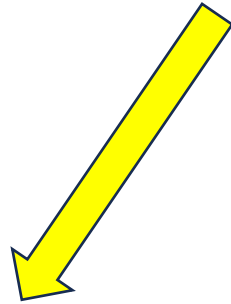


La maratona dal Prof. Arcelli ad oggi: *stesso traguardo nuove strade?*

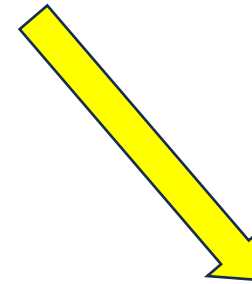
Claudio Pannozzo

Webinar 1 Aprile 2026



Allenatori:

- ❖ **Da impresa eroica a problema allenabile:**
- Programmazione del carico
- Progressività
- Rapporto tra volume e intensità
- Qualità dello stimolo allenante

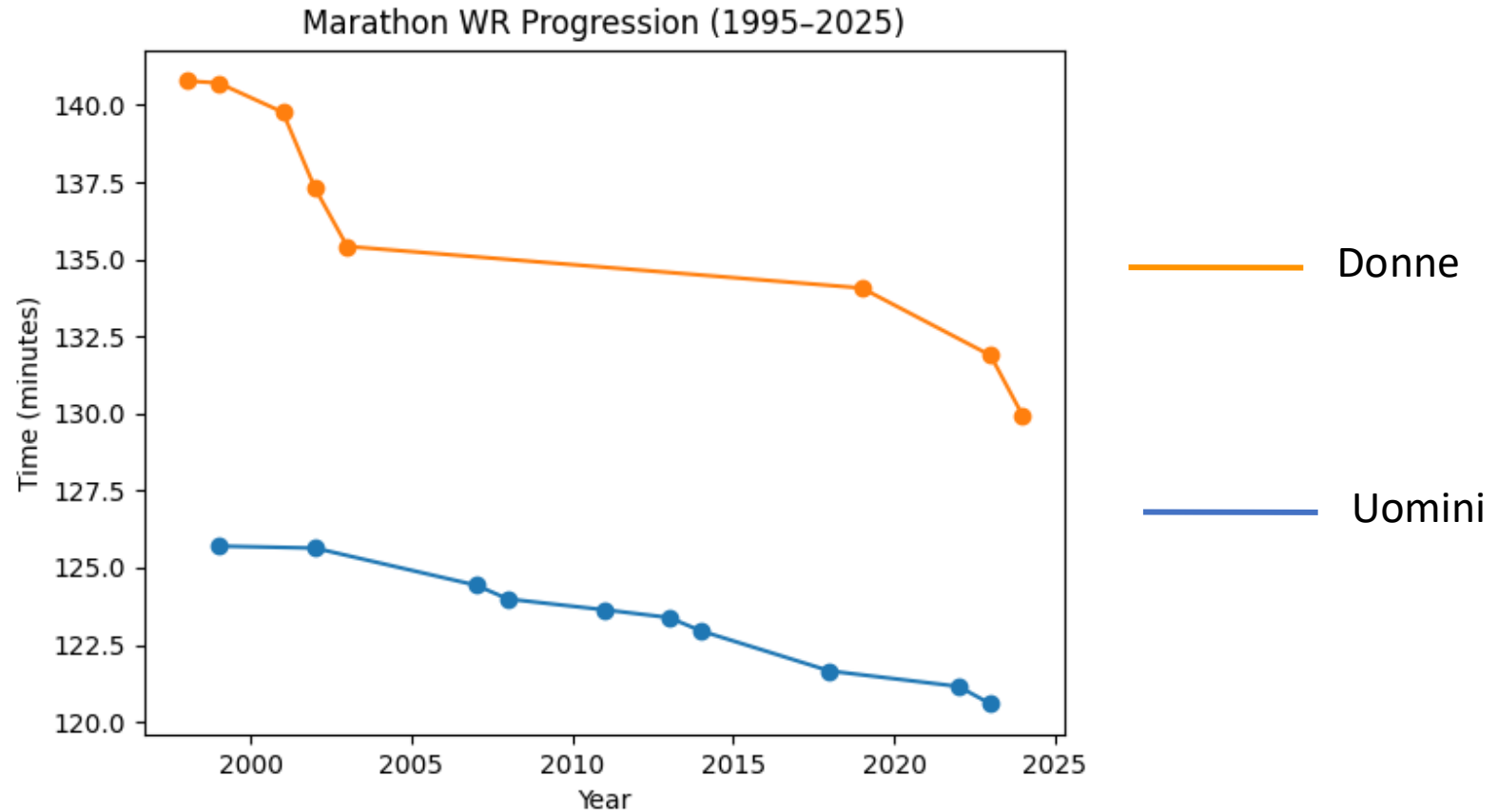


Amatori:

- La maratona diventa comprensibile e accessibile;
- Il recupero «non più tempo perso» ma allenamento INVISIBILE
- Gestire energie, ritmo e nutrizione

Dall'idea della **FATICA** al concetto di **EFFICIENZA**: *correre meglio, non solo di più.*

Evoluzione migliore prestazione in maratona suddivisa in quinquenni



Uomini miglioramento del 4,93%

Donne miglioramento del 7,91%

Cosa è cambiato dall'uscita del libro ad oggi?



- Le scarpe
- L'alimentazione
- L'allenamento



Le “Super Scarpe”



Combinazione di materiali innovativi e un design specifico per migliorare l'efficienza della corsa:

- ✓ La suola più spessa fa lavorare la gamba come se fosse leggermente più lunga, favorendo passi più ampi
- ✓ La piastra curva in fibra di carbonio rende la struttura più rigida riducendo la perdita di energia durante la spinta e aiuta la caviglia a lavorare in modo più efficiente
- ✓ La forma curva crea un effetto “*altalena*” che rende la transizione dall'appoggio alla spinta più fluida

Nel complesso, la corsa diventa meno faticosa e permette di mantenere velocità più elevate più a lungo

Le “Super Scarpe”

*Nonostante la suola più spessa, l’elevata ammortizzazione e la presenza della piastra in carbonio, le super shoes restano
leggere.*



Le “Super Scarpe”

Ma si corre realmente più veloce?



- Negli atleti d'élite, i progressi nelle scarpe da corsa hanno portato a un miglioramento di circa **2% nei tempi di gara.**
- Anche i runner amatoriali ne beneficiano: nelle prove su **3 km**, si osserva un miglioramento medio simile: **2%.**

SUPER SCARPE ed economia di corsa

È stato riscontrato un miglioramento medio di circa 4%

Bruvere & Bernans 2025

I risultati dipendono da molteplici Fattori Interagenti:

FATTORI INTERNI

- Risposte individuali a specifici modelli
- Livello di allenamento
- Genetica
- Caratteristiche biomeccaniche, fisiologiche e antropometriche

FATTORI ESTERNI

- Rigidità della superficie
- Velocità di corsa
- Distanza di gara
- Massa delle scarpe

CARATTERISTICHE DI PROGETTAZIONE

- Rigidità di flessione dell'intersuola
- Conformità e resilienza della schiuma
- Tipo di piastra e la sua curvatura
- Altezza della suola

SUPER SCARPE e percezione della fatica

Gli atleti riferiscono meno fatica muscolare percepita negli allenamenti e nelle gare



Attenzione:
Non tutti gli atleti rispondono allo stesso modo

Piastre in carbonio *curve* VS Piastre in carbonio *piane*

Piastre in Carbonio Curve:

- Miglioramenti della RE
- Riduzione degli infortuni dovuti al sovrallenamento



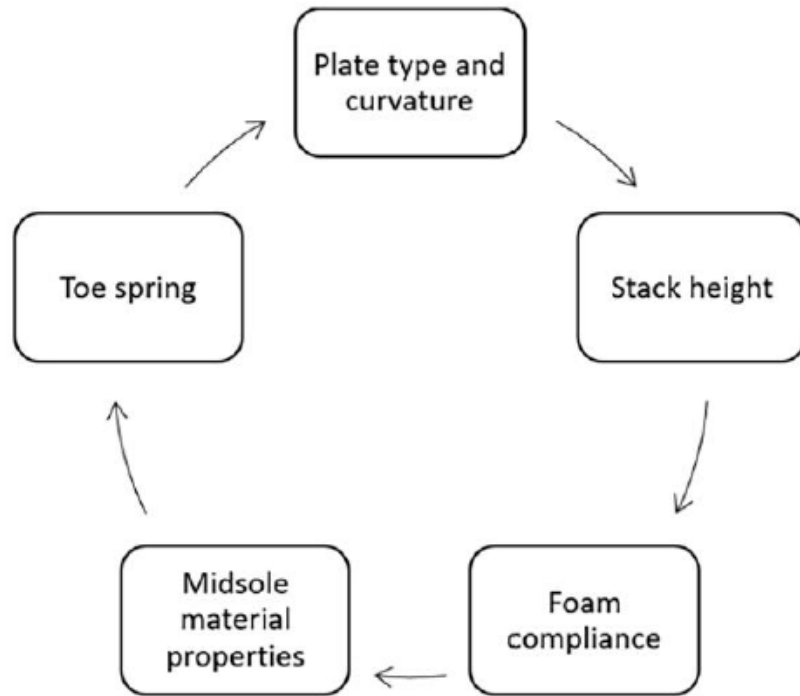
meccanismo "*teeter-totter*"



Minor pressione sull'avampiede senza aumentare i carichi nella regione metatarsale, riducendo le richieste sui flessori plantari della caviglia

(Daido Dagne Bruvere; Edgars Bernans 2026)

Le super scarpe



Bruvere & Bernans 2025

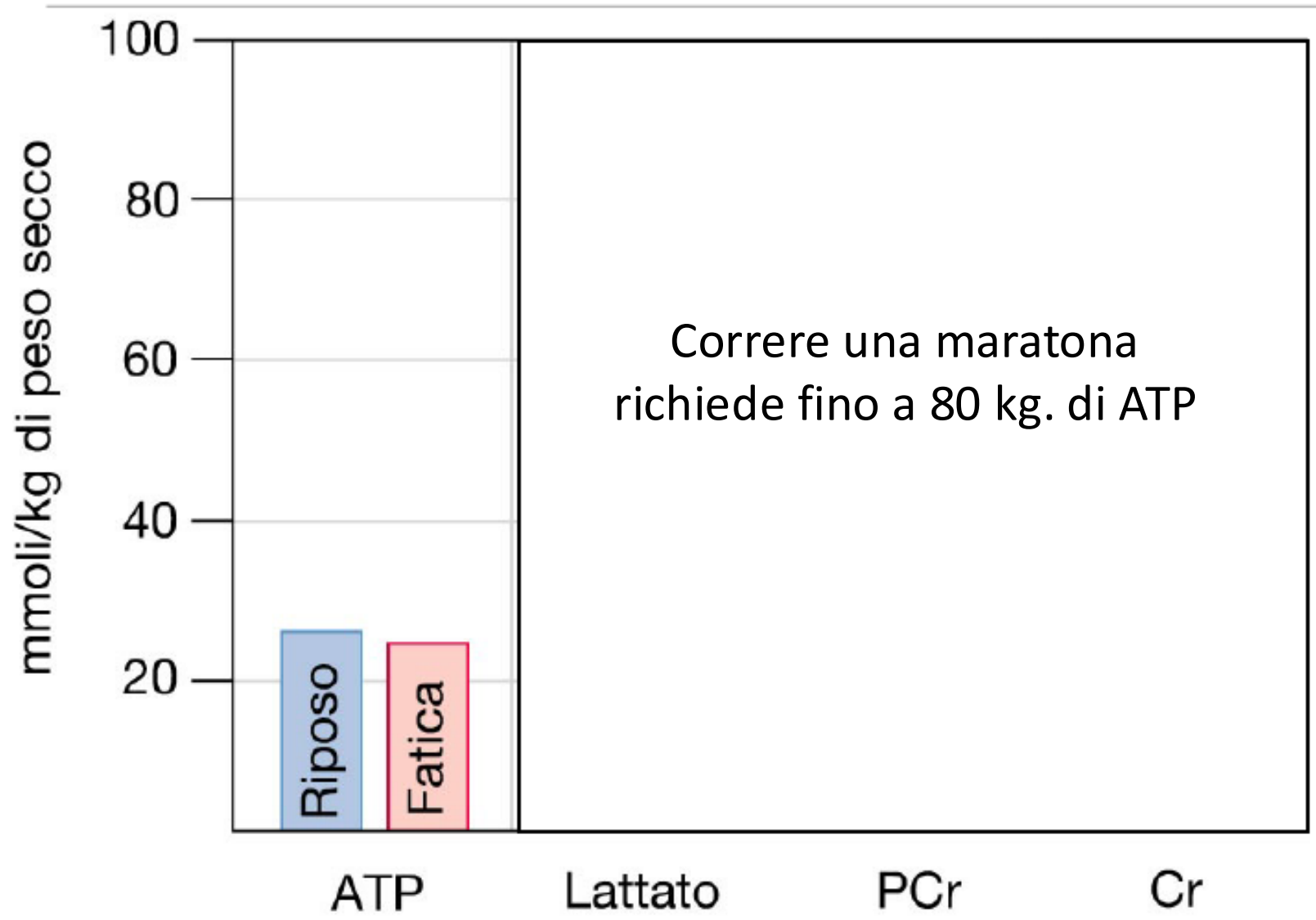


Interazioni Multifattoriali delle “*super scarpe*”



- Consentono di **correre più velocemente**
- Migliorano l'**economia di corsa**
- Permettono **volumi e intensità di allenamento maggiori**
- **Riduzione della fatica e del dolore muscolare percepiti**
- **Risposta individuale variabile**: non tutti gli atleti traggono lo stesso beneficio

ALIMENTAZIONE





Gli anni '70 La dieta dissociata



Tre giorni di assunzione di sole proteine e successivi tre giorni di assunzione di soli carboidrati

Vantaggi:

- Scarsi in termini di miglioramento di prestazione

Svantaggi

- Maggior percezione della fatica negli allenamenti
- Stanchezza
- Depressione psichica
- Irritabilità
- Aumento di peso
- Sensazione di “*muscoli stanchi*” alla partenza

Gli anni '80-2000 La potenza lipidica e il modello Italiano

POTENZA LIPIDICA



Massima quantità di energia che un atleta riesce a produrre utilizzando prevalentemente i grassi come substrato.

È collegata a:

- capacità mitocondriale
- attività degli enzimi ossidativi
- densità capillare
- efficienza del trasporto degli acidi grassi nel mitocondrio

❖ Si riteneva che migliorare la potenza lipidica:

- → essenzialmente aumentasse il risparmio di glicogeno
- → ritardasse quindi l'insorgere della fatica
- → e di conseguenza migliorasse la performance nelle gare lunghe

Gli anni post 2000 e la dieta CHETOGENICA

Modificare la disponibilità di acidi grassi nel sangue influenza la performance?



NO



anche con più grassi disponibili la performance non migliora

La prestazione nell'endurance prolungato dipende principalmente dai carboidrati (glicogeno muscolare e glucosio)

- È fondamentale mantenere adeguate riserve di glicogeno

I maratoneti di alto livello gareggiano (e in parte si allenano)
ad intensità dipendenti dai carboidrati

Substrati Energetici vs Intensità

Intensità esercizio

Bassa (<60% VO₂max)

Moderata (60–75%)

Alta (>75%)

Substrato predominante

Grassi ↑

Mix CHO + grassi

Carboidrati ↑↑

Implicazione fisiologica

Produzione ATP più lenta ma sostenibile

Transizione metabolica

ATP rapido, necessario per alta potenza

Durante esercizio prolungato ad **alta intensità**, la performance è fortemente **carboidrato-dipendente**.

Carbohydrate Dependence During Prolonged, Intense Endurance Exercise

John A. Hawley Jill J. Leckey (2015)

Evidenze principali

- Il glicogeno muscolare è un **fattore limitante della performance**
- L'esaurimento del glicogeno è associato alla fatica
- Le diete low-carb aumentano l'ossidazione lipidica → ma **non migliorano la performance ad alta intensità**

Implicazioni pratiche

- ✓ Carbo-loading pre-gara
- ✓ Assunzione di CHO durante esercizio prolungato
- ✓ Periodizzazione dei carboidrati in base all'intensità dell'allenamento

Nel momento decisivo della gara, non è il grasso ma il glicogeno a fare la differenza

*Tenere alti i livelli di zuccheri permette di tenere
alta l'intensità perché evita lo shift verso il
metabolismo dei lipidi*



A parità di produzione di ATP richiede più ossigeno





Gli effetti delle diverse forme dello stesso carboidrato sulla sintesi del glicogeno sono generalmente simili

La scelta dipende dal comfort gastrointestinale

Perché glucosio + fruttosio è superiore al singolo carboidrato?

- Due vie di trasporto distinte
- Aumenta la quantità totale assorbibile

Effetti sulla performance:

- ✓ Maggiore disponibilità di CHO ossidabili
- ✓ Maggiore risparmio del glicogeno muscolare
- ✓ Migliore mantenimento del ritmo finale
- ✓ Minore rischio di crisi energetica negli ultimi km.



Ulteriore beneficio: maggiore tolleranza gastrointestinale

- Riduce sovraccarico intestinale
- Migliora comfort gastrico

CARBOIDRATI

Quantità raccomandate

Periodo pre-gara:

- Nei giorni precedenti → Carbo-loading
- Nelle 48 h prima della gara → dai 7 ai 12 g/kg/die
- 1-4 ore prima della gara → 1-4 g/kg

Durante la maratona:

- ❖ 60-90 g/ora o più (120 g) in atleti ben allenati



Cao W. et al., 2025



Sabastian Sawe (Kenya) maratona di Berlino 2025



100-105 g. ogni ora

Fonte: Claudio Berardelli

Messaggio chiave

Nei maratoneti d'élite la gestione dei carboidrati è un determinante metabolico della performance tanto quanto VO_{2max} ed economia di corsa.



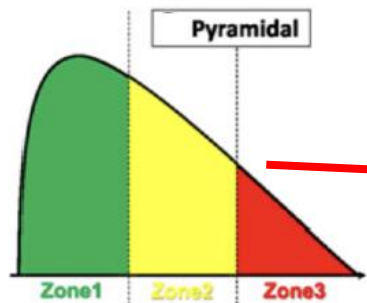
Non rende “più veloci”, ma
permette di sostenere il ritmo gara più a lungo.

ALLENAMENTO

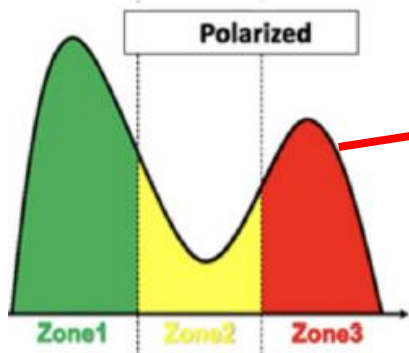
**Differenti scuole di pensiero ma non molti cambiamenti
rispetto alle metodologie del passato**



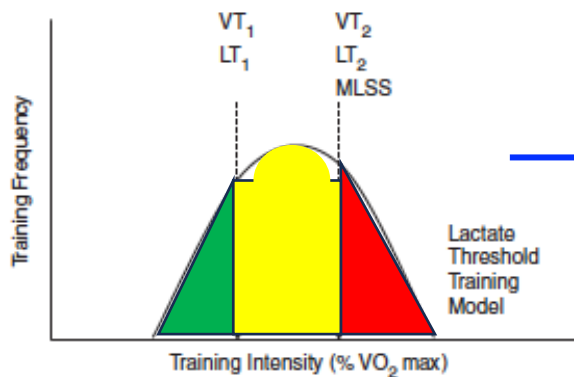
POSSIBILI MODELLI DI DISTRIBUZIONE DELL'INTENISTÀ DELL' ALLENAMENTO



Volume di allenamento decrescente da zona 1 a zona 2 e zona 3 (Circa il 70-80% in z1 e il restante 20-30% in z2 e z3)



80% del volume in z1 con la maggior parte del restante 20% in z3 e la minor parte in z2



Threshold training = enfatizza l'allenamento ad intensità pari o molto vicine alle soglie del lattato

ATTUALI MODELLI DI RIFERIMENTO

ALLENAMENTO

Determinanti Fisiologiche per alta prestazione in maratona

Parametri cardine:

- VO_2max elevato ($>80\text{--}85 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)
- Frazione sostenibile del VO_2max ($\sim 85\text{--}90\%$)
- Running Economy (RE) (190 ml/kg/m a velocità specifiche di gara.)
- Velocità alla soglia del lattato / critical speed



Cambiano nel tempo

👉 La RE è il parametro più sensibile a miglioramenti marginali

DURABILITY

“il quarto elemento”



Descrive il tempo di insorgenza e l'entità del deterioramento delle prestazioni e dei suoi determinanti durante un esercizio prolungato



Come si manifesta il calo di durability

Durante esercizio prolungato si osserva:

- \uparrow VO_2 a pari potenza (peggioramento economia)
- \downarrow soglia/critical power post-fatica
- \uparrow costo energetico
- \uparrow fatica neuromuscolare
- drift cardiaco più marcato

L'atleta più “durable” mostra **minore variazione di questi parametri.**

(Zanini et al. 2025)

L'importanza dell'Economia di Corsa (RE)

I maratoneti di alta qualificazione mostrano consumi di ossigeno vicini a 190 ml-kg-m a velocità specifiche di gara

La RE non rimane costante nel tempo perché sensibile alla fatica

Pliometria



Prolunga il tempo di
deterioramento fino al 35%

(Zanini et al. 2025)

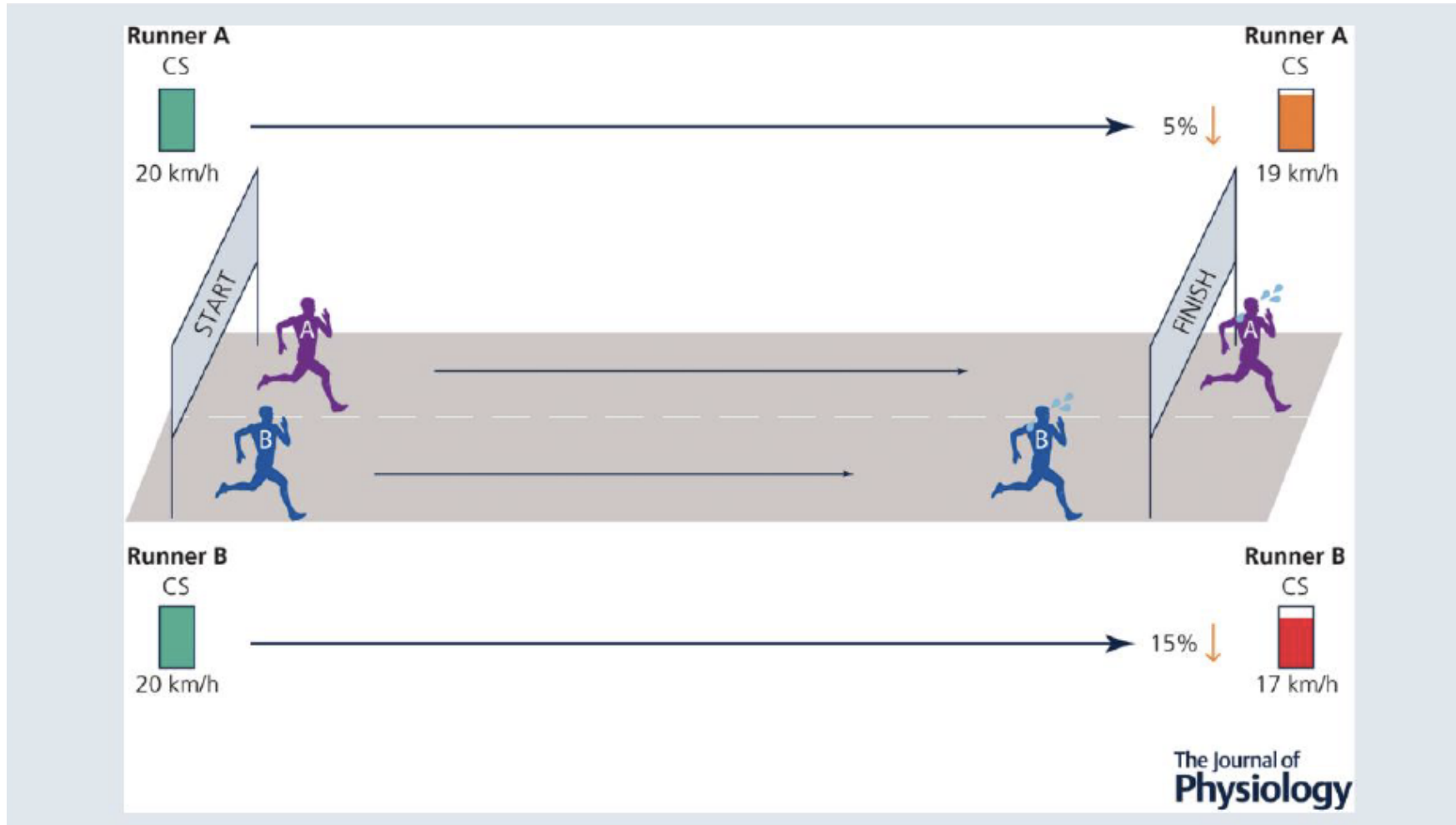
Durability

La quarta dimensione nei modelli fisiologici di prestazione negli esercizi di resistenza

The fourth dimension: physiological resilience as an independent determinant of endurance exercise performance

Andrew M. Jones

Department of Public Health and Sport Sciences, University of Exeter Medical School, St Luke's Campus, Exeter, UK



Durability

Cosa la migliora?

Regular Long Runs and Higher Training Volumes Are Associated with Better Running Economy Durability

Zanini et al(2026)

- Gli atleti con **volumi maggiori e long run regolari** mostrano **minore deterioramento della RE**.
- La performance di base era simile, ma la **durabilità differiva**.
- La frequenza cardiaca e il costo energetico aumentavano meno nei soggetti con più esperienza di volume.

Allenamenti con volumi più elevati e corse lunghe regolari sono associati a *migliore durabilità della economia di corsa*.

Questo suggerisce che **l'adattamento indotto dall'allenamento prolungato migliora la capacità di resistere al deterioramento fisiologico**.

Strength training improves running economy durability and fatigued high-intensity performance in well-trained male runners: a randomized control trial
M Zanini, JP Folland, H Wu, RC Blagrove
Medicine & Science in Sports & Exercise, 2025•

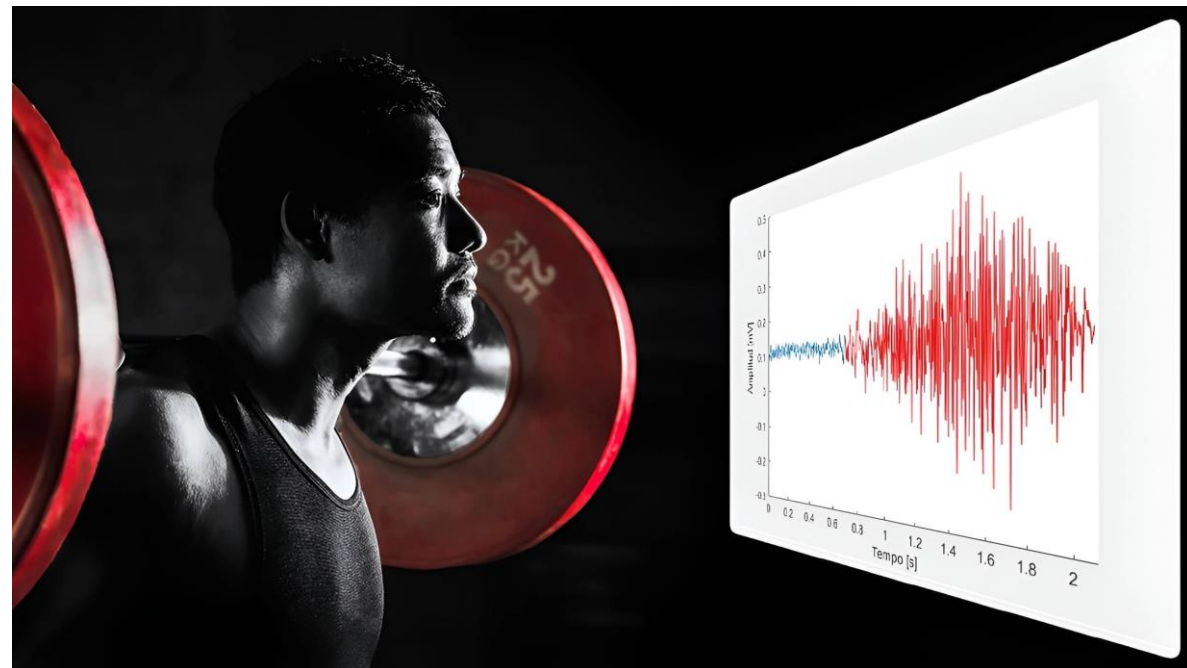
L'allenamento di forza e pliometrico aggiunto all'endurance **migliora** la durabilità della RUNNING ECONOMY e le prestazioni ad alta intensità in condizioni di fatica.

Indica che la durabilità non è solo metabolica ma anche **neuromuscolare**.



TAKE HOME MESSAGE

Per migliorare la durabilità non basta correre tanto
Serve anche stimolo neuromuscolare.



CONCLUDENDO:

- ❑ **La durability si migliora allenando la capacità dell'organismo di resistere al deterioramento fisiologico sotto fatica prolungata, non semplicemente aumentando i valori "a fresco" (VO₂max, soglia, ecc.).**
- ❑ **La durability è allenabile e dipende da adattamenti specifici, diversi da quelli tradizionali.**



DURABILITY

Concetto chiave: Bisogna allenarsi quando si è già stanchi per insegnare al sistema fisiologico di non degradare

STRATEGIE



Corse lunghe regolari

- 90 – 150'

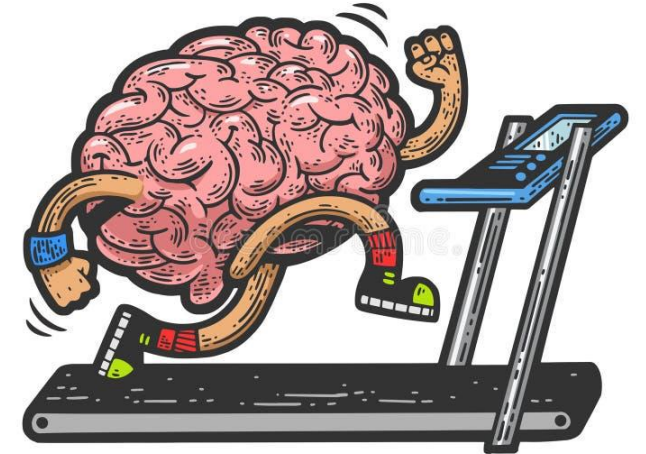
Lavori a ritmo gara in stato di fatica

- Lungo + blocco a ritmo maratona
- Lunghi progressivi
- Steady run prolungate

Forza + Endurance

FORZA MENTALE E TOLLERANZA AL DISAGIO

Il cervello integra segnali di sforzo, motivazione e ricompensa, modulando la prestazione attraverso un complesso meccanismo di controllo centrale
(Noakes - 2012)



La tolleranza al disagio non è puramente innata ma può essere allenata

Esposizione a sforzi ad alta intensità

- Strategie cognitive:
- Il dialogo interiore
 - La consapevolezza

Esperienze ripetute con la fatica

Il ruolo del cervello nella regolazione della fatica

Central Governor Model

- La fatica “**emozione derivata dal cervello**” che regola il comportamento motorio per proteggere l’omeostasi dell’organismo.
- Il cervello integra continuamente **informazioni fisiologiche, motivazionali e ambientali**, modulando il reclutamento delle unità motorie e quindi l’intensità dello sforzo.

Noakes (2012)

La fatica

Non è il risultato finale di un danno muscolare ma un meccanismo anticipatorio di protezione dell’organismo

Central Governor Model

Il cervello agisce come un sistema di controllo centrale che integra:

- segnali fisiologici periferici
- percezione dello sforzo
- motivazione e obiettivi
- **aspettativa di ricompensa**



Regolando dinamicamente il pacing e la produzione di forza.

Perception of effort

(percezione soggettiva dello sforzo)

Segnale cosciente generato dal cervello che rappresenta quanto “duro” l’organismo percepisce uno sforzo fisico durante un esercizio

La prestazione dipende dal punto in cui l’atleta decide che lo sforzo non è più sostenibile.

Borg 1962

Psychobiological Model

La prestazione di endurance dipende da un **processo decisionale basato sullo sforzo percepito e sulla motivazione.**

Marcora (2010)

In questo modello la fatica non è solo fisiologica ma anche **cognitiva e motivazionale.**

La performance dipende da:

- Percezione dello sforzo (RPE)
- Motivazione

Implicazioni per la maratona: *forza mentale e tolleranza al disagio*

1. La fatica è in parte una costruzione cerebrale

Il cervello regola la prestazione per proteggere l'organismo (Noakes, 2012).

2. La prestazione dipende dalla percezione dello sforzo

Non solo dallo stato fisiologico reale.

3. Motivazione e ricompensa modulano la prestazione

Circuiti dopaminergici influenzano la disponibilità a sostenere sforzo (Bouret et al., 2012).

4. La decisione di continuare è psicobiologica

Prestazione = equilibrio tra **costo dello sforzo e valore dell'obiettivo** (Marcora, 2010).

La “forza mentale” e la tolleranza al disagio in maratona sono allenabili.



Brain Endurance Training (BET) (Marcora)

Come fare:

- Allenamenti aerobici + task cognitivi difficili
- es: Stroop test, app cognitive, calcoli sotto stress
- ✓ 1–3 volte/settimana

Effetto:

- ↑ resistenza alla fatica mentale
- ↓ percezione dello sforzo a parità di intensità
- ✓ ↑ tempo a esaurimento



Self-talk strutturato

Esempi:

- **istruzioni:** “rilassa spalle, ritmo stabile”
- **coping:** “questo è normale, continua”
- **chunking:** “solo fino al prossimo km”



Riduce percezione dello sforzo

⚠ Cosa NON funziona (o è sopravvalutato)

✗ “spingere sempre oltre il limite”

→ porta solo a burnout o overtraining

✗ “la mente batte tutto”

→ fisiologia (glicogeno, calore, idratazione) conta eccome

✗ ignorare la fatica

→ la fatica è un segnale, non un nemico



Cosa FUNZIONA

- Inserire allenamenti lunghi con parte finale impegnativa
- Usare self-talk
- Segmentare
- Monitorare la percezione dello sforzo



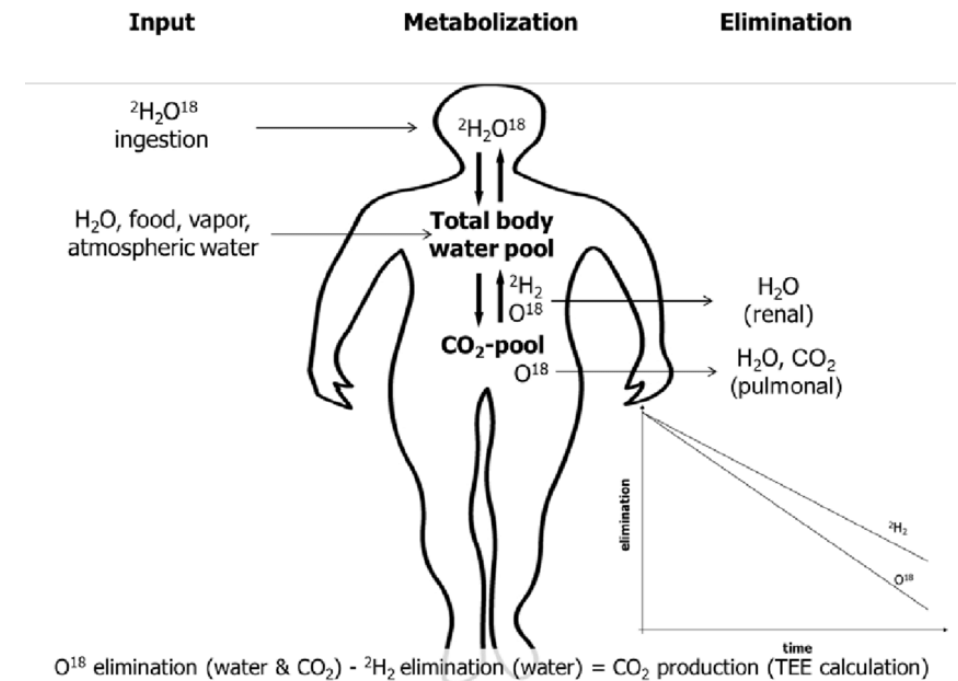
IL DISPENDIO ENERGETICO EXTRA ALLENAMENTO

Oggi è possibile misurarlo



DOUBLY LABELED WATER

Total Energy Expenditure (TEE)
*ossia quante calorie vengono
realmente consumate*



Tapering

Cosa ci suggerisce la scienza

| | | |
|-----------------------------------|---|---|
| DURATA | → | Dagli 8 ai 14 gg (molto variabile) |
| VOLUME | → | Diminuzione del carico dal 40 al 60% (percentuali inferiori per atleti di alto livello) |
| PROGRESSIONE | → | Progressione esponenziale veloce della diminuzione del volume di allenamento |
| INTENSITÀ | → | Non diminuire l'intensità |
| FREQUENZA dello stimolo allenante | → | Non diminuire la frequenza degli allenamenti |



LA MARATONA CAMBIA MA IL METODO RESTA

Eredità del Prof. Arcelli

Ci ha insegnato che la maratona non si improvvisa, non si copia, non si subisce.

Ma si costruisce.

*Sono cambiate le scarpe, i ritmi e la tecnologia,
ma se oggi sappiamo come costruire una maratona,
è perché qualcuno ci ha insegnato a pensare prima di correre.*

Grazie prof