

NETTER'S FISIOLOGIA L'ESSENZIALE

SUSAN E. MULRONEY, PhD

Professor of Pharmacology & Physiology
Director, Special Master's Program
Georgetown University Medical Center

ADAM K. MYERS, PhD

Professor of Pharmacology & Physiology
Associate Dean and Assistant Vice President for Special Graduate Programs
Georgetown University Medical Center

Illustrazioni di

FRANK H. NETTER, MD

Hanno contribuito alle illustrazioni

Carlos A.G. Machado, MD

John A. Craig, MD

James A. Perkins, MS, MFA

Tiffany Slaybaugh DaVanzo, MA, CMI

Edizione italiana sulla seconda in lingua inglese a cura di

Chiara Berteotti

Davide Martelli

Roberto Piacentini

Ilaria Rivolta

Giulio Sancini

Carlo Veronesi

PICCIN

NETTER'S ESSENTIAL PHYSIOLOGY, SECOND EDITION

ISBN: 978-0-323-35819-4

Copyright © 2016 by Elsevier, Inc. All rights reserved.

This edition of **Netter's Essential Physiology, 2e** by Susan Mulroney and Adam Myers is published by arrangement with Elsevier Inc.

Questa edizione di **Netter's Essential Physiology, 2e** di Susan Mulroney e Adam Myers è stata pubblicata su licenza di Elsevier Inc.

La **traduzione** del volume è stata effettuata a cura di **PICCIN NUOVA LIBRARIA S.p.A.** e sotto la sua responsabilità. I professionisti del settore sanitario, i ricercatori e lettori in genere del testo devono sempre basarsi sulla loro esperienza e le loro conoscenze quando prendono in considerazione e usano qualsiasi informazione, metodo, composto o esperimento qui descritto. Poiché le scienze mediche sono in continua evoluzione, si raccomanda, in particolare, la verifica autonoma delle diagnosi e del dosaggio dei medicinali. Elsevier, gli Autori, curatori o collaboratori non si assumono alcuna responsabilità per quanto riguarda la **traduzione** o per qualsiasi lesione e/o danno dovesse venire arrecato a persone o beni per negligenza o altro, oppure uso od operazioni di qualsiasi metodo, prodotto, istruzione o idea contenuti in questo libro.

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.

ISBN 978-88-299-3150-7

Stampato in Italia

*Dedichiamo questo libro alle nostre famiglie,
per il loro amore e il loro sostegno,
e agli studenti della Georgetown University,
per il loro ruolo eccezionale e il loro amore per lo studio.*

PREFAZIONE

La fisiologia umana è lo studio delle funzioni del corpo a tutti i livelli: l'organismo nel suo complesso, gli apparati, gli organi, i tessuti, le cellule e i processi fisici e chimici. La fisiologia è una scienza complessa, che contiene al suo interno concetti e principi di biologia, chimica, biochimica e fisica. Spesso per capire completamente i concetti fisiologici, è necessario affrontarli con modalità didattiche diverse, che vanno oltre i testi standard o le classiche lezioni universitarie. Questa seconda edizione di *Netter's Fisiologia – L'essenziale* è stata preparata partendo da tale presupposto. Le molte illustrazioni e il testo conciso e ricco di elenchi puntati e ausili grafici servono per coinvolgere gli studenti e focalizzare la loro attenzione sulla comprensione degli aspetti essenziali dei concetti, in particolare quelli più difficili. Non è un manuale dettagliato, ma una guida per apprendere ciò che è essenziale, assieme al lavoro in classe e ad altre risorse, se necessarie.

L'organizzazione segue il classico ordine con cui si insegnano le sottodiscipline della fisiologia. Inizia con i compartimenti fluidi, i meccanismi di trasporto e la fisiologia cellulare, poi continua con la neurofisiologia, la fisiologia cardiovascolare, l'apparato respiratorio, la fisiologia renale, l'apparato gastrointestinale e l'endocrinologia. È un testo ideale per chi ha memoria visiva. Tutto il libro è illustrato con i bellissimi disegni del compianto Frank Netter e con le altrettanto belle e più recenti illustrazioni di Carlos Machado, John Craig, James Perkins e Tiffany DaVanzo.

In questa seconda edizione abbiamo ampliato alcune parti e chiarito meglio certi punti in base al feedback arrivato da studenti e docenti nel corso degli ultimi anni. Oltre ad aver aggiornato i contenuti, abbiamo aggiunto degli approfondimenti clinici per aiutare a capire meglio i concetti e fornire il contesto fisiopatologico. Per ampliare la sezione sulla fisiologia cardiovascolare, abbiamo aggiunto un nuovo capitolo, "Il sangue", che comprende gli importanti argomenti dell'emostasi e della coagulazione. I cambiamenti e ampliamenti di questa edizione sono stati inseriti anche nella seconda edizione di *Netter's Physiology Flash Cards*.

Dato che la fisiologia, la biologia cellulare e l'anatomia vanno di pari passo nei programmi di studio integrati di molte facoltà, abbiamo inserito più figure del solito di anatomia e istologia. Leggendo il testo, studiando le illustrazioni e sfruttando le domande di ripasso, gli studenti apprenderanno e ricorderanno i concetti importanti di ogni sottodisciplina e acquisiranno le conoscenze essenziali di fisiologia umana richieste per i corsi di laurea di primo livello di medicina, odontoiatria o infermieristica.

Troppi libri di testo, pur essendo opere di consultazione molto utili, restano per la maggior parte non letti dagli studenti. La nostra speranza è che gli studenti trovino questo libro utile e stimolante e che esso li sproni a imparare bene tutto quello che serve apprendere di questa materia affascinante.

Susan E. Mulroney, PhD
Adam K. Myers, PhD

Ringraziamenti

La preparazione di questo libro si è avvalsa della cooperazione di molti colleghi e studenti che hanno rivisto le varie parti dell'opera e hanno fatto alcune critiche costruttive e proposto diversi suggerimenti utili. Desideriamo ringraziare in particolare Charles Read, Henry Prange, Stefano Vicini, Jagmeet Kanwal, Peter Kot, Edward Inscho, Jennifer Rogers, Adam Mitchell, Milica Simpson, Lawrence Bellmore e Joseph Garman per le loro importanti revisioni della prima edizione. Ringraziamo anche Adriane Fugh-Berman, Stefano Vicini e Aruna Natarajan, per i loro preziosi consigli durante la preparazione dell'edizione attuale, Amy Richards, per il suo costante buonumore e la sua disponibilità ad aiutarci, e tutti i nostri colleghi e collaboratori per la loro amicizia, il loro spirito di collegialità e il loro incoraggiamento nel corso di questo progetto.

Un grazie speciale al personale della Casa Editrice Elsevier, in particolare a Stacy Eastman, Carrie Stetz, Marybeth Thiel e Elyse O' Grady. Ringraziamo anche Jim Perkins e Tiffany DaVanzo per il loro talentuoso lavoro sulle illustrazioni nuove della prima e della seconda edizione, che hanno ben affiancato i disegni originali del maestro, Frank Netter. Un grazie anche a Cody Stahl, Educational Technology Coordinator alla Georgetown University, per il suo lavoro.

E infine, grazie ai nostri studenti per il ruolo che hanno avuto in questo progetto. Noi impariamo da loro e loro imparano da noi; il loro entusiasmo quando imparano qualcosa di nuovo è la più grande ispirazione per il nostro lavoro.

Autori



Foto di Ulf Wallin Photography

SUSAN E. MULRONEY, PhD, insegna e svolge attività di ricerca al Medical Center della Georgetown University, dove ha l'incarico di Professor of Pharmacology & Physiology e di Director del rinomato Physiology Special Master's Program. Ha tenuto il corso di Fisiologia Umana per gli studenti del primo anno della Facoltà di Medicina e attualmente dirige il Medical Gastrointestinal Module per i corsi di studio di medicina. La Prof.ssa Mulrone tiene conferenze per studenti di medicina e laureati su argomenti relativi a diverse aree della fisiologia umana, compresa la fisiologia renale, gastrointestinale ed endocrina, ed è molto apprezzata per la sua bravura nell'innovare i programmi di studio di medicina. Ha vinto vari Golden Apple Awards come insegnante dell'anno per i corsi del Medical Center della Georgetown University e numerosi altri premi per la didattica. Nel 2015 ha ricevuto il prestigioso premio Arthur C. Guyton dell'American Physiological Society quale miglior docente di Fisiologia dell'anno. La sua attività di ricerca sulla fisiologia renale ed endocrina è famosa. Ha pubblicato molto su questi argomenti e ha diretto per 12 anni il corso di specializzazione in Fisiologia. È anche co-editor di *RNA Binding Proteins: New Concepts in Gene Regulation*.

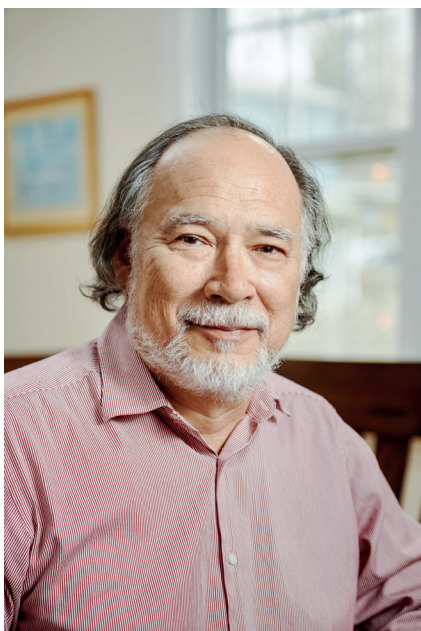


Foto di Ulf Wallin Photography

ADAM K. MYERS, PhD, è Professor of Pharmacology & Physiology al Medical Center della Georgetown University, dove riveste anche la carica di Associate Dean and Assistant Vice President for Special Graduate Programs. Ha diretto lo Special Master's Program della Georgetown University per 12 anni, oltre ad altri corsi di specializzazione. Ha conseguito numerosi premi per la didattica da parte di studenti e docenti della Facoltà di Medicina della Georgetown University, dove insegna in vari corsi di laurea e specializzazione nelle diverse aree della fisiologia umana. Il Prof. Myers è noto per la sua grande esperienza nello sviluppo e nella gestione dei programmi di studio e nell'implementazione delle nuove tecnologie didattiche. La sua attività di ricerca sulle piastrine e sulla biologia vascolare ha prodotto numerose pubblicazioni. È anche autore del testo *Crash Course: Respiratory System* e co-editor di *Alcohol and Heart Disease*.

Illustratori

FRANK H. NETTER, MD, nacque nel 1906 a New York City. Studiò Arte alla Art Student's League e alla National Academy of Design prima di essere ammesso alla Facoltà di Medicina alla New York University e conseguire la laurea nel 1931. Durante gli anni da studente, i suoi schizzi attirarono l'attenzione dei professori della facoltà di medicina e di altri medici; questo gli permise di aumentare le sue entrate con le illustrazioni di articoli e libri di testo. Continuò a lavorare come illustratore quale attività secondaria anche dopo aver iniziato a esercitare come chirurgo nel 1933, ma alla fine decise di interrompere la pratica medica per dedicarsi a tempo pieno alle illustrazioni. Dopo aver prestato servizio nell'Esercito degli Stati Uniti durante la Seconda Guerra mondiale, Netter iniziò la sua lunga collaborazione con la casa farmaceutica CIBA (oggi Novartis Pharmaceuticals). Il risultato di questi 45 anni di cooperazione è stato la produzione di una straordinaria collezione di illustrazioni mediche, ormai molto famigliare ai medici e ai professionisti sanitari di tutto il mondo.

Nel 2005 Elsevier Inc. ha acquistato la Collezione Netter e tutte le sue pubblicazioni dalla Icon Learning Systems. Ci sono ora più di 50 pubblicazioni con le illustrazioni del Dott. Netter disponibili sul sito di Elsevier Inc. (per gli Stati Uniti: www.us.elsevierhealth.com/Netter; al di fuori degli USA: www.elsevierhealth.com).

I lavori del Dott. Netter sono tra gli esempi migliori dell'uso delle illustrazioni nell'insegnamento dei concetti della medicina. I 13 volumi della *Netter Collection of Medical Illustrations*, che include la maggior parte dei più di 20.000 disegni creati dal Dott. Netter, sono diventati e rimangono uno dei più famosi lavori nell'ambito della medicina mai pubblicati. Il *Netter's Atlas of Human Anatomy*, pubblicato per la prima volta nel 1989, utilizza le tavole anatomiche della Collezione Netter. Tradotto in 16 lingue, è l'atlante di anatomia d'elezione tra gli studenti di medicina e delle professioni sanitarie di tutto il mondo.

Le tavole di Netter sono apprezzate non solo per le loro qualità estetiche, ma, soprattutto, per il loro contenuto scientifico. Come scrisse il Dott. Netter nel 1949, "...il chiarimento di un argomento è lo scopo principale di una illustrazione. Non importa quanto bene questa sia disegnata, con quanta raffinatezza e cura possa raffigurare un soggetto; essa è di scarso valore come *illustrazione medica* se non serve a rendere più chiaro un problema medico". L'organizzazione, la concezione, il punto di vista e l'approccio del Dott. Netter permeano i suoi disegni, rendendoli di alto valore intellettuale.

Frank H. Netter, MD, medico e artista, morì nel 1991.

Scopri di più sul medico-artista il cui lavoro ha ispirato la Collezione Netter consultando il sito: <http://www.netterimages.com/artist/netter.htm>.

CARLOS A.G. MACHADO, MD, è stato scelto da Novartis come successore del Dott. Netter. Continua ad essere il principale artista che contribuisce ad arricchire la Collezione Netter con le sue illustrazioni mediche.

Autodidatta nel campo delle illustrazioni mediche, il cardiologo Carlos Machado ha meticolosamente aggiornato alcune delle tavole originali del Dott. Netter, oltre ad aver realizzato di suo pugno molti disegni mantenendo lo stile di Netter, arricchendo in questo modo la Collezione Netter. L'esperienza foto-realistica del Dott. Machado e il suo sguardo attento al rapporto medico-paziente hanno ispirato il suo stile rappresentativo vivido e indimenticabile. La sua dedizione nel conoscere ogni tema e ogni argomento da lui disegnato lo pone tra i migliori disegnatori nell'ambito medico dei nostri giorni.

Scopri di più sulle sue esperienze passate e guarda i suoi disegni sul sito: <https://www.netterimages.com/artist/machado.htm>.

Traduttori

Chiara Berteotti

Ricercatore in Fisiologia
Dipartimento di Scienze Biomediche e Neuromotorie
Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

Davide Martelli

Ricercatore in Fisiologia
Dipartimento di Scienze Biomediche e Neuromotorie
Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

Roberto Piacentini

Professore Associato di Fisiologia
Dipartimento di Neuroscienze
Università Cattolica del Sacro Cuore

Ilaria Rivolta

Professore Associato di Fisiologia
Dipartimento di Medicina e Chirurgia
Università degli Studi di Milano-Bicocca

Giulio Sancini

Professore Associato di Fisiologia
Dipartimento di Medicina e Chirurgia
Università degli Studi di Milano-Bicocca

Carlo Veronesi

Ricercatore in Fisiologia
Dipartimento di Neuroscienze e Riabilitazione
Università degli Studi di Ferrara

INDICE GENERALE

Sezione 1: Fisiologia cellulare, omeostasi dei fluidi e trasporti di membrana

1. La cellula e l'omeostasi dei fluidi	2
2. I trasporti di membrana	12
<i>Sezione 1 Domande di ripasso</i>	21

Sezione 2: Il sistema nervoso e il muscolo

3. Fisiologia dei nervi e dei muscoli	24
4. Organizzazione e principali funzioni del sistema nervoso	48
5. Fisiologia sensoriale	57
6. Il sistema motorio somatico	74
7. Il sistema nervoso autonomo	84
<i>Sezione 2 Domande di ripasso</i>	90

Sezione 3: Fisiologia cardiovascolare

8. Il sangue.	94
9. Panoramica sul cuore e sul sistema circolatorio	101
10. Elettrofisiologia cardiaca	105
11. Flusso, pressioni e resistenze	112
12. La pompa cardiaca	118
13. La circolazione periferica.	130
<i>Sezione 3 Domande di ripasso</i>	148

Sezione 4: Fisiologia respiratoria

14. Ventilazione polmonare, perfusione e diffusione dei gas	152
15. La meccanica respiratoria	169
16. Trasporto di ossigeno e anidride carbonica e controllo della respirazione.	185
<i>Sezione 4 Domande di ripasso</i>	198

Sezione 5: Fisiologia del rene

17. Panoramica, filtrazione glomerulare e clearance renale .	202
18. Processi di trasporto renale	214
19. Concentrazione delle urine e meccanismi di diluizione .	224
20. Regolazione del volume del liquido extracellulare e osmolarità	231
21. Regolazione del bilancio acido-base da parte dei reni	237
<i>Sezione 5 Domande di ripasso</i>	<i>245</i>

Sezione 6: Fisiologia gastrointestinale

22. Panoramica del tratto gastrointestinale	250
23. Motilità attraverso il tratto gastrointestinale.	260
24. Secrezioni gastrointestinali	280
25. Funzione epatobiliare.	293
26. Digestione e assorbimento.	300
<i>Sezione 6 Domande di ripasso</i>	<i>310</i>

Sezione 7: Fisiologia del sistema endocrino

27. Principi generali di endocrinologia; ormoni ipofisari e ipotalamici.	314
28. Ormoni tiroidei	328
29. Ormoni del surrene	335
30. Il pancreas endocrino.	346
31. Ormoni che regolano il calcio	354
32. Ormoni del sistema riproduttivo	362
<i>Sezione 7 Domande di ripasso</i>	<i>374</i>

<i>Risposte</i>	<i>377</i>
<i>Indice analitico</i>	<i>386</i>