



***Corri sfruttando
tutto il tuo potenziale!***

**Impara come valutare e rendere ottimale
la tua tecnica di corsa per diventare più efficiente,
correre più veloce e più a lungo**

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

In questo documento è possibile trovare i riferimenti scientifici e un breve commento ad alcuni dei più importanti studi di riferimento per il concetto Erunning – Efficient Running. Ovviamente si tratta di una breve selezione ragionata e divisa per temi di pochi ma importanti studi che possono diventare il punto di partenza per chi volesse approfondire i temi principali dei corsi e dei workshop secondo un profilo scientifico più accurato e dettagliato.

SBILANCIAMENTO DEL BARICENTRO OLTRE LA BASE D'APPOGGIO

N. Romanov, G. Fletcher

Runners do not push off the ground but fall forwards via a gravitational torque

Sports Biomech. 2007 Sep

Lo studio analizza le principali forze coinvolte nel generare accelerazione orizzontale durante l'appoggio: la gravità, la reazione al suolo, la forza muscolare e l'energia elastica da stiramento. La gravità viene presentata come una forza fondamentale da tenere in considerazione per analizzare la corsa in quanto genera un momento angolare del corpo che si muove come un pendolo inverso sopra il piede in appoggio. Viene inoltre rilevato come dal medio appoggio fino al distacco del piede i muscoli estensori dell'arto sono spenti e la generazione di potenza avviene primariamente grazie al ritorno elastico delle strutture tendinee. Gli autori presentano un modello di corsa chiamato Pose Running nel quale si sottolinea l'importanza di sfruttare questo momento gravitazionale e di minimizzare il tempo di contatto a terra del piede.

Stephen J. Preece, Duncan Mason, Christopher Bramah

How do elite endurance runners alter movements of the spine and pelvis as running speed increases?

Gait & Posture 46 (2016) 132–134

Lo studio confronta 14 corridori di endurance di livello elite con 14 corridori amatoriali, raccogliendo i dati cinematici a 4 diverse velocità di corsa da 3.3 to 5.6 m/s. Entrambi i gruppi mostrano adattamenti simili a livello di bacino, colonna e torace, man mano che la velocità di corsa aumenta, soprattutto con un aumento del ROM sul piano trasversale. Per quanto riguarda il piano sagittale, i corridori d'elite mantengono una posizione più eretta, mentre i corridori amatoriali tendono a inclinarsi in avanti.

OSCILLAZIONE DELL'ARTO LIBERO

Lenhart R, Thelen D, Heiderscheit B.

Hip Muscle Loads during Running at Various Step Rates

J Orthop Sports Phys Ther. 2014 Oct

Lo studio analizza l'attività, la forza e la potenza esercitata dai muscoli dell'anca durante la corsa e all'aumentare della cadenza su un campione di 30 soggetti sani che sono stati fatti correre al 90%, 100% e al 110% della loro cadenza preferita. In questo lavoro, il muscolo che produce il più alto picco di forza è risultato essere medio gluteo, il quale lavora come molti altri estensori in modo prevalentemente pliometrico. Alla cadenza massima si osserva un incremento dell'attività di flessori dell'anca, ischio-crurali ed estensori dell'anca durante l'oscillazione, associato a una diminuzione del picco di forza espresso da altri muscoli, inclusi medio gluteo e piriforme durante la fase di risposta al carico. Concludendo è possibile affermare che aumentare la cadenza dipende primariamente dalla capacità di incrementare l'attività dei flessori dell'anca durante lo swing, ma anche dalla possibilità poi di controllare il movimento della tibia nel terminal swing. Ovviamente un maggior numero di passi al minuto, a parità di velocità, determina anche una minor richiesta funzionale della catena estensoria durante il singolo appoggio.

Schmitz A, Pohl MB, Woods K, Noehren B.

Variables during swing associated with decreased impact peak and loading rate in running

J Biomech. 2014 Jan 3

In questo studio sono stati analizzati 48 soggetti sani che hanno corso su un treadmill alla velocità di 3.3 m/s per studiare le variabili che influenzano gli impatti e la curva di carico durante l'appoggio. Un modello matematico è stato usato per condurre lo studio e sembrerebbe indicare che un minor picco di carico è associato a una maggior accelerazione verso il basso del piede, un piede posizionato più in alto e una minor velocità di discesa della tibia nel midswing, mentre il vertical loading rate è influenzato dalla posizione della coscia al midswing. Sebbene i risultati non possano essere considerati definitivi, suggeriscono che il pattern di swing/oscillazione dell'arto libero influenza le forze nel successivo appoggio e che il ruolo dei flessori di anca e ginocchio nel diminuire l'effetto pendolare dell'arto prima del contatto a terra siano decisivi. La ricerca di un maggior controllo della discesa dell'arto a terra è importante per ottimizzare le forze durante la fase d'appoggio.

TRAZIONE

Belli A, Kyröläinen H, Komi PV.

Moment and power of lower limb joints in running

Int J Sports Med. 2002 Feb

Lo studio è stato condotto su nove corridori analizzando tre differenti velocità di corsa inclusa quella massima sincronizzando i dati ottenuti con un'analisi 2D e una piattaforma di forza di 10m di lunghezza; i risultati sono stati ottenuti tramite un'analisi cinematica inversa. Si è potuto così identificare due differenti fasi di lavoro degli estensori durante l'appoggio: una di lavoro eccentrico (ammortizzamento) e una concentrica (ritorno elastico). I muscoli dell'anca svolgono invece tre azioni durante l'appoggio, una positiva degli estensori (trazione), una negativa dei flessori (controllo dello sbilanciamento) e una di nuovo positiva dei flessori per iniziare l'oscillazione. Gli autori ipotizzano che gli estensori di ginocchio e caviglia sono deputati primariamente all'ammortizzamento, mentre i muscoli estensori dell'anca grazie alla loro azione di trazione che inizia nella fase terminale dello swing, sono i primi attori dell'avanzamento del corpo all'aumento della velocità.

Schache AG, Blanch PD, Dorn TW, Brown NA, Rosemond D, Pandy MG.

Effect of running speed on lower limb joint kinetics.

Med Sci Sports Exerc. 2011 Jul

Questo studio analizza i momenti di forza, le potenze e il lavoro compiuto dai muscoli di anca, ginocchio e caviglia di 8 corridori che hanno svolto 4 prove a velocità crescenti di 3.50 ± 0.04 , 5.02 ± 0.10 , 6.97 ± 0.09 , and 8.95 ± 0.70 m/s su pista indoor; i risultati sono stati ottenuti tramite un'analisi cinematica inversa. Il maggior incremento di momento, potenza e attività all'aumentare della velocità si registra all'anca e al ginocchio durante la fase terminale dell'oscillazione. A livello del ginocchio durante l'appoggio non ci sono incrementi significativi all'aumentare della velocità, mentre a livello della caviglia ci sono incrementi solo fino a 5m/s e poi si raggiunge un plateau. Sebbene queste ultime due affermazioni non significano che non vi siano realmente differenze nella funzione dell'ammortizzamento all'aumentare della velocità, i risultati danno conferma che è l'anca a determinare primariamente lo sviluppo di accelerazione orizzontale nella corsa a velocità elevate.

AMMORTIZZAMENTO

Hreljac A.

Stride smoothness evaluation of runners and other athletes

Gait Posture. 2000 Jun;11(3):199-206.

Lo scopo di questo studio è stato quello di confrontare, tramite una misura oggettiva, la capacità di smorzamento tra un gruppo di runner e un gruppo di non corridori, sia durante la corsa che durante la camminata veloce su treadmill. La misura è stata eseguita calcolando l'endpoint jerk-cost (JC) al tallone. I corridori sono risultati più bravi nell'ammortizzare gli impatti, sia durante la corsa che durante la camminata veloce

Nigg BM, Liu W.

The effect of muscle stiffness and damping on simulated impact force peaks during running

J Biomech. 1999 Aug

Questo studio analizza le variazioni possibili che modificano il pattern di ammortizzamento durante la corsa, dato che il fatto di indossare scarpe più o meno ammortizzate sembra indurre minime variazioni. È possibile, infatti, modificare le forze interne ed esterne che agiscono sull'arto durante l'appoggio in vari modi: la velocità di atterraggio del piede, l'allineamento, l'attivazione muscolare. In particolare quest'ultima sembra svolgere un ruolo fondamentale, in quanto il corpo umano agisce come un sistema di molle. Un modello matematico è stato usato per condurre lo studio e sembrerebbe indicare che il picco di forze verticale può essere alterato dalle masse del corpo e dal comportamento delle molle, cioè dei muscoli, tramite la variazione di angoli articolari e velocità angolari, mentre il vertical loading rate non può essere modificato in questo modo. Si può quindi ipotizzare che la corretta attivazione dei muscoli e il controllo delle velocità angolari sul piano sagittale sia fondamentale per ottimizzare l'intensità delle forze verticali al suolo, mentre la curva di carico, cioè la velocità con la quale l'impatto agisce sulle strutture del corpo dipende forse da altri fattori.

R.E. Arendse, T.D. Noakes, L.B. Azevedo, N. Romanov, M.P. Schwellnus, G. Fletcher

Reduced eccentric loading of the knee with the pose running method

Med. Sci. Sports Exerc., 36 (2004), pp. 272-277

Questo studio è stato condotto su 20 corridori hell-striker che sono stati istruiti a modificare il loro stile di corsa. La loro strategia d'appoggio è stata modificata

verso un appoggio di medio piede ed è stato suggerito loro di ricercare un miglior allineamento di acromion, grande trocantere e malleolo laterale durante il pieno appoggio (midstance) secondo il concetto del Pose Running. Con questi suggerimenti i soggetti hanno ridotto la lunghezza dei passi e le oscillazioni verticali, così come hanno incrementato la posizione in flessione di ginocchio al contatto del piede. La ricerca di questi adattamenti così come di una posizione più neutra possibile della caviglia all'appoggio, strategia efficace e considerata ottimale sia per corridori di endurance che velocisti, ha determinato una diminuzione del lavoro eccentrico al ginocchio, spostandolo più distalmente su caviglia e piede.

Bryan C. Heiderscheit, E. S. Chumanov, P. Michalski, Christa M. Wille and Michael B. Ryan

Effects of Step Rate Manipulation on Joint Mechanics during Running

Med Sci Sports Exerc . 2011 February

I dati di cinematica e cinetica della corsa di 45 soggetti sani corridori amatoriali registrati su treadmill a velocità costante sono stati studiati confrontando 5 diverse cadenze, preferita $\pm 5\%$ and $\pm 10\%$. Effettivamente all'aumentare della cadenza il lavoro meccanico eccentrico del ginocchio è diminuito, mentre all'anca i dati sono risultati significativi solo al $+10\%$. Al contrario una diminuzione della cadenza ha comportato una richiesta di assorbimento di energia maggiore a livello di tutte le articolazioni. All'aumentare della cadenza, corrispondono una diminuzione della lunghezza dei passi, dell'oscillazione verticale, dell'effetto frenante e della flessione del ginocchio. Al $+10\%$ è corrisposto anche una diminuzione del massimo angolo di adduzione dell'anca, così come dei momenti di adduzione e rotazione interna della stessa. In definitiva, aumentare la cadenza in soggetti non ottimizzati, può essere una strategia molto utile per ottimizzare diverse variabili dell'ammortizzamento sia sul piano sagittale, che frontale ed orizzontale, ma anche per ridistribuire le forze che agiscono sulle varie articolazioni.

Clark KP, Ryan LJ, Weyand PG

A general relationship links gait mechanics and running ground reaction forces

J Exp Biol. 2017 Jan 15;220(Pt 2):247-258

Questo lavoro mette bene in evidenza la relazione che esiste tra la meccanica e la forza di reazione al suolo nella corsa. Studiando 42 corridori tramite un treadmill strumentato con pedana di forza è stato possibile costruire un modello per predire l'intensità e la forma della reazione al suolo di un corridore. Semplicemente partendo dalla conoscenza di tempo di volo, tempo di contatto e accelerazione verticale della tibia all'impatto e tenendo conto soltanto della

massa del soggetto e di quella della sua tibia e piede insieme, i ricercatori hanno testato e verificato la possibilità di disegnare il grafico della ground reaction force con una buona approssimazione in più di 500 soggetti. Questo studio dimostra che la meccanica dello swing, soprattutto nella sua parte terminale influenza la reazione al suolo durante l'appoggio, indipendentemente dalla tipologia di appoggio scelta dal corridore; inoltre sottolinea che i velocisti hanno la necessità di ridurre al minimo il tempo di contatto e quindi ricercano impatti più "violenti" e rapidi, mentre i corridori di distanza devono cercare di smorzare al massimo le forze generate al contatto al suolo, senza minimizzarne in modo estremo i tempi, per essere più economici e ridurre i microtraumi ripetuti.

STRATEGIE D'APPOGGIO

Almeida MO, Davis IS, Lopes AD.

Biomechanical Differences of Foot-Strike Patterns During Running: A Systematic Review With Meta-analysis

J Orthop Sports Phys Ther. 2015 Oct; 45(10):738-55.

Confrontando i dati delle banche dati MEDLINE, Embase, LILACS, SciELO, and SPORTDiscus fino a luglio 2014, gli autori hanno concluso che in soggetti con almeno 18 anni di età, vi sono effettivamente delle differenze nelle variabili cinematiche tra corridori che utilizzano diverse strategie d'appoggio. Tra heel strikers e forefoot strikers vi sono differenze per la posizione più plantiflessa del piede e la maggior flessione del ginocchio al contatto terreno a favore di questi ultimi, così come un minor vertical loading rate. Non è ovviamente chiaro se queste differenze siano una conseguenza o semplicemente associate alla strategia d'appoggio utilizzata preferibilmente dai corridori.

Allison H. Gruber, Julia Freedman Silvernail, Peter Brueggemann, Eric Rohr and Joseph Hamill

Footfall patterns during barefoot running on harder and softer surfaces

Footwear Science · March 2013

Questo studio ha cercato di verificare se sia effettivamente il grado di materiale ammortizzante inserito nelle scarpe a determinare la strategia d'appoggio scelta dai corridori, studiando 40 soggetti heel strikers con un'analisi del movimento 3D e piattaforma di forza. Ognuno dei soggetti è stato fatto correre a piedi nudi su una superficie morbida e poi su una più dura: solo il 20% dei soggetti ha modificato il proprio appoggio spostando il punto di contatto verso il mediopiede durante la prova su superficie morbida, mentre il 65%, lo ha fatto nella prova su superficie dura.

J.P. Kulmala, J. Avela, K. Pasanen, J. Parkkari

Forefoot strikers exhibit lower running-induced knee loading than rearfoot strikers

Med. Sci. Sports Exerc., 45 (2013), pp. 2306–2313

Questo studio ha messo a confronto due gruppi di runner donne di 19 soggetti ciascuno che hanno corso spontaneamente alla velocità di 4m/s. Il primo gruppo includeva solo soggetti con una strategia d'appoggio FFS (forefoot strikers), mentre il secondo solo RFS (heelfoot strikers). Le FFS hanno mostrato un minor stress e minori forze di contatto patellofemorale, anche grazie minori ROM di

movimento sul piano frontale. A livello della caviglia, le FFS mostrano una maggior tensione a livello del tendine d'achille e un maggior momento plantiflessorio della tibio-tarsica. In conclusione, possiamo affermare che modificare la strategia d'appoggio durante la corsa può spostare il carico necessario al pattern motorio dell'ammortizzamento dalla caviglia/piede al ginocchio o viceversa.

GAIT RETRAINING

Souza RB

An Evidence-Based Videotaped Running Biomechanics Analysis.

Phys Med Rehabil Clin N Am. 2016 Feb

Questo studio mostra un protocollo d'analisi della corsa utilizzabile in ambito clinico con esempi illustrati da immagini chiare ed efficaci.

Free article: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26616185>