

FISIOLOGIA DELL'ESERCIZIO

Teoria e pratica
per forma fisica e performance

Scott K. Powers

University of Florida

Edward T. Howley

University of Tennessee, Knoxville

EDIZIONE ITALIANA SULLA DECIMA IN LINGUA INGLESE A CURA DI

Marco Narici

TRADUZIONE A CURA DI

Roberto Bottinelli

Carlo Capelli

Giuseppe De Vito

Bruno Grassi

Andrea Macaluso

Samuele Marcora

CON LA COLLABORAZIONE DI

Sandro Bartolomei

PICCIN

Titolo originale:
Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance, 10e
by S.K. Powers, E.T. Howley

Copyright © 2018 by McGraw-Hill Education
All rights reserved.

OPERA COPERTA DAL DIRITTO D'AUTORE – TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI

Questo testo contiene materiale, testi ed immagini, coperto da copyright e non può essere copiato, riprodotto, distribuito, trasferito, noleggiato, licenziato o trasmesso in pubblico, venduto, prestato a terzi, in tutto o in parte, o utilizzato in alcun altro modo o altrimenti diffuso, se non previa espressa autorizzazione dell'editore. Qualsiasi distribuzione o fruizione non autorizzata del presente testo, così come l'alterazione delle informazioni elettroniche, costituisce una violazione dei diritti dell'editore e dell'autore e sarà sanzionata civilmente e penalmente secondo quanto previsto dalla L. 633/1941 e ss.mm.

AVVERTENZA

Poiché le scienze mediche sono in continua evoluzione, l'Editore non si assume alcuna responsabilità per qualsiasi lesione e/o danno dovesse venire arrecato a persone, animali o beni per negligenza o altro, oppure uso od operazioni di qualsiasi metodo, prodotto, istruzione o idea contenuti in questo libro. L'Editore raccomanda soprattutto la verifica autonoma delle diagnosi e del dosaggio dei medicinali, attenendosi alle istruzioni per l'uso e controindicazioni contenute nei foglietti illustrativi.

ISBN 978-88-299-3470-6

Copyright © 2024, by Piccin Nuova Libreria S.p.A., Padova

www.piccin.it

Dedicato a Lou e Ann

per il loro amore, la loro pazienza e il loro supporto.

Prefazione

Come nelle edizioni precedenti, la decima edizione di *Fisiologia dell'esercizio: teoria e pratica per forma fisica e performance* è pensata per studenti interessati alla fisiologia dell'esercizio, alla fisiologia dell'esercizio clinico, alla prestazione, alla chinesioterapia/alle scienze dell'esercizio, alla fisioterapia e all'educazione fisica. L'obiettivo complessivo del testo è di consentire agli studenti una buona comprensione della fisiologia dell'esercizio in modo moderno. Inoltre, il testo contiene numerosi test e applicazioni cliniche per valutare la prestazione cardiorespiratoria, oltre ad informazioni sull'allenamento rivolto all'incremento di parametri importanti per la salute e la performance.

Questo testo è pensato per un corso universitario di primo o di secondo livello (magistrale) della durata di un semestre. Il volume contiene evidentemente più informazioni di quelle che possono essere trattate nel corso di un semestre della durata di 15 settimane. Il testo è stato scritto per risultare comprensibile agli studenti e per consentire al docente di selezionare liberamente il materiale considerato più importante per il proprio corso. Il testo può inoltre essere utilizzato in corsi di fisiologia della durata di due semestri, trattando così tutti i 25 capitoli di cui è composto.

AGGIORNAMENTI DELLA PRESENTE EDIZIONE

La decima edizione del nostro testo ha subito una profonda revisione ed è stata aggiornata alle ultime ricerche relative alla fisiologia dell'esercizio. Ogni capitolo infatti contiene discussioni nuove e più complete, nuovi riquadri di testo, nuove figure, riferimenti bibliografici aggiornati e letture consigliate attuali.

Nuovi argomenti e contenuti aggiornati

I contenuti di questa nuova edizione sono stati ampiamente aggiornati. In particolare, ciascun capitolo è stato rivisto e adeguato in modo da includere nuovi e interessanti riquadri di testo, nuove illustrazioni ed evidenze scientifiche supportate da una bibliografia aggiornata e da nuove letture consigliate. Il seguente elenco descrive alcuni cambiamenti sostanziali che rendono la decima edizione più completa e aggiornata:

- **Capitolo 0:** sono stati aggiunti due nuovi riquadri di testo "Uno Sguardo al Passato" dedicati alle carriere di Elsworth Buskirk e di Frances Hellebrandt.
- **Capitolo 1:** sono stati aggiunti nuovi riferimenti bibliografici e letture consigliate.
- **Capitolo 2:** nuove discussioni sul ruolo che lo shock termico gioca nell'adattamento cellulare allo stress.
- **Capitolo 3:** sono stati inseriti nuovi riquadri di testo e illustrazioni per sottolineare la struttura e la funzione delle due sottopopolazioni di mitocondri scoperte nel muscolo scheletrico.
- **Capitolo 4:** diverse figure sono state migliorate attraverso l'aggiunta di una nuova sezione sulla misura del massimo consumo di ossigeno.
- **Capitolo 5:** sono state aggiunte numerose nuove figure e una tabella per spiegare meglio i cambiamenti ormonali nel corso dell'esercizio. Sono state incluse nuove informazioni sull'impatto dell'ormone della crescita e degli steroidi anabolizzanti sulla dimensione e funzione del muscolo scheletrico.
- **Capitolo 6:** sono stati aggiunti aggiornamenti sulla base delle ultime scoperte scientifiche relative all'impatto dell'esercizio sul sistema immunitario.
- **Capitolo 7:** sono state espanse le discussioni sugli organi di senso muscolari (cioè corpi neurotendinei di Golgi e fusi neuromuscolari). Sono state inserite nuove informazioni sulle eccezioni al principio dimensionale di reclutamento delle unità motorie. È stata inoltre aggiunta una nuova sezione sul controllo centrale dei gesti motori durante l'esercizio. Infine, il riquadro "Applicazioni Cliniche 7.2" è stato espanso per trattare il rischio di encefalopatia cronica traumatica negli sport di contatto.
- **Capitolo 8:** sono state aggiunte informazioni aggiornate sul ruolo che le cellule satellite giocano negli adattamenti muscolari indotti da allenamento. Inoltre, sono state incluse nuove informazioni sui meccanismi attraverso cui l'allenamento influenza le strutture e la funzione della giunzione neuromuscolare. Infine, sono state analizzate le nuove indagini in merito alle ragioni che portano all'insorgenza di crampi, all'interno di una nuova appendice che prende in esame gli approcci farmacologici per prevenire questo fenomeno.
- **Capitolo 9:** dettagli aggiornati relativi alla predizione della frequenza cardiaca massima negli individui anziani. Discussioni più approfondite

sulla gestione del flusso ematico a livello muscolare durante l'esercizio. È stato aggiunto il riquadro "Approfondimento 9.3" per trattare l'impatto della posizione del corpo sulla gettata cardiaca durante l'esercizio.

- **Capitolo 10:** aggiornato con le ultime scoperte relative al controllo della respirazione durante l'esercizio. Sono state inoltre aggiunte nuove ricerche sulla differenza fra i sessi nella respirazione durante l'esercizio.
- **Capitolo 11:** sono state inserite numerose illustrazioni nuove e migliorate e una nuova trattazione sui sistemi tampone acido-base intracellulari. È stata aggiunta una nuova sezione per spiegare come la capacità tampone sia diversa nelle varie tipologie di fibre e come l'allenamento influenzi i sistemi tampone muscolari. Inoltre, il capitolo è stato implementato con l'aggiunta delle ultime scoperte sull'integrazione usata per migliorare il bilancio acido-base durante l'esercizio.
- **Capitolo 12:** sono state aggiunte numerose nuove illustrazioni nella trattazione sull'impatto di un ambiente caldo sulla prestazione fisica. Inoltre, un riquadro di testo è stato inserito per trattare l'influenza del pre-raffreddamento sulla prestazione. Infine, la trattazione relativa all'esercizio in ambiente freddo è stata espansa per illustrare le ultime scoperte scientifiche.
- **Capitolo 13:** sono state incluse numerose nuove illustrazioni e il capitolo è stato ampiamente rivisto attraverso l'aggiunta in due nuovi riquadri di testo che trattano: (1) il ruolo della genetica sul massimo consumo di ossigeno e (2) l'influenza dell'allenamento di resistenza sul volume e sul turnover dei mitocondri nel muscolo scheletrico. Infine, sono state inserite nuove e aggiornate informazioni sui mediatori chimici che promuovono la crescita muscolare indotta da allenamento di forza.
- **Capitolo 14:** le profonde revisioni effettuate sul capitolo forniscono nuove evidenze sull'importanza dell'attività fisica nella prevenzione delle malattie croniche. La sezione dedicata alla sindrome metabolica è stata ampiamente rivisitata per includere una trattazione estesa su come l'attività fisica e la dieta influenzino l'infiammazione che è connessa con le malattie croniche.
- **Capitolo 15:** è stata aggiunta un'ampia revisione corredata di nuove figure sul processo di screening per coloro che si avvicinano ad un programma di attività fisica. Ultimi dati riguardanti i nuovi standard nazionali relativi al massimo consumo di ossigeno (VO_2 max).
- **Capitolo 16:** nuovi riferimenti bibliografici e letture consigliate.
- **Capitolo 17:** nuove informazioni sulle raccomandazioni relative all'attività fisica dell'ACSM per le popolazioni speciali. Sono state aggiunte nuove figure sull'effetto dell'età sul massimo consumo di ossigeno e un nuovo riquadro "Applicazioni Cliniche" per discutere il ruolo dell'attività fisica e il rischio di cancro.
- **Capitolo 18:** estensiva revisione per includere nuove informazioni su vitamine e minerali insieme a nuove linee guida per l'alimentazione della popolazione americana. Sono state effettuate estese revisioni nella trattazione sul calcolo della composizione corporea e un'analisi su cause e trattamento dell'obesità.
- **Capitolo 19:** nuovo riquadro "Uno Sguardo al Passato" insieme a una trattazione estesa sul rapporto tra fatica centrale e periferica. Aggiornamenti sul ruolo dei radicali liberi nella fatica indotta da esercizio fisico e nuove informazioni sul perché i corridori Keniani sono spesso vincenti nelle gare di corsa prolungata.
- **Capitolo 20:** è stato aggiornato con le ultime scoperte scientifiche e con l'aggiunta di nuove letture consigliate.
- **Capitolo 21:** sono stati aggiunti tre nuovi riquadri di testo per trattare i seguenti argomenti: (1) quali sono i limiti fisiologici al miglioramento della prestazione di resistenza? (2) l'abbigliamento complessivo può aiutare l'atleta durante la competizione e il recupero? e (3) il trattamento del dolore muscolare ritardato (DOMS).
- **Capitolo 22:** sono presenti una nuova illustrazione e le ultime scoperte scientifiche sulla triade dell'atleta donna, unite a una trattazione sulla recente proposta di sostituzione della definizione di *triade dell'atleta donna* con una nuova terminologia.
- **Capitolo 23:** informazioni aggiornate sulla nutrizione e sulla performance sulla base delle posizioni dell'ACSM del 2016. Nuove trattazioni sui benefici e i problemi associati all'allenamento di atleti con bassi livelli di glicogeno muscolare. È inoltre presente un'estesa trattazione sul fabbisogno di proteine per atleti e maggiori informazioni relative all'importanza del consumo di carboidrati nel corso di gare di resistenza di lunga durata.
- **Capitolo 24:** discussioni aggiornate sulla strategia dell'allenamento "vivi in alto, allenati in basso". Nuove raccomandazioni per la prevenzione e il trattamento del disturbo da calore, insieme a nuove informazioni su come l'indice WBGT possa aiutare la pianificazione di allenamenti in ambiente caldo umido.
- **Capitolo 25:** ultimi dati sulla prevalenza e sull'utilizzo di sostanze ergogeniche. Nuove informazioni sugli integratori alimentari per migliorare la prestazione di resistenza insieme a nuove informazioni sull'effetto dello stretching sulla performance.

RINGRAZIAMENTI

Il presente testo *Fisiologia dell'esercizio: teoria e pratica per forma fisica e performance* non rappresenta l'impegno di soli due autori ma include il contributo di centinaia di scienziati di tutto il mondo. Nonostante non sia possibile ringraziare tutti coloro che hanno contribuito a questo lavoro, vogliamo essere riconoscenti agli scienziati che hanno maggiormente influenzato il nostro modo di pensare, la nostra carriera e la nostra vita in generale: Drs. Bruno Balke, Ronald Byrd, Jerome Dempsey, Stephen Dodd, H.V. Forster, B.D. Franks, Steven Horvath, Henry Montoye, Francis Nagle e Hugh G. Welch.

Inoltre, vogliamo ringraziare Matt Hinkley, Aaron Morton e Brian Parr per l'assistenza e i suggerimenti per la revisione del testo. Queste persone, infatti, hanno dato un contributo sostanziale al miglioramento della decima edizione del libro. Infine, vorremmo ringraziare i seguenti reviewer per aver fornito utili commenti per nona e decima edizione del testo *Fisiologia dell'esercizio: teoria e pratica per forma fisica e performance*:

Alexandra Auslander

Fullerton College

William Byrnes

University of Colorado at Boulder

Jennifer Caputo

Middle Tennessee State University

Kyle Coffey

University of Massachusetts Lowell

Lisa Cooper Colvin

University of the Incarnate Word

David J. Granniss

Gardner-Webb University

Kathy Howe

Oregon State University

Jenny Johnson

American Military University

Shane Kamer

Montreat College

Stephen LoRusso

Saint Francis University

Gregory Martel

Coastal Carolina University

Erica Morley

Arizona State University

Allen C. Parcell

Brigham Young University

John Quindry

Auburn University

Brady Redus

University of Central Oklahoma

Mark Snow

Midland University

Ann M. Swartz

University of Wisconsin-Milwaukee

Eric Vlahov

The University of Tampa

Curatori dell'edizione italiana

Roberto Bottinelli

Professore Ordinario di Fisiologia
Dipartimento di Medicina Molecolare
Università degli Studi di Pavia
capp. 2, 5, 8, 14

Carlo Capelli

Professore Ordinario di Fisiologia
Dipartimento di Neuroscienze, Biomedicina e
Movimento
Università degli Studi di Verona
capp. 1, 3, 15

Giuseppe De Vito

Professore Ordinario di Fisiologia
Dipartimento di Scienze Biomediche
Università degli Studi di Padova
capp. 0, 12

Bruno Grassi

Professore Ordinario di Fisiologia
Dipartimento di Medicina
Università degli Studi di Udine
capp. 4, 9, 13, 24

con la collaborazione di

Sandro Bartolomei

Ricercatore
Dipartimento di Scienze per la Qualità della Vita
Università degli Studi di Bologna
Appendici, Glossario

Andrea Macaluso

Professore Associato di Fisiologia Umana e dello Sport
Dipartimento di Scienze Motorie, Umane e della Salute
Università degli Studi di Roma "Foro Italico"
capp. 6, 7, 11, 16, 19, 23

Samuele Marcora

Professore Ordinario di Scienze dell'Esercizio Fisico e
dello Sport
Dipartimento di Scienze per la Qualità della Vita
Università degli Studi di Bologna
capp. 10, 17, 18, 25

Marco Narici

Professore Ordinario di Fisiologia
Laboratorio di Fisiologia Neuromuscolare
Dipartimento di Scienze Biomediche
Università degli Studi di Padova
capp. 0, 12, 20, 21, 22

Applicazioni pratiche della fisiologia dell'esercizio

Applicazioni Cliniche

Questo riquadro consente di comprendere come la fisiologia dell'esercizio sia utilizzata in ambito clinico.

APPLICAZIONI CLINICHE 7.1

I benefici dell'esercizio fisico nella sclerosi multipla

La sclerosi multipla (SM) è una malattia neurologica che distrugge progressivamente la guaina mielinica degli assoni in aree multiple del sistema nervoso centrale. Sebbene la causa esatta della SM non sia nota, la distruzione della mielina che si osserva nella SM ha una componente ereditaria (vale a dire genetica) ed è associata a un attacco del sistema immunitario che quello contro sovraccarichi, possa migliorare la capacità funzionale nei pazienti che soffrono di questa malattia neurologica (60, 62-63). Per esempio, alcuni studi rivelano che i pazienti con SM che praticavano regolarmente programmi di esercizio fisico aumentavano la forza e la resistenza, con il risultato di un miglioramento nella qualità della vita (61, 64). È importante sottolineare che l'esercizio fisico, praticato con regolarità, potrebbe anche ridurre la depressione morale associata con la SM (60, 62). Tuttavia, a causa del numero limitato di ricerche, si deve il tipo di esercizio che comportano il massimo beneficio per la SM rimangono poco chiari (1). Nonostante ciò, due revisioni della letteratura recenti hanno discusso le linee guida, fondate sui risultati scientifici, per l'attività fisica negli adulti con SM. Si veda Latimer-Cheng et al. (2013) insieme a Moll e Sandrini (2015) nelle Lettere Consigliate per i dettagli.



L'ampiezza del potenziale di membrana a riposo è principalmente determinata da due fattori: (1) la permeabilità della membrana cellulare ai diversi ioni e (2) la differenza nella concentrazione degli ioni presenti nel liquido intracellulare e in quello extracellulare (64). Sebbene vi sia un numero elevato di vari ioni sia all'interno che all'esterno della cellula, gli ioni sodio, potassio, e cloro sono presenti in concentrazione più elevata e svolgono quindi il ruolo più importante nella generazione del potenziale di membrana a riposo (64). I valori delle concentrazioni intracellulari (dentro la cellula) ed extracellulari (fuori dalla cellula) del sodio, del potassio, del cloro, e del calcio sono riportati nella Figura 7.6. Si noti che la concentrazione di sodio è molto maggiore all'esterno della cellula, mentre la concentrazione di potassio molto maggiore all'interno della cellula. Ai fini comparativi, sono riportate anche le concentrazioni intracellulari ed extracellulari del calcio e del cloro (Fig. 7.6).

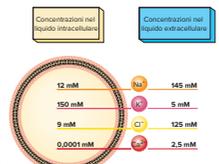


Figura 7.6 Concentrazioni ioniche ai due lati di una tipica membrana cellulare. Sebbene l'organismo contenga molti ioni di natura diversa, gli ioni sodio (Na⁺), potassio (K⁺), e cloro (Cl⁻) sono presenti in concentrazioni più elevate e quindi svolgono il ruolo più importante nel determinare il potenziale di membrana a riposo di una cellula.

La permeabilità della membrana del neurone al potassio, al sodio, e ad altri ioni è regolata da proteine di membrana, che funzionano come dei canali che possono essere aperti o chiusi da appositi "cancelli" nei canali stessi. Questo concetto è illustrato nella Figura 7.7. Si noti che gli ioni si possono muovere liberamente attraverso la membrana cellulare quando i canali sono aperti, laddove la chiusura dei cancelli dei canali previene i movimenti ionici. Un punto fondamentale da ricordare è che, quando i canali sono aperti, gli ioni si muovono da un'area ad elevata concentrazione verso un'area a bassa concentrazione. Quindi, poiché la concentrazione del potassio (carica +) è elevata all'interno della cellula e la concentrazione del sodio (carica +) è elevata all'esterno della cellula, una variazione nella permeabilità della membrana al potassio o al sodio risulterà in un movimento di questi ioni lungo il loro gradiente di concentrazione. Così, il sodio entrerà nella cellula, e il potassio uscirà dalla cellula. In condizioni di riposo, quasi tutti i canali del sodio sono chiusi, lasciando alcuni canali del potassio aperti. Ciò significa che vi sono più ioni potassio che escono dalla cellula di quanti ioni sodio entrino nella cellula. Ciò risulta in una perdita netta di cariche positive dall'interno della membrana, rendendo così il potenziale di membrana a riposo negativo. In breve, il potenziale di membrana negativo in un neurone a ri-

Capitolo 11 Equilibrio acido-base durante l'esercizio 259

AI LIMITI DELLA PRESTAZIONE 11.1

La fisiologia dell'esercizio applicata allo sport

Integratori alimentari per tonificare i disturbi dell'equilibrio acido-base (18). Ciò ridurrebbe l'interferenza degli ioni idrogeno sulla produzione di ATP muscolare e il processo contrattile stesso con la fatica muscolare, numerosi studi hanno esplorato il ruolo degli integratori di sodio prima di un evento sportivo, un atleta dovrebbe capire i rischi associati a questa decisione. L'ingestione di bicarbonato di sodio nelle dosi richieste per aumentare la capacità tampone del sangue può causare dei disturbi gastrointestinali, che includono diarrea e vomito (7, 37).

Citrato di sodio. In modo simile al bicarbonato di sodio, il citrato di sodio è un sale che include lo ione sodio. Significativamente, questo aumento nei livelli di sodio prima di un evento sportivo, un atleta dovrebbe capire i rischi associati a questa decisione. L'ingestione di bicarbonato di sodio nelle dosi richieste per aumentare la capacità tampone del sangue può causare dei disturbi gastrointestinali, che includono diarrea e vomito (7, 37).

Citrato di sodio. In modo simile al bicarbonato di sodio, il citrato di sodio è un sale che include lo ione sodio. Significativamente, questo aumento nei livelli di sodio prima di un evento sportivo, un atleta dovrebbe capire i rischi associati a questa decisione. L'ingestione di bicarbonato di sodio nelle dosi richieste per aumentare la capacità tampone del sangue può causare dei disturbi gastrointestinali, che includono diarrea e vomito (7, 37).

Bicarbonato di sodio. Il bicarbonato di sodio è una sostanza tampone che ha un ruolo importante nel mantenimento del pH, sia intracellulare che quello intracellulare, nonostante la sua incapacità di muoversi liberamente attraverso la membrana del muscolo (cioè il sarcolemma). Sebbene vi siano alcuni risultati contraddittori (2), numerosi studi concludono che la prestazione durante l'esercizio ad intensità elevata migliora quando gli atleti assumono bicarbonato di sodio prima dell'esercizio (6, 7, 26, 30-32, 34, 37, 40). Nello specifico, i risultati di numerosi studi rivelano che, aumentando la capacità tampone del sangue attraverso l'assunzione di bicarbonato di sodio, aumenta il tempo della prestazione fino al esaurimento, durante un esercizio ad intensità elevata (cioè, dall'80% al 120% del VO₂ max). Per esempio, una revisione recente della letteratura scientifica rivela che il bicarbonato di sodio è efficace nel migliorare una sessione di esercizio "all-out" della durata di 60 secondi, di circa il 2% (15). Inoltre, degli studi condotti in laboratorio, nei quali sono state eseguite delle ripetizioni di esercizio ad alta intensità (cioè > 100% del VO₂ max), hanno riportato che l'assunzione di bicarbonato di sodio prima dell'esercizio può migliorare la prestazione di più dell'8% (18). Oltre ai risultati di questi studi, vi sono delle prove che il bicarbonato di sodio è anche efficace per la prestazione sportiva in quelle attività nelle quali l'impiego metabolico è principalmente aerobico, quali il judo, il nuoto e il pallanuoto (18).

Sembra che il bicarbonato di sodio migliori la prestazione fisica aumentando la capacità tampone extracellulare che, a sua volta, è in grado di aumentare la capacità tampone del sangue. Tuttavia, questa decisione. L'ingestione di bicarbonato di sodio nelle dosi richieste per aumentare la capacità tampone del sangue può causare dei disturbi gastrointestinali, che includono diarrea e vomito (7, 37).

Citrato di sodio. In modo simile al bicarbonato di sodio, il citrato di sodio è un sale che include lo ione sodio. Significativamente, questo aumento nei livelli di sodio prima di un evento sportivo, un atleta dovrebbe capire i rischi associati a questa decisione. L'ingestione di bicarbonato di sodio nelle dosi richieste per aumentare la capacità tampone del sangue può causare dei disturbi gastrointestinali, che includono diarrea e vomito (7, 37).

Bicarbonato di sodio. Il bicarbonato di sodio è una sostanza tampone che ha un ruolo importante nel mantenimento del pH, sia intracellulare che quello intracellulare, nonostante la sua incapacità di muoversi liberamente attraverso la membrana del muscolo (cioè il sarcolemma). Sebbene vi siano alcuni risultati contraddittori (2), numerosi studi concludono che la prestazione durante l'esercizio ad intensità elevata migliora quando gli atleti assumono bicarbonato di sodio prima dell'esercizio (6, 7, 26, 30-32, 34, 37, 40). Nello specifico, i risultati di numerosi studi rivelano che, aumentando la capacità tampone del sangue attraverso l'assunzione di bicarbonato di sodio, aumenta il tempo della prestazione fino al esaurimento, durante un esercizio ad intensità elevata (cioè, dall'80% al 120% del VO₂ max). Per esempio, una revisione recente della letteratura scientifica rivela che il bicarbonato di sodio è efficace nel migliorare una sessione di esercizio "all-out" della durata di 60 secondi, di circa il 2% (15). Inoltre, degli studi condotti in laboratorio, nei quali sono state eseguite delle ripetizioni di esercizio ad alta intensità (cioè > 100% del VO₂ max), hanno riportato che l'assunzione di bicarbonato di sodio prima dell'esercizio può migliorare la prestazione di più dell'8% (18). Oltre ai risultati di questi studi, vi sono delle prove che il bicarbonato di sodio è anche efficace per la prestazione sportiva in quelle attività nelle quali l'impiego metabolico è principalmente aerobico, quali il judo, il nuoto e il pallanuoto (18).

Sembra che il bicarbonato di sodio migliori la prestazione fisica aumentando la capacità tampone extracellulare che, a sua volta, è in grado di aumentare la capacità tampone del sangue. Tuttavia, questa decisione. L'ingestione di bicarbonato di sodio nelle dosi richieste per aumentare la capacità tampone del sangue può causare dei disturbi gastrointestinali, che includono diarrea e vomito (7, 37).

Ai Limiti della Prestazione

Come fanno gli atleti a possedere una "marcia in più" che può fare la differenza tra la vittoria e la sconfitta? Questo riquadro spiega la scienza dietro una performance vincente.

Indice generale

Prefazione v

Curatori dell'edizione italiana ix

SEZIONE 1

Fisiologia dell'esercizio 1

- 0 Introduzione alla fisiologia dell'esercizio 2
- 1 Misurazioni comuni in fisiologia dell'esercizio 15
- 2 Controllo dell'ambiente interno 29
- 3 Bioenergetica 39
- 4 Il metabolismo durante l'esercizio 67
- 5 I segnali intracellulari e la risposta ormonale all'esercizio 91
- 6 Esercizio e sistema immunitario 125
- 7 Sistema nervoso: struttura e controllo del movimento 138
- 8 Muscolo scheletrico: struttura e funzione 164
- 9 Risposte circolatorie all'esercizio 191
- 10 Respirazione durante l'esercizio 221
- 11 Equilibrio acido-base durante l'esercizio 252
- 12 Regolazione della temperatura 264
- 13 Fisiologia dell'allenamento: effetti su $\dot{V}O_2$ max, performance e forza 287

SEZIONE 2

Fisiologia della salute e della forma fisica 323

- 14 Prevenire le malattie croniche 324
- 15 Prove funzionali di valutazione della forma fisica cardiorespiratoria 337
- 16 Prescrizione dell'esercizio per la salute e per la fitness 359

- 17 Esercizio fisico per popolazioni speciali 377
- 18 Alimentazione e composizione corporea per la salute e il benessere 402

SEZIONE 3

Fisiologia della prestazione 433

- 19 Fattori che influenzano la prestazione 434
- 20 Valutazioni di laboratorio della performance dell'uomo 452
- 21 Allenamento per la performance 472
- 22 Allenamento per l'atleta donna, per bambini, per popolazioni speciali e per atleti master 498
- 23 Nutrizione, composizione corporea e prestazione 515
- 24 Esercizio e ambiente 539
- 25 Sussidi ergogenici 566

Appendice A: Calcolo dell'assorbimento di ossigeno e della produzione di anidride carbonica 589

Appendice B: Assunzioni dietetiche di riferimento: fabbisogno stimato di energia 592

Appendice C: Assunzioni dietetiche di riferimento: vitamine 593

Appendice D: Assunzioni dietetiche di riferimento: minerali ed elementi 595

Appendice E: Percentuale di grasso stimata per gli uomini: somma delle pliche tricipitale, pettorale e sottoscapolare 597

Appendice F: Percentuale di grasso stimata per le donne: somma delle pliche tricipitale, addominale e sovrailiaca 598

Glossario 599

Indice analitico 609

Indice dei contenuti

Prefazione v

Curatori dell'edizione italiana ix

SEZIONE 1

Fisiologia dell'esercizio 1

Capitolo 0 Introduzione alla fisiologia dell'esercizio 2

Breve storia della fisiologia dell'esercizio 3

L'eredità europea 3

L'Harvard Fatigue Laboratory 4

Fisiologia, condizione fisica e salute 6

Dall'educazione fisica alla scienza dell'esercizio e la chinesologia 8

Gli studi post-laurea (graduate) e la ricerca nella fisiologia dell'esercizio 9

Società professionali e scientifiche e riviste di ricerca 11

Addestramento alla ricerca 11

Opportunità di carriera nelle scienze dell'esercizio e della chinesologia 12

Capitolo 1 Misurazioni comuni in fisiologia dell'esercizio 15

Unità di misura 16

Sistema metrico 16

Unità di misura SI 16

Definizione di lavoro e potenza 16

Lavoro 16

Potenza 17

Misurazione di lavoro e potenza 17

Test del gradino 17

Cicloergometro 18

Nastro trasportatore 19

Determinazione della spesa energetica 20

Calorimetria diretta 20

Calorimetria indiretta 21

Come esprimiamo la spesa energetica 21

Stima della spesa energetica 22

Calcolo del rendimento dell'esercizio 23

Fattori che influenzano il rendimento dell'esercizio 25

Economia di corsa 26

Capitolo 2 Controllo dell'ambiente interno 29

Omeostasi: una costanza dinamica 30

Sistemi di controllo del corpo 32

Natura dei sistemi di controllo 32

Feedback negativo 32

Feedback positivo 33

Guadagno di un sistema di controllo 33

Esempi di controllo omeostatico 33

Regolazione della temperatura corporea 33

Regolazione della glicemia 34

Esercizio: un test del controllo omeostatico 34

L'esercizio migliora il controllo omeostatico attraverso adattamenti cellulari 34

Le proteine dello stress contribuiscono alla regolazione della omeostasi cellulare 35

Capitolo 3 Bioenergetica 39

Struttura cellulare 40

Trasformazioni energetiche biologiche 40

Reazioni chimiche cellulari 41

Reazioni di ossido-riduzione 43

Enzimi 43

Substrati energetici utilizzati durante l'esercizio 47

Carboidrati 47

Lipidi 48

Proteine 48

Fosfati altamente energetici 48

Bioenergetica 49

Produzione anaerobica di ATP 50

Produzione aerobica di ATP 53

Bilancio aerobico della produzione di ATP 60

Efficienza della fosforilazione ossidativa 60

Controllo dei processi bioenergetici 61

Controllo del sistema ATP-PC 61

Controllo della glicolisi 61

Controllo del ciclo dell'acido citrico e della catena di trasporto degli elettroni 62

Interazione tra produzione aerobica e produzione anaerobica di ATP 63

Capitolo 4 Il metabolismo durante l'esercizio 67

Fabbisogni energetici a riposo 68

Transizione tra riposo ed esercizio 68

Recupero dopo l'esercizio: risposte metaboliche 70

Risposte metaboliche all'esercizio: influenza di durata e intensità 74

Esercizi brevi e intensi 74

Esercizi prolungati 74

Esercizi incrementali 75

Stima dell'utilizzazione dei substrati durante l'esercizio 79

Fattori che determinano la scelta dei substrati 80

Intensità dell'esercizio e scelta dei substrati 80

Durata dell'esercizio e scelta dei substrati 81

Interazioni tra metabolismo dei grassi e dei carboidrati 83
Scorte di substrati nell'organismo 83

Capitolo 5 I segnali intracellulari e la risposta ormonale all'esercizio 91

Neuroendocrinologia 92
 Concentrazione di ormone nel sangue 93
 Interazione ormone-recettore 94
Ormoni: regolazione e azione 97
 Ipotalamo e ghiandola pituitaria 97
 Ghiandola tiroidea 100
 Ghiandola paratiroidea 101
 Ghiandola surrenale 101
 Pancreas 105
 Testicoli e ovaie 105
Controllo ormonale della mobilitazione di substrati durante l'esercizio 110
 Utilizzo del glicogeno muscolare 110
 Omeostasi del glucosio plasmatico durante l'esercizio 113
 Interazione ormone-substrato 119

Capitolo 6 Esercizio e sistema immunitario 125

Visione d'insieme sul sistema immunitario 126
 Sistema immunitario innato 126
 Sistema immunitario acquisito 130
Esercizio e sistema immunitario 131
 Esercizio e resistenza alle infezioni 131
 Esercizio aerobico ad intensità elevata/di lunga durata aumenta il rischio di infezioni 133
Esercizio in ambienti straordinari: il rischio di infezioni è aumentato? 135
Si può fare esercizio quando si ha un raffreddore? 136

Capitolo 7 Sistema nervoso: struttura e controllo del movimento 138

Funzioni generali del sistema nervoso 139
Organizzazione del sistema nervoso 139
 Struttura del neurone 139
 Attività elettrica nei neuroni 140
Informazioni sensoriali e riflessi 147
 Propriocettori articolari 147
 Propriocettori muscolari 148
Chemocettori muscolari 150
Funzione motoria somatica e motoneuroni 151
Apparato vestibolare ed equilibrio 153
Funzioni di controllo motorio del cervello 154
 Encefalo 155
 Cervelletto 155
 Tronco encefalico 157
Funzioni motorie del midollo spinale 157
Controllo delle funzioni motorie 158
Sistema nervoso autonomo 159
L'esercizio fisico migliora lo stato di salute del cervello 160

Capitolo 8 Muscolo scheletrico: struttura e funzione 164

Struttura del muscolo scheletrico 165
Giunzione neuromuscolare 167

Contrazione muscolare 169

Panoramica del modello dei filamenti scorrevoli/braccio di leva oscillante 169
Energia per la contrazione 171
Regolazione dell'accoppiamento eccitazione-contrazione 171

Esercizio e fatica muscolare 175

Crampi muscolari associati all'esercizio 175

Crampi muscolari associati all'esercizio fisico non sono causati da disidratazione o squilibrio elettrolitico 175
Crampi muscolari associati all'esercizio fisico sono probabilmente dovuti a cambiamenti nel sistema nervoso centrale 176
Crampi muscolari associati all'esercizio fisico: conclusioni 176

Tipi di fibre muscolari 178

Panoramica delle caratteristiche biochimiche e contrattili del muscolo scheletrico 178
Caratteristiche funzionali dei tipi di fibre muscolari 179
Tipi di fibre e prestazioni 181

Azioni muscolari 182

Velocità di azione muscolare e rilasciamento 183

Regolazione della forza nel muscolo 183

Relazioni forza-velocità e potenza-velocità 185

Capitolo 9 Risposte circolatorie all'esercizio 191

Organizzazione generale del sistema circolatorio 192

Struttura del cuore 192
Circolo polmonare e circolo sistemico 193
Cuore: miocardio e ciclo cardiaco 193
 Miocardio 193
 Ciclo cardiaco 195
 Pressione arteriosa 197
 Fattori che influenzano la pressione arteriosa 199
 Attività elettrica del cuore 200

Gettata cardiaca 202

Regolazione della frequenza cardiaca 202
Variabilità della frequenza cardiaca 205
Regolazione del volume sistolico 206

Emodinamica 208

Caratteristiche fisiche del sangue 208
Relazioni tra pressione, resistenza e flusso 208
Origine delle resistenze vascolari 209

Modificazioni dell'apporto di O₂ al muscolo durante l'esercizio 209

Modificazioni della gettata cardiaca durante l'esercizio 210
Modificazioni del contenuto di ossigeno nel sangue arterioso e nel sangue venoso misto durante l'esercizio 211
Ridistribuzione del flusso di sangue durante l'esercizio 212
Regolazione del flusso sanguigno locale durante l'esercizio 212

Risposte circolatorie all'esercizio 214

Influenze emotive 214
Transizione da riposo a esercizio 214
Recupero dopo l'esercizio 214
Esercizio incrementale 215
Esercizi con le braccia o con le gambe 215
Esercizio intermittente 215
Esercizio prolungato 216

Regolazione degli adeguamenti cardiovascolari durante l'esercizio 217

Capitolo 10 Respirazione durante

- l'esercizio 221
- Funzione del sistema respiratorio – quadro generale 222
- Struttura del sistema respiratorio 222
 - Zona conduttiva 224
 - Zona respiratoria 225
- Meccanica della respirazione 225
 - Inspirazione 226
 - Espirazione 226
 - Resistenza delle vie aeree 226
- Ventilazione polmonare 228
- Volumi e capacità polmonari 229
- Diffusione dei gas 231
- Circolazione polmonare 232
- Rapporti ventilazione-perfusione 233
- Trasporto di O₂ e CO₂ nel sangue 234
 - Emoglobina e trasporto di O₂ 234
 - Curva di dissociazione dell'ossiemoglobina 234
 - Trasporto di O₂ nei muscoli 236
 - Trasporto di CO₂ nel sangue 237
- Ventilazione ed equilibrio acido-base 238
- Risposte ventilatorie e dei gas ematici all'esercizio 238
 - Transizione riposo-esercizio 238
 - Esercizio prolungato in un ambiente caldo 238
 - Esercizio incrementale 239
- Controllo della ventilazione 241
 - Regolazione ventilatoria a riposo 241
 - Centri di controllo respiratorio 241
 - Input ai centri di controllo respiratorio 241
 - Controllo ventilatorio durante l'esercizio submassimale 244
 - Controllo ventilatorio durante l'esercizio intenso 244
- I polmoni si adattano all'allenamento? 245
- Il sistema polmonare limita la prestazione durante l'esercizio ad alta intensità? 246

Capitolo 11 Equilibrio acido-base durante l'esercizio 252

- Acidi, basi e pH 253
- Produzione di ioni idrogeno durante l'esercizio 254
- Importanza della regolazione dell'equilibrio acido-base durante l'esercizio 256
- I sistemi tampone acido-base 256
 - Sostanze tampone intracellulari 256
 - Effetto del tipo di fibre muscolari e dell'allenamento sulla capacità delle sostanze tampone intracellulari 257
 - Sostanze tampone extracellulari 257
- Effetto della respirazione sull'equilibrio acido-base 258
- Regolazione dell'equilibrio acido-base tramite i reni 260
- Regolazione dell'equilibrio acido-base durante l'esercizio 260

Capitolo 12 Regolazione della temperatura 264

- Panoramica sull'equilibrio termico durante l'esercizio fisico 265

- Misure della temperatura durante l'esercizio fisico 266

Panoramica sulla produzione/dispersione di calore 267

- Produzione di calore 267
- Perdita di calore 267
- Immagazzinamento di calore corporeo durante l'esercizio fisico 270

Termostato corporeo dell'area preottica anteriore ipotalamica 271

- Spostamento della temperatura di riferimento del termostato ipotalamico in seguito a stati febbrili 271

Alterazioni termiche durante l'esercizio fisico 272**Indice di calore – una misura del calore percepito 274****Esercizio fisico in ambiente caldo 274**

- Grado di sudorazione durante l'esercizio fisico 274
- Alterazione della performance atletica in ambienti caldi 274
- Differenze nella termoregolazione legate al sesso e all'età 278
- Acclimatazione al caldo 279
- Perdita dell'acclimatazione 281

Esercizio fisico in ambiente freddo 282

- Risposte fisiologiche all'esercizio in ambiente freddo 283
- Acclimatazione al freddo 284

Capitolo 13 Fisiologia dell'allenamento: effetti su $\dot{V}O_2$ max, performance e forza 287**Principi dell'allenamento 289**

- Sovraccarico e reversibilità 289
- Specificità 289

Allenamento all'endurance e $\dot{V}O_2$ max 289

- Programmi di allenamento e modificazioni di $\dot{V}O_2$ max 290

Perché l'allenamento determina un aumento di $\dot{V}O_2$ max? 291

- Volume sistolico 292
- Differenza arteriovenosa di O₂ 293

Effetti dell'allenamento all'endurance su performance e omeostasi 293

- Modificazioni indotte dall'allenamento all'endurance su tipo di fibre e capillarizzazione 294
- L'allenamento all'endurance aumenta il contenuto di mitocondri nelle fibre muscolari scheletriche 295
- Modificazioni indotte dall'allenamento dell'utilizzazione dei substrati da parte del muscolo 296
- L'allenamento all'endurance migliora la capacità antiossidante del muscolo 298
- L'allenamento migliora l'equilibrio acido-base durante l'esercizio 298

Basi molecolari degli adattamenti all'allenamento 299

- Adattamenti all'allenamento – il quadro generale 299
- Specificità delle risposte all'allenamento 300
- Vie primarie di trasduzione del segnale nel muscolo scheletrico 300
- Messaggeri secondari nel muscolo scheletrico 301

Eventi di segnalazione che conducono agli adattamenti muscolari indotti dall'allenamento all'endurance 302**Allenamento all'endurance: legami tra fisiologia muscolare e fisiologia sistemica 304**

Feedback periferico 304
Comando centrale 306

De-allenamento dopo un allenamento all'endurance 306

Adattamenti muscolari all'allenamento anaerobico 308
Miglioramenti della performance indotti dall'allenamento anaerobico 308
Modificazioni del muscolo scheletrico indotte dall'allenamento anaerobico 308

Effetti fisiologici dell'allenamento alla forza 309

Meccanismi responsabili dell'aumento di forza con l'allenamento contro resistenza 310
Modificazioni del sistema nervoso indotte dall'allenamento contro resistenza 310
Aumento delle dimensioni del muscolo indotto dall'allenamento alla forza 310
Modificazioni del tipo di fibre indotte dall'allenamento contro resistenza 311
L'allenamento contro resistenza può aumentare la capacità ossidativa e il numero di capillari? 311
L'allenamento contro resistenza migliora l'attività enzimatica antiossidante del muscolo 312

Andamento temporale ed eventi di segnalazione che portano all'aumento di volume del muscolo in seguito ad allenamento contro resistenza 312
Andamento temporale della sintesi proteica muscolare 313
Eventi di segnalazione che portano all'aumento di volume muscolare da allenamento contro resistenza 313
Ruolo delle cellule satelliti nell'ipertrofia muscolare indotta dall'allenamento contro resistenza 314

De-allenamento in seguito ad allenamento contro resistenza 315

Allenamento contro resistenza associato all'allenamento all'endurance 316
Meccanismi responsabili delle limitazioni dello sviluppo di forza durante allenamenti associati di forza e di endurance 317

SEZIONE 2

Fisiologia della salute e della forma fisica 323

Capitolo 14 Prevenire le malattie croniche 324
Fattori di rischio per le malattie croniche 325
 Ereditari/biologici 325
 Ambientali 325
 Comportamentali 325
Fattori di rischio per la malattia cardiaca coronarica 326
 Inattività fisica come fattore di rischio 327
 Attività fisica e salute 328
Infiammazione e malattia coronarica 329
 Obesità, infiammazione e malattia cronica 330
 Alimentazione sana e attività fisica per combattere l'infiammazione 330
Sindrome metabolica 332

Capitolo 15 Prove funzionali di valutazione della forma fisica cardiorespiratoria 337
Procedure di valutazione 338
 Selezione (screening) 338
 Misure a riposo e durante l'esercizio 340
Test sul campo per la valutazione della CRF 341
 Prove di corsa massimale 341
 Prove di marcia 343
 Modified Canadian Aerobic Fitness Test 343
Valutazione funzionale con test incrementale: variabili misurate 344
 Frequenza cardiaca 344
 Pressione arteriosa 345
 ECG 345
 Intensità percepita di esercizio 345
 Criteri di interruzione della prova 346
 $\dot{V}O_2$ max 346
 Stima del $\dot{V}O_2$ max dall'intensità di esercizio più elevata prima dell'interruzione 347
 Stima del $\dot{V}O_2$ max dalla risposta sottomassimale della FC 347
Protocolli dei test incrementali 348
 Nastro trasportatore 349
 Cicloergometro 350
 Test del gradino 352

Capitolo 16 Prescrizione dell'esercizio per la salute e per la fitness 359
Prescrizione dell'esercizio 360
 Dose-risposta 361
 Attività fisica e salute 361
Linee guida generali per migliorare la fitness 363
 Valutazione 365
 Progressione 365
 Riscaldamento, allungamento e defaticamento, allungamento 365
Prescrizione dell'esercizio per la FCR 365
 Frequenza 366
 Intensità 366
 Tempo (durata) 368
Sequenza dell'attività fisica 369
 Camminare 369
 Correre 370
 Giochi e sport 370
Allenamento alla forza e alla flessibilità 370
Problemi legati alle condizioni ambientali 372

Capitolo 17 Esercizio fisico per popolazioni speciali 377
Diabete 378
 Esercizio fisico e diabete 379
Asma 382
 Diagnosi e cause 383
 Prevenzione/riduzione dell'asma 383
 Asma indotta da esercizio fisico 384
Malattie polmonari ostruttive croniche (COPD) 385
 Valutazione e allenamento 386
Ipertensione 387
Riabilitazione cardiaca 388
 Popolazione 388
 Valutazione 389

- Programmi di esercizio 389
- Esercizio fisico per individui anziani 390
 - Massima potenza aerobica 390
 - Risposte all'allenamento 390
 - Salute delle ossa e osteoporosi 393
 - Forza 393
- Esercizio fisico in gravidanza 394

Capitolo 18 Alimentazione e composizione corporea per la salute e il benessere 402

- Standard nutrizionali 403
- Classi di nutrienti 405
 - Acqua 405
 - Vitamine 405
 - Minerali 405
 - Carboidrati 409
 - Grassi 410
 - Proteine 411
- Dietary Guidelines for Americans* 411
 - Piani alimentari per la salute 412
 - Valutare la dieta 413
- Composizione corporea 413
 - Metodi per valutare sovrappeso e obesità 414
 - Metodi per misurare la composizione corporea 414
 - Modello di composizione corporea a due componenti 415
 - Grasso corporeo per la salute e la forma fisica 418
- Obesità e controllo del peso 419
 - Obesità 419
 - Cause dell'obesità 420
- Alimentazione, attività fisica e controllo del peso 421
 - Bilancio energetico 421
 - Alimentazione e controllo del peso 421
 - Spesa energetica e controllo del peso 422

SEZIONE 3

Fisiologia della prestazione 433

Capitolo 19 Fattori che influenzano la prestazione 434

- Siti della fatica 435
 - Fatica centrale 436
 - Fatica periferica 437
 - Fatica sia centrale che periferica 440
- Fattori limitanti le prestazioni anaerobiche massimali 442
 - Prestazioni a brevissimo termine (10 secondi o meno) 442
 - Prestazioni a breve termine (10-180 secondi) 442
- Fattori limitanti le prestazioni aerobiche massimali 444
 - Prestazioni di durata moderata (3-20 minuti) 444
 - Prestazioni di durata intermedia (21-60 minuti) 444
 - Prestazioni a lungo termine (1-4 ore) 445
- L'atleta come una macchina 448

Capitolo 20 Valutazioni di laboratorio della performance dell'uomo 452

- Valutazioni di laboratorio della performance fisica: teoria ed etica 453
- Cosa ci guadagna l'atleta con i test fisiologici 453

- Quale test fisiologico non fare 454
- Le componenti dei test fisiologici efficaci 454
- Test diretto della massima potenza aerobica 454
 - Specificità dei test 455
 - Protocolli dei test di esercizio 455
 - Determinazione del picco di $\dot{V}O_2$ in atleti paraplegici 456
- Test di laboratorio per predire la performance di endurance 457
 - Uso del threshold del lattato per valutare la performance 457
 - Misura della potenza critica 459
- Test per determinare l'economia dell'esercizio 459
- Stima del successo nella corsa di distanza utilizzando il threshold del lattato e l'economia di corsa 460
- Determinazione del potere anaerobico 461
 - Test di potenza anaerobica a brevissimo termine 462
 - Test di potenza anaerobica a breve termine 463
- Valutazione della forza muscolare 465
 - Criteri per la scelta di un test di forza 465
 - Misure isometriche della forza 465
 - Test di forza a peso libero 466
 - Valutazione isocinetica della forza 466
 - Misura della resistenza variabile della forza 467

Capitolo 21 Allenamento per la performance 472

- Principi di allenamento 473
 - Sovraccarico, specificità e reversibilità 473
 - Influenza di genere e iniziale livello di forma fisica 474
 - Influenza della genetica 474
- Componenti di una sessione di allenamento: riscaldamento, allenamento e raffreddamento 475
- Allenamento per migliorare la potenza aerobica 477
 - Interval training 477
 - Esercizio di breve, lunga distanza 478
 - Esercizio continuo ad alta intensità 479
 - L'allenamento ad alta quota migliora la performance dell'esercizio a livello del mare 479
- Allenamento di endurance e lesioni 480
- Allenamento per migliorare la potenza anaerobica 480
 - Allenamento per migliorare il sistema ATP-PC 481
 - Allenamento per migliorare il sistema glicolitico 481
- Allenamento per migliorare la forza muscolare 481
 - Allenamento progressivo di forza (resistance) 483
 - Principi generali di un allenamento di forza 483
 - Confronto tra pesi liberi e macchine 483
 - Differenze di genere nella risposta all'allenamento alla forza 484
- Programmi concomitanti di allenamento di endurance e di forza 486
- Adattamenti nei muscoli scheletrici indotti da influenze nutrizionali sull'allenamento 487
 - La disponibilità di carboidrati nel muscolo scheletrico influenza la resistenza dell'adattamento all'allenamento 487
 - La disponibilità delle proteine nel muscolo scheletrico influenza la sintesi delle proteine muscolari dopo l'esercizio fisico 488
 - Supplementazione con elevate dosi di antiossidanti 488

Dolore muscolare 488
Allenamento per migliorare la flessibilità 489
Condizionamento annuale per atleti 491
Allenamento fuori stagione 491
Allenamento pre-stagione 493
Allenamento durante la stagione 493
Errori comuni dell'allenamento 493

Capitolo 22 Allenamento per l'atleta donna, per bambini, per popolazioni speciali e per atleti master 498

Fattori importanti per le donne coinvolte in un intenso allenamento 499
Esercizio e disturbi mestruali 499
Allenamento e mestruazioni 500
Atlete e disordini alimentari 500
Disordini alimentari: commenti finali 501
Disturbi minerali ossei e atlete 501
Esercizio durante la gravidanza 501
Rischio di lesione al ginocchio nelle atlete donne 503
Allenamento per bambini 504
Allenamento e sistema cardiopolmonare 505
Allenamento e sistema muscoloscheletrico 505
Progressi nella scienza dell'esercizio pediatrico 506

Allenamento competitivo in soggetti con diabete 506

Allenamento in soggetti con asma 507

Epilessia e attività fisica 508

L'esercizio promuove le convulsioni? 508
Rischio di lesioni in seguito a convulsioni 508

Prestazione e allenamento per atleti master 509

Cambiamenti età-correlati nella forza muscolare 509
Invecchiamento e performance di endurance 510
Linee guida di allenamento per atleti master 511

Capitolo 23 Nutrizione, composizione corporea e prestazione 515

Carboidrati 516

Apporto di carboidrati e prestazione 516
Assunzione dei carboidrati prima o durante una prestazione 519
Assunzione dei carboidrati dopo una prestazione 522

Proteine 522

Fabbisogno di proteine ed esercizio 523
Fabbisogno di proteine per gli atleti 524

Acqua ed elettroliti 526

Reintegrazione dei liquidi—Prima dell'esercizio 526
Reintegrazione dei liquidi—Durante l'esercizio 527
Reintegrazione dei liquidi—Dopo l'esercizio 528
Sale (NaCl) 529

Minerali 529

Ferro 529

Vitamine 531

Pasto pre-gara 532

Principi nutritivi del pasto pre-gara 532

Composizione corporea e prestazione 533

Capitolo 24 Esercizio e ambiente 539

Altitudine 540

Pressione atmosferica 540
Performance anaerobica di breve durata 540
Performance aerobica di lunga durata 541
Massima potenza aerobica e altitudine 542
Acclimatazione all'altitudine 544
Allenamento per le competizioni in alta quota 545
La conquista dell'Everest 546

Calore 548

Ipertermia 549

Implicazioni per la fitness 551

Implicazioni sulla performance 551

Freddo 553

Fattori ambientali 554
Fattori di isolamento 556
Produzione di calore 557
Caratteristiche descrittive 557
Come affrontare l'ipotermia 558

Inquinamento dell'aria 558

Materia particolata 559
Ozono 559
Biossido di zolfo 560
Monossido di carbonio 560

Capitolo 25 Sussidi ergogenici 566

Problemi nella ricerca sperimentale 567

Integratori alimentari 568

Prestazione aerobica 569

Ossigeno 570
Doping ematico 572

Prestazione anaerobica 574

Sistemi tampone nel sangue 574

Farmaci 575

Anfetamine 575
Caffeina 576

Sussidi ergogenici meccanici 579

Ciclismo 579

Riscaldamento 580

Appendice A: Calcolo dell'assorbimento di ossigeno e della produzione di anidride carbonica 589

Appendice B: Assunzioni dietetiche di riferimento: fabbisogno stimato di energia 592

Appendice C: Assunzioni dietetiche di riferimento: vitamine 593

Appendice D: Assunzioni dietetiche di riferimento: minerali ed elementi 595

Appendice E: Percentuale di grasso stimata per gli uomini: somma delle pliche tricipitale, pettorale e sottoscapolare 597

Appendice F: Percentuale di grasso stimata per le donne: somma delle pliche tricipitale, addominale e sovrailiaca 598

Glossario 599

Indice analitico 609