

Zeitschrift: Gioventù e sport : rivista d'educazione sportiva della Scuola federale di ginnastica e sport Macolin

Herausgeber: Scuola federale di ginnastica e sport Macolin

Band: 32 (1975)

Heft: 7

Rubrik: Ricerca, Allenamento, Gara : complemento didattico della rivista della SFGS per lo sport di competizione

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ripercussioni biologiche di una corsa di 100 km

Istituto di ricerche della SFGS, Macolin
H. Howald e F. Oberholzer

1. Introduzione

La fisiologia sportiva studia le ripercussioni che uno sforzo fisico, o una ripetizione di sforzi fisici, ha sull'organismo umano. Finora le corse popolari — e più precisamente le corse di 100 km — non avevano mai ritenuto l'attenzione degli scienziati. Allo scopo di completare le ricerche che abbiamo intraprese sul metabolismo muscolare, ci è parso interessante studiare anche questo sforzo che sollecita all'estremo le capacità di resistenza dell'individuo. Preciseremo in quali condizioni fisiologiche un gruppo di corridori, regolarmente allenati, si è lanciato sulla distanza di 100 km, e in che modo questo lungo sforzo si è ripercosso sul metabolismo energetico.

2. Soggetti osservati e metodi d'analisi

Prendendo spunto dalla classifica della 100 km organizzata nel 1972, abbiamo scelto 14 corridori della regione di Bienne, tutti capaci di coprire la distanza in meno di 12 ore. Tre settimane prima della gara del 1973, questi corridori vennero all'Istituto di ricerche della Scuola federale di ginnastica e sport di Macolin, dove furono esaminati per quanto riguardava il loro stato di salute e le capacità fisiche. Vennero applicati metodi identici a quelli utilizzati per i controlli regolari effettuati sui nostri atleti di punta. Si trattava di determinare la composizione corporea e in special modo il tenore di grasso dell'organismo, il volume cardiaco e la capacità d'assorbimento d'ossigeno, come pure la frequenza cardiaca a diverse cadenze di corsa su un tappeto scorrevole ergometrico. Infine, per mezzo di un ago speciale, si è prelevato dalla coscia di ogni soggetto un frammento di muscolo per esaminarlo al microscopio elettronico e in laboratorio biochimico. Subito dopo la fine della corsa di 100 km, i nostri corridori vennero nuovamente esaminati in merito alla loro composizione corporea e si è prelevato nuovamente dalla loro coscia un altro frammento di tessuto muscolare.

3. Risultati dell'analisi e discussione

3.1 Caratteristiche fisiche dei corridori esaminati

3.1.1 Età

Di un'età media di 38,8 anni (dai 23 ai 53 anni) i nostri corridori sono nettamente più anziani degli sportivi di punta di diverse discipline sportive che di regola noi esaminiamo. Quest'età media relativamente elevata è d'altronde caratteristica dei migliori specialisti delle prove di 100 km, poichè fra i 100 migliori classificati nella gara di Bienne (1973), solo 16 corridori avevano 30 anni o meno, e inoltre, nessuno di questi figurava fra i primi 20.

3.1.2 Peso del corpo e composizione corporea

I nostri corridori pesavano in media 65,7 (da 50,7 a 75 kg). Paragonando ai valori misurati per gli atleti di punta di discipline di resistenza, il tenore in grasso della massa corporea senza grasso era sorprendentemente elevata (22,3%). Per tre soli corridori il tenore in grasso era inferiore al 10%, valore pertanto tipico dei fondisti bene allenati; per contro, cinque fra questi il tenore misurato (più di 29%) era nettamente superiore a questo valore.

3.1.3 Volume cardiaco

Con una media di 12,3 (da 10,1 a 14,8) ml per kg di peso del corpo, il cuore dei nostri corridori non è gran che più voluminoso di quello di soggetti non allenati (normalmente 10-11 ml/kg di peso del corpo). Soltanto i tre meglio classificati (14 ml/kg) del nostro gruppo possedevano infatti ciò che viene definito un «cuore sportivo».

Dalle analisi risulta che solo un ristretto numero di corridori di 100 km si sottopone a un allenamento prolungato e intenso perchè il cuore reagisca, con un aumento del suo volume, a queste elevate esigenze, come lo si può osservare fra i ciclisti di punta, i fondisti a piedi e sugli sci.

3.1.4 Capacità d'assorbimento d'ossigeno

Negli sport di resistenza, il fattore limitativo della prestazione è innanzitutto il volume d'ossigeno puro che l'organismo può assorbire per unità di tempo. Con un allenamento regolare della capacità di resistenza, si riesce a sviluppare considerevolmente la capacità d'assorbimento di ossigeno. Per gli uomini non allenati, dell'età di 30 anni o meno, l'assorbimento d'ossigeno massimo raggiunge 45-50 ml al min. e per kg di peso del corpo. Per contro, fra gli atleti d'élite specialisti di sci di fondo, di corsa di fondo e di ciclismo, si misura talvolta più di 80 ml al min. e per kg di peso del corpo. Con una media di 56,1 (40,7-64,8) ml al minuto · kg, media stimata per la loro classe di età, ma per nessuno d'essi questa media si avvicinava al limite di 80 ml al minuto · kg considerata oggi come criterio assoluto per ottenere i migliori risultati in materia di resistenza (su scala nazionale o internazionale).

3.1.5 Ultrastruttura del tessuto muscolare

L'illustrazione mostra un campione tipico di un tessuto muscolare (ingrandito 30 000 volte al microscopio elettronico) di un corridore di 100 km bene allenato. Prima della corsa, oltre al glicogeno (amido =

carboidrati), un'importante riserva di goccioline di grasso è stata immagazzinata nelle cellule muscolari. Come l'abbiamo osservato recentemente per la prima volta nei corridori di punta specialisti di corsa d'orientamento, le cellule dei muscoli dei corridori di fondo molto allenati si caratterizzano innanzitutto — a parte altri fenomeni d'adattamento — per il loro elevato tenore in grassi. Contrariamente ai rivestimenti grassi sottocutanei, questo accumularsi di grassi nelle cellule muscolari non riduce per niente le capacità fisiche: è piuttosto un segno di un giudizioso processo d'adattamento. Per produrre energia, la cellula muscolare può ugualmente, oltre al glicogeno, bruciare i lipidi (grassi). E poichè questi lipidi già si trovano accumulati nel luogo stesso dove saranno in seguito utilizzati, non si ha più bisogno di trasportarli con il sangue per infine inserirli nella cellula muscolare.

3.2 Osservazioni dopo la corsa

3.2.1 Prestazione

I 14 corridori esaminati hanno concluso la prova fra i primi dei 2063 corridori che hanno portato a termine la corsa: il migliore si è classificato 4° in 7 h 37 min, e il più debole 253° in 12 h e 6 min. La metà dei soggetti esaminati ha concluso fra i primi 35 (= 9 h 30 min. e meno).

Senza dedurre i tempi d'interruzione per rifornimento, massaggi, cura dei piedi, ecc., si ottiene per i nostri corridori una velocità di corsa media di 10,3 (8,3-13,1) km/h.

3.2.2 Perdita di peso

In media i nostri corridori hanno perso 2,630 (1,000-4,000) kg durante la corsa. Paragonando a valori registrati per altre prove di resistenza, questa perdita

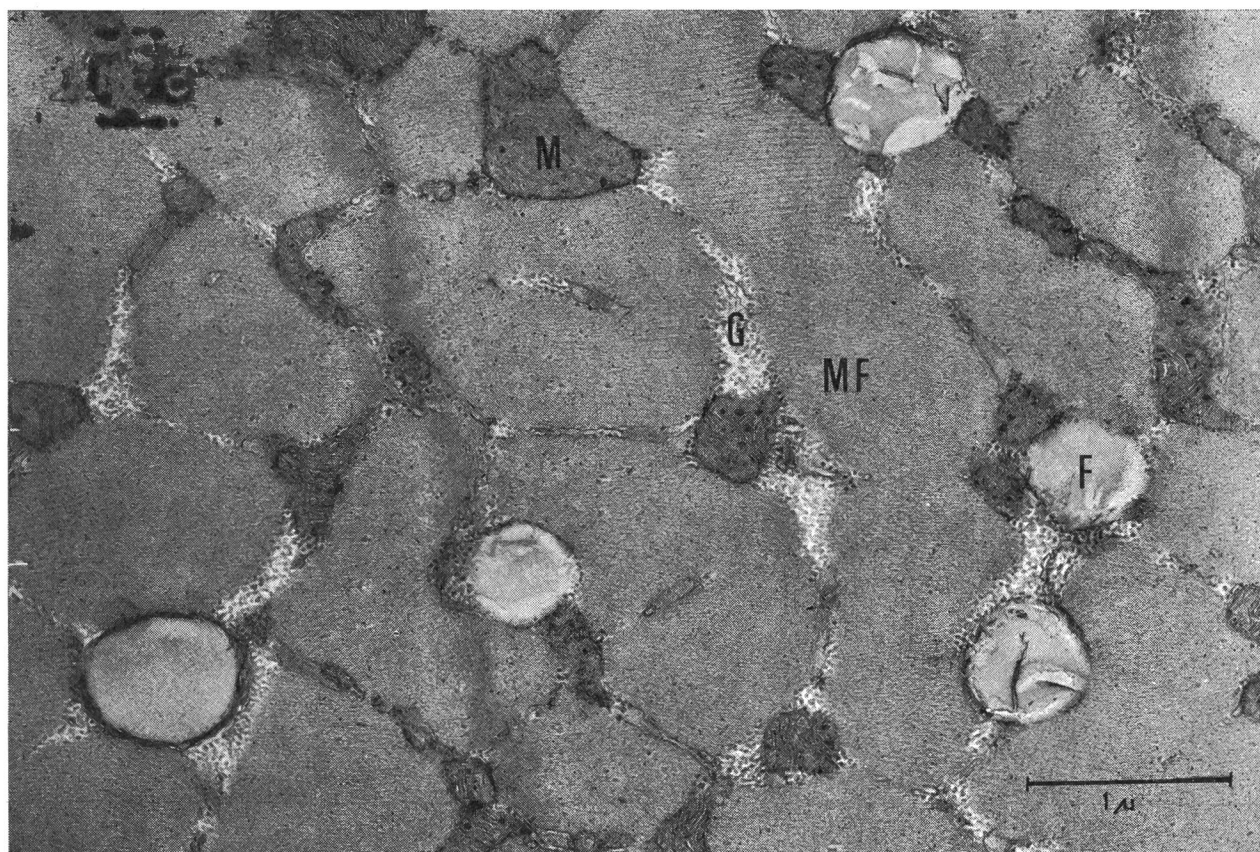


Fig. 1: Sezione trasversale che mostra il tessuto muscolare della coscia di un corridore di 100 km bene allenato, ingrandito 15 000 volte al microscopio elettronico (MF = fibre muscolari, M = mitocondri, G = glicogeno, F = grasso).

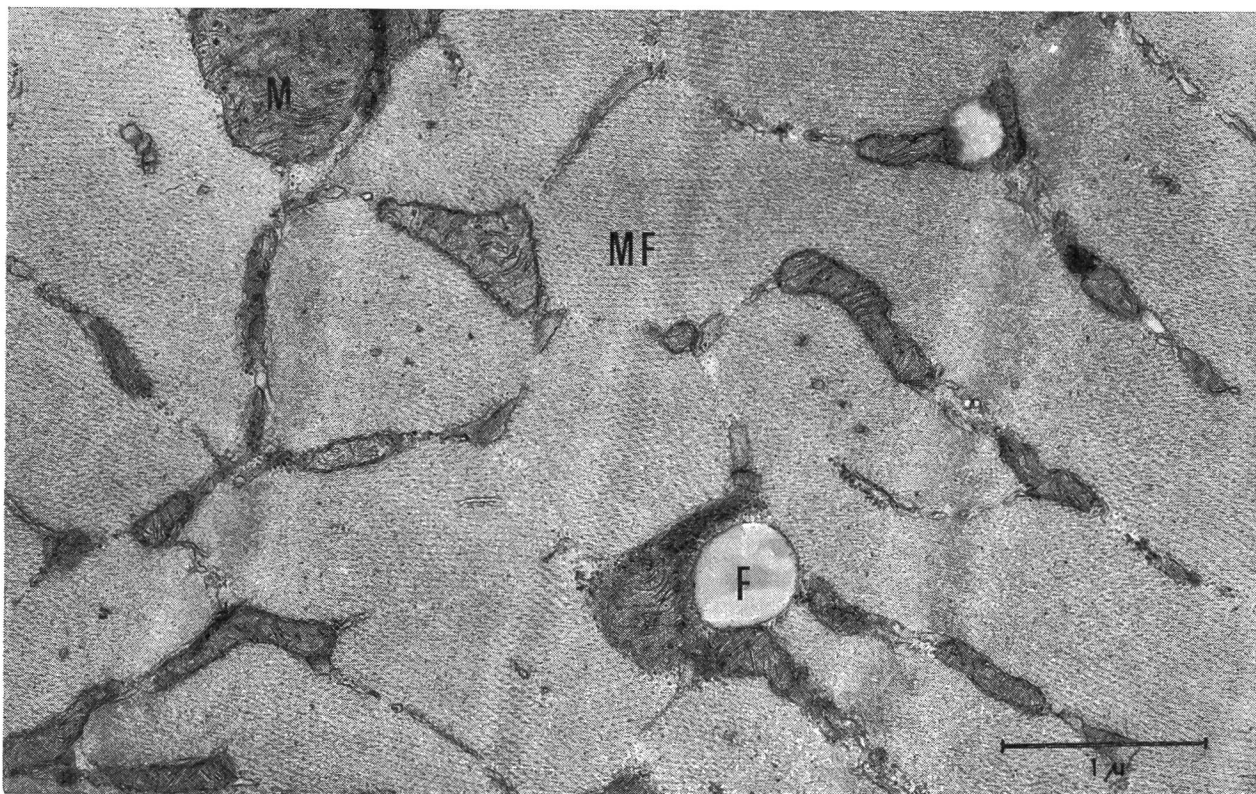


Fig. 2: Tessuto muscolare della coscia dello stesso corridore dopo i 100 km.

media registrata nel nostro caso è relativamente debole riguardo alla durata della prova. Ciò si spiega dal fatto che in pratica i 14 corridori hanno beneficiato durante tutta la gara di una temperatura ideale (durante la notte e nelle prime ore del giorno) e hanno regolarmente ingerito una certa quantità di liquido.

3.2.3 Consumo d'ossigeno e frequenza delle pulsazioni cardiache

A velocità di corsa crescente, sia il consumo d'ossigeno sia la frequenza cardiaca aumentano in modo lineare, e cioè uniformemente; e grazie ai risultati delle prove fatte in laboratorio sul tappeto scorrevole, conosciamo per ogni corridore i suoi valori particolari. Per ognuno di essi si può dunque calcolare, partendo dalla loro prestazione (tempo di corsa), il consumo medio d'ossigeno e la frequenza media delle pulsazioni cardiache durante una corsa di 100 km. Durante tutta la distanza che percorrono, la frequenza cardiaca dei migliori corridori classificati è superiore a 150 pulsazioni min. Durante 100 km il cuore

di questi atleti batte dunque oltre 70 000 volte, ossia 50 000 battiti in più di quelli di un uomo che dorme nel suo letto durante quella stessa notte. Tuttavia sappiamo attualmente che il cuore umano è facilmente atto a tali sforzi e che prestazioni di questo genere non lo mettono eccessivamente a contributo. Il consumo medio d'ossigeno dei nostri corridori ha raggiunto durante la prova 38,0 (31,3-47,3) ml al minuto e per kg. In quantità assoluta, questo significa che per 100 km si è avuto un consumo medio di 1462 (1125-1960) litri di ossigeno puro per corridore. Per approvvigionare il corpo durante la gara di questa quantità di ossigeno, i polmoni devono trattare in media più di 40 000 litri d'aria. Questo corrisponde ad una quantità che un uomo fisicamente inattivo tratta normalmente in 5 giorni. Come l'abbiamo già notato nelle prove di resistenza, ciò che condiziona la prestazione è la quantità massima d'ossigeno che un atleta può assorbire per unità di tempo. Ma nessun individuo è capace di mantenere pienamente e per lungo tempo la sua capacità massima d'assorbimento d'ossigeno, anche gli stessi atleti di punta corrono un 10 000 m oppure una maratona soltanto ad una velocità media corrispondente a circa 80-85%

della loro capacità massima d'assorbimento d'ossigeno. Come per la capacità d'assorbimento d'ossigeno stesso, anche qui si riesce ugualmente, grazie ad un allenamento regolare, a migliorare la facoltà di esaurire la maggior parte possibile della capacità massima di trattare questo ossigeno. I nostri corridori hanno sollecitato in media 68,2 (54,1-79,9) di questa capacità massima. Il grado di spossamento più marcato è stato registrato nel più anziano fra i nostri corridori (53 anni). Per questo soggetto si è misurata una capacità massima d'assorbimento d'ossigeno di 59,2 ml al minuto. Egli è riuscito a consumare continuamente il 79,9% di questa quantità massima, classificandosi 8° nella corsa in 7 h 49 min. È noto d'altronde che i corridori veterani si distinguono precisamente per questa facoltà di sollecitare una parte importante di questa capacità massima. Ciò permette loro, nonostante un'inevitabile diminuzione di questa facoltà, diminuzione inerente alla loro età, di superare sorprendentemente corridori molto più giovani. Sarebbe senza dubbio interessante sapere quale prestazione un fondista di classe internazionale (detto altrimenti: un atleta la cui capacità massima d'assorbimento d'ossigeno è di 80 ml al min. · kg) potrebbe realizzare su una distanza di 100 km e a Bienne. Se si ammette inoltre che è capace d'utilizzare 70% della sua capacità massima, si può prevedere un tempo di 6 h 30 min., ossia mezz'ora in meno dell'attuale primato. Senza dubbio, nei prossimi anni, le prestazioni saranno nettamente migliorate.

3.2.4 Consumo di calorie

Conoscendo il consumo d'ossigeno, si può indirettamente calcolare anche il consumo di calorie, essendo l'ossigeno assorbito nelle cellule del corpo utilizzato per «bruciare» le materie nutritive. Per una prova compiuta durante 100 km, bisogna ammettere che le parti di glucidi e di lipidi così bruciati sono circa uguali. In queste condizioni, per i nostri corridori il consumo di calorie raggiunge in media 7111 (5469-9532) calorie. Ciò corrisponde all'incirca al triplo del consumo quotidiano medio di calorie di un impiegato d'ufficio.

Il consumo dei glucidi è in media di 867 (667-1162) grammi e si può calcolare una media di 382 (294-512) grammi di lipidi utilizzati.

Ragioni organizzative hanno impedito di determinare con precisione l'apporto calorico e il consumo dei liquidi, non si può dunque precisare qual è la parte di riserve di glucidi e di lipidi propri al corpo consumati, e in quale misura i nostri corridori hanno soddisfatto i loro bisogni calorici durante la prova.

3.2.5 Modifiche del tessuto muscolare

Risulta dall'illustrazione 2 che una proporzione molto importante di bisogni energetici è stata coperta dalla

combustione di materie nutritive proprie del corpo, accumulate in modo particolare nelle cellule muscolari. Le riserve di glicogeno proprie alla cellula sono praticamente complete, le goccioline di grasso in gran parte utilizzate; inoltre il tenore in acqua delle cellule dei muscoli è diminuita di circa il 50%. Per contro, anche un tale ingrandimento non mette per niente in evidenza lesioni delle strutture fini delle cellule muscolari. Applicando metodi biochimici di analisi, si è potuto mostrare che dopo uno sforzo di resistenza spinto all'estremo — ciò che avviene in una corsa di 100 km — i processi del metabolismo cellulare si svolgono normalmente, anche se talvolta un po' al rallentatore.

4. Conclusioni e riassunto

Riferendosi all'età dei migliori sportivi di classe internazionale, la corsa di 100 km appare, dopo i nostri esperimenti, essere provvisoriamente ancora all'appannaggio dei corridori di una certa età. Lo stato d'allenamento dei corridori, anche se classificatisi molto bene, sembra relativamente debole — secondo la loro capacità massima d'assorbimento d'ossigeno e il loro volume cardiaco — se paragonata agli atleti di classe nazionale e internazionale delle discipline di resistenza. Ciò non diminuisce comunque la loro prestazione sui 100 km, anzi al contrario! Buoni corridori di 100 km sono in grado di sollecitare sulla totalità della distanza il 70% della loro capacità massima d'assorbire ossigeno. Il cuore ed i polmoni sono dunque capaci di realizzare stupefacenti prodezze, ma a nostro parere non bisogna cercare in questi organi i fattori che limitano la prestazione. Nonostante un apporto nutritivo completamente esterno, le riserve di glucidi e lipidi delle cellule muscolari che lavorano sono quasi completamente esaurite. Grazie a ricerche fatte soprattutto da scienziati scandinavi, si è attualmente a conoscenza che le riserve di glicogeno accumulate all'interno della cellula influiscono sulle capacità di resistenza sportiva. Secondo nostre ricerche, si può ora ammettere che questo si applica anche alle riserve di lipidi immagazzinate nelle cellule, riserve che hanno un ruolo apparentemente determinante, precisamente nel caso di sforzi fisici di lunga durata e quando le riserve di glicogeno proprie alla cellula sono esaurite. È sottinteso che in una prova di 100 km, oltre ai processi biologici che abbiamo sottolineato, la sollecitazione puramente meccanica dell'apparato locomotore, come pure i fattori psichici (come la tenacia), hanno il loro influsso sulla prestazione.

In seguito alle osservazioni effettuate in relazione con la 100 km di Bienne, ammettiamo tuttavia che soprattutto nel caso di corridori poco preparati questi fattori assumono un ruolo determinante, mentre che inversamente, fra i corridori migliori, sono i processi biologici di cui abbiamo parlato ad essere in primo piano.

Bibliografia a disposizione presso gli autori.