

# Basi scientifiche dello sviluppo della velocità di corsa

Alexander O. Korneljuk

## A.O. Korneljuk

Allenatore settore velocità URSS. Responsabile degli sprinter sovietici nei Giochi Olimpici di Mosca.

## 1. Generalità

Nella corsa di velocità i risultati dipendono in gran parte dalle capacità di velocità dell'atleta. Prendendo in esame una curva della velocità, appare chiaro il fatto che il risultato finale dipende della capacità:

- 1) di rapida accelerazione;
- 2) di raggiungere valori elevati della velocità massima di corsa;
- 3) di mantenere una alta velocità di corsa fino alla fine della competizione.

E' risaputo che la struttura biomeccanica dei movimenti dell'atleta nella corsa di sprint non è la stessa nelle differenti parti della distanza.

Per migliorare la velocità di corsa è necessario conoscere l'attività dei *differenti* gruppi di muscoli e velocità angolari delle *differenti* parti del corpo nei *differenti* momenti della competizione. La scelta di esercizi speciali ed il modo in cui essi vengono impiegati nel processo di allenamento dovrebbero soddisfare la struttura dei movimenti e il tipo di lavoro dei muscoli nelle differenti fasi della competizione. Questo è il motivo per cui l'intento principale della nostra relazione è quello di analizzare l'attività dei muscoli durante la fase di avvio e la fase lanciata della competizione.

Alcune ricerche condotte nel dipartimento di atletica leggera e nel laboratorio di biomeccanica dell'«Istituto Centrale di Stato» di Cultura Fisica da Tjupa V.V., Aljoshinsky S.D., Jarmunlik D.N. e l'autore di questa relazione sotto la supervisione del professor Zatziorsky V.M. hanno permesso di evidenziare le particolarità dell'attività muscolare nella corsa di sprint. Nel corso di questa ricerca sono stati usati differenti metodi quali stereofotografia stroboscopica, elettromiografia (EMG), elaborazione di modelli meccanico-matematici e metodi di statistica matematica.

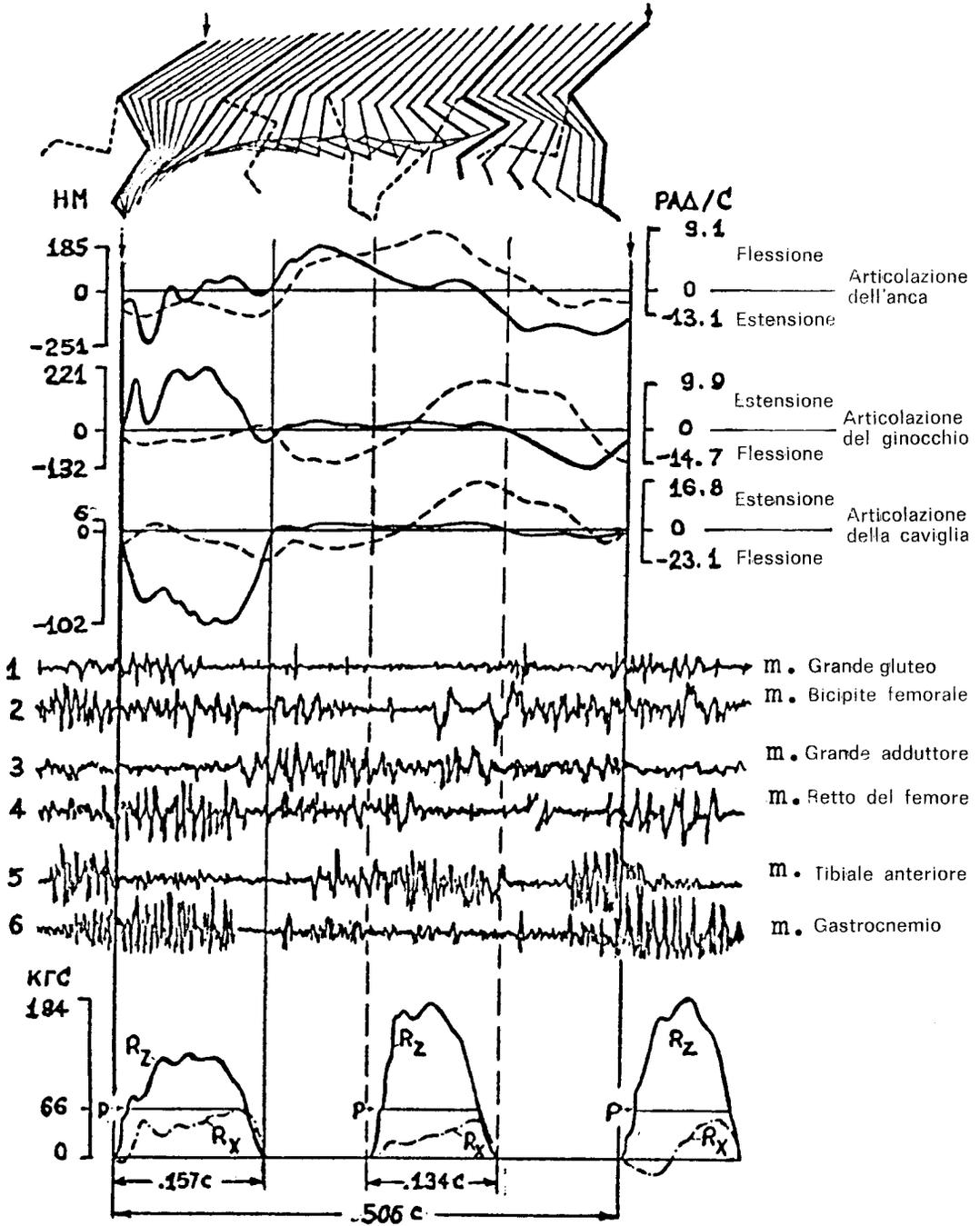


Fig. 1

## 2. Metodo di indagine

113 soggetti hanno preso parte a questa ricerca e alcuni di essi facevano parte della squadra Nazionale di Atletica Leggera. Vennero registrati differenti parametri nella fase di avvio ed in quella di massima velocità.

I dati ottenuti nel corso della ricerca sono stati classificati con l'aiuto di un computer secondo il modello di 15 anelli elaborato da S.U. Alioshinsky. Sono state ottenute circa 600 funzioni di differenti caratteristiche biomeccaniche come spostamento, velocità ed accelerazione del centro di gravità (c.d.g.) dell'atleta, forze applicate al centro di gravità, momenti muscolari generati all'altezza delle articolazioni. Per determinare le caratteristiche cinematiche ed energetiche dello spostamento del centro di gravità è stata usata una piattaforma di forza (force platform). I dati ottenuti sono stati elaborati con l'aiuto di analisi di correlazione e di regressione. È noto che durante la partenza di sprint vengono prodotti alti valori di potenza. Nel momento in cui il velocista lascia i blocchi di partenza, la velocità del centro di gravità dell'atleta è di circa 3,5-4 m/sec. (Bauman 1975).

Al terzo o quarto passo di corsa questa aumenta di 1 m/sec.. È chiaro che soltanto dei potenti gruppi di muscoli sono capaci di fornire un'accelerazione del centro di gravità dell'atleta così alta. In figura 1 le linee continue mostrano alcuni momenti delle articolazioni dell'anca, del ginocchio e della caviglia e le linee tratteggiate mostrano le velocità angolari di differenti anelli della catena cinetica di una gamba. Dai dati esposti in figura 1 possiamo giungere ad alcune conclusioni.

1) Nella prima parte della fase di appoggio, durante il primo passo di corsa, tutti i gruppi muscolari delle tre articolazioni della gamba prendono parte all'accelerazione del centro di gravità dell'atleta. Dal confronto dei momenti di forze possiamo vedere che la tensione degli estensori della caviglia è di 2-2,5 volte minore della tensione dei flessori del ginocchio e dell'anca. Questo può essere spiegato dalla particolarità della posizione dell'atleta durante una partenza con i blocchi, quando gli angoli nelle articolazioni prossimali sono più piccoli che non durante lo sprint lanciato, e che crea condizioni migliori per generare maggiori forze e velocità di contrazione muscolare.

2) Nel secondo momento della fase di appoggio, il momento di forza all'altezza della caviglia è diretto sulla flessione. In quel momento il muscolo grande gluteo smette di lavorare. I fattori responsabili della propulsione, in questa

fase, sono le articolazioni del ginocchio e della caviglia. Inoltre, va detto che la tensione degli estensori del ginocchio si raddoppia tanto quanto la tensione del muscolo tricipite surale, che è il flessore plantare della caviglia.

Durante la ricerca sulla tecnica della corsa di sprint nella fase di avvio e sulle particolarità dell'attività muscolare, diamo grande importanza all'accelerazione del centro di gravità del corpo dell'atleta. Più alti sono i valori dell'accelerazione e migliore e più razionale è la tecnica dei movimenti di corsa dell'atleta. La fase di appoggio è la più importante, quella durante la quale viene sviluppata la potenza necessaria per l'accelerazione del centro di gravità del corpo dell'atleta.

Quindi possiamo giungere alla conclusione che durante i primi 4-6 passi di corsa della fase di avvio gli estensori dell'anca predominano nel determinare l'accelerazione del centro di gravità del corpo dell'atleta. Tuttavia, dobbiamo ricordare che durante la fase di avvio non vi è decelerazione del centro di gravità al momento dell'appoggio a terra e che questo può essere spiegato con la particolarità della posizione di corsa dell'atleta in questa fase, dove in conseguenza del fatto che il corpo è inclinato, l'appoggio a terra avviene dietro la proiezione del centro di gravità del corpo dell'atleta, sul piano orizzontale. Man mano che l'inclinazione del corpo diminuisce progressivamente con l'aumentare della velocità di corsa, l'appoggio a terra avviene davanti alla proiezione del centro di gravità, sul piano orizzontale.

In conseguenza di questo, nella parte iniziale della fase di appoggio si può osservare la diminuzione della velocità del centro di gravità che è compensata dal potente lavoro dei muscoli durante il periodo di spinta della fase di appoggio.

I valori della forza, positivo e negativo, possono essere chiamati, rispettivamente, forza di decelerazione e forza della fase di spinta.

Possiamo quindi dire che la forza di spinta deve essere superiore alla forza di decelerazione. Più grande è questa differenza e più alti sono i valori dell'accelerazione del centro di gravità e del livello della massima velocità di corsa. Considerato che la potenza è un lavoro meccanico svolto per unità di tempo, essa può essere misurata calcolando la differenza tra i valori dell'energia.

In figura 2 viene mostrata la curva della potenza elaborata sulla base della media dei dati ottenuti su 107 soggetti. La diminuzione della velocità del centro di gravità del corpo dell'atleta persa nella prima parte della fase di appoggio determina una più alta velocità media nella seconda parte della fase di appoggio.

In altre parole, corrono più veloci quegli atleti la

cui fase di appoggio è tale da consentire di ridurre la perdita di velocità (cioè momento del primo impatto) e di sviluppare una più alta velocità durante la fase di spinta (cioè, aumento dell'impulso della fase di spinta). Va ricordato inoltre che l'alta dipendenza della velocità di corsa della forza media esercitata durante la fase di spinta implica la necessità dello sviluppo di un più alto impulso di forza per unità di tempo, in quanto il tempo della fase di spinta è limitato dal tempo in cui il piede dell'atleta prende contatto con il terreno, e questi periodi di appoggio divengono sempre più brevi a misura che aumenta la velocità di corsa.

In figura 3 possiamo vedere momenti di forze delle articolazioni della gamba, potenza delle articolazioni e angoli delle articolazioni.

Dai dati presentati in questa figura possiamo giungere ad alcune conclusioni.

1) Nella fase di sostegno (prima parte della fase di appoggio, quando il centro di gravità del corpo si muove in avanti) i momenti più lunghi sono generati dalle articolazioni dell'anca e della caviglia. Praticamente, in questo momento, tutti i

gruppi muscolari della gamba in appoggio sono chiamati in azione. E' chiaro che nella posizione di appoggio la flessione delle articolazioni della caviglia e del ginocchio serve per attutire l'urto dell'impatto e la funzione dell'articolazione dell'anca è quella di mantenere eretta la posizione del tronco, evitando la sua inclinazione in avanti sotto l'influenza della forza d'inerzia.

2) Volgiamo ora l'attenzione sulla fase di spinta che comincia quando il centro di gravità dell'atleta passa avanti alla gamba d'appoggio e quando la velocità del centro di gravità dell'atleta comincia ad aumentare. In questa fase, i periodi più lunghi vengono generati dalle articolazioni della caviglia e del ginocchio e questo processo è accompagnato dall'aumenti degli angoli delle articolazioni. Allo stesso tempo è chiaro che il momento generato nell'articolazione dell'anca non è indirizzato alla sua estensione ma bensì alla sua flessione e questo significa che i flessori dell'anca sono attivi (probabilmente il muscolo ileopsoas). Quindi possiamo rifiutare l'opinione secondo la quale l'articolazione dell'anca gioca

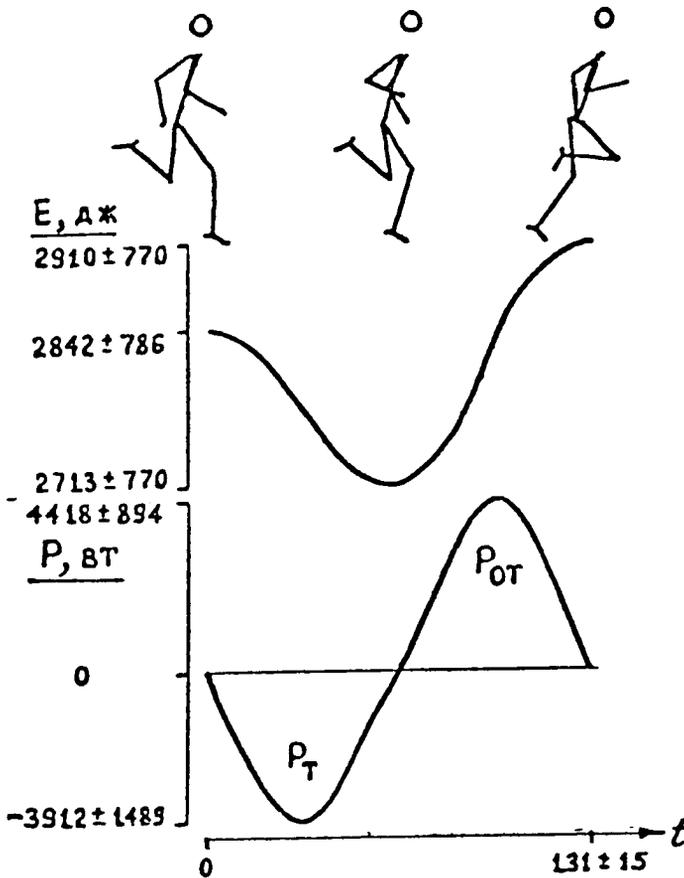


Fig. 2

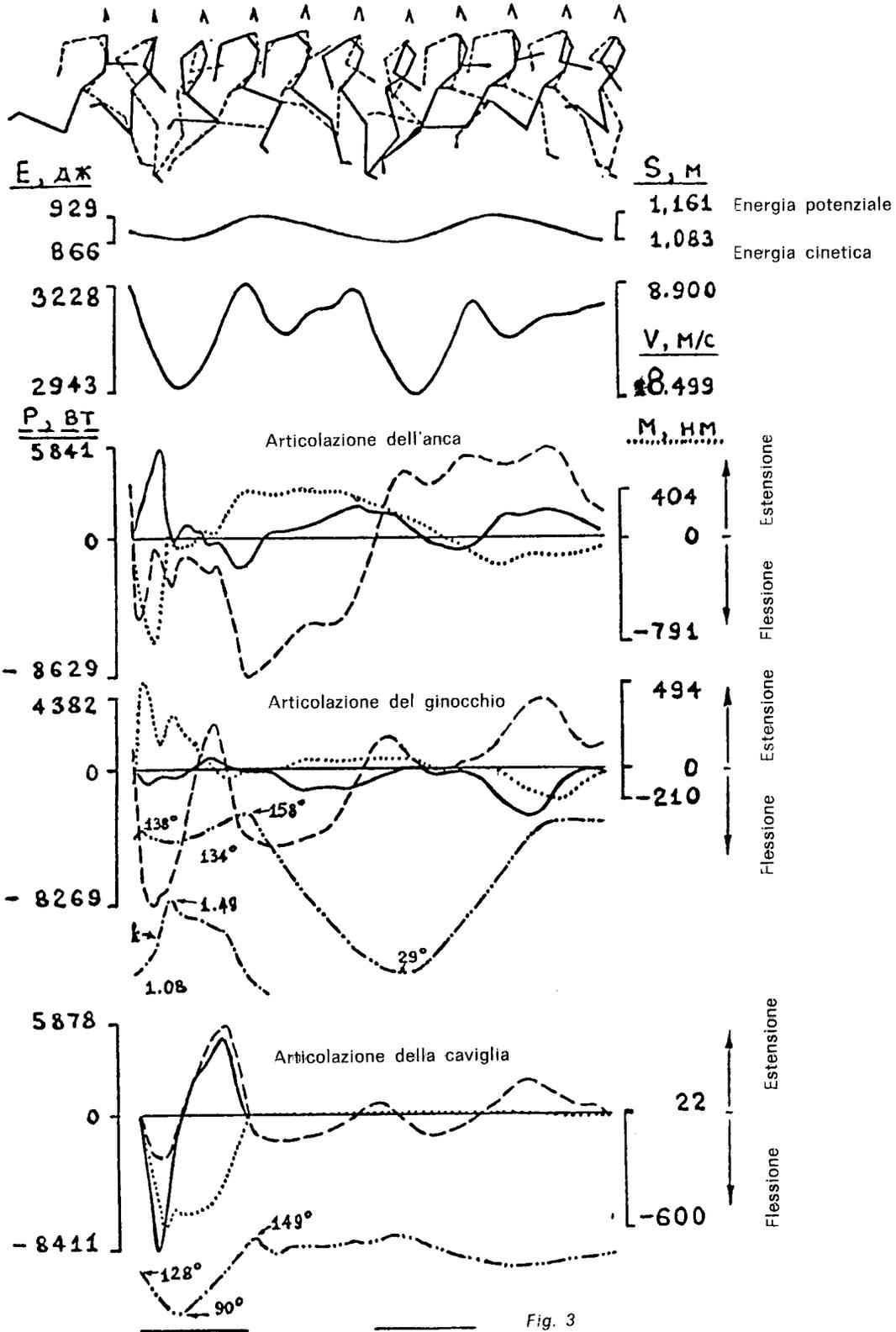


Fig. 3

un ruolo significativo nell'accelerazione del centro di gravità dell'atleta. Prendendo in considerazione i calcoli effettuati, l'attività dei flessori dell'anca è il fattore più importante che si oppone alle forze d'inerzia che influenzano il tronco dell'atleta. Quindi il ruolo della tensione dei muscoli dell'articolazione dell'anca durante la fase di appoggio, è di mantenere eretta la posizione di corsa del corpo dell'atleta.

E' da ricordare che il calcolo dei momenti di forza delle articolazioni non fornisce la risposta finale relativa al loro ruolo nell'accelerazione del centro di gravità del corpo in quanto non tiene conto delle velocità angolari delle articolazioni.

Il prodotto della prima caratteristica sopramenzionata per la seconda, ci dà la potenza sviluppata nelle articolazioni. La potenza prodotta nelle articolazioni della gamba è indicata dalle linee continue, i momenti di forze dalle linee punteggiate e gli angoli delle articolazioni dalle linee tratteggiate con punti (figura 3).

L'analisi di queste curve ha mostrato quanto segue:

Nella fase di appoggio il ruolo più importante è quello dei muscoli dell'articolazione della caviglia, e soprattutto del muscolo gastrocnemio. Ciò deriva dal cambio dell'angolo e dal rapporto negativo di potenza «caviglia (8,4 kw) - ginocchio (0,7 kw)». In altre parole il contributo dell'articolazione del ginocchio nel processo di ammortizzazione è soltanto l'8% di quella dell'articolazione della caviglia.

Dall'analisi dell'energia cinetica e potenziale che sono parti dell'energia esterna e che nel loro diverso rapporto fanno spostare il centro di gravità del corpo dell'atleta, consegue che nella fase di appoggio viene svolto un lavoro negativo di 330j. e che è uguale alla diminuzione di velocità di 0,30 m/sec..

In altre parole, in questa fase si verifica una perdita di velocità e di energia. Sorge quindi il problema: se è possibile diminuire queste perdite.

Come possiamo notare dalla figura 3, la maggior parte dell'energia esterna sta nel movimento verso il basso, lungo la gamba di appoggio. Dopo l'integrazione dei valori di forza nelle articolazioni, otteniamo i valori dell'energia che ha portato alla diminuzione degli angoli delle articolazioni, durante la fase di appoggio, e alla tensione dei muscoli.

I risultati dell'integrazione mostrano che la spesa di energia relativa alla tensione dei muscoli del ginocchio è di 16., e allo stesso tempo la tensione del muscolo gastrocnemio comporta una spesa di 227j.

In altre parole, quasi tutto il lavoro relativo alla

funzione di ammortizzazione, in questa fase, viene effettuata dai flessori della caviglia.

Consideriamo ora la fase di spinta. Durante questa fase la velocità del centro di gravità dell'atleta è aumentata di 0,4 m/sec. ed il lavoro positivo esterno è pari a 340j. Dalle curve della potenza delle articolazioni risulta che nella fase di spinta il muscolo tricipite surale gioca il ruolo più importante.

Per esempio, il lavoro svolto dai muscoli del ginocchio è di 31j. e allo stesso tempo i flessori plantari hanno svolto un lavoro pari a 192j. Quindi la maggior parte della spesa per il lavoro esterno di accelerazione del centro di gravità dell'atleta è strettamente connesso con l'articolazione della caviglia. La restante parte del lavoro viene svolto dalle estremità libere. Dalla figura 3 appare chiaro che il valore più alto in assoluto della potenza durante la fase di appoggio, (la maggior parte del quale viene speso per la tensione del muscolo gastrocnemio) porta all'aumento della potenza di spinta (la maggior parte del quale è dovuto alla contrazione del muscolo gastrocnemio).

Bisogna tenere a mente che il valore della potenza è stato determinato attraverso l'energia esterna calcolata su 107 soggetti. Quindi, da un punto di vista più preciso, le perdite sia di energia esterna sia di velocità del centro di gravità dell'atleta non sono poi così dannose. Prima di tutto, questa energia è necessaria per la tensione dei muscoli della gamba di appoggio e questa, a turno, consente la loro successiva contrazione durante la fase di spinta. In secondo luogo, una certa parte di energia non viene spesa ma accumulata nei muscoli dell'atleta come energia da stiramento e utilizzata nella loro contrazione successiva durante la fase di spinta.

Abbiamo rivolto la nostra attenzione sul lavoro dei muscoli della gamba di appoggio, in quanto l'accelerazione del centro di gravità del corpo dell'atleta ha luogo proprio nella fase di appoggio. Il movimento delle cosce dell'atleta, l'una verso l'altra, durante la fase di volo, è di massima importanza. L'accelerazione delle cosce l'una verso l'altra nella prima parte della fase di volo aumenta la frequenza del passo, abbrevia il periodo di tempo della fase di appoggio e successivamente aumenta la velocità di corsa. Non abbiamo riscontrato una significativa correlazione fra l'angolo di elevazione della coscia dell'arto inferiore libero e la velocità di corsa.

### 3 Conclusioni

1) Durante i primi passi di corsa, alla partenza, il fattore più importante nell'accelerazione

del centro di gravità dell'atleta è il lavoro degli estensori dell'anca e del ginocchio.

2) Nella corsa di sprint, la maggior parte del lavoro connesso con l'accelerazione del centro di gravità dell'atleta viene eseguito dal muscolo gastrocnemio.

3) La diminuzione dell'impulso di decelerazione e l'aumento della forza della reazione sul terreno raggiunta attraverso la diminuzione del tempo di decelerazione che riduce la perdita di velocità, è il criterio di base per una valutazione della tecnica dello sprint.

4) La diminuzione della perdita di velocità è connessa con il momento dell'anca (con la predominanza degli estensori dell'anca).

5) L'aumento della velocità del centro di gravità dell'atleta è condizionato dai momenti di

forza delle articolazioni dell'anca e della caviglia.

6) L'accelerazione delle cosce l'una verso l'altra nella prima parte della fase di volo è l'elemento chiave della corsa di sprint. Maggiore è l'accelerazione delle cosce, maggiore è la frequenza del passo di corsa e minore è il tempo della fase d'appoggio.

7) Non esiste una correlazione significativa fra l'angolo di elevazione della gamba di attacco e la velocità della corsa di sprint.

8) Il valore medio della forza nella fase di decelerazione non è correlato con la velocità della corsa di sprint. Il valore medio della forza nella fase di spinta, al contrario, ha un alto grado di correlazione con la velocità di corsa. Questi cambiamenti, sono accompagnati dall'accorciamento del tempo della fase d'appoggio.

**Indirizzo dell'Autore:**

*Prof. Alexander Korneljuk  
Sportkomiet SSSR  
Moscow  
URSS*