

# Fisica degli Sport Lezione 9:

## Introduzione ai Muscoli

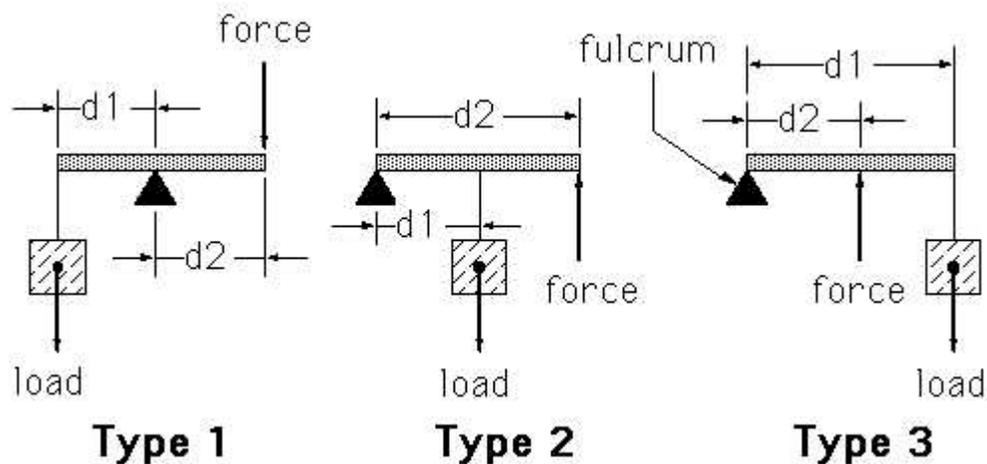
Aggiornata al 22/4/1999

Fino a questo punto tutto il materiale di cui abbiamo trattato è stato piuttosto convenzionale per un corso di introduzione alla fisica. Abbiamo preso in considerazione molti esempi usando gli sport, ma il contenuto fondamentale è stato principalmente la fisica. Abbandoneremo ora questa strada e inizieremo a discutere argomenti che non verrebbero fuori in un corso di fisica normale, ma che sono importantissimi per la comprensione degli sport.

Per iniziare questa nuova linea di indagine, discuteremo a grandi linee come è costituito il corpo e come si muove. In particolare, i muscoli scheletrici ed il modo in cui si attaccano alle ossa. La nostra prima tappa è una breve trattazione delle leve.

### 3 Tipi di Leve

Una leva è una macchina semplice che sfrutta i principi fisici per ottenere un vantaggio meccanico, permettendo alle persone di spostare carichi più pesanti di quelli che potrebbero spostare da sole. Una leva consiste di un braccio (un oggetto lungo e rigido) ed un fulcro o punto cardine. Per usare una leva un carico deve essere posto sul braccio in un punto e si deve applicare una forza in un altro punto. Ci sono fondamentalmente tre modi diversi in cui è possibile posizionare il carico, la forza applicata ed il fulcro. Si tratta dei tre tipi di leve illustrati sotto.



Il piede di porco è un esempio di leva di 1° genere; la carriola è una leva di 2° genere; come diremo sotto, i movimenti degli arti si ottengono spesso usando leve di 3° genere.

In tutti e tre i tipi di leva la forza necessaria a sollevare un carico di peso  $W$  è data da

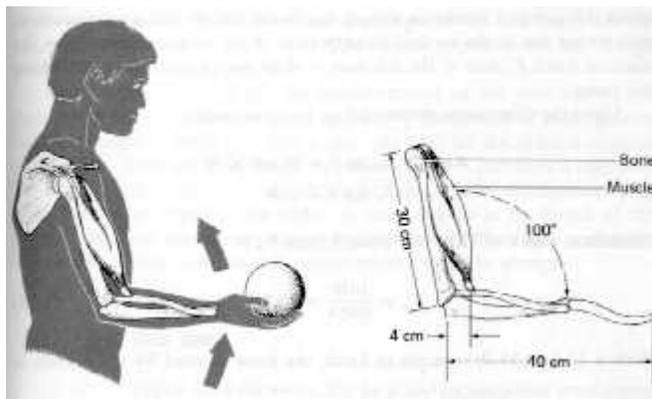
$$F = W d_1/d_2$$

dove  $d_1$  e  $d_2$  sono i bracci della leva mostrati nella figura. Quindi, se  $d_1$  è minore di  $d_2$ , si ottiene un vantaggio meccanico e la forza richiesta è minore del peso. Questo vantaggio meccanico è dato semplicemente da

$$M = W/F = d_2/d_1$$

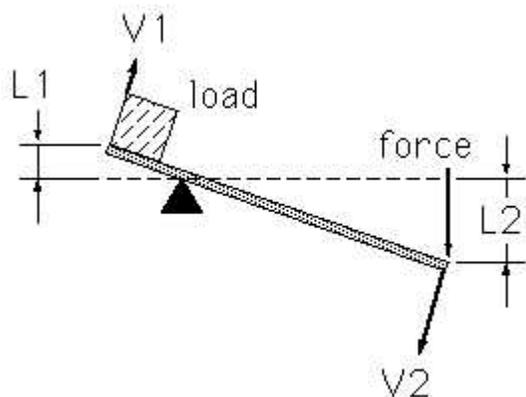
Esaminando la figura dovreste essere rapidamente in grado di notare che le leve di 2° genere offrono sempre un vantaggio meccanico, come di solito avviene per le leve di 1° genere (a meno che non si posizioni il fulcro in un posto stupido). Invece le leve di 3° genere non offrono MAI un vantaggio meccanico. La forza necessaria a sollevare un peso usando una leva di 3° genere è sempre maggiore del peso.

La figura sulla destra mostra chiaramente che il braccio è una leva di 3° genere. In questo caso il gomito è il fulcro della leva e la forza viene applicata nel punto in cui il muscolo è attaccato all'avambraccio, molto vicino al gomito. Il carico è ben lontano, alla fine del braccio. In questo caso la forza necessaria a sollevare il peso sarà DIECI VOLTE il peso dell'oggetto.



Gli scimpanzé, per esempio, sono fatti per funzionare “meglio” dal punto di vista della forza fisica. La massa muscolare totale di uno scimpanzé adulto è appena un terzo circa di quella di un maschio umano adulto. Ma gli scimpanzé per certi movimenti possono esercitare una forza doppia rispetto agli esseri umani. Il motivo è che il punto di attacco tra il bicipite e l'avambraccio negli scimpanzé è più lontano dal gomito che negli esseri umani, per cui il vantaggio meccanico dello scimpanzé ( $d_2/d_1$ ) è maggiore. Non sfidate mai uno scimpanzé a braccio di ferro!

Dunque perché il braccio sembra fatto per funzionare così poco efficacemente? La forza non è la sola cosa che può essere ingrandita usando una leva. Anche la distanza percorribile e la velocità possono essere aumentate. Chiamiamo la distanza percorsa dal carico  $L_1$  e la sua velocità  $V_1$ .



Analogamente, la distanza percorsa dal punto in cui la forza viene applicata è  $L_2$  e la velocità di questo punto è  $V_2$  (osservate la figura a sinistra).

Usando queste definizioni possiamo scrivere delle espressioni molto simili a quella sopra valida per la forza.

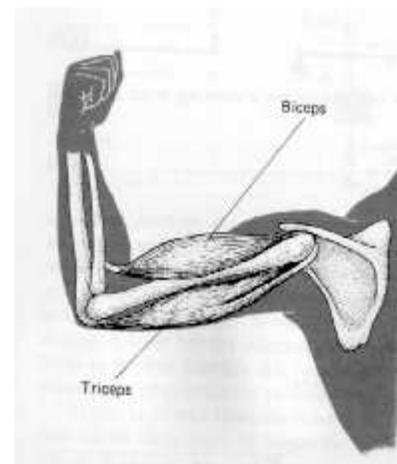
$$L_1 = L_2 d_1/d_2 \quad V_1 = V_2 d_1/d_2$$

Potete notare che il vantaggio guadagnato in termini di spostamento o di velocità del carico è semplicemente l'inverso del vantaggio meccanico. Quindi si ha o l'uno o l'altro, ma non entrambi. Diamo un'altra occhiata al disegno del gomito. E' chiaro che, piegando il braccio, il punto di contatto tra il muscolo e l'avambraccio si sposterà meno della palla. Dal momento che i due movimenti avvengono contemporaneamente, anche la velocità della palla deve essere maggiore. Dunque sembra che il corpo umano non sia fatto per ottenere la massima forza fisica. E' fatto per ottenere una discreta velocità ed un buon raggio d'azione. In altre parole, è fatto per gli sport!

## Muscoli

Il corpo umano contiene un'ampia serie di muscoli che controllano praticamente tutte le sue funzioni. Comunque, per quanto riguarda gli sport, ci interessano principalmente i [muscoli scheletrici](#) che controllano il movimento. Ne esistono centinaia, la maggior parte di questi con [nomi bizzarri](#), ma in linea di massima semplificheremo il discorso parlando solo dei principali.

I muscoli scheletrici sono attaccati alle ossa tramite i tendini, che sono costituiti da tessuti robusti, simili a corde. Uno dei tendini più grandi del corpo è anche il più noto: il tendine di Achille, che collega il muscolo del polpaccio al tallone; lo si può sentire nella parte posteriore della caviglia. Se muovete rapidamente le dita ed osservate il dorso della mano potete vedere i tendini che collegano le dita ai muscoli dell'avambraccio. La maggior parte dei muscoli termina in un unico tendine, ma vi sono delle eccezioni. Il muscolo bicipite



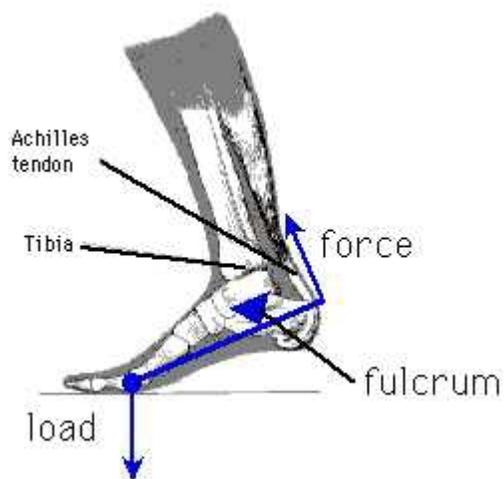
termina in due tendini, mentre il tricipite in tre. Vi riesce indovinare quanti tendini partono dal quadricipite? Ciascuna estremità di un muscolo si attacca ad un osso diverso e i due ossi in questione si incontrano in una articolazione. Avrebbe poco senso avere un muscolo che agisce su un solo osso, o che agisce tra due ossi che non si possono muovere l'uno rispetto all'altro! Così come le forze nella

3<sup>a</sup> Legge di Newton, i muscoli operano in coppie. Le coppie sono sistemate l'una opposta all'altra in modo tale che un muscolo apre l'articolazione e l'altro la chiude. Il bicipite ed il tricipite formano una di queste coppie: il bicipite chiude il gomito ed il tricipite lo apre. Ci sono molti altri muscoli attaccati all'articolazione del gomito che servono a renderlo più stabile, *etc.* ma il bicipite ed il tricipite sono i principali responsabili del suo movimento.

In ogni coppia di muscoli quello che sta svolgendo la sua funzione in un determinato momento si chiama agonista, mentre quello ad esso opposto, che si trova presumibilmente a riposo, è chiamato antagonista. Dunque, quando si solleva un peso, il bicipite è il muscolo agonista ed il tricipite è quello antagonista. Ma quando si esegue un rovescio nel tennis allora i ruoli si ribaltano ed il tricipite è il muscolo agonista, mentre il bicipite è quello antagonista. Questo accoppiamento di muscoli è reso necessario dal fatto che essi possono applicare una forza in un'unica direzione; possono tirare, ma non premere.

Se il muscolo antagonista non è a riposo mentre il muscolo agonista sta tentando di svolgere la sua funzione allora i muscoli lavoreranno l'uno contro l'altro e gran parte dello sforzo generato verrà sprecato. Ecco perché è importante fare *stretching* e “sciogliersi” prima di un'intensa attività fisica. Se i muscoli sono “tesi” allora interferiranno quando sono nella posizione di antagonisti. Si punta molto su questo quando si cerca di “demolire psicologicamente” un avversario. Quando si è nervosi, stressati o spaventati, il cervello può inviare segnali confusi ai muscoli, facendo in modo che essi si mettano in funzione senza che sia necessario. Questo in una situazione di gioco può rendere i muscoli antagonisti più rigidi di quanto debbano essere, provocando un effetto negativo sulla prestazione.

La combinazione di muscoli e articolazioni, dunque, può essere vista come una [serie di leve](#). In situazioni diverse il corpo può utilizzare diversi tipi di leve. Abbiamo parlato di come il bicipite ed il gomito formino una leva di 3° genere, siete in grado di notare dal disegno sopra che il tricipite ed il gomito formano una leva di 1° genere? Il tricipite si attacca leggermente ad un lato del gomito (fulcro) mentre il



carico è completamente dall'altra parte. Quindi, nonostante sia una leva di 1° genere, ha comunque un vantaggio meccanico minore di uno; in altre parole è fatto per la velocità, non per la forza. Un altro esempio di leva di 1° genere nel corpo umano è mostrato a sinistra. Quando si sta in punta di piedi, il nostro peso (carico) viene trasferito al suolo

attraverso la parte anteriore del piede, l'articolazione della caviglia funge da fulcro e la forza applicata viene fornita dal tendine di Achille. Ancora una volta il vantaggio meccanico è minore di 1; il tendine di Achille deve fornire una forza pari a circa 2,5 volte il nostro peso quando si sta in questa posizione (su un piede solo). Ecco perché gli infortuni al tendine di Achille sono così debilitanti.

## Lezione 9

### PUNTI PRINCIPALI:

- Le leve possono aumentare o la forza o la velocità, ma non entrambe. Le leve del corpo umano in genere aumentano la velocità.
- Nel corpo umano ci sono sia leve di 1° genere che di 3° genere.
- I muscoli sono sistemati in coppie agonista-antagonista perché possono solo tirare, non possono premere.

## Lezione 10

### ANTEPRIMA:

La potenza ed il modo in cui i muscoli la generano: la Legge dei Muscoli.