace di esprimere gli stessi picchi di forza e il programma di allenamento per migliorare la rapidità sembra non aver dato i risultati attesi.

Questa volta alla stessa richiesta il ragazzo percorre i 100m in 10,85 con 45,5 passi: 2,20m di lunghezza media per ogni passo e frequenza di 4,19. Il tempo suggerisce che il ragazzo si è migliorato e l'analisi dei due parametri ci mostra come l'ampiezza non abbia subito grosse variazioni, ma la frequenza sia migliorata. Questo ci permette di dire che l'atleta sta bene ed il programma di allenamento è risultato efficace.

Ora vado a confrontare due atleti che hanno stabilito in gara un tempo molto simile. L'atleta A del caso precedente, e l'atleta B che ha stabilito 11,05s con 48 passi.

Ricapitolo i dati di A:

- Ampiezza 2,22m
- Frequenza 4,08 passi/s

Ricavo ora i dati dell'atleta B:

- Ampiezza 2,08m
- Frequenza 4,34 passi/s

Premessa: in questa analisi non vengono tenuti in considerazione i parametri biometrici dei due atleti, tuttavia voglio precisare che hanno all'incirca la stessa altezza.

Appare evidente come due tempi pressoché identici possono essere ottenuti con una ritmica di corsa differente. L'atleta A come scritto prima predilige passi più ampi, il che denota la sua propensione all'uso di forza muscolare ed elasticità; l'atleta B, a mio parere sembra avere un miglior compromesso tra le due qualità riuscendo ad associare una buona ampiezza ed un'adeguata rapidità di movimenti.

Dunque per riuscire a migliorare le proprie prestazioni l'atleta A dovrebbe in maggior misura migliorare la rapidità, mentre l'atleta B deve cercare di perfezionare entrambe le componenti.

Sarebbe interessante ragionare anche sui tempi di contatto del piede a terra, purtroppo però non sono a conoscenza dei dati, ma posso supporre che l'atleta A per riuscire a sviluppare forza sufficiente a compiere tali ampiezze abbia tempi di contatto più lunghi rispetto a B; il tempo di appoggio più lungo è quindi compensato da una maggior distanza percorsa.

Ritengo importante rimarcare come, sia nella corsa rapida che nella corsa ampia, sia fondamentale mantenere la tecnica di corsa corretta. In entrambi i casi il piede dell'arto libero deve scendere velocemente sotto la verticale del ginocchio per permettere i corretti meccanismi di ammortizzamento, accumulo di energia elastica e spinta. Nella ricerca dell'ampiezza non bisogna pensare di allungare passo cercando un punto di appoggio più lontano perché questo si tramuterà "nell'effetto pendolo" dell'arto libero, ossia la gamba assume una traiettoria a mo' di calcio in avanti comportando il rischio di infortunio. Mentre adottando una corsa più rapida potrebbe accadere che nel tentativo di aumentare la frequenza la presa di contatto del piede avvenga con un'azione frenante.

Questo accorgimento riguarda in particolare le esercitazioni di corsa ampia e rapida che si svolgono nelle sedute di allenamento: se queste vengono eseguite correttamente allora la corsa veloce “naturale” dell’atleta risulterà migliore.

Capitolo 4

Analisi delle finali internazionali

In questa parte della tesi è mia intenzione proporre una analisi della ritmica della corsa di alcune finali olimpiche e mondiali dei 100m disputate dal 1984 al 2021.

A questo scopo ho raccolto ed elaborato i dati relativi al numero di passi ottenuti dagli atleti nella gara e al tempo impiegato per la prestazione e tramite questi ho calcolato la frequenza media utilizzando il metodo esposto nel capitolo precedente.

Oltre a ciò, ho ricercato l'altezza di ogni atleta per poterla rapportare all'ampiezza del passo. La prestazione in secondi e l'altezza degli atleti sono facilmente reperibili sul web. Gli appoggi sono stati contati da me analizzando i video presenti sulle piattaforme online, infine ho calcolato ampiezza e frequenza dei passi con il metodo esposto nel capitolo precedente.

È inoltre necessario aggiungere una precisazione riguardante la statura degli atleti: si possono reperire informazioni che discostano di 1-2cm da quelle riportate, questo è probabilmente dovuto all'arrotondamento nella conversione piedi-centimetri.

Le prestazioni utilizzate appartengono ai primi tre atleti classificati e non tengono conto di eventuali successive sanzioni per doping e delle condizioni meteorologiche.

4.1 Analisi delle gare maschili

Inizio analizzando le prove maschili in ordine cronologico.

Olimpiadi Los Angeles 1984 finale maschile					
Pos.	Atleta (con altezza in cm)	Prestazione (secondi)	N° appoggi	Ampiezza (100m/N°appoggi)	Frequenza (N°appoggi/s)
1	Carl Lewis (188)	9,99	43,25	2,31	4,33
2	Sam Graddy (178)	10,19	46	2,17	4,51
3	Ben Johnson (177)	10,22	47	2,13	4,60

<https://youtu.be/aWgswSkThh8>

In questa gara la prima cosa che si può notare è la prestazione di Lewis, l'unico a scendere sotto i 10". Il risultato è stato ottenuto correndo con un'ampiezza di poco superiore ai 43 passi, il che denota come l'utilizzo di forza elastica sia il suo punto di forza, unito alla sua statura che sfiora i 190cm. Lewis riesce a vincere la gara rimontando gli avversari negli ultimi 30m, nei quali il mantenimento dell'ampiezza del passo ha fatto la differenza.

Graddy e Johnson hanno una partenza più efficace perché la loro corsa è caratterizzata da una maggior frequenza che permette loro di accelerare meglio e raggiungere prima la massima velocità. Di contro questo significa doverne reggere il calo per più metri. Questi due atleti hanno espresso una differente ritmica di corsa pur avendo la stessa statura, in questo caso è stata più efficace la maggior ampiezza dello statunitense.

Olimpiadi Seul 1988 finale maschile					
Pos.	Atleta (con altezza in cm)	Prestazione (secondi)	N° appoggi	Ampiezza (100m/N°appoggi)	Frequenza (N°appoggi/s)
---	Ben Johnson* (177)	9,79	46,25	2,16	4,72

1	Carl Lewis (188)	9,92 RM	43,5	2,30	4,39
2	Linford Christie (189)	9,97	44	2,27	4,41

<https://youtu.be/BXyoEzQG2xl>

*Squalificato per doping

I 100m di Seul 1988 hanno innescato parecchie polemiche riguardo l'uso di sostanze dopanti da parte dei finalisti. L'ufficialità è che solo Ben Johnson è risultato positivo ed è stato squalificato dopo aver vinto l'oro e stabilito il record del mondo, entrambi revocati ed assegnati al rivale Carl Lewis.

A 4 anni dalla finale di Los Angeles, Ben Johnson taglia il traguardo per primo registrando un progresso di quasi mezzo secondo e migliorando la ritmica della corsa in entrambi i parametri. In particolare risulta molto alta la frequenza e l'ampiezza si avvicina a quella di Sam Graddy nella precedente Olimpiade.

Il miglioramento di Lewis deriva probabilmente dall'aver trovato un compromesso più efficace tra i due parametri avendo leggermente accorciato l'ampiezza in favore dell'aumento della frequenza.

La ritmica di Christie non si discosta molto da quella di Lewis, ma la frequenza è di troppo poco più elevata per compensare la differenza di mezzo passo, che non è molta ma sufficiente a portare ad uno scarto di 5 centesimi di secondo.

Olimpiadi Atlanta 1996 finale maschile					
Pos.	Atleta (con altezza in cm)	Prestazione (secondi)	N° appoggi	Ampiezza (100m/N°appoggi)	Frequenza (N°appoggi/s)
1	Donovan Bailey (183)	9,84 RM	44	2,27	4,47
2	Frank Fredericks (180)	9,89	46	2,17	4,65
3	Ato Boldon (176)	9,90	45,75	2,19	4,62

<https://youtu.be/XcOPiLG6pFw>

Passo ora ad analizzare la finale olimpica del 1996 in cui Donovan Bailey stabilì il record del mondo. Fredericks e Boldon corsero con una ritmica molto simile, pur presentando una lieve differenza di altezza, con il terzo classificato che cedette notevolmente negli ultimi metri mentre era in testa. Bailey non partì benissimo ma riuscì a sfruttare la sua maggior ampiezza nei secondi 50 metri e a chiudere la rimonta. Bailey sembra aver raggiunto eccezionali picchi di forza perché la sua ampiezza è uguale a quella di Christie nel 1988, ma il canadese è ben 7cm più basso del britannico.

Olimpiadi Sydney 2000 finale maschile					
Pos.	Atleta (con altezza in cm)	Prestazione (secondi)	N° appoggi	Ampiezza (100m/N°appoggi)	Frequenza (N°appoggi/s)
1	Maurice Greene (176)	9,87	45,5	2,20	4,61
2	Ato Boldon (176)	9,99	45	2,22	4,50
3	Obadele Thompson (175)	10,04	44	2,27	4,38

https://youtu.be/o-0i_YVZj4I

A Sydney 2000, Green vinse con una ritmica quasi corrispondente a quella registrata da Boldon 4 anni prima, tanto da far registrare tempi molto simili.

Trovo interessante osservare come Boldon rispetto alla sua precedente Olimpiade abbia migliorato la lunghezza della falcata a discapito della frequenza che al contrario si è ridotta.

Quanto a Thompson, nel confronto con la corsa di Bailey della precedente edizione, risulta aver registrato lo stesso numero di appoggi. Tuttavia la differenza cronometrica suggerisce che probabilmente Thompson, per la sua altezza, abbia esagerato nella ricerca dell'ampiezza, ottenendo un compromesso sfavorevole con la frequenza.

Olimpiadi Pechino 2008 finale maschile					
Pos.	Atleta (con altezza in cm)	Prestazione (secondi)	N° appoggi	Ampiezza (100m/N°appoggi)	Frequenza (N°appoggi/s)
1	Usain Bolt (195)	9,69 RM	41	2,44	4,23
2	Richard Thompson (188)	9,89	44,25	2,26	4,47
3	Walter Dix (175)	9,91	48,5	2,06	4,89

<https://youtu.be/F14EaVEDyUs>

La finale del 2008 offre spunti molto interessanti perché mette a confronto due atleti morfologicamente agli antipodi: Usain Bolt e Walter Dix. A livello maschile questi due atleti hanno fatto registrare i risultati più estremi per numero di passi: il Giamaicano 41, lo statunitense 48,5.

Dix ha corso con un'ampiezza simile a quella delle donne, difatti a parità di altezza dei colleghi uomini ha fatto almeno 2 passi in più, e la sua frequenza è più alta persino di quella di Johnson nell'1988.

Bolt, grazie anche alla sua elevata statura, ha corso con ampiezze

probabilmente inavvicinabili, mentre la sua frequenza è la più bassa in assoluto tra quelle prese in esame.

Faccio notare che in questa prova Bolt stabilì il record del mondo iniziando a celebrare la vittoria 15m prima del traguardo, dando l'impressione di mantenere inalterata l'ampiezza ma sicuramente diminuendo la frequenza.

Mondiale Berlino 2009 finale maschile					
Pos.	Atleta (con altezza in cm)	Prestazione (secondi)	N° appoggi	Ampiezza (100m/N°appoggi)	Frequenza (N°appoggi/s)
1	Usain Bolt (195)	9,58 RM (attuale)	41	2,44	4,28
2	Tyson Gay (180)	9,71	45,5	2,20	4,69
3	Asafa Powell (190)	9,84	44,5	2,25	4,52

<https://youtu.be/ol9fiOAditk>

Al mondiale di Berlino del 2009 Bolt stabilì l'attuale record del mondo, con la differenza di rimanere in questa occasione in spinta fino al traguardo. Ha mantenuto la medesima lunghezza media del passo di 2,44m migliorando la frequenza.

Gay ha corso il suo secondo miglior 100m in carriera abbinando una buona ampiezza ed un'ottima frequenza.

A livello cronometrico Powell ha fatto una prestazione identica al record mondiale di Bailey nel 1996, con una lieve differenza di mezzo passo che lo ha portato ad essere leggermente più rapido negli appoggi. Rispetto a Bailey il giamaicano è più alto e rende molto interessante la sua capacità di saper esprimere frequenze più alte.

Mondiale Pechino 2015 finale maschile					
Pos.	Atleta (con altezza in cm)	Prestazione (secondi)	N° appoggi	Ampiezza (100m/N°appoggi)	Frequenza (N°appoggi/s)
1	Usain Bolt (195)	9,79	41,5	2,41	4,24
2	Justin Gatlin (185)	9,80	43	2,33	4,39
3	Trayvon Bromell (173)	9,92	46,5	2,15	4,69
3	Andre De Grasse (178)	9,92	46	2,17	4,64

<https://youtu.be/CpbfEDYXjc8>

Al mondiale di Pechino Bolt ha 6 anni in più rispetto a quando stabilì il record mondiale e probabilmente l'età lo ha riportato a segnare tempi più vicini ai propri avversari. L'ampiezza del giamaicano è diminuita di 3cm a passo ma non è stata compensata da un aumento della frequenza, rimasta pressoché inalterata.

Justin Gatlin è il primo a riproporre ampiezze di 43 passi come Carl Lewis. Il loro confronto è molto interessante perché a distanza di 31 anni hanno corso con una ritmica molto simile, ma il finalista di Pechino segna un tempo migliore di quasi 2 decimi di secondo. Potrebbe essere un indicatore del miglioramento delle calzature o del materiale della pista, trascurando l'influenza del vento.

Olimpiadi Tokyo 2020 (2021) finale maschile					
Pos.	Atleta (con altezza in cm)	Prestazione (secondi)	N° appoggi	Ampiezza (100m/N°appoggi)	Frequenza (N°appoggi/s)
1	Marcell Jacobs (186)	9,80	45	2,22	4,59

2	Fred Kerley (191)	9,84	43	2,33	4,37
3	Andre De Grasse (178)	9,89	46	2,17	4,65

<https://youtu.be/zMFb8Y2QLPc>

La finale olimpica dello scorso anno ha visto trionfare Jacobs con un crono identico a Gatlin nel mondiale 2015. I due hanno espresso una ritmica di corsa molto diversa, l'italiano ha corso meno ampio ma con frequenze molto più alte dell'americano eppure entrambi hanno la medesima altezza, dimostrando ancora una volta che lo stesso tempo può essere ottenuto interpretando la distanza in modi diversi.

La differenza tra Kerley (2021) e Gatlin (2015) di 4 centesimi di secondo, sembra essere dovuta ad una lieve differenza nella frequenza in favore del secondo. Bisogna però ricordare che la pista di Tokyo e la nuova tecnologia nelle calzature sembravano rendere più efficaci i rimbalzi, in particolare nelle gare di 400m ad ostacoli e piani. Non si esclude comunque che possa aver influito anche nelle altre specialità.

Allo stesso modo le due prestazioni di De Grasse sono sovrapponibili per quanto riguarda la ritmica, ma il tempo è risultato migliore all'Olimpiade.

4.2 Analisi delle gare femminili

Proseguo esaminando le finali femminili corse negli stessi eventi.

Olimpiadi Los Angeles 1984 finale femminile					
Pos.	Atleta (con altezza in cm)	Prestazione (secondi)	N° appoggi	Ampiezza (100m/N°appoggi)	Frequenza (N°appoggi/s)
1	Evelyn Ashford (166)	10,97	52	1,92	4,74
2	Alice Brown (160)	11,13	56	1,79	5,03
3	Merlene Ottey (175)	11,16	49	2,04	4,39

<https://youtu.be/soSu3fS0OB8>

In questa gara Evelyn Ashford è stata l'unica a scendere sotto gli 11", riportandoci alla mente quanto accaduto nella finale maschile della stessa competizione, in cui Carl Lewis è il solo a segnare meno 10" sul cronometro. Ashford corse con un'importante frequenza e una discreta ampiezza che le consentirono di vincere l'oro con apparente facilità.

Brown non è un'atleta piuttosto alta, ne risulta che impiega molti passi per chiudere la gara, ma la sua ampiezza di nemmeno 1,80m era decisamente inferiore rispetto alle colleghe. La sua ritmica di corsa era estremamente inclinata verso la frequenza tanto da superare i 5 appoggi al secondo, risultato straordinario se applicato in gara.

Ottey è molto più alta delle due avversarie e corse con una ritmica di corsa opposta rispetto a Brown, prediligendo passi ampi e minor frequenza.

Olimpiadi Seul 1988 femminile					
Pos.	Atleta (con altezza in cm)	Prestazione (secondi)	N° appoggi	Ampiezza (100m/N°appoggi)	Frequenza (N°appoggi/s)
1	Florence Griffith (170)	10,54	47,5	2,10	4,51
2	Evelyn Ashford (166)	10,83	51	1,96	4,71
3	Heike Drechsler (181)	10,85	46,25	2,16	4,26
---	Florence Griffith (170) *	10,49 RM (attuale)	47,25	2,12	4,50

<https://youtu.be/1qot4u59ft4> (finale olimpica)

* <https://youtu.be/Mrt9yZL8dbI> (trials USA RM)

L'Olimpiade di Seul è controversa anche in ambito femminile, infatti esistono forti sospetti di uso di sostanze proibite da parte di Florence Griffith, la quale si ritirò presto dalle competizioni proprio mentre

circolavano dubbi sulla correttezza delle sue prestazioni. Griffith detiene il record mondiale sia nei 100m che nei 200m da ben 34 anni.

Griffith corse due prestazioni molto simili nel 1988: il record mondiale stabilito ai trials USA e l'oro vinto nella finale olimpica di Seul. Pur essendo un'atleta di media statura si avvicinò alle ampiezze di alcuni colleghi uomini mantenendo una frequenza alta.

La stessa cosa non può essere detta per Drechsler, la sua altezza la favoriva nella lunghezza dei passi ma non riusciva ad esprimersi in frequenza.

Delle tre Evelyn Ashford è l'atleta che corse con ampiezza inferiore riuscendo però a migliorarsi nel confronto con sé stessa nella finale di Los Angeles senza perdere troppa rapidità e segnando un risultato cronometrico migliore.

Olimpiadi Atlanta 1996 finale femminile					
Pos.	Atleta (con altezza in cm)	Prestazione (secondi)	N° appoggi	Ampiezza (100m/N°appoggi)	Frequenza (N°appoggi/s)
1	Gail Devers (160)	10,94	49	2,04	4,48
2	Merlene Ottey (175)	10,94	49	2,04	4,48
3	Gwen Torrence (170)	10,96	50,25	1,99	4,58

<https://youtu.be/wrfvrf9ibRw>

In questa finale molto equilibrata vediamo atlete con altezza differente ottenere risultati identici o molto simili.

Devers ed Ottey corsero con la stessa ritmica pur differendo in altezza di 15cm, lo stesso non si può dire di Torrence che risultò essere meno ampia ma un po' più rapida.

Ottey rispetto a sé stessa nella finale di otto anni prima riuscì ad incrementare la frequenza ed a migliorare il tempo.

Olimpiadi Sydney 2000 finale femminile					
Pos.	Atleta (con altezza in cm)	Prestazione (secondi)	N° appoggi	Ampiezza (100m/N°appoggi)	Frequenza (N°appoggi/s)
---	Marion Jones* (178)	10,75	48,5	2,06	4,51
2	Ekaterini Thanou (165)	11,12	51,5	1,94	4,63
2	Tanya Lawrence (163)	11,18	51,5	1,94	4,61

<https://youtu.be/ozUUx30yM5U>

*Squalificata per doping

Nel 2000 Marion Jones fu squalificata ma l'oro, a differenza delle altre medaglie, non è stato riassegnato perché Thanou non si rese disponibile a rieseguire il controllo antidoping. Ora condivide l'argento con Tanya Lawrence.

Jones corse con una discreta ampiezza, come ci si può attendere vista l'altezza, mantenendo un'ottima frequenza. Le due colleghe sono meno alte e corsero meno ampie, delle due la greca riuscì ad esprimere maggior frequenza e a battere Lawrence.

Olimpiadi Pechino 2008 finale femminile					
Pos.	Atleta (con altezza in cm)	Prestazione (secondi)	N° appoggi	Ampiezza (100m/N°appoggi)	Frequenza (N°appoggi/s)
1	Shelly-Ann Fraser (152)	10,78	50	2,00	4,63

2	Sherone Simpson (175)	10,98	49,25	2,03	4,49
2	Kerron Stewart (173)	10,98	48	2,08	4,37

<https://youtu.be/WHMbE0ETRY4>

In questa gara, dal podio tutto giamaicano, con l'argento ad ex aequo Fraser batte le connazionali con un margine di 0,2s. Ciò che colpisce nella sua corsa è l'ampiezza media che riesce a sviluppare nonostante sia l'atleta più bassa finora presa in esame. Le due colleghe, pur essendo ben più sviluppate in altezza, non possono contare sul minor numero di appoggi per poter vincere la gara, perché la differenza non è molta e la Fraser riesce ad esprimersi anche con grande rapidità.

Simpson e Stewart nella stessa gara propongono ritmiche leggermente diverse ottenendo lo stesso tempo, così come analizzato per Gatlin e Jacobs. In questo caso il confronto è più interessante perché ottenuto in condizioni identiche.

Mondiali Berlino 2009 finale femminile					
Pos.	Atleta (con altezza in cm)	Prestazione (secondi)	N° appoggi	Ampiezza (100m/N° appoggi)	Frequenza (N° appoggi/s)
1	Shelly-Ann Fraser (152)	10,73	49,5	2,02	4,61
2	Kerron Stewart (173)	10,75	47,5	2,11	4,41
3	Carmelita Jeter (163)	10,90	50	2,00	4,59

<https://youtu.be/OZnV-E53RJA>

Un anno dopo a Berlino ritroviamo Fraser e Stewart. La vincitrice conferma le sue grandi doti precedentemente spiegate, mentre Stewart

compie un notevole miglioramento in ambedue le componenti della corsa, dando del filo da torcere alla connazionale.

La prestazione di Jeter conferma lo straordinario modo di interpretare la distanza della Fraser. La statunitense pur essendo leggermente più alta della giamaicana non riesce a replicare la stessa ampiezza pur avvicinandosi di molto come frequenza. Riesce comunque a chiudere con un ottimo riscontro cronometrico sotto gli 11”.

Mondiale Pechino 2015 finale femminile					
Pos.	Atleta (con altezza in cm)	Prestazione (secondi)	N° appoggi	Ampiezza (100m/N°appoggi)	Frequenza (N°appoggi/s)
1	Shelly-Ann Fraser-Pryce (152)	10,76	50,5	1,98	4,69
2	Dafne Schipppers (179)	10,81	47	2,13	4,35
3	Tori Bowie (175)	10,86	46,5	2,15	4,28

<https://youtu.be/qm9le9GXytc>

Nel 2015 Fraser-Pryce vince ancora, il tempo è simile ai precedenti perdendo un po' di ampiezza, ma compensandola con l'aumento della frequenza portandola a sfiorare i 4,7 passi al secondo.

Il confronto tra Schippers e Bowie è molto interessante, perché hanno la stessa altezza e riescono ad esprimersi in modo molto simile. Hanno corso ricercando molto l'ampiezza compromettendo, a mio parere, la frequenza che risulta essere bassa, in particolare nel caso di Bowie. I loro tempi sono comunque tra i migliori presi in esame, però paragonandoli alla prestazione di Stewart del 2009 si nota come la giamaicana sia stata meno ampia ma più frequente con un miglior risultato cronometrico.

Olimpiadi Tokyo 2020 (2021) finale femminile					
Pos.	Atleta (con altezza in cm)	Prestazione (secondi)	N° appoggi	Ampiezza (100m/N°appoggi)	Frequenza (N°appoggi/s)
1	Elaine Thompson- Herah (168)	10,61	50	2,00	4,71
2	Shelly-Ann Fraser-Pryce (152)	10,74	50,5	1,98	4,70
3	Shericka Jackson (173)	10,76	48	2,08	4,46

<https://youtu.be/7pgoMCc08yA>

L'ultima gara che analizzo è la finale olimpica dello scorso anno vinta da Thompson-Herah. A far la differenza nel confronto con le rivali è stato l'utilizzo di un miglior compromesso tra ampiezza e frequenza. Tutte e tre hanno realizzato una gara di altissimo livello in cui Thompson-Herah ha chiuso in spinta, Fraser ha perso velocità negli ultimi metri rischiando di subire la rimonta di Jackson la quale si è espressa meglio nella seconda parte di gara sfruttando l'ampiezza del passo.

Credo sia importante soffermarsi sulla corsa di Fraiser-Pryce dal 2008 al 2021. Nel tempo è rimasta estremamente costante a livello prestativo e la ritmica non ha subito grosse variazioni. Negli anni ha perso un po' di ampiezza riuscendo a compensarla aumentando la frequenza.

Dopo aver analizzato singolarmente uomini e donne, procedo presentando un confronto tra i sessi calcolando l'altezza media, prestazione media e numero di appoggi medio. Ampiezza e frequenza si ricavano da questi dati come svolto precedentemente.

4.3 Confronto tra le prestazioni maschili e femminili

Confronto Uomini-Donne					
Sesso	Altezza media in cm	Prestazione media (secondi)	N° appoggi medio	Ampiezza media (100m/N°appoggi)	Frequenza media (N°appoggi/s)
M	182,9	9,88	44,64	2,24	4,51
F	169,2	10,86	49,42	2,02	4,55

I dati ottenuti sono facilmente confrontabili ed offrono spunti di riflessione interessanti.

Emerge che gli uomini rispetto alle donne sono mediamente più alti, corrono i 100m in 1 secondo in meno e compiono meno appoggi.

Osservando la tabella senza tenere conto del sesso potrei dire di essere di fronte a due atleti di diversa statura che corrono con frequenze pressoché identiche, la differenza viene fatta dalla capacità di esprimere l'ampiezza.

Tuttavia la differenza cronometrica non deriva solo dal numero differente di appoggi, che, come spiegato, è legato allo sviluppo di forza e alla misura dell'arto inferiore del soggetto. In questo caso manca la precisa lunghezza dell'arto, perciò mi limito a fare un ragionamento sulla forza. Nel primo capitolo ho descritto le fasi della gara dei 100 metri portando all'attenzione le diverse tipologie di forza impiegate e come queste cambiano nel corso dello svolgimento della prestazione.

Parte della prestazione è sicuramente determinata dalla capacità della forza reattivo-elastica di sviluppare energia e recuperarla tramite il rimbalzo del piede, ma non è sufficiente a spiegare lo scarto di un secondo, infatti anche la forza esplosiva gioca un ruolo cruciale in partenza e nei primissimi metri. È noto che gli uomini siano capaci di raggiungere picchi di forza superiori alle donne, perciò riescono ad ottenere una partenza ed una fase lanciata migliore.

Il dato sulla frequenza invece è molto simile indicando che sia nei maschi che nelle femmine il sistema nervoso invia stimoli ai muscoli in quantità e tempi quasi identici.

Conclusioni

In quest'ultima sezione della tesi tratto alcune considerazioni su quanto ho scritto nel capitolo precedente, infine espongo un resoconto sull'elaborato.

Le prestazioni nelle finali nel corso degli anni sono migliorate, non necessariamente dal punto di vista del vincitore, ma in generale il livello è incrementato. Il ragionamento è valido sia in ambito maschile che femminile. Se analizziamo le finali del 1984 sette uomini su otto non sono scesi sotto i 10" e sette donne su otto hanno ottenuto risultati oltre gli 11", mentre nel 2021 i primi tre uomini classificati hanno corso sotto i 9,90" e le prime tre donne sotto i 10,80".

Risulta difficile giungere ad una conclusione riguardo l'esistenza di una ritmica universale, possiamo supporla guardando i dati medi, tuttavia fanno riferimento ad un atleta che possiede anche quelle caratteristiche antropometriche medie.

In generale ogni atleta ha sviluppato o ha cercato di proporre una corsa a lui/lei più congeniale, sia dal punto di vista biometrico che di capacità di sviluppare maggior frequenza o ampiezza. Possiamo pensare a Bolt che, grazie alla sua altezza e all'incredibile capacità di sviluppare forza ed elasticità, ha stabilito l'attuale record del mondo con passi estremamente lunghi ma poco frequenti. Oppure consideriamo Fraser-Pryce che nonostante la statura minuta raggiunge tuttora ampiezze vicine alla media femminile abbinando frequenze elevate.

Non si può dire se dal punto di vista ritmico ci sia stato un miglioramento, viene naturale supporre che siano cambiate le metodologie di allenamento che possono aver migliorato la partenza dai blocchi o resa più efficiente la corsa per disperdere meno energie e mantenere più a lungo la velocità massima.

Ad aiutare gli atleti nelle performance ci sono anche le evoluzioni tecnologiche di calzature e materiale della pista. Le scarpe aiutano a ridurre al minimo lo scivolamento del piede all'interno e a restituire maggior energia accumulata durante la fase di stance. Allo stesso modo le piste non sono tutte uguali tra di loro, alcune presentano superfici più morbide di altre alterando le dispersioni di energia e le sensazioni cinestetiche, per cui possono esserci atleti che prediligono alcune piste piuttosto di altre.

È importante far notare che per tutte le finali non ho preso in considerazione le condizioni climatiche, in particolare del vento che ha spesso un'influenza sulle prestazioni perché è un dato non sempre facilmente reperibile, soprattutto in competizioni lontane nel tempo. Lo stesso vale per le misure antropometriche. Io ho utilizzato nello studio l'altezza complessiva dell'atleta, mentre sarebbe stato più opportuno avvalersi della misura del solo arto inferiore, infatti nel capitolo 2 è spiegata la correlazione teorica tra lunghezza del passo di corsa e lunghezza dell'arto inferiore.

Il lavoro di questa tesi potrebbe essere ulteriormente sviluppato inserendo, come suggerito sopra, i dati del vento e della lunghezza degli arti inferiori degli atleti per un'indagine più approfondita. Inoltre effettuare un'analisi ritmica dei secondi 50 metri di gara potrebbe fornire importanti evidenze sulla capacità degli atleti di esprimere ampiezza e frequenza.

È certo che in questa tesi sia stata presa in considerazione solo la scuola italiana, in particolare gli articoli del professor Vittori, i quali però racchiudono gran parte delle fondamenta su cui si basa tuttora la formazione di tecnici e allenatori della velocità in Italia.

Il sito da me usato "centrostudi.fidal.it" fornisce pochi articoli e piuttosto datati riguardanti la biomeccanica della corsa. Risulta evidente che, seppure nell'ultimo periodo stiamo assistendo a risultati importanti da parte degli sprinter italiani, sia necessario aggiornare ed ampliare queste conoscenze.

Bibliografia

Articoli utilizzati

Donati A. "Lo sviluppo dell'ampiezza e della frequenza nelle prestazioni di corsa veloce", SdS/rivista di cultura sportiva, pp 19-30, aa.XIV n°32

Vittori C. "Proposizione di un modello tecnico-biomeccanico della prestazione dei 100 metri", Atleticastudi, 6, pp.13-16, nov-dic 1981

Vittori C. "La corsa.", Atleticastudi, 9, pp. 44-58, nov-dic 1995

Altre fonti

1988 Seoul Olympic Games 100 Ben Johnson

<https://youtu.be/BXyoEzQG2xl>

1988 Seoul Olympic Games Women's 100m Florence Griffith Joyner

<https://youtu.be/1qot4u59ft4>

2008 Olympics Women's 100m Final <https://youtu.be/WHMbE0ETRy4>

Carl Lewis - Men's 100m - 1984 Olympics <https://youtu.be/aWgswSkThh8>

Evelyn Ashford - Women's 100m - 1984 Olympic Games

<https://youtu.be/soSu3fS0OB8>

Men's 100m final | Tokyo Replays <https://youtu.be/zMFb8Y2QLPc>

Men's 100m Final | World Athletics Championships Beijing 2015

<https://youtu.be/CpbfEDYXjc8>

Men's 100m Final Atlanta Olympics 1996 <https://youtu.be/XcOPiLG6pFw>

Men's 100m Final Sydney 2000 Olympic Games https://youtu.be/o-0i_YVZj4I

Shelly-Ann Fraser-Pryce 2009 Berlin World Championship

<https://youtu.be/OZnV-E53RJA>

Usain Bolt Wins 100m/200m Gold - Beijing 2008 Olympics

<https://youtu.be/F14EaVEDyUs>

W 100m - Florence Griffith-Joyner - 10.49 - Indianapolis (USA) - 1988 -

World Record <https://youtu.be/Mrt9yZL8dbl>

Women's 100m final | Tokyo Replays <https://youtu.be/7pgoMcc08yA>

Women's 100m Final | World Athletics Championships Beijing 2015

<https://youtu.be/qm9le9GXytc>

Women's 100m Final Atlanta Olympics 27-07-1996

<https://youtu.be/wrfvrf9ibRw>

Women's 100m Final Sydney 2000 Olympic Games

<https://youtu.be/ozUUx30yM5U>

World Record | Men's 100m Final | World Athletics Championships Berlin

2009 <https://youtu.be/ol9fiOAditk>

Lezioni del prof. Uguagliati F.