

# NETTER'S

---

Sistema  
muscoloscheletrico

ANATOMIA CLINICA

---

*F. Netter  
M.D.*



# NETTER'S

---

## Sistema muscoloscheletrico

### ANATOMIA CLINICA

---



#### **Peter J. Ward, PhD**

Professor of Anatomy  
West Virginia School of Osteopathic Medicine  
Lewisburg, West Virginia

#### *Illustrazioni di*

Frank H. Netter, MD

#### *Hanno contribuito alle illustrazioni*

Carlos A. G. Machado, MD  
DragonFly Media Group  
Kristen Wienandt Marzejon, MS, MFA  
James A. Perkins, MS, MFA  
John A. Craig, MD

#### *Edizione italiana a cura di*

Margherita Aglianò  
Vincenzo Benagiano  
Pamela Bielli  
Cinzia Fabrizi  
Paola Lanuti  
Vittorio Lorenzo Mazzarello  
Maurilio Sampaolesi  
Felice Sirico  
Carlo Zancanaro

**PICCIN**

NETTER'S INTEGRATED MUSCULOSKELETAL SYSTEM:  
CLINICAL ANATOMY EXPLAINED!

FIRST EDITION

ISBN 978-0-323-69661-6

Copyright © 2022 by Elsevier, Inc. All rights reserved.

This edition of *Netter's Integrated Musculoskeletal System* by **Peter J. Ward** is published by arrangement with Elsevier Inc.

Questa edizione di *Netter's Integrated Musculoskeletal System* di **Peter J. Ward** è 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.

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 produttori 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 978-88-299-3444-7

Sarah, Archer e Dashiell, questo libro sarebbe stato impossibile senza il vostro amore ed entusiasmo. Per me voi siete il mondo intero. Sono molto grato anche al resto della mia famiglia, Lucinda, Robert e Christopher Ward, il cui costante incoraggiamento è stato molto importante nel corso della mia vita. Un grazie sincero a Rene Koressel per averci donato di buon grado il suo tempo e la sua assistenza; e grazie anche a Robert e Janette Koressel per il loro instancabile supporto.

# L'AUTORE

**Peter J. Ward, PhD** è cresciuto a Casper, Wyoming, si è diplomato alla Kelly Walsh High School e poi ha frequentato la Carnegie Mellon University di Pittsburgh, dove si è laureato in Biologia nel 1996. Ha iniziato la specializzazione alla Purdue University, dove ha approfondito per la prima volta lo studio di anatomia macroscopica, istologia, embriologia e neuroanatomia. Felice di aver trovato delle materie che lo appassionavano, ha deciso di frequentare e aiutare ad insegnarle nei corsi di Veterinaria e Medicina a Purdue. Il Dott. Ward ha ottenuto un master in biologia molecolare e poi ha iniziato un dottorato nell'insegnamento dell'anatomia. Nel 2005, ha completato la sua tesi ed è entrato a far parte del personale docente della West Virginia School of Osteopathic Medicine (WVSOM) a Lewisburg, West Virginia, dove ha insegnato anatomia macroscopica, embriologia, neuroscienze, istologia e storia della medicina. Il Dott. Ward ha ricevuto numerosi premi per l'insegnamento, tra cui il WVSOM Golden Key Award, il Basmajian Award dall'American Association of Anatomists, ed è stato due volte finalista nella selezione del miglior professore dell'anno della West Virginia Merit Foundation. È stato anche direttore della struttura di platinazione della WVSOM, coordinatore degli assistenti di anatomia, presidente del comitato che sovrintende i programmi dei corsi, presidente del consiglio di facoltà,

creatore e direttore di un corso facoltativo di anatomia clinica e ospite di numerosi eventi di anatomia tra la WVSOM e due College giapponesi di osteopatia. Il Dott. Ward è stato anche membro del consiglio e segretario dell'American Association of Clinical Anatomists. Il suo programma di ricerca studia il modo in cui gli studenti di medicina apprendono in modo efficace, le differenze tra i programmi delle facoltà di medicina, e si occupa anche di studiare le variazioni anatomiche e l'importanza di strutture poco studiate. Assieme alla società Bone Clones, Inc., il Dott. Ward ha prodotto modelli tattili che riproducono le strutture anatomiche che si esaminano nel corso dell'esame obiettivo, nel loro stato intatto o sezionato. Ha creato il canale YouTube *Clinical Anatomy Explained!* e continua a cercare di trovare altri modi interessanti per presentare la scienza dell'anatomia al pubblico. Il Dott. Ward è stato Senior Associate Editor per il volume in tre tomi *The Netter Collection: The Digestive System, 2e*, è uno degli Autori della 42<sup>a</sup> edizione del *Gray's Anatomy* ed è uno dei curatori dell'ottava edizione del *Netter's Atlas of Human Anatomy*. Nel tempo libero ama leggere e insegna arti marziali allo Yatagarasu Dojo di Lewisburg, West Virginia. È estremamente fortunato ad essere il marito di Sarah Koressel, DVM, e il padre di Dashiell e Archer Ward, che lo rendono orgoglioso ogni giorno.

## Frank H. Netter, MD

Frank H. Netter 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, 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, il Dott. Netter iniziò la sua lunga collaborazione con la CIBA Pharmaceutical Company (oggi Novartis Pharmaceuticals). Il risultato di questi 45 anni di cooperazione è stato la produzione di una straordinaria collezione di illustrazioni mediche, ormai molto familiare ai medici e ai professionisti dell'area medica in 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 tramite Elsevier, Inc.

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 4000 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:

<https://netterimages.com/artist-frank-h-netter.html>

## Carlos A.G. Machado, MD

Carlos Machado è stato scelto da Novartis come successore del Dott. Netter. Continua ad essere il principale artista che contribuisce ad arricchire la Collezione Netter di 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 fotorealistica 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 del momento.

Scopri di più sulle sue esperienze passate e guarda i suoi disegni sul sito:

<https://netterimages.com/artist-carlos-a-g-machado.html>

# I TRADUTTORI

**Margherita Aglianò**

Professore Aggregato di Anatomia Umana  
Dipartimento di Scienze Mediche,  
Chirurgiche e Neuroscienze  
Università di Siena  
*Capitolo 10*

**Vincenzo Benagiano**

Professore Associato di Anatomia Umana  
Dipartimento di Biomedicina Traslazionale e  
Neuroscienze  
Università degli Studi di Bari Aldo Moro  
*Capitolo 11*

**Pamela Bielli**

Professore Associato di Anatomia Umana  
Dipartimento di Biomedicina e Prevenzione  
Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"  
*Capitoli 9 e 12*

**Cinzia Fabrizi**

Professore Associato di Anatomia Umana  
Dipartimento di Scienze Anatomiche, Istologiche,  
Medico-legali e dell'Apparato locomotore  
Sapienza Università di Roma  
*Capitoli 1 e 2*

**Paola Lanuti**

Professore Associato di Anatomia Umana  
Dipartimento di Medicina e Scienze dell'invecchiamento  
Università degli Studi "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara  
*Capitolo 3*

**Vittorio Lorenzo Mazzarello**

Professore Ordinario di Anatomia Umana  
Dipartimento di Scienze Biomediche  
Università degli Studi di Sassari  
*Capitolo 5*

**Maurilio Sampaolesi**

Professore Ordinario di Istologia ed Embriologia  
Dipartimento di Scienze Anatomiche, Istologiche,  
Medico-legali e dell'Apparato locomotore  
Sapienza Università di Roma  
*Capitoli 6 e 7*

**Felice Sirico**

Ricercatore in Medicina Fisica e Riabilitativa  
Dipartimento di Sanità Pubblica  
Università degli Studi di Napoli "Federico II"  
*Capitolo 4*

**Carlo Zancanaro**

Professore Ordinario di Anatomia Umana  
Dipartimento di Neuroscienze, Biomedicina e Movimento  
Università degli Studi di Verona  
*Capitolo 8, Appendici A e B*

# RINGRAZIAMENTI

Questo libro è nato grazie a molte persone che sono state d'aiuto in diversi aspetti della sua produzione e hanno contribuito a sviluppare in me l'amore per l'argomento. Devo ringraziare i miei "papà dell'anatomia", James Walker e Kevin Hannon, che mi hanno insegnato che standard accademici eccellenti possono coesistere con l'umorismo e una seria preoccupazione per l'apprendimento dei propri studenti; desidero ringraziare anche la mia "sorella accademica", Rebecca Pratt, per essere stata una continua fonte di ispirazione e aver sdrammatizzato con una bella risata tutte le sfide che abbiamo dovuto affrontare. Un grazie particolare ai miei colleghi dell'American Association of Clinical Anatomists per il loro intuito e la loro incessante ricerca sul corpo umano. È stato un piacere essere un loro collega e imparare dai loro sforzi. Questo libro è stato anche ispirato da Nels Hennum, Joseph Urich e David White, insegnanti dediti al loro lavoro, che mi hanno fatto apprezzare in modo nuovo il sistema muscoloscheletrico e capire come applicare tale conoscenza a molteplici situazioni.

Sono troppi i colleghi, passati e presenti, della West Virginia School of Osteopathic Medicine per elencarli tutti qui, ma sarebbe stato impossibile completare questo libro senza il supporto personale e istituzionale che mi hanno

fornito. Sono straordinariamente fortunato a lavorare con tali professionisti. Un ringraziamento particolare va a Joyce Morris-Wiman per le sue intuizioni sul sistema nervoso e per essere riuscita a trovare risorse che sembravano impossibili da ottenere.

Un ringraziamento speciale al team di Elsevier per il grande lavoro svolto, in particolare a Marybeth Thiel ed Elyse O'Grady, che sono state così gentili da prendere sul serio il mio scritto quando non era ancora completo e hanno fatto andare avanti questo progetto tenendomi sempre sulla buona strada. Grazie anche a Kate Mannix per averlo portato fino al traguardo della pubblicazione. Avere il permesso di utilizzare le incomparabili illustrazioni di Frank Netter e Carlos Machado è stato un vantaggio inaspettato, ma molto gradito. Le loro illustrazioni sono più vibranti che mai e diverse questioni sorte durante la preparazione del testo sono state risolte facendo riferimento alle immagini e dando loro voce. Rivisitare le illustrazioni di Netter mi ha permesso di rinnovare il fascino che ho provato durante il mio primo corso di anatomia macroscopica. Spero che questo testo aiuti a portare queste opere d'arte medica a una nuova generazione di studenti mentre iniziano a investigare il fantastico enigma del corpo umano.

# PREFAZIONE

Questo libro è rivolto principalmente ai curricula dei corsi integrati delle professioni sanitarie. Il corso di Medicina in cui lavoro è andato incontro ad un processo di riforma nel 2012. Siamo passati dai corsi tradizionali di anatomia macroscopica, fisiologia, microbiologia, ecc. a corsi integrati con titoli come “Urogenitale”, “Sangue, linfa, immunologia e ossa”, “Reumatologia” e “Sistema muscoloscheletrico”. Una delle difficoltà che abbiamo incontrato in questo processo è stata quella di avere a disposizione materiale didattico organizzato secondo lo schema dei corsi tradizionali. Risulta difficile per gli studenti di un corso integrato prepararsi utilizzando diversi libri di testo, perché la loro attenzione è distratta nel passaggio da una fonte all'altra. D'altronde, il processo è oneroso anche per i docenti e i coordinatori di corso integrato che probabilmente si sono formati con un sistema tradizionale.

Per colmare questa lacuna del materiale didattico, ho deciso (in ugual misura per ambizione e presunzione) di ideare un testo che potesse contenere tutte le informazioni necessarie ad un corso integrato. Ho scelto di iniziare con il sistema muscoloscheletrico per diverse ragioni. Innanzitutto, sviluppare la conoscenza di questo sistema è uno dei principali obiettivi della formazione medica osteopatica dell'istituto in cui lavoro. Inoltre, il sistema muscoloscheletrico è di vitale importanza non solo per i chirurghi, e i medici in generale, ma anche per assistenti medici, fisioterapisti, terapisti occupazionali, preparatori atletici, massaggiatori, chiropratici e molti altri; infatti, questo sistema ha un ruolo significativo in molte professioni sanitarie. Oltre a ciò, i disturbi del sistema muscoloscheletrico includono non soltanto disordini che interessano i muscoli e le ossa, ma anche i nervi che permettono ai muscoli di contrarsi e le strutture del tessuto connettivo che trasmettono la contrazione muscolare e stabilizzano lo scheletro. Infine, le disfunzioni di molecole contenute nei muscoli e nelle ossa si manifestano clinicamente in un gran numero di disordini del movimento che si possono distinguere gli uni dagli altri per il loro effetto sul sistema muscoloscheletrico.

Questo libro è stato ideato come punto di partenza sia per i docenti che per gli studenti delle professioni sanitarie per analizzare il sistema muscoloscheletrico senza la necessità di passare da una fonte all'altra. Esso presenta l'anatomia macroscopica, l'istologia, la fisiologia, la biochimica, la neuroanatomia e l'embriologia del sistema

muscoloscheletrico in modo fluido e sequenziale. Il libro tratta argomenti molto vasti e complessi. Se, nonostante lo sforzo profuso, un argomento non dovesse aver ricevuto l'attenzione che merita, prego il lettore di segnalarmelo. Purtroppo, deve essere tracciata una linea da qualche parte per impedire che il testo si espanda senza fine e per questo motivo sono state escluse la farmacologia, la microbiologia e l'istopatologia dettagliata.

Un altro aspetto saliente del libro è il fatto che si rivolge a studenti che non hanno una specifica preparazione in questo settore. Il testo è organizzato secondo un innovativo modello a spirale con capitoli introduttivi iniziali che descrivono gli aspetti fondamentali della struttura del corpo umano partendo dalle ossa, dai gruppi muscolari, dai nervi e dai vasi principali del dorso e degli arti. Dopodiché, il libro passa a descrivere l'istologia, la fisiologia, la biochimica, l'embriologia e le neuroscienze relative al sistema muscoloscheletrico. Infine, la struttura a spirale del testo termina con quattro capitoli dettagliati sulla struttura e funzione del dorso, dell'arto superiore, dell'arto inferiore e del tronco. Nel testo ho provato a fare tutto il possibile per evidenziare la rilevanza clinica di quanto descritto. Ogni riga di questo testo dovrebbe essere in grado di motivare lo studente e spiegare perché è importante conoscere la struttura che viene descritta. I capitoli finali, più dettagliati, potrebbero essere di interesse anche per gli specialisti.

Le illustrazioni che corredano il testo sono fondamentali per accompagnare gli studenti nel processo di apprendimento del sistema muscoloscheletrico. Infatti, ci sono diversi punti di questo libro in cui la verbosità su cui mi sono tormentato è secondaria all'osservazione dettagliata delle immagini. Spero che nell'insieme la parte iconografica e il testo renderanno la conoscenza di questa materia non solo più interessante, ma anche concretamente piacevole. Ho provato a rendere il libro il più discorsivo possibile cercando però di non divagare troppo. Se gli studenti saranno capaci di immaginarmi seduto accanto a loro al tavolo a discutere avidamente il mistero del modo in cui si muove il corpo umano e del perché si danneggia in modi complicati ma comprensibili, allora i miei sforzi saranno andati a buon fine. Spero sinceramente che gli studenti possano apprezzare questo libro.

**Peter Ward, PhD**

# INDICE GENERALE

- 1 Introduzione, 1
  - 2 Anatomia dello scheletro: visione d'insieme, 8
  - 3 **Muscoli e loro funzioni, 37**
  - 4 Innervazione dei compartimenti muscolari, 53
  - 5 Vascolarizzazione dei compartimenti muscolari, 67
  - 6 Istologia, fisiologia e biochimica del sistema muscoloscheletrico, 83
  - 7 Sviluppo del sistema muscoloscheletrico, 120
  - 8 **Relazioni tra sistema nervoso centrale e apparato locomotore, 140**
  - 9 Anatomia clinica del dorso, 177
  - 10 Anatomia clinica dell'arto superiore, 204
  - 11 Anatomia clinica dell'arto inferiore, 261
  - 12 Anatomia clinica del torso, 333
- Appendice A: Etimologia di termini selezionati a provenienza latina, greca e araba, 386  
Appendice B: Eponimi medici riguardanti l'apparato locomotore, 388  
Indice analitico, 391

