

SVILUPPO DEL MASSIMO SFORZO ESPLOSIVO

di Bernard Hopper

Molto spesso si discute di meccanica in atletica nei termini di una semplice relazione tra l'impulso di una forza (forza moltiplicata per il tempo durante il quale agisce) e la quantità di moto (la massa moltiplicata per la velocità) che essa produce nel corpo considerato: $\text{Impulso} = \text{Quantità di moto}$. Questa relazione è particolarmente utile nell'analisi di film, poiché il tempo impiegato per ogni azione, il quale è spesso brevissimo, si determina facilmente per mezzo della velocità, nota, di scorrimento dei fotogrammi.

Tuttavia, sebbene l'importanza del fattore tempo nello sviluppo di uno sforzo massimo è riconosciuta nelle tecniche speciali usate dagli atleti per svilupparlo, ogni sforzo propulsivo implica un'estensione vigorosa del corpo e degli arti, eseguita dagli appropriati gruppi muscolari; quindi si comprende come il fattore fondamentale di limitazione è piuttosto un fattore di distanza piuttosto che un fattore di tempo. Le distanze limitanti nel lancio del peso, per esempio, sono date dal diametro della pedana, dall'ampiezza del movimento delle spalle, dalla lunghezza dell'estensione del braccio, dallo scatto del polso, e dall'azione delle dita; allenatori e altri studiosi si sono pronunciati sull'ordine nel quale queste diverse parti del corpo devono dare il loro contributo all'impulso impresso all'attrezzo. Questo articolo è un tentativo di esaminare la teoria che fa da base a questo ordine, per vedere quali sono le condizioni per una prestazione ottimale in condizioni di « limitazioni di distanza » e per suggerire quindi le linee lungo le quali potrebbero farsi ulteriori progressi.

Come in tutti i problemi di questo tipo, la grossa difficoltà sta nella complessità del movimento, così che si deve scoprire

quali sono i principi per un movimento più semplice dello stesso tipo e applicarli poi al caso che si deve considerare. Possiamo ora usare questo metodo per risolvere una difficoltà molto importante: a un corpo come il peso si darà massima velocità quando la forza massima agisce su di esso per il più lungo tempo possibile; ma più grande è la forza, più velocemente si copriranno le distanze menzionate prima, e più in fretta l'azione terminerà. Se tentiamo di aumentare l'impulso aumentando la forza, lo riduciamo accorciando il tempo.

C'è un equilibrio tra forza e tempo per ottenere il risultato migliore? Quali sono le condizioni ottimali quando il corpo comincia a muoversi dalla posizione di riposo per una distanza limitata?

Per rispondere a questa domanda, prendiamo il caso di un corpo di massa M , al quale viene impressa un'accelerazione orizzontale (così che non dobbiamo considerare il peso) da una forza F che agisce su una distanza D . Supponiamo poi che ci voglia un tempo T per questa azione, e che la velocità del corpo alla fine dell'operazione sia V .

Ora, considerando F costante; l'impulso è $F \times T$, e la quantità di moto è $M \times V$, così:

$$1) \quad F \times T = M \times V.$$

Inoltre, il tempo impiegato è la distanza divisa per la velocità media, e, poiché il grave si muove da posizione di riposo e guadagna velocità in maniera uniforme per la forza supposta costante, la velocità media è la metà di quella finale, cioè:

$$\frac{1}{2} V. \text{ Il tempo } T \text{ è perciò } D / \frac{1}{2} V, \text{ che è } 2D/V.$$

L'equazione 1 può ora cambiarsi in:

$$F \cdot 2d/V = M \times V \text{ o } F \times D = \frac{1}{2} M \times V^2$$

E' chiaro da ciò che se la forza costante F agisce attraverso una distanza « limitante » fissa, D , nella direzione in cui agisce, imprime al corpo una velocità che sarebbe maggiore se F si rendesse maggiore.

Se, per esempio, potessimo quadruplicare F , allora le equazioni mostrano che V sarebbe raddoppiato, T sarebbe dimezzato e l'impulso, $F \times T$, sarebbe raddoppiato. In condizioni di distanza limitata, perciò la forza maggiore imprimerà al corpo la maggiore velocità

SVILUPPO DEL MASSIMO SFORZO ESPLOSIVO

di Bernard Hopper

Molto spesso si discute di meccanica in atletica nei termini di una semplice relazione tra l'impulso di una forza (forza moltiplicata per il tempo durante il quale agisce) e la quantità di moto (la massa moltiplicata per la velocità) che essa produce nel corpo considerato: $\text{Impulso} = \text{Quantità di moto}$. Questa relazione è particolarmente utile nell'analisi di film, poiché il tempo impiegato per ogni azione, il quale è spesso brevissimo, si determina facilmente per mezzo della velocità, nota, di scorrimento dei fotogrammi.

Tuttavia, sebbene l'importanza del fattore tempo nello sviluppo di uno sforzo massimo è riconosciuta nelle tecniche speciali usate dagli atleti per svilupparlo, ogni sforzo propulsivo implica un'estensione vigorosa del corpo e degli arti, eseguita dagli appropriati gruppi muscolari; quindi si comprende come il fattore fondamentale di limitazione è piuttosto un fattore di distanza piuttosto che un fattore di tempo. Le distanze limitanti nel lancio del peso, per esempio, sono date dal diametro della pedana, dall'ampiezza del movimento delle spalle, dalla lunghezza dell'estensione del braccio, dallo scatto del polso, e dall'azione delle dita; allenatori e altri studiosi si sono pronunciati sull'ordine nel quale queste diverse parti del corpo devono dare il loro contributo all'impulso impresso all'attrezzo. Questo articolo è un tentativo di esaminare la teoria che fa da base a questo ordine, per vedere quali sono le condizioni per una prestazione ottimale in condizioni di « limitazioni di distanza » e per suggerire quindi le linee lungo le quali potrebbero farsi ulteriori progressi.

Come in tutti i problemi di questo tipo, la grossa difficoltà sta nella complessità del movimento, così che si deve scoprire

quali sono i principi per un movimento più semplice dello stesso tipo e applicarli poi al caso che si deve considerare. Possiamo ora usare questo metodo per risolvere una difficoltà molto importante: a un corpo come il peso si darà massima velocità quando la forza massima agisce su di esso per il più lungo tempo possibile; ma più grande è la forza, più velocemente si copriranno le distanze menzionate prima, e più in fretta l'azione terminerà. Se tentiamo di aumentare l'impulso aumentando la forza, lo riduciamo accorciando il tempo.

C'è un equilibrio tra forza e tempo per ottenere il risultato migliore? Quali sono le condizioni ottimali quando il corpo comincia a muoversi dalla posizione di riposo per una distanza limitata?

Per rispondere a questa domanda, prendiamo il caso di un corpo di massa M , al quale viene impressa un'accelerazione orizzontale (così che non dobbiamo considerare il peso) da una forza F che agisce su una distanza D . Supponiamo poi che ci voglia un tempo T per questa azione, e che la velocità del corpo alla fine dell'operazione sia V .

Ora, considerando F costante; l'impulso è $F \times T$, e la quantità di moto è $M \times V$, così:

$$1) \quad F \times T = M \times V.$$

Inoltre, il tempo impiegato è la distanza divisa per la velocità media, e, poiché il grave si muove da posizione di riposo e guadagna velocità in maniera uniforme per la forza supposta costante, la velocità media è la metà di quella finale, cioè:

$$\frac{1}{2} V. \text{ Il tempo } T \text{ è perciò } D / \frac{1}{2} V, \text{ che è } 2D/V.$$

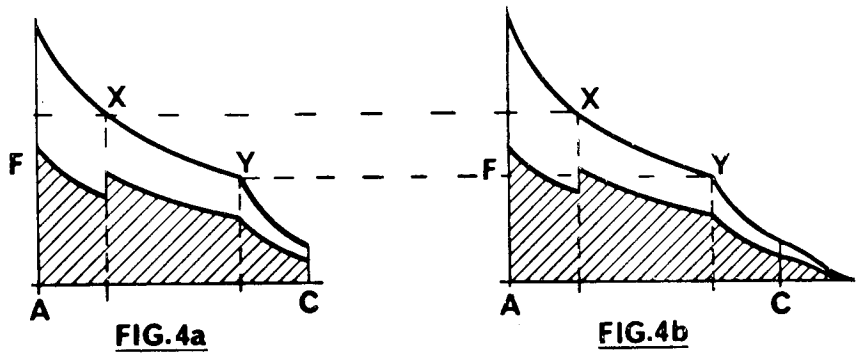
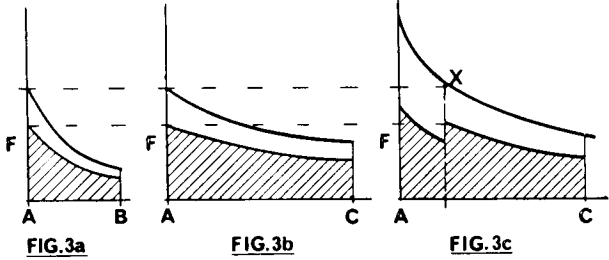
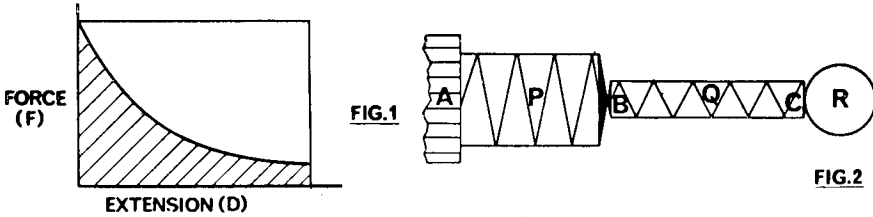
L'equazione 1 può ora cambiarsi in:

$$F \cdot 2d/V = M \times V \text{ o } F \times D = \frac{1}{2} M \times V^2$$

E' chiaro da ciò che se la forza costante F agisce attraverso una distanza « limitante » fissa, D , nella direzione in cui agisce, imprime al corpo una velocità che sarebbe maggiore se F si rendesse maggiore.

Se, per esempio, potessimo quadruplicare F , allora le equazioni mostrano che V sarebbe raddoppiato, T sarebbe dimezzato e l'impulso, $F \times T$, sarebbe raddoppiato. In condizioni di distanza limitata, perciò la forza maggiore imprimerà al corpo la maggiore velocità

finale malgrado il breve tempo dell'operazione. Il prodotto $F \times D$, usato sopra, si chiama il « lavoro fatto » dalla forza, e $\frac{1}{2} M \times V^2$ è noto come l'« energia cinetica » del corpo sul quale la forza ha agito.



E' ora facile applicare questo risultato al caso in cui la forza F non è costante, perché il prodotto F.D. è semplicemente l'area del rettangolo della Fig. 1 quando F è costante, e della figura irregolare, tratteggiata se F varia nella maniera indicata. Anche se non conosciamo il modo preciso in cui la forza cambierà nel corso di qualsiasi particolare azione muscolare, è evidente che l'obiettivo

da cercare è l'area massima della figura; cioè, l'applicare all'attrezzo (nel lancio) la maggior forza possibile in tutte le fasi del movimento sulla distanza fissa; la forza agirà il più possibile in direzione del movimento.

Prima di considerare l'effetto di più di una componente in estensione che agisce su un attrezzo, nello stesso tempo, dobbiamo capire che la forza F , usata prima, è la forza disponibile per accelerare l'attrezzo e che questa è minore di quella sviluppata dalla azione muscolare dell'arto che compie il movimento. Ciò avviene perché un pò di forza serve per accelerare l'arto ed un pò si perde per superare le resistenze viscosse ed altre; questa causa la diminuzione di F quando aumenta la velocità di estensione dell'arto. Più è veloce l'estensione e più piccola è la forza disponibile per lavoro utile, e quindi un principio da considerare, per ottenere il massimo sforzo esplosivo è il prevenire velocità inutilmente alte di estensione del corpo o delle membra. Questo sembra introdurre un altro paradosso, perché, se vogliamo che uno sforzo esplosivo produca un'alta velocità finale, sembrerebbe essenziale la partecipazione ad esso del movimento degli arti. Come possiamo, allora, evitare che qualche parte del corpo si muova velocemente in queste condizioni?

Il chiarimento di questa difficoltà è legato al fatto che più di una parte del corpo si usa nell'azione propulsiva, e che le componenti più potenti possono essere usate per spingere in avanti le altre mentre esse si estendono. Supponiamo di prendere come nostro sistema artificiale, semplificato, una componente pesante P , un'estremità fissata in A , ed estesa orizzontalmente sulla distanza AB , e che spinge davanti a sé una componente più leggera Q che si estende da B a C mentre spinge in avanti il corpo R . Questo corrisponde, più o meno, ad un lancio di peso da fermi, eseguito con uno scatto della spalla (P) che spinge il braccio (Q) e questo, a sua volta, spinge il peso (R) orizzontalmente.

Quale dovrebbe essere lo schema di queste estensioni per ottenere che si imprima la massima forza al peso in tutte le fasi del movimento?

Supponiamo, prima di tutto, che P sia in posizione di quiete mentre Q si stende, esercitando la maggior forza possibile su R . Il diagramma della « estensione » della forza sarà come quello della fig. 3^a, dove la zona tratteggiata rappresenta il lavoro fatto da Q su R , quella non tratteggiata rappresenta il lavoro fatto da Q per darsi il movimento sulla stessa distanza. Notate che R ha sempre un'accelerazione più rapida di Q , perché è messo all'estremità di Q che si muove più velocemente; ma la forza cala rapidamente man

mano che l'estensione procede e l'area della figura è piccola. Considerate il progresso, tuttavia, se, mentre il braccio (Q) si stende, la sua connessione con la spalla (P) è accelerata nella stessa direzione da uno scatto di P. Questo non solo rende maggiore l'estensione totale (A a C), ma evita che il braccio Q si stenda troppo rapidamente; fa sì, infatti, che esso sviluppi una forza maggiore di quella che poteva esercitare prima. Se P e Q iniziano e finiscono la loro estensione insieme, l'energia cinetica impressa al braccio e al peso sarà rappresentata da aree più grandi e la velocità di lancio di R sarà corrispondentemente maggiore. (fig. 3b)

Ci sono, tuttavia, altre possibilità. Supponiamo, per es., che P (la componente pesante più potente) eserciti una forza su Q molto maggiore di quella citata prima; essa dà un'accelerazione così grande che il braccio Q non può muoversi e muovere il peso dalla spalla. In questo caso, P, Q, R si muovono tutti insieme con la stessa accelerazione perché P imprime a Q e R una forza maggiore di quella che può esercitare Q per iniziare la sua estensione. Il braccio ed il peso sono in una posizione analoga a quella di un astronauta, che può muovere i suoi arti dal letto contro il quale è premuto forte dalla navicella che accelera rapidamente. Questa, tuttavia, è una situazione che non può durare indefinitamente perché, come tutte le forze muscolari il grosso scatto della spalla P « cade » rapidamente man mano che il sistema guadagna velocità, finché a X (fig. 3c) diventa uguale a quella che può esercitare Q. Q allora si spinge e spinge il peso R nella sua estensione completa e, se P e Q terminano la loro estensione insieme, il risultato (come si vede nella fig. 3c) è anche migliore di prima. Questo fatto appoggia il ben noto punto di vista degli allenatori secondo il quale le componenti più potenti e più lente devono entrare in azione prima che le più piccole e veloci diano il loro contributo. La componente Q non si muove fin quando non si raggiunge il punto X e si dovrebbe notare che l'efficienza dello sforzo, per quanto riguarda il lavoro fatto su R, non è alta nelle prime fasi come lo è nelle ultime, perché la accelerazione di R non è superiore a quella delle altre masse finché Q non inizia ad estendersi.

Gli esempi precedenti mostrano come l'estensione di una componente può ritardare l'estensione di un'altra e così da fare in modo che questo faccia un lavoro maggiore durante l'estensione, e dar luogo ad una velocità finale più alta; e notiamo che questo è dovuto alla maggior forza esercitata dal sistema in queste condizioni e anche dalla maggiore distanza sulla quale essa agisce. Questo ci porta a pensare quanto sia auspicabile che le due componenti finiscano la loro estensione insieme; o, se ciò non è possibile,

che quella che si muove lentamente, P, finisca per prima. E' evidente, per es., che se il braccio Q si estende completamente prima di P, l'intero sistema perderà velocità improvvisamente e l'attrezzo dovrà essere lasciato a questo punto: prima che sia avvenuta la massima estensione. Se P finisce prima (e ciò è più probabile se inizia prima, come un buon sistema di allenamento richiede): Q può ancora continuare ad esercitare forza sull'attrezzo anche se parzialmente trattenuto al punto Y (fig. 4^a) e continuando a muoversi da quel punto da solo, se possiamo stabilire che P, avendo raggiunto il limite della sua estensione, è libero di continuare a muoversi in avanti con qualsiasi velocità abbia acquisito, allora non ci sarà più impedimento all'avanzamento di Q, che potrà continuare la sua estensione, esercitando una forza in avanti sull'attrezzo e all'indietro su P, facendo rallentare quest'ultimo. Nel lancio del peso ed in altri lanci questo ha un notevole valore di recupero, particolarmente se avviene quando l'atleta ha perso contatto col terreno; dà luogo ad un diagramma di elangazione della forza di estensione maggiore degli altri considerati (fig. 4b), anche se la forza applicata al peso « cade » rapidamente verso la fine.

Ora, sebbene sia chiaro che i principi compresi nella discussione semplificata fatta sopra, si applicheranno a sistemi più complessi usati nei lanci ed in altre specialità, non è facile dogmatizzare sui metodi di miglioramento della tecnica di lancio. Questo avviene perché le caratteristiche di estensione della forza di date azioni muscolari variano da un individuo ad un altro, cosicché è impossibile dire a che punto del diagramma l'azione esplosiva dovrebbe iniziare in ogni caso specifico; è però almeno possibile rilevare i seguenti punti:

1) Se le componenti più leggere e veloci possono estendersi subito da quelle più pesanti (come nella fig. 3b), le ultime hanno bisogno di rinforzo per produrre l'effetto di 3c, anche se quelle pesanti finiscono prima il loro movimento.

2) Aumentando la elangazione delle componenti potenti si avrà un miglioramento maggiore che facendo la stessa cosa con le componenti più deboli.

3) Se una componente veloce finisce la sua estensione presto, la più pesante in contatto con essa ha bisogno di essere rinforzata.

Ciò eviterebbe che iniziasse troppo presto la sua estensione e ridurrebbe la sua accelerazione durante l'estensione.

Tratto da Track Technique
Tradotto da Maria Chiara Starace.