

NETTER'S INTRODUZIONE ALL'IMAGING

Larry R. Cochard, PhD

Assistant Professor of Medical Education
Augusta Webster, MD, Office of Medical Education
and Faculty Development
Feinberg School of Medicine
Northwestern University
Chicago, Illinois

Lori A. Goodhart, MD

Associate Professor of Radiology
Feinberg School of Medicine
Northwestern University
Chicago, Illinois

Carla B. Harmath, MD

Assistant Professor of Radiology
Feinberg School of Medicine
Northwestern University
Chicago, Illinois

Nancy M. Major, MD

Professor of Radiology and Orthopaedics
Division Musculoskeletal
University of Pennsylvania Health System
Philadelphia, Pennsylvania

Srinivasan Mukundan, Jr., PhD, MD

Section Head of Neuroradiology
Brigham & Women's Hospital;
Associate Professor of Radiology
Harvard Medical School
Boston, Massachusetts

Illustrazioni di

Frank H. Netter, MD

Ha collaborato alle illustrazioni

Carlos A.G. Machado, MD

Edizione italiana a cura di

Arianna Gonelli

Professore Associato di Anatomia Umana
Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Prevenzione
Università degli Studi di Ferrara

Rebecca Voltan

Professore Associato di Anatomia Umana
Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Prevenzione
Università degli Studi di Ferrara

PICCIN

Edizione originale:
NETTER'S INTRODUCTION TO IMAGING
ISBN: 978-1-4377-0759-5

Copyright © 2012 by Saunders, an imprint of Elsevier Inc. All rights reserved.

This edition of **Netter's Introduction to Imaging, 1e** by **Larry R. Cochard, Lori A. Goodhartz, Carla B. Harmath, Nancy M. Major, and Srinivasan Mukundan** is published by arrangement with Elsevier Inc.

Questa edizione di **Netter's Introduction to Imaging, 1e** di **Larry R. Cochard, Lori A. Goodhartz, Carla B. Harmath, Nancy M. Major, e Srinivasan Mukundan** 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 i 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 e 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 978-88-299-3217-7

Stampato in Italia

A Sue, mia moglie e migliore amica, per il suo sostegno, il suo amore e il suo buon carattere quando sente parlare troppo di insegnamento, progetti di anatomia e delle ultime notizie sul libro.

Larry R. Cochard, PhD

A tutta la mia famiglia e agli amici che mi hanno incoraggiata lungo la strada.

Lori A. Goodhartz, MD

*Ai miei genitori, Carlos e Tania, per avermi insegnato a perseverare,
A mio marito, Alexandre, per esserci stato per me,
A mio figlio Lucas, che mi fa desiderare di essere una persona migliore,
Alla Dott.ssa Goodhartz, per essere una mentore e un'amica,
A tutti gli studenti e interni, che mi ispirano a continuare a imparare!*

Carla B. Harmath, MD

*Agli studenti passati e presenti, che mi hanno reso un'insegnante migliore,
A Glen Toomayan: grazie per essere l'amico più affidabile e fidato che si possa avere.*

Nancy M. Major, MD

*Agli studenti che utilizzeranno questo libro,
A Shailesh Gaikwad, Pamela Deaver e Karli Spetzler per i loro numerosi contributi a questo progetto,
E, infine, a mia moglie, la Dott.ssa Nancy Mukundan, e ai nostri figli,
Dev e TJ.*

Srinivasan Mukundan Jr., PhD, MD

Ringraziamenti

L'idea di questo libro è nata in seguito alla partecipazione del Dott. Larry Cochard ad una "Task Force" di imaging presieduta dalla Dott.ssa Amy Kontrick presso la Feinberg School of Medicine nel 2004. Questa "Task Force" è stata incaricata di valutare l'insegnamento dell'imaging in tutti e quattro gli anni del corso di laurea in Medicina e Chirurgia, identificandone i limiti e suggerendo i modi in cui potrebbe essere migliorato.

Successivamente è stato realizzato un sito web di imaging, protetto da password, con correlazioni anatomiche delle tavole di Netter che è stato finanziato dalla borsa di studio Augusta Webster Innovations in Education assegnata al Dott. Cochard e alla Dott.ssa Lori Goodhartz.

Molte persone hanno svolto un ruolo prezioso nella produzione di questo libro contribuendo con immagini o testo, etichettando immagini, apportando modifiche o semplicemente dando consigli. I nostri più sentiti ringraziamenti vanno alle seguenti persone:

Dott. James Baker

David Botos

Dott. James Carr

Dott.ssa Pamela Deaver

Dott. James Donaldson

Dott. Jon Ellison

Dott. Shailesh Gaikwad

Dott.ssa Melina Kibbe

Dott. Randolph Perkins

Angela Del Pino

Dott.ssa Julia Poccia

Karli Spetzler

Dott. Glen Toomayan

Un ringraziamento speciale va alla Senior Developmental Editor Marybeth Thiel per la sua pazienza, la sua buona natura e la sua abilità nel guidare una nave che spesso sembrava una flottiglia; e a Jodi Willard, Senior Project Manager, per la sua attenzione ai dettagli nell'impaginazione e per il suo entusiasmo e la sua disponibilità, che hanno reso piacevole l'intero processo di correzione.

Autori

Larry R. Cochard, PhD, è Ricercatore di Educazione Medica presso la Feinberg School of Medicine della Northwestern University. Insegna Anatomia, Embriologia e Istologia agli studenti di Medicina e Chirurgia del primo anno. È quattro volte vincitore del premio George H. Joost per M1 Basic Science Teacher of the Year e ha vinto molti altri premi per l'insegnamento. È anche l'autore di *Netter's Atlas of Human Embryology* (ICON Learning Systems, 2002).

Lori A. Goodhartz, MD, è Professore Associato di Radiologia presso la Feinberg School of Medicine della Northwestern University e Radiologa presso il Northwestern Memorial Hospital di Chicago. È stata coinvolta nella formazione medica durante tutta la sua carriera. Per sei anni è stata Direttrice del Programma di Specializzazione in Radiologia Diagnostica. Attualmente è Vicepresidente per l'Educazione presso il Dipartimento di Radiologia.

Carla B. Harmath, MD, ha una borsa di studio in "Body imaging" ed è Ricercatrice presso il Dipartimento di Radiologia della Feinberg School of Medicine alla Northwestern University.

Nancy M. Major, MD, ha iniziato la sua carriera occupandosi di Radiologia Muscoloscheletrica (MSK) presso il Duke University Medical Center. Ha completato la sua formazione presso la Duke University, dove è rimasta per tredici anni. Il suo interesse di ricerca è l'imaging muscoloscheletrico con particolare riferimento alle lesioni legate allo sport, ai tumori muscoloscheletrici e alla biomeccanica associata a lesioni. Durante il suo incarico alla Duke, ha erudito borsisti e studenti di Medicina sulle sfumature della radiologia muscoloscheletrica. Ha preparato gli interni di Radiologia della Duke University per gli esami di abilitazione; è stata Direttrice della Medical Student Radiology Education ed è stata più volte votata insegnante dell'anno presso la Duke University School of Medicine. Il suo coinvolgimento nella formazione degli studenti di Medicina e Chirurgia e nell'insegnamento dell'Anatomia l'ha spinto a realizzare questo volume della serie di Anatomia di Netter.

La Dott.ssa Major è co-editor di *Musculoskeletal MR* e di numerosi altri testi di radiologia, inclusi *Fundamentals of Body CT*, *Radiology Core Review* e *A Practical Approach to Radiology*. Inoltre, presenta numerose pubblicazioni su riviste peer-reviewed.

La Dott.ssa Major è Professore e Direttore di Radiologia MSK con un incarico congiunto in Ortopedia presso l'Università della Pennsylvania. Continua a educare borsisti e studenti di Medicina e Chirurgia e tiene conferenze a livello nazionale e internazionale sulla radiologia MSK.

Srinivasan Mukundan, Jr., PhD, MD, è Professore Associato di Radiologia presso la Harvard Medical School e Capo Sezione di Neuroradiologia presso il Brigham and Women's Hospital di Boston. Insieme alle Dott.sse Tracey Milligan (Neurologia) e Jane Epstein (Psichiatria), il Dott. Mukundan è fondatore e co-direttore del corso di Medicina Integrata Mente-Cervello presso la Harvard Medical School. Inoltre, è stato coinvolto nell'insegnamento universitario in corsi di laurea e post-laurea presso la Duke University, dove è tuttora Professore Associato aggiunto di Ingegneria Biomedica.

Illustratori

Frank H. Netter, MD

Frank H. Netter è nato a New York nel 1906. Ha studiato Arte alla Art Student's League e alla National Academy of Design prima di entrare alla Facoltà di Medicina e Chirurgia della New York University, dove ha conseguito la laurea nel 1931. Quando era ancora studente, i suoi schizzi attiravano l'attenzione di tutta la facoltà di medicina e di altri medici, permettendogli di incrementare le entrate illustrando articoli e libri di testo. Ha continuato a eseguire illustrazioni come attività secondaria dopo aver iniziato la professione chirurgica nel 1933, ma alla fine decise di abbandonare la chirurgia per dedicarsi a tempo pieno all'arte. Dopo il servizio nell'esercito degli Stati Uniti durante la seconda guerra mondiale, il Dott. Netter iniziò la sua lunga collaborazione con la CIBA Pharmaceutical Company (ora Novartis Pharmaceuticals). Questa lunga collaborazione, durata 45 anni, ha portato alla produzione della straordinaria collezione di arte medica così familiare ai medici e ad altri professionisti medici di tutto il mondo.

Nel 2005 Elsevier Inc. ha acquistato la Collezione Netter e tutte le pubblicazioni da Icon Learning Systems. Più di 50 pubblicazioni presentano l'arte del Dott. Netter e sono disponibili tramite Elsevier Inc. (Negli Stati Uniti: www.us.elsevierhealth.com/Netter. Al di fuori degli Stati Uniti: www.elsevierhealth.com).

Le opere del Dott. Netter si possono considerare come i migliori esempi dell'uso dell'illustrazione nell'insegnamento della medicina. La raccolta di 13 volumi della *Netter Collection of Medical Illustration*, che comprende la maggior parte degli oltre 20.000 dipinti creati dal Dott. Netter, è diventata e rimane una delle opere mediche più famose mai pubblicate. Il *Netter's Atlas of Human Anatomy*, pubblicato per la prima volta nel 1989, presenta i dipinti anatomici della Collezione Netter. Ora tradotto in 16 lingue, è l'atlante di anatomia più utilizzato dagli studenti delle professioni mediche e sanitarie di tutto il mondo.

Le illustrazioni di Netter sono apprezzate non solo per le loro qualità estetiche ma, cosa più importante, per il loro contenuto intellettuale. Come scrisse il Dott. Netter nel 1949, "...rendere più chiaro un argomento è lo scopo e l'obiettivo dell'illustrazione. Non importa la bellezza del disegno, la delicatezza e l'accuratezza con cui il soggetto è rappresentato. L'illustrazione medica non ha valore se non serve a chiarire un concetto medico". La pianificazione, la concezione, il punto di vista e l'approccio del Dott. Netter sono ciò che caratterizza i suoi dipinti e li rende così intellettualmente preziosi.

Frank H. Netter, medico e artista, si è spento nel 1991.

Scopri di più sul medico e artista il cui lavoro ha ispirato la *Netter Reference Collection* su <http://www.netterimages.com/artist/netter.htm>.

Carlos 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 con le sue illustrazioni mediche.

Autodidatta in illustrazione medica, il cardiologo Carlos Machado ha realizzato meticolosi aggiornamenti di alcune delle tavole originali del Dott. Netter e ha creato molti suoi dipinti mantenendo lo stile di Netter come estensione della Collezione Netter.

L'esperienza fotorealistica del Dott. Machado e la sua acuta intuizione nel rapporto medico/paziente caratterizzano il suo stile visivo, vivido e indimenticabile. La sua dedizione alla ricerca di ogni tema e soggetto che dipinge lo colloca tra i migliori illustratori medici attualmente in attività.

Scopri di più sul background del Dott. Machado e guarda di più sulla sua arte su <http://www.netterimages.com/artist/machado.htm>.

PREFAZIONE

Questo libro è rivolto agli studenti del primo e secondo anno del corso di laurea in Medicina e Chirurgia e agli studenti di altri corsi di laurea che affrontano per la prima volta lo studio dell'anatomia e della radiologia. L'imaging di solito è in stretto rapporto con l'anatomia e con le tecniche di apprendimento note come "problem-based", e fornisce un rilevante e interessante aiuto per lo studio delle normali strutture anatomiche e delle loro funzioni. Usualmente, nei testi per il primo anno di Medicina sono presenti molte tipologie di immagini e sezioni anatomiche, accompagnate da descrizioni di base delle principali tecniche di imaging, ma spesso è difficile trovare spiegazioni alle domande che gli studenti si pongono a proposito dell'imaging. Il principale obiettivo di questo libro è di creare una risorsa più vasta, che gli studenti dei primi anni possano usare per le lezioni introduttive sull'imaging, per l'apprendimento "problem-based" e per altri contesti basati sull'uso dell'imaging.

Il Capitolo 1 offre una visione d'insieme delle tecniche di base dell'imaging: raggi-X e fluoroscopia, tomografia computerizzata (TC), risonanza magnetica (RM), imaging in medicina nucleare e a ultrasuoni. Inoltre, in questo capitolo sono descritti i principi chiave della fisica che governano queste tecniche, dove e come esse siano utilizzate, ed i loro vantaggi e svantaggi. Tra le tecniche speciali, è presentata una panoramica sull'angiografia. Una parte del capitolo tratta l'importante tema della presentazione e manipolazione delle immagini sullo schermo e i principi di base della loro interpretazione. Si parte dall'interpretazione della densità dei raggi-X per arrivare ad argomenti come la scala di Hounsfield, le finestre in TC e gli algoritmi del computer di "volume rendering" e "intensità di proiezione massima" per la riproduzione delle immagini sullo schermo. Il Capitolo 1 fornisce anche informazioni sul sistema di archiviazione e comunicazione delle immagini ospedaliere (PACS), sulla sicurezza delle radiazioni e sulle tendenze future nell'imaging.

L'imaging negli altri capitoli rafforza i concetti presentati nel Capitolo 1 mostrando come le diverse modalità vengono applicate in ogni regione del corpo umano. Il breve testo associato alle immagini aiuta a spiegare cosa può e non può essere visto, enfatizza punti di riferimento importanti e offre dei principi guida per l'interpretazione dell'immagine. Sono inoltre presenti informazioni sui tempi di acquisizione delle immagini con l'uso del contrasto per visualizzare al meglio particolari vasi o organi, esempi di strategie di ricerca che i radiologi usano per cercare sistematicamente la patologia in uno studio/esame e alcune procedure e interventi invasivi che fanno parte della radiologia.

Sebbene l'enfasi di questo libro sia riposta nella radiologia di base, l'interpretazione delle immagini riguarda in ultima analisi l'anatomia. Questo libro contiene le sezioni anatomiche di Netter con immagini comparabili, più alcune illustrazioni anatomiche aggiuntive di alta qualità per aiutare a interpretare le sezioni e le immagini. Il testo che accompagna i disegni anatomici fornisce una panoramica generale dell'anatomia, con particolare attenzione alle relazioni anatomiche che sono utili nell'interpretazione delle sezioni del corpo e nell'imaging in generale. Inoltre, gli strumenti di apprendimento nei capitoli sul torace e

sull'addome aiutano gli studenti a capire quali strutture possono essere viste a ogni livello vertebrale.

Sono inclusi anche alcuni esempi di patologie, ma non si tratta di diagnosi. Hanno lo scopo di chiarire la normale anatomia radiologica, mostrare perché vengono scelte particolari modalità di imaging per uno studio/esame e indicare ciò che i radiologici devono ricercare con i loro metodi d'indagine. Nel capitolo del torace, tale metodo di ricerca è presentato in modo molto dettagliato, con esempi sistematici della procedura da seguire. Gli esempi di patologie presentate aiuteranno anche a preparare gli studenti per i casi che inizieranno a incontrare al primo e secondo anno, nei loro tirocini di radiologia e negli esami.

Un'altra caratteristica del libro è la presenza di un glossario di termini radiologici. Il glossario funge da risorsa rapida "vai a" e contiene anche alcuni termini che non sono stati utilizzati nel libro ma che gli studenti possono incontrare. Sono stati inseriti anche termini di patologia e anatomia per facilitare l'integrazione tra diverse discipline, che è tra gli obiettivi di questo libro.

Può sembrare strano che l'autore principale di un libro di imaging non sia un radiologo. Insegno anatomia, istologia ed embriologia agli studenti di Medicina e Chirurgia del primo anno e, come la maggior parte degli anatomisti, la mia prima esperienza con la radiologia è iniziata etichettando radiografie per il laboratorio di anatomia. La mia conoscenza della radiologia è aumentata un po' nel corso degli anni grazie a varie attività: mentre lavoravo con i radiologi sul contenuto di imaging del mio corso di Anatomia del primo anno di Medicina e chirurgia, mentre lavoravo come tutor e durante l'attività di co-autore di un sito web di imaging e anatomia radiologica.

Frustrato dalla mancanza di risorse di stampa adeguate, ho continuato a desiderare un libro come questo. Sono onorato, contento e fortunato di lavorare con un gruppo così talentuoso di radiologi su questo progetto. Sebbene ci siano certamente osservazioni anatomiche che volevo fare in questo libro, il mio compito principale era quello di mantenere le informazioni sull'imaging adeguate ad un livello del primo/secondo anno di studio. Questo è stato il risultato non solo dell'editing, ma anche del mio divertimento nell'interpretare il ruolo di studente del primo anno.

Ho posto le mie domande ingenue sull'imaging ai co-autori e ho incorporato o enfatizzato le perle, i principi e le intuizioni che ho trovato utili per espandere la mia conoscenza della radiologia.

Gli obiettivi di questo libro sono introdurre una disciplina nuova e potenzialmente difficile da insegnare agli studenti in un modo facile da capire e dare allo stesso tempo una visione di ciò che fanno i radiologi e di come lo fanno.

Larry R. Cochard, PhD

Ottobre 2010

INDICE GENERALE

| | |
|--|------------|
| 1 INTRODUZIONE ALLE DIVERSE MODALITÀ DI IMAGING | 1 |
| 2 DORSO E MIDOLLO SPINALE | 17 |
| 3 TORACE | 33 |
| 4 ADDOME | 77 |
| 5 PELVI E PERINEO | 103 |
| 6 ARTI SUPERIORI | 121 |
| 7 ARTI INFERIORI | 147 |
| 8 TESTA E COLLO | 183 |
| <i>Glossario</i> | <i>261</i> |
| <i>Indice analitico</i> | <i>265</i> |

