

LA BIOMECCANICA DELLA CORSA E DELLA MARCIA

Dott. Franziskus Vendrame, Chinesiologo, Centro Kinesis, Conegliano (TV)

Analizzare l'azione del trailrunner non è cosa semplice. Fondamentalmente perché non si tratta di una sola tipologia di azione, ma di complesse azioni espletate su terreni diversi e in un arco di tempo ampio. Corre in piano, ma anche in salita e soprattutto in discesa. Corre sull'asfalto, sullo sterrato, sull'erba, su sentiero e su roccia. La maggior parte dei trailrunners cammina per lunghi tratti con e senza l'uso dei bastoni. Tutte queste situazioni concorrono a rendere ampio lo spettro di azioni da analizzare. Sinteticamente però possiamo dividere le azioni del trailrunner in due classi: *corsa e marcia*. Lo strumento per analizzarle è la biomeccanica.

Cos'è la biomeccanica?

E' l'applicazione di leggi fisiche alla "macchina umana". L'uomo, dalla sua nascita in poi, si troverà sempre a contrastare la forza di gravità in tutte le sue attività. Attraverso la biomeccanica siamo in grado di comprendere il funzionamento della macchina umana, sia quando è ferma (statica), sia quando è in movimento (dinamica) e comunque sempre come adattamento all'azione della forza di gravità. Il modello biomeccanico che deriva da queste applicazioni ci consente di individuare degli status ottimali, o meglio ideali, a cui cerchiamo di tendere in particolare nello svolgimento delle attività sportive. Ecco che l'analisi del gesto motorio della corsa e della marcia confrontato con i modelli biomeccanici ci permette di prendere coscienza del nostro modo di correre o camminare, di definire protocolli di allenamento mirati e sostanzialmente di migliorare anche la performance.

La macchina "uomo"

Per applicare le leggi della fisica alla corsa e alla marcia, dobbiamo considerare l'uomo alla stregua di una macchina, costituita da un **TELAIO**, dal **MOTORE** e dalla **CENTRALINA ELETTRONICA**.

Il telaio è formato dalle ossa e dalle articolazioni. Le ossa umane sono normalmente 206 suddivise in corte (es. falangi, coste), lunghe (es. femore, omero) e piatte (es. sterno, ossa craniche). Sono composte per 1/3 di acqua e per 2/3 da sostanze minerali (fosfato, carbonato di calcio, collagene). Le ossa vengono collegate tra loro dalle articolazioni [Immobili (sinartrosi), semimobili (anfiartrosi), mobili (diartrosi)] e attraverso queste si muovono ruotando, scivolando e rotolando. I movimenti che possiamo compiere sono moltissimi poiché coinvolgono quasi sempre diverse articolazioni consentendoci di spostarci in tutti i piani dello spazio. Per semplicità distinguiamo i movimenti in *catena cinetica chiusa (ccc) quando facciamo un piegamento* (ad esempio caricando il peso del corpo sui piedi o sulle mani) e i movimenti in *catena cinetica aperta (cca) quando facciamo una flessione* (ed esempio avvicinare le mani o i piedi al corpo senza caricarci il peso).

Il motore è l'intero apparato muscolare, mentre la centralina elettronica è formata dal sistema nervoso centrale (snc) e dal sistema nervoso periferico (snp).

Le leve ("Datemi una leva e solleverò il mondo", Archimede)

La leva è una macchina semplice mobilizzata su un punto di appoggio (fulcro), il cui scopo è di equilibrare o vincere una forza (resistenza) con un'altra forza (potenza). **Immagine B**

Ci sono 3 tipi di leva: Inter-potente o di velocità, Inter-fulcro o di equilibrio, Inter-resistente o di forza. La leva più efficace per sollevare un peso è indubbiamente quasi sempre quella inter-fulcro (ad esempio una bilancia con i piatti o il piede di porco usato per schiodare una tavola) dove è sufficiente una potenza piccola per vincere una grande resistenza (a volte anche più piccola della resistenza o del peso da sollevare). Il corpo umano però è composto quasi esclusivamente da leve inter-potenti o svantaggiose. Pensiamo al movimento di flessione dell'avambraccio sul gomito mentre si solleva un manubrio: il fulcro è il gomito, la resistenza è il manubrio posto sulla mano (a cui si deve aggiungere il peso dell'avambraccio) e la potenza è data dal bicipite che si inserisce con il tendine praticamente subito dopo il gomito e quindi vicino al fulcro. Si intuisce che il bicipite deve esprimere una forza ben superiore ai 2 kg del manubrio per sollevare l'avambraccio. Nell'uomo ci sono solo 2 leve di tipo diverso: una leva inter-fulcro (la testa, con il fulcro rappresentato dall'articolazione tra il cranio e la colonna vertebrale) e una leva inter-resistente (il piede, dove il fulcro è l'avampiede, la resistenza è il peso del corpo che cade "dentro" il piede e la forza è data dal polpaccio che si inserisce sul calcagno). Quindi la macchina uomo è composta da leve svantaggiose, ma molto veloci.

IL MOTORE

Il muscolo è l'unità motoria per eccellenza e funziona trasformando energia chimica (metabolizzazione degli alimenti) in energia meccanica e calore contraendosi. Il muscolo è formato da filamenti di actina e miosina raggruppati in miofibrille che poste in parallelo formano le fibre muscolari. Abbiamo muscoli lisci (muscoli che rivestono la parete addominale interna) che si contraggono involontariamente e muscoli striati (tutti gli altri muscoli) che si contraggono volontariamente (tranne il cuore che è un muscolo striato ma è sotto il controllo del SNC involontario). Abbiamo muscoli che hanno le loro unità contrattili (sarcomeri) prevalentemente in serie. È il caso di muscoli a contrazione veloce come il sartorio o il gastrocnemio (tricipite, polpaccio). Ma abbiamo anche muscoli che hanno i sarcomeri prevalentemente in parallelo: sono muscoli a contrazione lenta, ma molto forti come i muscoli della colonna vertebrale. Ci sono persone che nascono con muscoli particolarmente efficaci in velocità e altri con muscoli più lenti e più forti. Si capisce che a parità di allenamento, la persona con muscolatura veloce correrà più velocemente.

Il muscolo può compiere 2 lavori. Compie lavoro positivo quando si contrae e mobilizza 2 segmenti ossei tra loro avvicinandoli o allontanandoli (es. lavoro positivo del bicipite brachiale nella flessione dell'avambraccio sul braccio per sollevare ad esempio un peso di 5 kg). Compie lavoro negativo quando, pur contraendosi, i due segmenti ossei si spostano in direzione contraria alla contrazione (ad esempio lavoro negativo del bicipite brachiale quando appoggiamo a terra il peso da 5kg)

- Il muscolo SI ACCORCIA CONTRAENDOSI (potenza positiva = peso x lunghezza del segmento)
- Il muscolo SI ALLUNGA CONTRAENDOSI (potenza negativa = Forza x lunghezza del segmento)

Si ha quasi esclusivamente lavoro positivo nel nuoto, nel volo o durante la contrazione del cuore. (**immagine A**)

Il lavoro muscolare è prevalentemente positivo durante la camminata in salita fino a divenire uguale al lavoro negativo nella marcia e nella corsa a velocità costante. In sintesi vediamo cosa succede nella marcia e nella corsa.

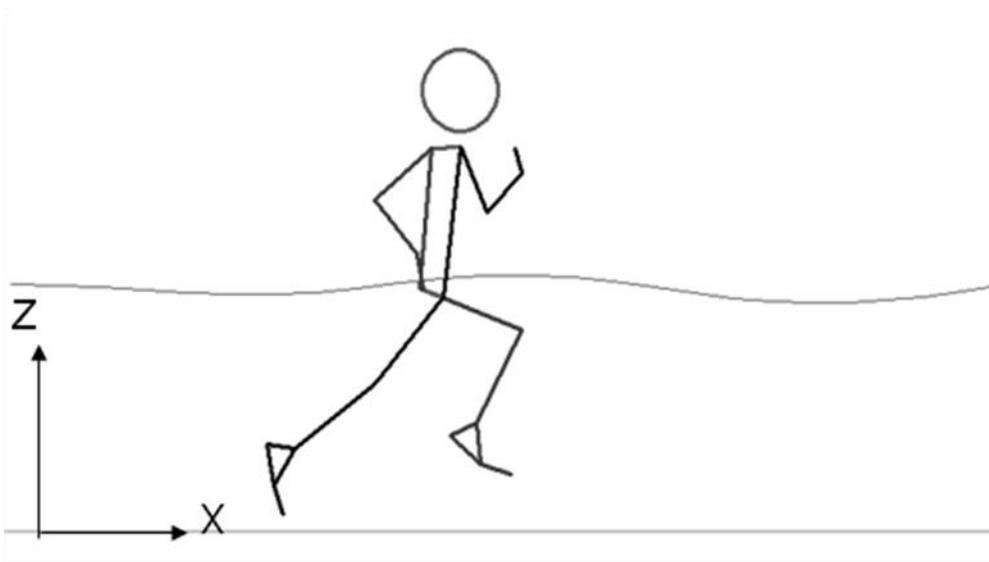
- Si fa più fatica a salire le scale (lavoro positivo) che a scenderle (lavoro negativo). Più veloce salgo e scendo le scale e maggiore è la differenza tra i due lavori (1/5)

Nella corsa a velocità costante, dove finisce il lavoro negativo del muscolo? Nel muscolo stesso! Questo perché le componenti elastiche presenti all'interno del muscolo sono in grado di recuperare l'energia prodotta dal lavoro negativo e di renderla disponibile per la successiva contrazione.

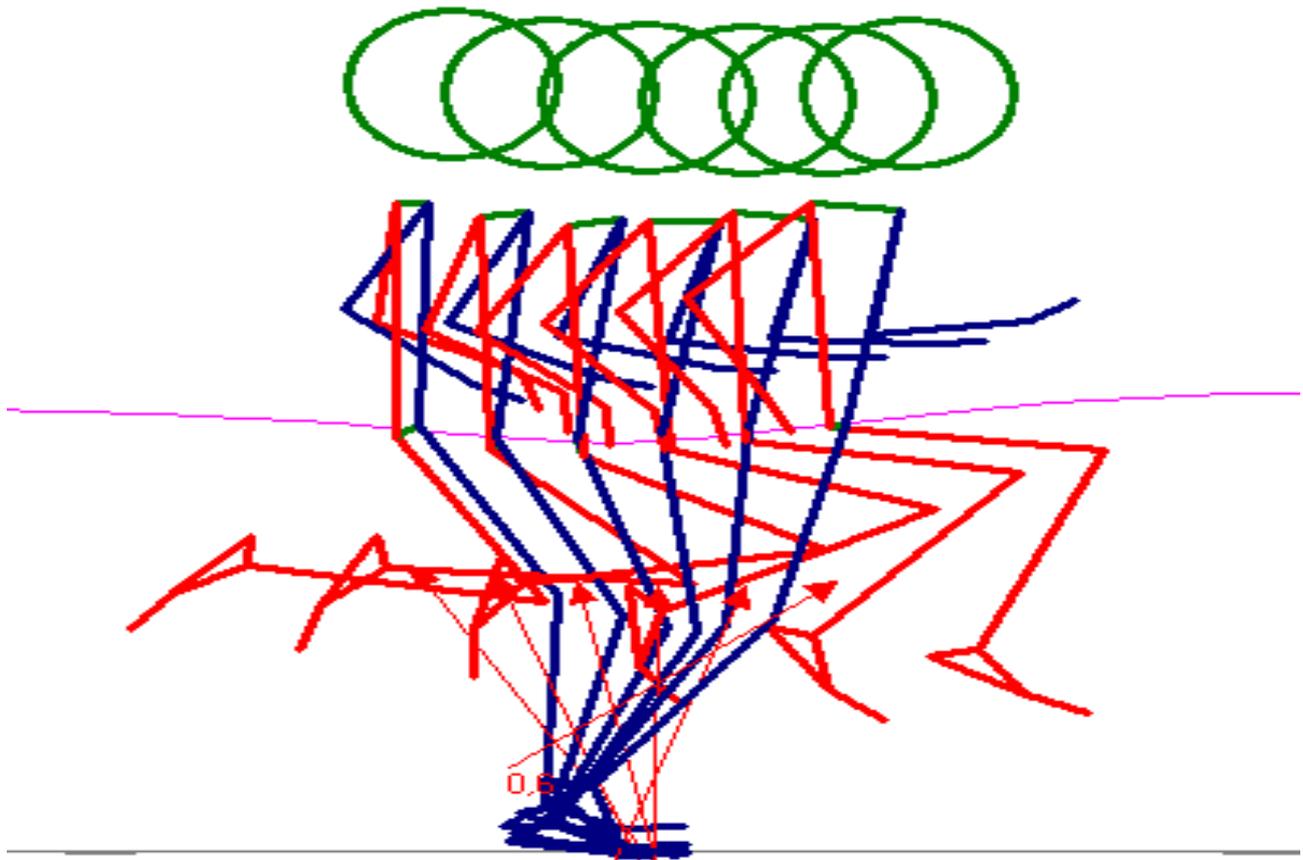
Ciò significa che ad ogni passo di corsa, nella fase in cui il piede tocca terra e fino a quando non spinge per mandarmi in avanti, si ha accumulo di energia durante lo stiramento del muscolo contratto, in questo caso il quadricipite. (sequenza n° 1)

Corsa e locomozione

È costosa (più del volo e più del nuoto). Questo perché, come in tutti gli sport terrestri, abbiamo a che fare con il suolo. Ogni volta che appoggiamo il piede a terra, i muscoli degli arti inferiori compiono lavoro negativo fino a quando il baricentro corporeo non si troverà esattamente sopra il piede. Se fate attenzione alla vostra corsa o alla vostra marcia, capite subito che nel momento esatto in cui il piede tocca terra, il baricentro del corpo è più indietro. La fase del passo in cui il baricentro avanza fino a trovarsi sopra il piede d'appoggio è ottenuta con produzione di lavoro negativo. Da quando il baricentro si sposta più avanti del piede e fino a quando non appoggiamo a terra l'altro è ottenuta con produzione di lavoro positivo (fase di volo nella corsa). Sequenza n° 2



SEQUENZA N° 2



SEQUENZA N° 1

Appare evidente quindi che la performance è strettamente legata alla capacità di sfruttare al massimo la fase di lavoro negativo del muscolo. Come contrastiamo la frenata nella marcia e nella corsa?

- Innalzando il baricentro nella marcia
- Abbassando il baricentro nella corsa

Quindi In entrambe le andature abbiamo bisogno di ridurre al minimo gli effetti frenanti dell'impatto al suolo dell'appoggio, adottando però due soluzioni completamente opposte.

Nella corsa lenta e/o costante del trailrunner la distanza del baricentro dall'appoggio è ampia rendendo poco dispendioso, ma anche poco efficace, il lavoro muscolare. Nel centometrista invece, nel momento in cui il piede tocca terra il baricentro gli è quasi sopra, riducendo al minimo il lavoro negativo, rendendo efficace l'attività muscolare, ma avendo anche un grande dispendio di energia.

Il rendimento muscolare in sintesi

- Effetti dell'età
 - Nei più giovani il rendimento è minore che nell'adulto
- Effetti del peso
 - Le dimensioni corporee non influiscono sul rendimento
- Il muscolo sviluppa la massima potenza quando
 - la forza è 1/3 della forza isometrica massima
 - si accorcia ad una velocità pari ad 1/3 della velocità massima
- A basse e medie velocità è più conveniente camminare che correre, perché il recupero di energia è % maggiore rispetto alla corsa (il lavoro interno è irrilevante per entrambe, ma il lavoro esterno è grande nella corsa)
- A velocità + alte (oltre i 7 km/h) è più conveniente correre (meno scambio di energia cinetica e potenziale). Nella corsa il meccanismo elastico riduce il consumo chimico.
- Nella marcia il rendimento è massimo a velocità medie
- Nella corsa il rendimento aumenta con l'aumentare della velocità

Conclusioni

- Il corpo umano è fatto di leve veloci e/ma svantaggiose
- I muscoli lunghi e sottili sono veloci, i muscoli corti e grossi sono forti
- Nella corsa e nella marcia a velocità costante il lavoro negativo è uguale al lavoro positivo
- Nella marcia la frenata si contrasta alzando il baricentro corporeo
- Nella corsa la frenata si contrasta abbassando il baricentro corporeo
- Il rendimento muscolare aumenta con l'aumentare della velocità
- Il rendimento ottimale nella marcia si ha a velocità costante, nella corsa con l'aumento della velocità
- La prestazione è il tempo cronometrico
- Il miglioramento della prestazione avviene attraverso una miglior gestione delle energie : miglior rapporto tra RENDIMENTO E FATICA (regola del 1/3)
- è meglio camminare
 - se la salita supera un pendenza importante
 - a basse velocità

- è meglio correre
 - se la velocità supera i 7 km/h
- il muscolo è uno straordinario accumulatore di energia se si contrae e viene allungato a grandi velocità
- Le rotazioni del corpo sul piano frontale (rotazione delle spalle, del bacino) non incidono sull'efficacia della corsa (1%)
- A parità di allenamento aerobico, l'applicazione delle conoscenze biomeccaniche può migliorare la mia prestazione
- UNA PARTE DELL'ALLENAMENTO DOVREBBE SEMPRE ESSERE DEDICATA ALLA CONOSCENZA E ALL'APPRENDIMENTO PARTENDO DALL'OSSERVAZIONE E DALL'ANALISI DEL PROPRIO GESTO

Non mi resta che augurarvi buoni allenamenti, magari da oggi con una consapevolezza in più.

