

# ANATOMIA & FISIOLOGIA



# ANATOMIA & FISIOLOGIA

**KENNETH S. SALADIN**

*Georgia College*

Seconda Edizione italiana  
sulla ottava di lingua inglese  
a cura di

**Eugenio Gaudio**

con la collaborazione di

**Simone Carotti**

**Romina Mancinelli**

**PICCIN**

*Titolo originale:*  
ANATOMY & PHYSIOLOGY: THE UNITY OF FORM AND FUNCTION, EIGHTH EDITION  
by Kenneth S. Saladin  
Copyright © 2018 by McGraw-Hill Education. All rights reserved.

Immagine di copertina acquisita in licenza: BigBlueStudio/Shutterstock

I edizione italiana a cura di  
Eugenio Gaudio  
con la collaborazione di  
Simone Carotti, Romina Mancinelli, Anastasia Renzi

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

Indicazioni accurate, effetti indesiderati e dosaggi per i farmaci sono indicati nel libro, ma è possibile che cambino. Il lettore deve esaminare le informazioni contenute nel foglietto illustrativo dei medicinali menzionati. Gli autori, curatori, editori o distributori non sono responsabili per errori od omissioni o per qualsiasi conseguenza derivante dall'applicazione delle informazioni di quest'opera, e non danno alcuna garanzia, esplicita o implicita, rispetto al contenuto della pubblicazione. Gli autori, curatori, editori e distributori non si assumono alcuna responsabilità per qualsiasi lesione o danno a persone o cose derivante da questa pubblicazione.

ISBN 978-88-299-2955-9

Stampato in Italia

# PRESENTAZIONE DELL'EDIZIONE ITALIANA

**È** con vero piacere che presento la seconda edizione italiana dell'ormai classico libro di Anatomia e Fisiologia di Ken Saladin, traduzione dell'ottava edizione americana. Il testo presenta numerosi aggiornamenti del suo contenuto scientifico, che lo mantengono al passo con le recenti scoperte scientifiche e con le nuove concezioni anatomo-funzionali, quali ad esempio quelle sulla genetica dell'intolleranza al lattosio, sulle nuove linee guida per una corretta dieta e sulle metodologie innovative per gli innesti cutanei.

Sono stati inoltre aggiornati e migliorati importanti concetti di anatomo-fisiologia, derivati dai feedback pervenuti dai lettori, quali ad esempio quelli sulle funzioni degli introni del DNA, sugli effetti del simpatico sul circolo coronarico, sul ruolo della riparazione dei telomeri nel cancro, sul ruolo delle orexine sul ciclo sonno-veglia.

Anche il materiale iconografico è stato aggiornato e migliorato rispetto alla precedente edizione.

Come avevo già avuto modo di ricordare nella presentazione alla prima edizione, Ken Saladin ha amato sin da piccolo lo studio della natura ed in particolare del corpo umano, così come ha sempre apprezzato la bella scrittura e la prosa scientifica dotta e precisa. In questo testo Saladin ha trasferito l'entusiasmo che lo ha sempre animato, assieme alla ricerca di un'esposizione che fosse allo stesso tempo semplice da comprendere e ricca di notizie scientifiche. Non sempre, infatti, i testi riescono a coniugare la precisione ed

il dettaglio dell'informazione con una presentazione che la renda accessibile anche ai giovani alle prime armi con gli studi biomedici.

Il testo non si pone obiettivi di esaustività anatomo-topografica e anatomo-clinica indispensabili per la formazione del medico-chirurgo; appare invece particolarmente utile per le lauree triennali di primo livello dell'area sanitaria, ove si avverte sempre più il problema di riuscire a fornire, in tempi ristretti, un corso – e quindi dei testi – che coniughino la necessaria semplicità di esposizione ad un rigore metodologico ed alla correttezza ed adeguatezza scientifica dei contenuti.

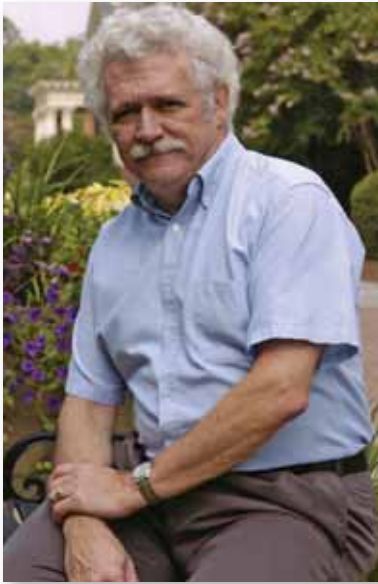
Questa nuova edizione riesce ad operare la difficile sintesi fra semplificare – senza banalizzarli – ed integrare i complessi problemi morfo-funzionali che tratta e, pertanto, risulta essere un validissimo sussidio didattico per lo studente che affronti per la prima volta lo studio della struttura e della funzione dell'organismo umano.

Un ringraziamento va ai Professori Romina Mancinelli e Simone Carotti che hanno collaborato all'edizione italiana riuscendo nel non facile compito di mantenere la linearità e comprensibilità del testo inglese; l'editore Dottor Piccin, con l'abituale serietà e competenza, ha conferito al libro la pregevole veste grafica che caratterizza anche questa edizione.

**Prof. Eugenio Gaudio**

*Professore Ordinario di Anatomia Umana  
 Rettore Sapienza Università di Roma*

# INFORMAZIONI SULL'AUTORE



© Tim Vacula

**KENNETH S. SALADIN** ha insegnato dal 1977 presso il Georgia College a Milledgeville, Georgia. Ha ottenuto un BS in zoologia all'Università statale del Michigan e il PhD in parassitologia presso l'Università statale della Florida con particolare interesse per l'ecologia sensoriale degli invertebrati di acqua dolce. In aggiunta all'Anatomia Umana e la Fisiologia, la sua esperienza d'insegnamento comprende l'istologia, la parassitologia, il comportamento animale, la sociobiologia, l'introduzione alla biologia, la zoologia generale, l'etimologia biologica e gli studi esteri presso le isole Galapagos. Ken è stato riconosciuto "il membro universitario più significativo" nove volte negli anni dai migliori studenti inseriti nel Phi Kappa Phi. Ha ricevuto l'eccellenza dell'Università nella ricerca e un premio per la pubblicazione della prima edizione di questo libro con la nomina di "Distinguished Professor" nel 2001.

Ken è membro della Società di Anatomia Umana e Fisiologia, della Società di Biologia Integrata e Comparata, della società Fisiologica Americana e dell'Associazione Americana per il progresso delle scienze. Ha lavorato alla revisione, sviluppo e supplementazione di diversi libri di testo McGraw-Hill di Anatomia e Fisiologia per molti anni prima di diventare lui stesso Autore.

Gli altri interessi di Ken comprendono la conservazione delle Galapagos, ha creato borse di studio per studenti, il museo di storia naturale e una cattedra alla facoltà della sua università. Ken è sposato con Diane Saladin, una infermiera diplomata. Hanno due bambini grandi.

# L'EVOLUZIONE DI UNO SCRITTORE



Ken nel 1964

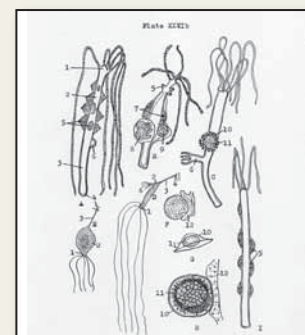
Il primo passo di Ken Saladin come autore è stato un elaborato di 318 pagine sull'ecologia delle idre scritto come "tesina" di biologia alle scuole superiori. Con questo "primo libro", corredato da 53 disegni originali a inchiostro di china e fotografie al microscopio, si è sancita la nascita di un vero scrittore.

*"Quando diventai per la prima volta uno scrittore, riscoprii lo stesso entusiasmo nello scrivere e illustrare questo libro che sperimentai quando avevo 15 anni".*

—Ken Saladin

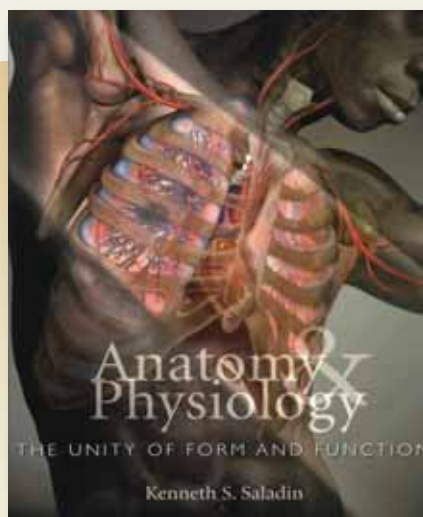


Il "primo libro" di Ken, *Hydra Ecology*, 1965  
Courtesy of Ken Saladin

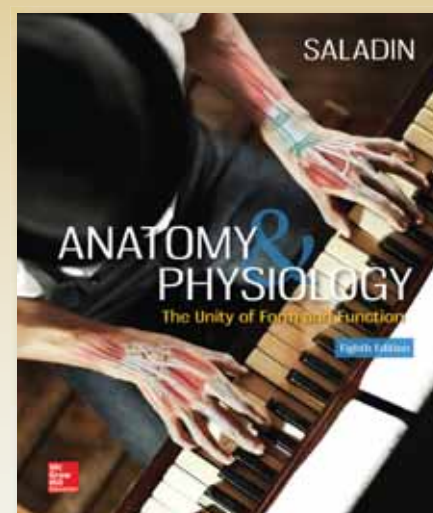


Uno dei disegni di Ken raccolti in *Hydra Ecology*  
Courtesy of Ken Saladin

**Ken ha cominciato a lavorare** al suo primo libro per la McGraw-Hill nel 1993 e nel 1997 è stata pubblicata la prima edizione di *Anatomy & Physiology. The Unity of Form and Function*. Nel 2017, l'avventura prosegue con l'ottava edizione diventata ormai un bestseller.



La prima edizione (1997)



La storia continua (2017)

## RINGRAZIAMENTI

La “peer review” è la parte critica di un processo scientifico e molto importante per assicurare che il contenuto del presente libro continui a soddisfare le necessità degli insegnanti e degli studenti che lo utilizzano. Siamo grati alle persone che hanno partecipato a questo lavoro e le ringraziamo per il loro tempo, le loro capacità e il loro feedback. I revisori di questo libro hanno fornito dei commenti significativi per aiutare a rifinire e aggiornare le componenti stampate e digitali di questo programma.

Mervan Agovic  
*City University of New York*

Rita Bagwe  
*GBC, Pahrump*

Neda Baniasadi  
*North Shore Community College*

Joan Barber  
*Delaware Technical Community College*

Jennifer Biederman  
*Winona State University*

Carol Britson  
*University of Mississippi*

Susan Capasso  
*St. Vincent's College*

Kwan Christenson  
*Georgia College*

Joseph Comber  
*Villanova University*

Suzanne Cooke  
*UNH Manchester*

Andrew Corless  
*Vincennes University*

Rupa De  
*Purdue University*

Elizabeth Dunphy  
*Gateway Community College*

Chelsea Edward  
*Cleveland Community College*

Lori Garrett  
*Parkland College*

Melissa Glenn  
*SUNY Broome*

Donna Harman  
*Lubbock Christian University*

Clare Hays  
*Metropolitan State University of Denver*

Jana Herron  
*Chattanooga State Community College*

Austin Hicks  
*University of Alabama*

Roxann Isch-Clifton  
*SWOSU at Sayre*

Pamela Jackson  
*Piedmont Technical College*

Paula Johnson  
*New River Community and Technical College*

Jacqueline Jordan  
*Clayton State University*

Karen Kelly  
*Milligan College*

Shadi Kilani  
*Houston Community College*

Nathaniel M. King  
*Palm Beach State College*

Jeff Kingsbury  
*Arizona State University*

Brian H. Kipp  
*Grand Valley State University*

Shelley Kirkpatrick  
*Saint Francis University*

Theresa Kong  
*William Rainey Harper College*

Mary Katherine Lockwood  
*University of New Hampshire*

Kerrie McDaniel  
*Western Kentucky University*

Melinda Melton  
*McNeese State University*

Melanie Meyer  
*Community College of Vermont*

Kathy Monroe  
*Blue Ridge Community and Technical College*

David Moore  
*Harrisburg Area Community College*

Mina Moussavi  
*University of Central Missouri*

Ellen Ott-Reeves  
*Blinn College Bryan*

Andrew Petto  
*UW Milwaukee*

James Roush  
*WKCTC*

Stephen R. Peterson  
*Delgado Community College*

Richard Pirkle  
*Tennessee Tech University*

Jackie Reynolds  
*Richland College*

Crista Royal  
*Toccoa Falls College*

Frantz Sainvil  
*Broward College*

Colin Scanes  
*UWM*

Carl Shuster  
*Madison College*

Scott Simerlein  
*Purdue University North Central*

Gehan Soliman  
*FTCC*

Sherry Stewart  
*Navarro College*

Leticia Vega  
*Barry University*

Cuc Vu  
*St. Catherine University*

Stephanie Wallace  
*Texas Christian University*

Katy Wallis  
*State College of Florida*

Janice Webster  
*Ivy Tech Community College*

John Whitlock  
*Mount Aloysius College*

Harvey Wiener  
*Manchester Community College*

Sonya J. Williams  
*Oklahoma City Community College*

Cindy Wingert  
*Cedarville University*

Theophilus Worrell  
*Delgado Community College*

Robin Wright  
*Houston Community College*

Xiaobo Yu  
*Kean University (Union, NJ)*

David Zimmer  
*Trocaire College*

Jeff Zuiderveen  
*Columbus State University*

## Consulenti

Cheryl Christensen  
*Palm Beach State College*

Lisa Conley  
*Milwaukee Area Tech*

Thomas Kalluvila  
*Bryant and Stratton College*

AJ Petto  
*University of Wisconsin - Milwaukee*

Jason Pienaar  
*University of Alabama Tuscaloosa*

Frantz Sainvil  
*Broward College Central*

Colin Scanes  
*University of Wisconsin - Milwaukee*

Carl Shuster  
*Madison College*



# LA STORIA DELLA FORMA E DELLA FUNZIONE

Il libro di Saladin è scritto usando un linguaggio semplice per studenti che potrebbero seguire il corso di Anatomia & Fisiologia all'inizio dei loro curricula. Gli studenti parlano di analogie illuminanti, applicazioni cliniche, note storiche, vignette biografiche e approfondimenti evolutivi che rendono il testo non semplicemente informativo ma anche piacevole da leggere.

## SEQUENZA INNOVATIVA DEL CAPITOLO

Alcuni capitoli e argomenti vengono presentati in una sequenza più istruttiva rispetto all'ordine convenzionale.

### Presentazione anticipata dell'ereditarietà

I principi fondamentali dell'ereditarietà sono presenti nelle ultime poche pagine del Capitolo 4 piuttosto che alla fine del testo per meglio integrare le genetiche molecolari e Mendeliane. Tale organizzazione prepara anche gli studenti ad apprendere alcuni tratti e condizioni genetiche, quali la fibrosi cistica, il daltonismo, i gruppi sanguigni, l'emofilia, i geni del cancro e l'anemia falciforme, insegnandoli prima degli alleli dominanti e recessivi, del fenotipo e del genotipo e del collegamento sessuale.

### L'apparato urinario viene presentato vicino agli apparati circolatorio e respiratorio

Molti testi inseriscono questo sistema verso la fine del libro per le sue relazioni anatomiche e di sviluppo con l'apparato genitale. Tuttavia, i suoi legami fisiologici agli apparati respiratorio e circolatorio sono molto più importanti. Ad eccezione di una necessaria digressione sugli apparati linfatico e immunitario, quello circolatorio viene seguito quasi immediatamente dal respiratorio e dall'urinario, che regolano la composizione sanguigna, i cui meccanismi funzionali si basano sui principi già trattati del flusso sanguigno e dello scambio capillare.

### L'anatomia e la fisiologia muscolare seguono lo scheletro e le articolazioni

La morfologia funzionale dello scheletro, delle articolazioni e dei muscoli viene trattata in tre capitoli consecutivi, dall'8 al 10: in questo modo gli studenti imparano le inserzioni muscolari, che sono presentate due capitoli dopo i nomi delle relative caratteristiche ossee. Quando impareranno le azioni muscolari, queste saranno nel capitolo successivo a quello dei termini per i movimenti articolari. Questo ordine offre un altro vantaggio: la fisiologia delle cellule muscolari e nervose viene trattata nei due capitoli successivi (11 e 12), che sono anch'essi strettamente integrati tra loro nel trattamento di sinapsi, neurotrasmettitori ed elettrofisiologia di membrana.

## BREVE SOMMARIO

Informazioni sull'autore iv

### PARTE PRIMA

#### ORGANIZZAZIONE DEL CORPO 1

- 1 I principali temi dell'anatomia e della fisiologia 1  
ATLANTE A Orientamento generale del corpo umano 27
- 2 La chimica della vita 41
- 3 Forma e funzione cellulare 75
- 4 Genetica e funzione cellulare 111
- 5 Istologia 139

### PARTE SECONDA

#### SOSTEGNO E MOVIMENTO 175

- 6 Apparato tegumentario 175
- 7 Tessuto osseo 201
- 8 Apparato scheletrico 228
- 9 Articolazioni 273
- 10 Apparato muscolare 307  
ATLANTE B Anatomia topografica e di superficie 373
- 11 Tessuto muscolare 395

### PARTE TERZA

#### INTEGRAZIONE E CONTROLLO 431

- 12 Tessuto nervoso 431
- 13 Midollo spinale, nervi spinali e riflessi somatici 471
- 14 Encefalo e nervi cranici 504
- 15 Sistema nervoso autonomo e innervazione viscerale 554
- 16 Organi di senso 575
- 17 Apparato endocrino 626

### PARTE QUARTA

#### REGOLAZIONE E SOPRAVVIVENZA 669

- 18 Apparato circolatorio: il sangue 669
- 19 Apparato circolatorio: il cuore 705
- 20 Apparato circolatorio: vasi sanguigni e circolazione 741
- 21 Sistema linfatico e sistema immunitario 800

### PARTE QUINTA

#### ASSUNZIONE ED ELIMINAZIONE 845

- 22 Apparato respiratorio 845
- 23 Apparato urinario 886
- 24 Liquidi, elettroliti ed equilibrio acido-base 921
- 25 Apparato digerente 944
- 26 Nutrizione e metabolismo 991

### PARTE SESTA

#### RIPRODUZIONE E CICLO DELLA VITA 1025

- 27 Apparato riproduttivo maschile 1025
- 28 Apparato riproduttivo femminile 1055
- 29 Sviluppo umano e invecchiamento 1093

APPENDICE A: Tavola periodica degli elementi A-1

APPENDICE B: Risposte A-2

APPENDICE C: Simboli, pesi e misure A-15

APPENDICE D: Abbreviazioni biomediche A-18

APPENDICE E: Il codice genetico A-19

APPENDICE F: Lessico A-20

APPENDICE G: L'ottava edizione cambia terminologia A-24

Glossario G-1

Indice analitico I-1

# LA STORIA DELLA FORMA E DELLA FUNZIONE

## STRUMENTI DI APPRENDIMENTO

### Aspetti attraenti del capitolo

- I capitoli sono strutturati in base al modo in cui gli studenti imparano.
- I frequenti sottotitoli e i risultati di apprendimento attesi aiutano gli studenti a pianificare i tempi di studio e le strategie di ripasso.

Gli **schemi del capitolo** forniscono una veloce presentazione del contenuto.

Gli **approfondimenti** sottolineano aree d'interesse e la rilevanza professionale per gli studenti.



Osso spugnoso del femore umano  
© Univ. of Zurich/Science Source

## CAPITOLO 7

### TESSUTO OSSEO

#### INDICE DEL CAPITOLO

- 7.1** Tessuti e organi dell'apparato scheletrico
- Funzioni dello scheletro
  - Ossa e tessuto osseo
  - Forme delle ossa
  - Caratteristiche generali delle ossa
- 7.2** Istologia del tessuto osseo
- Cellule dell'osso
  - Matrice
  - Osso compatto
  - Osso spugnoso
  - Midollo osseo
- 7.3** Sviluppo dell'osso
- Ossificazione intramembranosa
  - Ossificazione endocondrale
  - Rimodellamento e crescita ossea

#### 7.4 Fisiologia del tessuto osseo

- Deposizione e assorbimento di minerali
  - Omeostasi del calcio
  - Omeostasi del fosfato
  - Altri fattori che influenzano l'osso
- 7.5** Disordini dell'osso
- Fratture e loro riparazione
  - Altri disordini ossei

#### APPROFONDIMENTI

- 7.1** Storia della medicina: Contaminazione ossea
- 7.2** Nota clinica: Nanismo acondroplastico
- 7.3** Nota clinica: Tessuto osseo ed equilibrio del pH
- 7.4** Nota clinica: Osteoporosi

#### Collegamenti

Guida allo studio

202 PARTE SECONDA Sostegno e movimento

#### MIGLIORIAMO

- Le ossa si sviluppano da un tessuto embrionale che viene chiamato mesenchima, descritto in "Tessuti embrionali" nella sezione 5.1.
- L'istologia della cartilagine ialina (vedi tabella 5.7) è importante per capire lo sviluppo delle ossa e determinate caratteristiche dello scheletro adulto.
- Rivedi "Le cellule staminali" nella sezione 5.6 per meglio comprendere le cellule dell'osso e le loro origini.

Nell'arte e nella storia niente ha più spesso simboleggiato la morte come il teschio e lo scheletro! Le ossa e i denti sono i più antichi resti del corpo umano e la più vivida testimonianza della vita.

Le ossa asciutte per lo studio di laboratorio potrebbero erroneamente suggerire che lo scheletro è un'impalcatura non vivente per il corpo umano, come le travi in acciaio degli edifici. Vedendolo in questa forma è più facile dimenticare che lo scheletro è costituito da tessuti dinamici, pieni di cellule, che sono continuamente rimodellate e che interagiscono fisiologicamente con tutti gli altri apparati e sistemi del corpo umano. Lo scheletro è permeato da nervi e vasi sanguigni che evidenziano la sua sensibilità e attività metabolica.

L'osteologia<sup>1</sup>, lo studio dell'osso, è l'oggetto di studio dei prossimi tre capitoli. In questo capitolo studieremo l'osso come un tessuto: la sua composizione, le sue funzioni, come si sviluppa e cresce, come è regolato il suo metabolismo e alcuni dei suoi disordini. Tali dati forniscono la base per capire lo scheletro, le articolazioni e i muscoli nei capitoli che seguiranno.

periferici articolari nello scheletro maturo. I legamenti mantengono l'osso insieme nelle articolazioni e verranno discussi nel capitolo 9; tendini sono strutturalmente simili ai legamenti, ma hanno la funzione di legare il muscolo all'osso; saranno discussi nell'apparato muscolare del capitolo 10.

#### Funzioni dello scheletro

Lo scheletro svolge principalmente sei azioni:

1. **Sostegno.** Le ossa degli arti inferiori, della pelvi e della colonna vertebrale supportano il corpo umano; la mandibola e la mascella sostengono i denti e alcuni organi interni sono sostenuti dalle ossa vicine.
2. **Protezione.** Le ossa racchiudono e proteggono il cervello, il midollo spinale, il cuore, i polmoni, i visceri pelvici e il midollo osseo.
3. **Movimento.** I movimenti degli arti, il battito cardiaco e altri movimenti sono prodotti dall'azione dei muscoli sulle ossa.
4. **Equilibrio elettrolitico.** Lo scheletro è una riserva di ioni calcio e fosfato e li rilascia nel fluido tissutale e nel sangue secondo i bisogni fisiologici del corpo umano.
5. **Equilibrio acido-base.** Il tessuto osseo tampona il sangue contro le eccessive modificazioni di pH assorbendo o rilasciando fosfati alcalini e sali di carbonato.
6. **Produzione di sangue.** Il midollo osseo è il principale produttore di cellule del sangue, comprese le cellule del sistema immunitario.

#### Ossa e tessuto osseo

L'osso o il **tessuto osseo**<sup>2</sup> è un tessuto connettivo in cui la matrice si è indurita per la deposizione di fosfato di calcio e altri minerali. Questo processo d'indurimento viene chiamato **mineralizzazione** o **calcificazione**. (L'osso non è la sostanza più dura del corpo umano; tale distinzione va allo smalto dei denti.) Il tessuto osseo è l'unico che può produrre un osso. Sono anche presenti il sangue, il midollo osseo, la cartilagine, il tessuto adiposo, il tessuto nervoso e il tessuto connettivo fibroso. La parola **osso** può denotare un organo costituito da tutti questi tessuti o può denotare solo il tessuto osseo.

#### Caratteristiche generali delle ossa

Le ossa hanno un'ampia varietà di forme correlata alle loro diverse funzioni protettive e motorie. La maggior parte delle ossa craniche ha un aspetto di sottili lamine curve chiamate **ossa piatte**, come le due ossa parietali che formano la parte superiore della testa. Lo sterno, la scapola, le coste e le ossa dell'anca sono ossa piatte. Le ossa più importanti per il movimento corporeo sono le **ossa lunghe** degli arti, l'omero, il radio e l'ulna per il braccio e l'avambraccio; il femore, la tibia e la fibula della coscia e della gamba; le ossa metacarpali, metatarsali e le falangi delle mani e dei piedi. Come piedi di porco, le ossa lunghe funzionano da leve rigide su cui agiscono i muscoli scheletrici per produrre i principali movimenti

#### 7.1 Tessuti e organi dell'apparato scheletrico

##### Risultati di apprendimento attesi

Al termine di questa sezione bisognerà **poter essere** in grado di:

- denominare i tessuti e gli organi che costituiscono l'apparato scheletrico;
- elenicare le diverse funzioni dell'apparato scheletrico;
- distinguere l'osso come tessuto e come organo;
- descrivere quattro tipi di osso classificandoli per la loro forma;
- descrivere le caratteristiche generali di un osso lungo e di uno piatto.

L'**apparato scheletrico** è costituito dalle ossa, cartilagini e legamenti che si uniscono a formare la struttura forte e flessibile del corpo umano. La cartilagine, precursore della maggior parte delle ossa durante lo sviluppo embrionale e infantile, ricopre molte su-

<sup>1</sup>osteologer = asciugato  
<sup>2</sup>osseo = osso, loger = studio del

<sup>1</sup>osseo, osso = relativo all'osso

## Valutazioni su più livelli basate sui risultati chiave di apprendimento

- I capitoli sono divisi in parti facilmente gestibili che aiutano effettivamente la gestione del tempo di studio degli studenti.
- Le domande delle sezioni finali permettono agli studenti di controllare il loro apprendimento prima di procedere.

Ogni capitolo inizia con un **Miglioriamo** per sottolineare le correlazioni tra i concetti ed è utile come aiuto agli insegnanti quando presentano un capitolo non in sequenza.

Ciascuna sezione numerata inizia con i **Risultati di apprendimento attesi** per aiutare a focalizzare l'attenzione su concetti più ampi e raggiungere l'obiettivo del corso. Questo aiuta anche gli insegnanti nello strutturare i loro corsi attorno a tali risultati di apprendimento attesi.

## ▶▶▶ APPLICA QUELLO CHE SAI

Alcuni individui hanno anomale corde o ponti di miocardio che si estendono dall'atrio al ventricolo, "bypassando" il nodo AV ed altre porzioni del sistema di conduzione. In che modo pensi che questo possa influenzare il ritmo cardiaco?

Le **domande** nelle legende delle figure e l'**Applica quello che sai** sollecitano gli studenti a pensare maggiormente alle implicazioni e alle applicazioni di quello che hanno imparato. Questo li aiuta ad esercitarsi con maggiore abilità di pensiero per tutto il capitolo.

Nella parte finale del capitolo la **Guida allo studio** offre diversi metodi per la valutazione, utile sia agli studenti che agli insegnanti.

**Valuta i tuoi risultati di apprendimento** fornisce agli studenti uno schema di studio per il ripasso e affronta i bisogni degli insegnanti, le cui università richiedono programmi orientati verso l'esito e la valutazione del rendimento degli studenti sui risultati di apprendimento attesi.

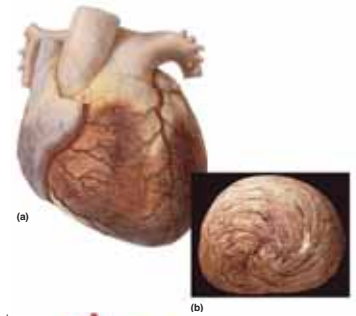
Le **domande di fine capitolo** sono costruite su tutti i livelli della tassonomia di Bloom in sezioni al fine di:

1. valutare i risultati di apprendimento
2. testare il semplice ricordo e il pensiero analitico
3. costruire un vocabolario medico
4. applicare le conoscenze di base per nuovi problemi clinici e altre situazioni.

Le domande **Cosa c'è di sbagliato in queste affermazioni** seguono ulteriormente la tassonomia di Bloom chiedendo allo studente di spiegare perché le affermazioni sono false.

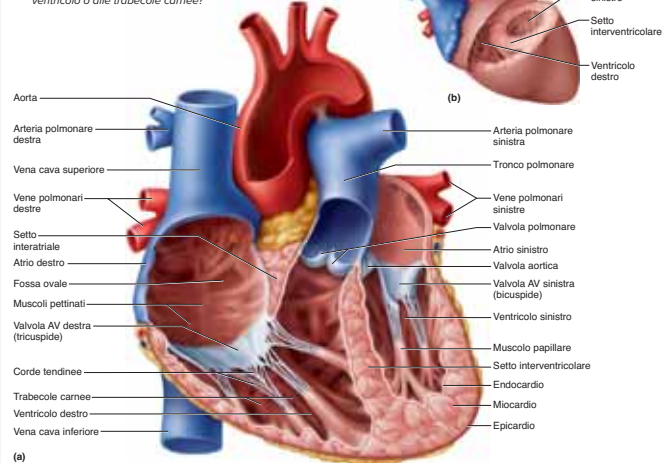
Le domande **Metti alla prova ciò che hai imparato** seguono la tassonomia di Bloom andando oltre il ripasso all'applicazione delle idee.

**FIGURA 19.6 Il vortice miocardico.** (a) Visione anteriore del cuore con l'epicardio reso trasparente per esporre i fascetti muscolari del miocardio. (b) Cuore visto dall'apice per mettere in evidenza il modo in cui la muscolatura si avvolge attorno al cuore. Questo risulta in un movimento di torsione quando i ventricoli si contraggono.



**FIGURA 19.7 Conformazione interna del cuore.** (a) Sezione frontale del cuore, visione anteriore. (b) Sezione trasversale, che mostra la forma e i rapporti spaziali dei ventricoli. Il ventricolo di destra si avvolge attorno al sinistro con una forma a C, ma entrambi i ventricoli hanno lo stesso volume.

❓ I muscoli pettinati dell'atrio assomigliano più ai muscoli papillari del ventricolo o alle trabecole carnee?



(a)

### GUIDA ALLO STUDIO

#### ▶ Valuta i tuoi risultati di apprendimento

Per valutare le tue conoscenze, discuti dei seguenti argomenti con un collega di studio o scrivendo per meglio memorizzarle.

7.1 Tessuti e organi dell'apparato scheletrico

4. Il percorso attraverso cui nervi e vasi sanguigni penetrano attraverso il foro
5. Confronto tra l'istologia di un osso spugnoso con quello compatto, dove si trova il foro spugnoso e perché le ossa non sono tutte formate da osso compatto

3. Le funzioni del calcio nel corpo; il livello normale della concentrazione di calcio nel sangue; le cause e le conseguenze dell'ipocalcemia e dell'ipercalcemia
4. Il ruolo dello scheletro come riserva di calcio nel regolare i livelli di calcio nel sangue

### GUIDA ALLO STUDIO

4. Gli osteociti sono più strettamente connessi per discordanza comune con:
  - a. Le cellule osteoprogenitrici;
  - b. Le cellule osteogeniche;
  - c. Le cellule del sangue;
  - d. I fibroblasti;
  - e. Gli osteoblasti.

- b. Osteociti giovani ed elastici;
- c. L'abbondanza di fosfato di calcio;
- d. Fibre collagene;
- e. Cristalli di idrossiapatite.

12. Gli osteociti prendono contatto tra loro tramite canali detti \_\_\_\_\_ nella matrice ossea.

- 7.2.
  - Un osso lungo si incontra con un altro alla sua:
    - a. Diafisi;
    - b. Piastra epifisaria;

13. Un osso aumenta in diametro solo attraverso crescita \_\_\_\_\_ l'aggiunta di nuove lamelle di superficie.

14. I seni di cristalli di idrossiapatite si formano solo quando i livelli di calcio e fosfato nei \_\_\_\_\_

### GUIDA ALLO STUDIO

#### ▶ Metti alla prova ciò che hai imparato

1. La maggior parte degli osteociti di un osso viene rimossa lontano dai vasi sanguigni, ma riceve ancora nutrienti ematici. Spiega come questo è possibile.
2. Un commerciante di 50 anni si rende conto che non ha fatto molto esercizio fisico negli ultimi anni. Inizia a far escursioni e trova che gli piace molto. Entro 2 anni spende gran parte dei suoi weekend facendo escursioni con un pesante zaino da campeggio.

Spiegare cosa cambia nella sua anatomia e come si potrebbe spiegare dalla legge di Wolff.

3. Come la regolazione della concentrazione di calcio nel sangue semplifica il feedback negativo e l'omeostasi?
4. Descrivere come l'organizzazione delle trabecole nell'osso spugnoso dimostra l'unità di forma e di funzione.

5. Identificare due malattie ossee che ti puoi aspettare di vedere se l'epidermide fosse stata una barriera completamente efficace alle radiazioni UV e la persona non avesse supplementi nella dieta per compensarlo. Spiegare la tua risposta.

# LA STORIA DELLA FORMA E DELLA FUNZIONE

## MATERIALE ILLUSTRATIVO CHE ISPIRA L'APPRENDIMENTO

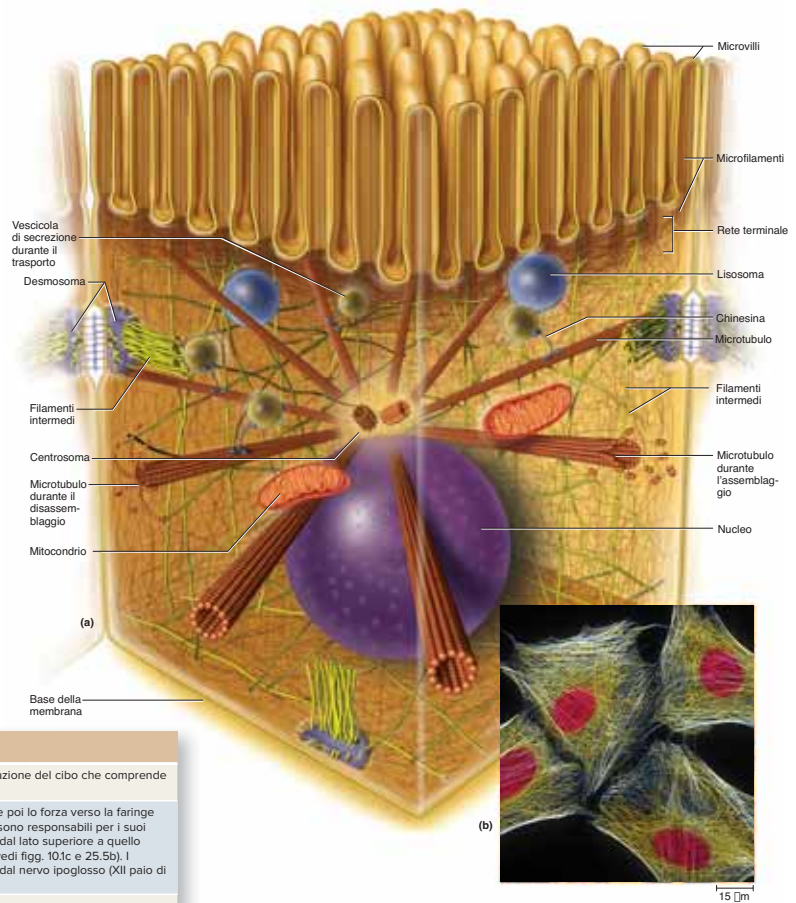
L'incredibile programma iconografico di questo testo caratterizza il livello di A&F. Il fantastico portfolio di illustrazioni e foto è stato creato con l'aiuto di gruppi artistici e con il feedback di centinaia di accurati revisori.

### Favorevole all'apprendimento

- Processi raffigurati facilmente comprensibili
- Strumenti per studenti al fine di orientarli facilmente

#### Vivide illustrazioni

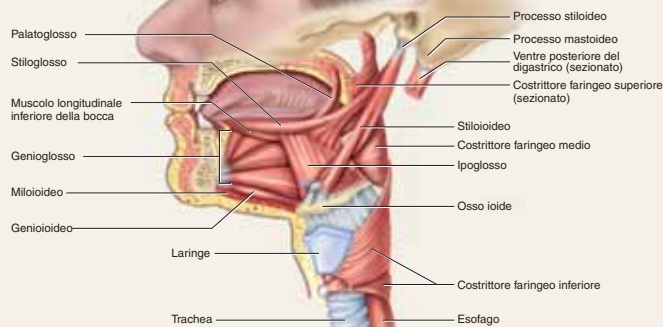
Testi e colori ricchi e vivaci danno vita alle strutture.



**TABELLA 10.2** Muscoli della masticazione e della deglutizione

I seguenti muscoli contribuiscono all'espressività facciale e al discorso, ma riguardano principalmente la manipolazione del cibo che comprende i movimenti della lingua, la masticazione e la deglutizione.

**Muscoli estrinseci della lingua.** La lingua è un organo molto agile. Spinge il cibo tra i molari per la masticazione e poi lo forza verso la faringe per la deglutizione; ovviamente è anche di cruciale importanza per parlare. Sia i muscoli estrinseci che intrinseci sono responsabili per i suoi complessi movimenti. Quelli intrinseci sono costituiti di un numero variabile di fascicoli verticali che si estendono dal lato superiore a quello inferiore della lingua, fascicoli trasversi vanno da destra a sinistra e fascicoli longitudinali dalla radice alla punta (vedi figg. 10.1c e 25.5b). I muscoli estrinseci qui elencati legano la lingua ad altre strutture della testa (fig. 10.9). Tre di questi sono innervati dal nervo ipoglosso (XII paio di nervi cranici), mentre il quarto viene innervato sia dal vago (X paio) che dall'accessorio (XI paio)



**FIGURA 10.9** Muscoli della lingua e del faringe.

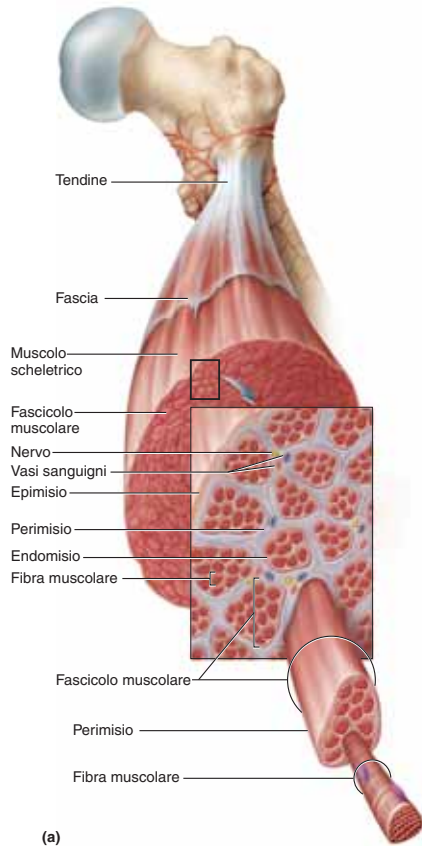
Nome	Azione	Inserzione scheletrica	Innervazione
Genioglossso <sup>29</sup>	Azione unilaterale che sposta la lingua su un lato; l'azione bilaterale deprime la linea centrale della lingua o protrude la stessa	• Spina mentale superiore sulla superficie posteriore della protuberanza mentoniera • Superficie inferiore della lingua dalla radice all'apice	Nervo ipoglosso
Ioglossso <sup>30</sup>	Deprime la lingua	• Corpo e corno maggiore dell'osso ioide • Superfici laterale e inferiore della lingua	Nervo ipoglosso
Stiloglossso <sup>31</sup>	Muove la lingua verso l'alto e posteriormente	• Processo stiloideo dell'osso temporale e il legamento dal processo stiloideo alla mandibola • Superficie superolaterale della lingua	Nervo ipoglosso
Palatoglossso <sup>32</sup>	Eleva la radice della lingua e chiude la cavità orale dalla faringe; forma l'arco palatoglossso posteriormente alla cavità orale	• Palato molle • Superficie laterale della lingua	Nervi accessorio e vago

### Table dei muscoli

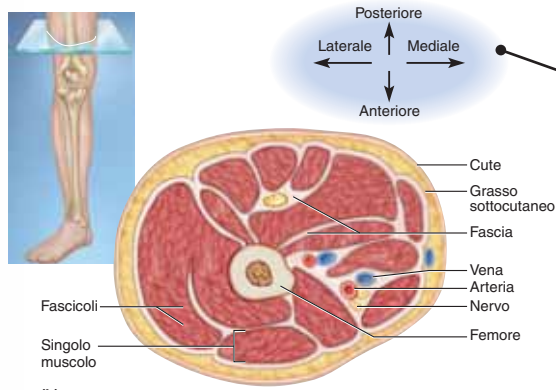
Le tabelle dei muscoli organizzano le informazioni e integrano con una grafica mozzafiato per aiutare gli studenti a ricordarli. Esse servono anche come utile riferimento per lo studio.

*L'impatto visivo della natura è enormemente importante nel motivare lo studio. Noi lo testiamo ogni giorno nel lavorare con l'anatomia umana, nei tanti studenti che prediligono la "memoria visiva"; nelle molte persone che trovano gli atlanti di anatomia assai interessanti e nell'enorme popolarità delle mostre come Body Worlds che esibiscono il corpo umano e di manifestazioni simili.*

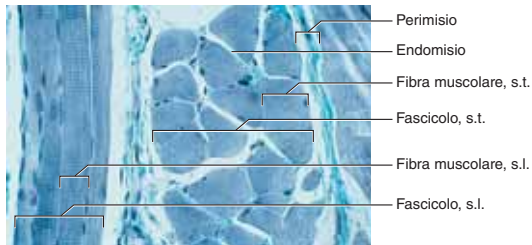
—Ken Saladin



(a)



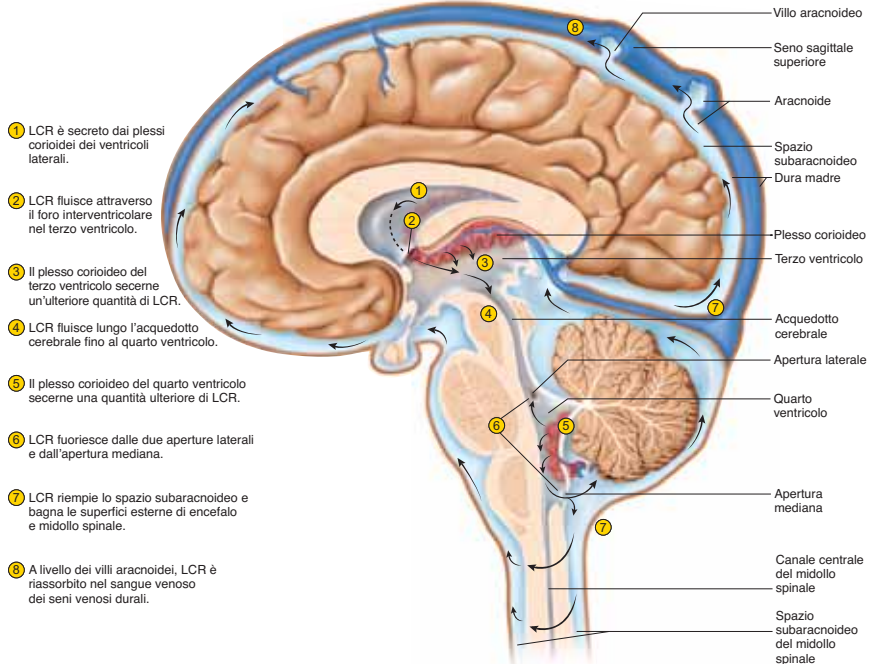
(b)



(c)

**Strumenti di orientamento**  
L'iconografia di Saladin integra strumenti per aiutare gli studenti ad orientarsi velocemente in una figura e fare collegamenti tra diversi argomenti.

**Elaborazione delle figure**  
Saladin suddivide processi fisiologici complicati in diversi passaggi per rendere più accessibili i concetti difficili.



- 1 LCR è secreto dai plessi corioidei dei ventricoli laterali.
- 2 LCR fluisce attraverso il foro interventricolare nel terzo ventricolo.
- 3 Il plesso corioideo del terzo ventricolo secreta un'ulteriore quantità di LCR.
- 4 LCR fluisce lungo l'acquedotto cerebrale fino al quarto ventricolo.
- 5 Il plesso corioideo del quarto ventricolo secreta una quantità ulteriore di LCR.
- 6 LCR fuoriesce dalle due aperture laterali e dall'apertura mediana.
- 7 LCR riempie lo spazio subaracnoideo e bagna le superfici esterne di encefalo e midollo spinale.
- 8 A livello dei villi aracnoidei, LCR è riassorbito nel sangue venoso dei seni venosi durali.

# COSA C'È DI NUOVO NELL'OTTAVA EDIZIONE?

## Nuovi contenuti scientifici

L'ottava edizione di *Anatomia & Fisiologia* di Saladin prevede 85 aggiornamenti del suo contenuto scientifico mantenendosi al passo con la letteratura recente e nuove interpretazioni di precedenti concezioni, come per esempio:

- Nuove linee guida su colesterolo e acidi grassi *trans* (capitolo 2)
- Metodologia innovativa di innesto cutaneo (capitolo 6)
- Nuova comprensione della genetica e dell'evoluzione dell'intolleranza al lattosio (capitolo 25)
- Nuove linee guida federali per le assunzioni alimentari raccomandate (capitolo 26)
- Aggiornamenti su papilloma virus, verruche genitali e cancro della cervice (capitolo 27)

## Nuovo materiale fotografico

Questa edizione contiene molte nuove fotografie, come per esempio:

- Figura 1.10: nuove scansioni encefaliche
- Figura 7.20: osteoporosi con cifosi
- Figura 19.22: malattia delle arterie coronariche
- Figura 20.1: calco microvascolare del letto capillare della ghiandola tiroide
- Figura 29.7: stadi evolutivi dell'embrione e del feto

## Nuova pedagogia

- In ciascun capitolo, nella *Guida allo Studio*, in cui gli studenti erano precedentemente incoraggiati a distinguere tra cinque affermazioni vere e cinque false, ora sono invece invitati ad analizzare gli errori di 10 affermazioni false.
- In questa edizione sono stati eliminati 21 termini eponimici diventati via via sempre più obsoleti che non sono più raccomandati dalla *Terminologia Anatomica* o *Anatomia del Gray* (come per esempio *ghiandole di Skene*, *lacune di Howship*, *plesso di Auerbach*, *corpuscoli di Hassal* e *organo del Corti*) e sono stati rimpiazzati da termini nella lingua corrente per permettere allo studente di comprenderli e memorizzarli più facilmente.
- La spiegazione delle unità di concentrazione chimica è spostata dal capitolo 2 all'appendice C.

## Concetti potenziati

L'ottava edizione di *Anatomia & Fisiologia* di Saladin aggiorna e migliora altri 25 importanti concetti di fisiologia in risposta ai *feedback* dei lettori, che comprendono:

- Capitolo 3: canali passivi e controllati
- Capitolo 4: funzioni degli introni del DNA, RNA regolatori di piccole dimensioni e regolatori del ciclo cellulare
- Capitolo 11: la soglia del lattato
- Capitolo 12: la funzione vasomotrice degli astrociti, processi in serie e in parallelo nei circuiti neurali, depressione a lungo termine e cancellazione della memoria
- Capitolo 14: il ruolo delle orexine nel ciclo sonno-veglia, paralisi di Bell
- Capitolo 16: funzioni tattili delle papille linguali, funzione dei muscoli obliqui dell'occhio
- Capitolo 17: stimoli che inducono la secrezione di ormoni specifici, fotoperiodo e funzione della ghiandola pineale
- Capitolo 18: gruppi sanguigni ABO nei disordini emolitici del neonato, selezione linfocitaria nel timo
- Capitolo 20: effetti del simpatico sulle arterie coronarie
- Capitolo 21: precipitazione in confronto ad agglutinazione nell'azione degli anticorpi
- Capitolo 25: trasporto di membrana dei trigliceridi alimentari, irrorazione del colon
- Capitolo 26: copertura più completa delle epatiti, copertura più completa del concetto di temperatura della parte centrale rispetto a quella del rivestimento corporeo
- Capitolo 27: struttura e funzione del prepuzio maschile
- Capitolo 28: storia degli approcci alla mastectomia, la leptina e l'adiposità in relazione al menarca, l'endometriosi
- Capitolo 29: riparazione dei telomeri e cancro

## Materiale iconografico migliorato

Questa edizione contiene molte parti in cui il materiale iconografico è stato migliorato, come per esempio:

- Figura 3.15: meccanismo dell'osmosi
- Figura 3.28: struttura del nucleo cellulare
- Figura 11.6: principi di organizzazione e dimensione delle unità motorie
- Figura 14.13: funzioni dei cinque lobi cerebrali
- Figura 15.2: vie efferenti somatiche in confronto a quelle autonome
- Figura 19.7: rapporti e forma su piani di sezione trasversali dei ventricoli cardiaci
- Figura 20.4: schema della distribuzione del sangue durante il riposo e l'attività fisica
- Figura 25.18: regolazione a feedback positivo della secrezione gastrica
- Figura 25.31: vie di digestione e assimilazione dei nutrienti
- Figura 26.12: temperatura dell'ambiente in confronto alla temperatura dell'interno del corpo e del suo rivestimento

Per ulteriori notizie sulle risorse digitali, visitate il sito in lingua inglese: [www.mcgrawhill.connect.com](http://www.mcgrawhill.connect.com)

# BREVE SOMMARIO

Informazioni sull'autore iv

## PARTE PRIMA

### ORGANIZZAZIONE DEL CORPO 1

- 1 I principali temi dell'anatomia e della fisiologia 1  
ATLANTE A Orientamento generale del corpo umano 27
- 2 La chimica della vita 41
- 3 Forma e funzione cellulare 75
- 4 Genetica e funzione cellulare 111
- 5 Istologia 139

## PARTE SECONDA

### SOSTEGNO E MOVIMENTO 175

- 6 Apparato tegumentario 175
- 7 Tessuto osseo 201
- 8 Apparato scheletrico 228
- 9 Articolazioni 273
- 10 Apparato muscolare 307  
ATLANTE B Anatomia topografica e di superficie 373
- 11 Tessuto muscolare 395

## PARTE TERZA

### INTEGRAZIONE E CONTROLLO 431

- 12 Tessuto nervoso 431
- 13 Midollo spinale, nervi spinali e riflessi somatici 471
- 14 Encefalo e nervi cranici 504
- 15 Sistema nervoso autonomo e innervazione viscerale 554
- 16 Organi di senso 575
- 17 Apparato endocrino 626

## PARTE QUARTA

### REGOLAZIONE E SOPRAVVIVENZA 669

- 18 Apparato circolatorio: il sangue 669
- 19 Apparato circolatorio: il cuore 705
- 20 Apparato circolatorio: vasi sanguigni e circolazione 741
- 21 Sistema linfatico e sistema immunitario 800

## PARTE QUINTA

### ASSUNZIONE ED ELIMINAZIONE 845

- 22 Apparato respiratorio 845
- 23 Apparato urinario 886
- 24 Liquidi, elettroliti ed equilibrio acido-base 921
- 25 Apparato digerente 944
- 26 Nutrizione e metabolismo 991

## PARTE SESTA

### RIPRODUZIONE E CICLO DELLA VITA 1025

- 27 Apparato riproduttivo maschile 1025
- 28 Apparato riproduttivo femminile 1055
- 29 Sviluppo umano e invecchiamento 1093

APPENDICE A: Tavola periodica degli elementi A-1

APPENDICE B: Risposte A-2

APPENDICE C: Simboli, pesi e misure A-15

APPENDICE D: Abbreviazioni biomediche A-18

APPENDICE E: Il codice genetico A-19

APPENDICE F: Lessico A-20

APPENDICE G: L'ottava edizione cambia terminologia A-24

Glossario G-1

Indice analitico I-1



# INDICE GENERALE

## PARTE PRIMA

### ORGANIZZAZIONE DEL CORPO

#### CAPITOLO 1

##### I PRINCIPALI TEMI DELL'ANATOMIA E DELLA FISIOLOGIA 1

- 1.1 Obiettivi dell'anatomia e della fisiologia 2
- 1.2 Origini della scienza biomedica 3
- 1.3 Il metodo scientifico 6
- 1.4 Origini e adattamenti umani 9
- 1.5 La struttura del corpo umano 11
- 1.6 La funzione del corpo umano 13
- 1.7 Il linguaggio della medicina 19
- 1.8 Revisione dei temi principali 21

##### GUIDA ALLO STUDIO 24

#### ATLANTE A

##### ORIENTAMENTO GENERALE DEL CORPO UMANO 27

- A.1 Terminologia anatomica generale 28
- A.2 Porzioni del corpo umano 29
- A.3 Membrane e cavità del corpo 32
- A.4 Apparati di organi 35

##### GUIDA ALLO STUDIO 38

#### CAPITOLO 2

##### LA CHIMICA DELLA VITA 41

- 2.1 Atomi, ioni e molecole 42
- 2.2 Acqua e miscele 49
- 2.3 Energia e reazioni chimiche 53
- 2.4 Composti organici 56

##### GUIDA ALLO STUDIO 72

#### CAPITOLO 3

##### FORMA E FUNZIONE CELLULARE 75

- 3.1 Concetti sulla struttura cellulare 76
- 3.2 Superficie cellulare 80

3.3 Trasporto di membrana 88

3.4 Interno della cellula 98

##### GUIDA ALLO STUDIO 108

#### CAPITOLO 4

##### GENETICA E FUNZIONE CELLULARE 111

- 4.1 DNA e RNA – Gli acidi nucleici 112
- 4.2 Geni e loro azione 117
- 4.3 Replicazione del DNA e ciclo cellulare 126
- 4.4 Cromosomi ed eredità 130

##### GUIDA ALLO STUDIO 136

#### CAPITOLO 5

##### ISTOLOGIA 139

- 5.1 Lo studio dei tessuti 140
- 5.2 Il tessuto epiteliale 143
- 5.3 Il tessuto connettivo 149
- 5.4 I tessuti nervoso e muscolare – tessuti eccitabili 158
- 5.5 Le giunzioni intercellulari, le ghiandole e le membrane 160
- 5.6 La crescita, lo sviluppo, la riparazione e la morte di un tessuto 167

##### GUIDA ALLO STUDIO 172

## PARTE SECONDA

### SOSTEGNO E MOVIMENTO

#### CAPITOLO 6

##### APPARATO TEGUMENTARIO 175

- 6.1 Cute e tessuto sottocutaneo 176
- 6.2 Peli e unghie 184
- 6.3 Ghiandole cutanee 189
- 6.4 Disordini della cute 192

##### COLLEGAMENTI 197

##### GUIDA ALLO STUDIO 198

#### CAPITOLO 7

##### TESSUTO OSSEO 201

- 7.1 Tessuti e organi dell'apparato scheletrico 202

7.2 Istologia del tessuto osseo 204

7.3 Sviluppo dell'osso 208

7.4 Fisiologia del tessuto osseo 215

7.5 Disordini dell'osso 220

##### COLLEGAMENTI 224

##### GUIDA ALLO STUDIO 225

#### CAPITOLO 8

##### APPARATO SCHELETRICO 228

- 8.1 Panoramica sull'apparato scheletrico 229
- 8.2 Testa 231
- 8.3 Colonna vertebrale e gabbia toracica 245
- 8.4 Cingolo scapolare e arto superiore 254
- 8.5 Cingolo pelvico e arto inferiore 258

##### GUIDA ALLO STUDIO 270

#### CAPITOLO 9

##### ARTICOLAZIONI 273

- 9.1 Articolazioni e loro classificazione 274
- 9.2 Articolazioni sinoviali o diartrosi 278
- 9.3 Anatomia delle diartrosi selezionate 292

##### GUIDA ALLO STUDIO 304

#### CAPITOLO 10

##### APPARATO MUSCOLARE 307

- 10.1 Organizzazione strutturale e funzionale dei muscoli 308
- 10.2 Muscoli della testa e del collo 317
- 10.3 Muscoli del tronco 328
- 10.4 Muscoli che agiscono sulla spalla e sull'arto superiore 338
- 10.5 Muscoli che agiscono sull'anca e sull'arto inferiore 354

##### GUIDA ALLO STUDIO 370

#### ATLANTE B

##### ANATOMIA TOPOGRAFICA E DI SUPERFICIE 373

- B.1 Anatomia topografica 374

- B.2 L'importanza dell'anatomia esterna 374  
 B.3 Strategia di apprendimento 374

## CAPITOLO 11

### TESSUTO MUSCOLARE 395

- 11.1 Classificazione e descrizione del tessuto muscolare 396  
 11.2 Anatomia microscopica del tessuto muscolare scheletrico 397  
 11.3 Rapporto tra nervi e tessuto muscolare 402  
 11.4 Comportamento della fibra muscolare scheletrica 405  
 11.5 Comportamento del muscolo nel suo insieme 412  
 11.6 Metabolismo muscolare 415  
 11.7 Tessuto muscolare cardiaco e tessuto muscolare liscio 420

### COLLEGAMENTI 427

### GUIDA ALLO STUDIO 428

## PARTE TERZA

### INTEGRAZIONE E CONTROLLO

## CAPITOLO 12

### TESSUTO NERVOSO 431

- 12.1 Introduzione generale al sistema nervoso 432  
 12.2 Proprietà dei neuroni 433  
 12.3 Cellule di sostegno (Neuroglia) 438  
 12.4 Elettrofisiologia dei neuroni 443  
 12.5 Sinapsi 451  
 12.6 Integrazione neurale 457

### COLLEGAMENTI 467

### GUIDA ALLO STUDIO 468

## CAPITOLO 13

### MIDOLLO SPINALE, NERVI SPINALI E RIFLESSI SOMATICI 471

- 13.1 Midollo spinale 472  
 13.2 Nervi spinali 480  
 13.3 Riflessi somatici 493

### GUIDA ALLO STUDIO 501

## CAPITOLO 14

### ENCEFALO E NERVI CRANICI 504

- 14.1 Introduzione generale all'encefalo 505

- 14.2 Meningi, ventricoli, liquido cefalorachidiano e irrorazione 509

- 14.3 Rombencefalo e mesencefalo 514

- 14.4 Proencefalo 521

- 14.5 Funzioni integrative dell'encefalo 527

- 14.6 Nervi cranici 538

### GUIDA ALLO STUDIO 551

## CAPITOLO 15

### SISTEMA NERVOSO AUTONOMO E INNERVAZIONE VISCERALE 554

- 15.1 Proprietà generali del sistema nervoso autonomo 555

- 15.2 Anatomia del sistema nervoso autonomo 558

- 15.3 Effetti del sistema nervoso autonomo sugli organi bersaglio 565

- 15.4 Controllo centrale delle funzioni autonome 569

### GUIDA ALLO STUDIO 572

## CAPITOLO 16

### ORGANI DI SENSO 575

- 16.1 Proprietà e classificazione dei recettori della sensibilità 576

- 16.2 Sensibilità generale 578

- 16.3 Sensi chimici 584

- 16.4 Udito ed equilibrio 589

- 16.5 Vista 603

### GUIDA ALLO STUDIO 622

## CAPITOLO 17

### APPARATO ENDOCRINO 626

- 17.1 Aspetti generali dell'apparato endocrino 627

- 17.2 Ipotalamo e ipofisi 630

- 17.3 Altre ghiandole endocrine 637

- 17.4 Ormoni e loro azioni 647

- 17.5 Stress e adattamento 656

- 17.6 Eicosanoidi e segnalazione paracrina 657

- 17.7 Disordini endocrini 659

### COLLEGAMENTI 665

### GUIDA ALLO STUDIO 666

## PARTE QUARTA

### REGOLAZIONE E SOPRAVVIVENZA

## CAPITOLO 18

### APPARATO CIRCOLATORIO: IL SANGUE 669

- 18.1 Introduzione 670

- 18.2 Eritrociti 675

- 18.3 Gruppi sanguigni 682

- 18.4 Leucociti 687

- 18.5 Piastrine ed emostasi – Il controllo del sanguinamento 693

### GUIDA ALLO STUDIO 702

## CAPITOLO 19

### APPARATO CIRCOLATORIO: IL CUORE 705

- 19.1 Introduzione generale all'apparato cardiovascolare 706

- 19.2 Anatomia macroscopica del cuore 708

- 19.3 Muscolo cardiaco e sistema di conduzione cardiaco 717

- 19.4 Attività elettrica e contrattile del cuore 719

- 19.5 Flusso sanguigno, toni cardiaci e ciclo cardiaco 725

- 19.6 Gittata cardiaca 731

### GUIDA ALLO STUDIO 738

## CAPITOLO 20

### APPARATO CIRCOLATORIO: VASI SANGUIGNI E CIRCOLAZIONE 741

- 20.1 Anatomia generale dei vasi sanguigni 742

- 20.2 Pressione, resistenza e flusso sanguigno 750

- 20.3 Scambi capillari 756

- 20.4 Ritorno venoso e shock circolatorio 760

- 20.5 Particolari circoli sanguigni 763

- 20.6 Anatomia del circolo polmonare 764

- 20.7 Vasi sistemici della regione assiale 765

- 20.8 Vasi sistemici della regione appendicolare 784

### COLLEGAMENTI 795

### GUIDA ALLO STUDIO 796

**CAPITOLO 21****SISTEMA LINFATICO E SISTEMA IMMUNITARIO 800**

- 21.1 Il sistema linfatico 801
- 21.2 Immunità innata 814
- 21.3 Immunità adattativa – Aspetti generali 822
- 21.4 Immunità cellulare 827
- 21.5 Immunità umorale 830
- 21.6 Disordini del sistema immunitario 835

**COLLEGAMENTI 841****GUIDA ALLO STUDIO 842****PARTE QUINTA****ASSUNZIONE ED ELIMINAZIONE****CAPITOLO 22****APPARATO RESPIRATORIO 845**

- 22.1 Anatomia dell'apparato respiratorio 846
- 22.2 Ventilazione polmonare 857
- 22.3 Scambio e trasporto dei gas polmonari 868
- 22.4 Disordini respiratori 878

**COLLEGAMENTI 882****GUIDA ALLO STUDIO 883****CAPITOLO 23****APPARATO URINARIO 886**

- 23.1 Funzioni dell'apparato urinario 887
- 23.2 Anatomia del rene 889
- 23.3 Formazione delle urine - parte I: filtrazione glomerulare 895
- 23.4 Formazione delle urine - parte II: riassorbimento tubulare e secrezione 901
- 23.5 Formazione delle urine - parte III: mantenimento dell'acqua 905
- 23.6 Urina e test di funzionalità renale 908
- 23.7 Accumulo ed eliminazione delle urine 911

**COLLEGAMENTI 917****GUIDA ALLO STUDIO 918****CAPITOLO 24****LIQUIDI, ELETTROLITI ED EQUILIBRIO ACIDO-BASE 921**

- 24.1 Equilibrio dei liquidi 922
- 24.2 Bilancio elettrolitico 928
- 24.3 Equilibrio acido-base 933

**GUIDA ALLO STUDIO 941****CAPITOLO 25****APPARATO DIGERENTE 944**

- 25.1 Anatomia generale e processi digestivi 945
- 25.2 Dalla bocca all'esofago 949
- 25.3 Lo stomaco 956
- 25.4 Fegato, cistifellea e pancreas 965
- 25.5 L'intestino tenue (o piccolo intestino) 971
- 25.6 Digestione chimica e assorbimento 974
- 25.7 L'intestino crasso 981

**COLLEGAMENTI 987****GUIDA ALLO STUDIO 988****CAPITOLO 26****NUTRIZIONE E METABOLISMO 991**

- 26.1 Nutrizione 992
- 26.2 Metabolismo dei carboidrati 1003
- 26.3 Metabolismo dei lipidi e delle proteine 1010
- 26.4 Stati metabolici e metabolismo basale 1012
- 26.5 Calore corporeo e termoregolazione 1016

**GUIDA ALLO STUDIO 1021****PARTE SESTA****RIPRODUZIONE E CICLO DELLA VITA****CAPITOLO 27****APPARATO RIPRODUTTIVO MASCHILE 1025**

- 27.1 Riproduzione sessuale e sviluppo 1026
- 27.2 Anatomia dell'apparato riproduttivo maschile 1031

27.3 Pubertà, controllo ormonale e climaterio 1039

27.4 Spermatozoi e sperma 1041

27.5 Risposta sessuale maschile 1046

**GUIDA ALLO STUDIO 1052****CAPITOLO 28****APPARATO RIPRODUTTIVO FEMMINILE 1055**

- 28.1 Anatomia riproduttiva 1056
- 28.2 Pubertà e menopausa 1066
- 28.3 Oogenesi e ciclo sessuale 1068
- 28.4 Risposta sessuale femminile 1076
- 28.5 Gravidanza e parto 1077
- 28.6 Lattazione 1084

**COLLEGAMENTI 1089****GUIDA ALLO STUDIO 1090****CAPITOLO 29****SVILUPPO UMANO E INVECCHIAMENTO 1093**

- 29.1 Fecondazione e stadio preembrionale 1094
- 29.2 Stadio embrionale e fetale 1100
- 29.3 Il neonato 1109
- 29.4 Invecchiamento e senescenza 1114

**GUIDA ALLO STUDIO 1123****APPENDICE A: TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI A-1****APPENDICE B: RISPOSTE A-2****APPENDICE C: SIMBOLI, PESI E MISURE A-15****APPENDICE D: ABBREVIAZIONI BIOMICHE A-18****APPENDICE E: IL CODICE GENETICO A-19****APPENDICE F: LESSICO A-20****APPENDICE G: L'OTTAVA EDIZIONE CAMBIA TERMINOLOGIA A-24****GLOSSARIO G-1****INDICE ANALITICO I-1**

# LETTERA AGLI STUDENTI

**D**a giovane ero molto interessato a quello che poi avrei chiamato “studio della natura” per due ragioni. Una era la bellezza della natura. Mi divertivo con i libri per bambini per la loro abbondanza di disegni colorati, fotografie di animali, piante, minerali e gemme. Fu questo apprezzamento estetico della natura che mi portò a interessarmi di più a essa, scoprendo con stupore e gioia che potevo costruire una carriera su questo. Qualche anno dopo, un'altra cosa mi ha ulteriormente attirato nello studio della biologia: fu scoprire alcuni scrittori che avevano un modo di usare le parole, tale da poter catturare la mia immaginazione e curiosità con la loro elegante prosa. Una volta diventato abbastanza grande da poter avere un lavoro part-time, ho iniziato a comprare libri di zoologia e anatomia che mi ipnotizzavano con il loro stile avvincente, le loro affascinanti illustrazioni e fotografie. Anch'io volevo scrivere e disegnare come loro e iniziai a insegnare imparando dai “maestri”. Molte volte sono stato sveglio fino a notte fonda nella mia stanza scrutando nel microscopio e in vasetti pieni di acqua di stagno, battendo a macchina pagina dopo pagina il testo e disegnando con la penna e l'inchiostro. Insomma, studiavo un sacco. Il mio primo libro era composto da 318 pagine su piccoli animali di lago chiamati idre, con 53 disegni a inchiostro, che ho scritto per il mio esame di biologia quando avevo 16 anni.

Dopo circa 30 anni sono diventato uno scrittore di libri di testo, mi sono trovato piacevolmente a scrivere e a disegnare la prima edizione del testo che avete sotto mano. Perché? Non solo per la soddisfazione creativa intrinseca, ma anche perché credo che voi siate come ero io, e penso che possiate apprezzare un libro che non si limita a fornire le informazioni di cui avete bisogno. Credo anche che apprezzerete un autore che scrive in maniera piacevole con una prosa scientifica, uno stile narrativo e che adopera un modo semplice e interessante di illustrare le cose.

Tramite i miei studenti, so che avete bisogno di qualcosa di più che di semplici disegni accattivanti e di una lettura gradevole. Affrontiamo questo problema – l'anatomia e la fisiologia sono un soggetto complesso e iniziare lo studio del corpo umano potrebbe

apparire un'ardua impresa. Era difficile anche per me imparare (e non si finisce mai d'imparare). Così in aggiunta al semplice scrivere un libro, ho dato ampia importanza alla pedagogia – l'arte dell'insegnamento. Ho organizzato i capitoli in modo da renderli più semplici per il vostro studio e per darvi tante opportunità di controllare se avete compreso ciò che avete letto – per mettere alla prova voi stessi (come consiglio ai miei studenti) prima che lo faccia il vostro professore.

Ogni capitolo è suddiviso in brevi e semplici paragrafi con una serie di scopi di apprendimento (Obiettivi) all'inizio di ciascuna sessione e domande di autovalutazione (Prima di continuare) dopo poche pagine. Anche se avete solo 30 minuti per leggere, nella pausa pranzo o sull'autobus, potete facilmente leggere o ripassare una di queste brevi sessioni. Ci sono anche numerose domande di autovalutazione al termine di ogni capitolo, in alcune didascalie e negli occasionali “Spunti di riflessione” dispersi nell'intero capitolo. Le domande coprono un'ampia gamma di abilità cognitive, dal semplice richiamo di un termine alla vostra abilità di valutare, analizzare e applicare quello che avete imparato a nuove situazioni cliniche o ad altre circostanze.

Spero sarete soddisfatti di studiare su questo libro, ma sono cosciente che ci sono sempre nuovi modi per migliorarlo. Infatti la qualità che voi potete trovare nella presente edizione è dovuta ai commenti che ho ricevuto da studenti di tutto il mondo. Se trovate degli errori di battitura o altri tipi di errori, se avete qualsiasi suggerimento per migliorare, se posso chiarirvi un concetto o anche se voleste solamente commentare qualcosa che vi piace in particolare del libro, spero non esiterete a scrivermi. Ho un'intensa corrispondenza con gli studenti e mi piacerebbe sentire anche voi.

**Ken Saladin**

Georgia College  
Milledgeville, GA 31061 (USA)  
ksaladin2@windstream.net