

Elettromiografia e Disordini neuromuscolari





Elettromiografia e Disordini neuromuscolari

**CORRELAZIONI
CLINICO-ELETTROFISIOLOGICHE ED ECOGRAFICHE**

David C. Preston, MD

Professor of Neurology
Case Western Reserve University School of Medicine
Program Director, Neurology Residency
Vice Chairman, Department of Neurology
University Hospitals Cleveland Medical Center
Cleveland, Ohio

Barbara E. Shapiro, MD, PhD

Associate Professor of Neurology
Case Western Reserve University School of Medicine
University Hospitals Cleveland Medical Center
Cleveland, Ohio

Edizione italiana sulla quarta in lingua inglese a cura di

Pierluigi Bertora

Professore Aggregato di Neurologia
Dipartimento di Scienze Biomediche e Cliniche
Università degli Studi di Milano La Statale

Maurizio Osio

Responsabile Struttura Semplice Neurofisiopatologia
Struttura Complessa Neurologia
ASST Fatebenefratelli Sacco, Milano
Professore a Contratto presso il Corso di Laurea in Tecniche di Neurofisiopatologia
Università degli Studi di Milano La Statale

PICCIN

ELECTROMYOGRAPHY AND NEUROMUSCULAR DISORDERS:
CLINICAL-ELECTROPHYSIOLOGIC-ULTRASOUND CORRELATIONS,
FOURTH EDITION

Copyright © 2021 by Elsevier, Inc. All rights reserved.

This edition of **Electromyography and Neuromuscular Disorders: Clinical-Electrophysiologic-Ultrasound Correlations, Fourth Edition, 9780323661805** by **David C. Preston and Barbara E. Shapiro** is published by arrangement with Elsevier Inc.

Questa edizione di **Electromyography and Neuromuscular Disorders: Clinical-Electrophysiologic-Ultrasound Correlations, Fourth Edition, 9780323661805** di **David C. Preston e Barbara E. Shapiro** 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 978-88-299-3425-6

Alle nostre figlie, Hannah e Abigail.



Presentazione dell'edizione italiana

Ci è stato richiesto dalla Casa Editrice Piccin Nuova Libreria di provvedere alla traduzione di un testo che viene considerato un riferimento unico per chi si occupa di neurofisiologia clinica e soprattutto per chi si vuole avvicinare a questa disciplina. Per il neurologo interessato allo studio delle malattie del sistema nervoso periferico e dei muscoli è importante – come del resto per tutte le discipline mediche e, in particolare, per l'ambito neurologico – oltre che conoscere le manifestazioni cliniche e gli elementi di diagnosi e di terapia, possedere solide basi di anatomia strutturale e funzionale e di fisiologia, senza le quali la neurologia clinica rischia di sembrare un'arte occulta.

Il neurofisiologo clinico ha a disposizione una serie di strumenti grazie ai quali è possibile indagare gli aspetti funzionali e disfunzionali del sistema nervoso periferico. La potenza di questi strumenti implica, tuttavia, una particolare complessità del loro utilizzo: senza una solida formazione di base l'esecuzione e l'interpretazione dei reperti rischia di essere inutile o incomprensibile, se non addirittura fuorviante. Come gli Autori spiegano nelle Prefazioni all'edizione originale, è fondamentale l'integrazione delle conoscenze di anatomia e fisiologia con gli aspetti clinici. Parallelamente, è necessario avere chiaro che l'esame strumentale è, per l'appunto, uno degli strumenti nelle mani del clinico che non può fare a meno di partire, nell'indagine del paziente, dagli aspetti clinici (i dati ricavati dalla raccolta anamnestica e dall'esame obiettivo) e a questi ritornare una volta che è riuscito a formulare un'ipotesi diagnostica coerente, grazie alle proprie conoscenze e a quanto ricavato da una diagnostica strumentale accuratamente eseguita.

Il valore principale di questo testo risiede nell'impostazione metodologica che vuole dare, non accontentandosi di essere un banale (si fa per dire) manuale di elettromiogra-

fia. Guidando il suo fruitore in un percorso che parte dagli aspetti di base dell'anatomia e della fisiologia, questo volume fornisce i fondamenti funzionali della diagnostica elettrofisiologica, illustra in modo dettagliato (su questo il supporto iconografico e audiovisivo è, secondo noi, fondamentale) gli aspetti esecutivi dei diversi esami, fa comprendere come interpretare i dati acquisiti per integrarli infine con il quadro clinico. Non ultimo, l'introduzione della diagnostica ecografica ha un notevole valore; nella nostra esperienza vediamo come l'ecografia neuromuscolare diventi sempre di più uno strumento di estrema importanza nelle mani del neurofisiologo clinico, non solo per gli aspetti diagnostici, ma anche in relazione agli sviluppi in ambito terapeutico di alcune condizioni (si pensi, tanto per fare un esempio, al trattamento delle distonie focali).

Tradurre questo testo è stata anche per noi un'opportunità per rinnovare molte delle nostre conoscenze, al punto che riteniamo si tratti di un testo utile non solo a chi pratica la neurofisiologia clinica, ma anche al neurologo clinico che voglia consolidare la propria preparazione circa la diagnosi delle malattie del sistema nervoso periferico.

È infine giusto riconoscere chi ci ha aiutato in questo lavoro. Ringraziamo la nostra collega, Dottoressa Valentina Gasparini, che ha contribuito alla revisione critica di alcuni capitoli. Ringraziamo l'Editore Piccin e tutto il suo staff per la fiducia accordataci, in particolare la Dottoressa Cecilia Allegri e la Dottoressa Elisabetta Pasca per il prezioso supporto editoriale. Ringraziamo infine tutti coloro che possiamo considerare nostri maestri e che hanno contribuito, negli anni trascorsi, a farci crescere professionalmente.

*Pierluigi Bertora
Maurizio Osio*

Nota alla traduzione

L'inglese è oramai la lingua franca all'interno della comunità medica mondiale e gran parte della terminologia medica italiana vede l'utilizzo estensivo di vocaboli inglesi. Traducendo un testo ci si scontra con diversi problemi, alcuni facilmente superabili (italiano e inglese hanno evidenti differenze nella costruzione sintattica, nell'uso della punteggiatura...), altri meno. Molti termini tecnici inglesi sono difficili da tradurre, se non del tutto intraducibili a meno di acrobazie linguistiche tra il buffo e il grottesco; per fortuna il loro utilizzo è talmente entrato nell'uso comune che una traduzione in italiano sarebbe superflua. Abbiamo pertanto

deciso (anche per rispetto della nostra lingua) di non forzare la traduzione di termini tecnici o scientifici laddove ciò non fosse necessario o in ogni caso utile alla comprensione. Per converso è stata fatta la scelta di privilegiare l'uso dell'italiano in luogo dell'inglese o del latino per la nomenclatura anatomica e in particolare per i nervi e i muscoli, eventualmente mantenendo alcune sigle riferite al termine in latino (e talora all'inglese) se entrate nell'uso corrente.

Dante ne sarebbe contento; speriamo che Shakespeare non se ne abbia a male.

Presentazione

L'elettromiografia (EMG) è un esame relativamente nuovo. Quando iniziai il mio internato alla Mayo Clinic nel 1973 con i Dottori Ed Lambert e Jasper Daube, questa tecnica non era ampiamente disponibile e il macchinario era piuttosto rudimentale. Gli apparecchi avevano un'architettura valvolare, erano grandi e ingombranti, occupavano buona parte dello studio e necessitavano di continue regolazioni e calibrazioni. I filtri dovevano essere regolati manualmente per ogni singolo paziente ed esame. Non servivano riscaldatori dal momento che la stessa macchina generava abbastanza calore per tenere i pazienti al caldo e fare sudare abbondantemente lo studente, specialmente in presenza del suo responsabile.

Molte cose sono cambiate da allora. Grazie alle nuove tecnologie disponiamo di apparecchi compatti, a stato solido, estremamente accurati e affidabili. È possibile modificare il guadagno e il filtraggio al tocco di un pulsante o una manopola. Inoltre, grazie all'impegno di personaggi come Lambert, Daube e molti altri, c'è stata una crescita esponenziale delle conoscenze nel campo della EMG e della neurofisiologia clinica grazie alla quale attualmente abbiamo conoscenze approfondite circa i reperti neurofisiologici di molte malattie del sistema nervoso periferico. Per quanti di noi hanno una pratica quotidiana delle malattie neuromuscolari e della neurofisiologia clinica, la EMG e gli altri esami neurofisiologici sono di grandissimo aiuto per formulare la diagnosi e indirizzare la terapia. Per molti di noi la EMG, dopo l'esame neurologico, è il singolo esame di maggiore utilità nel chiarire la diagnosi differenziale di una problematica neuromuscolare a genesi incerta.

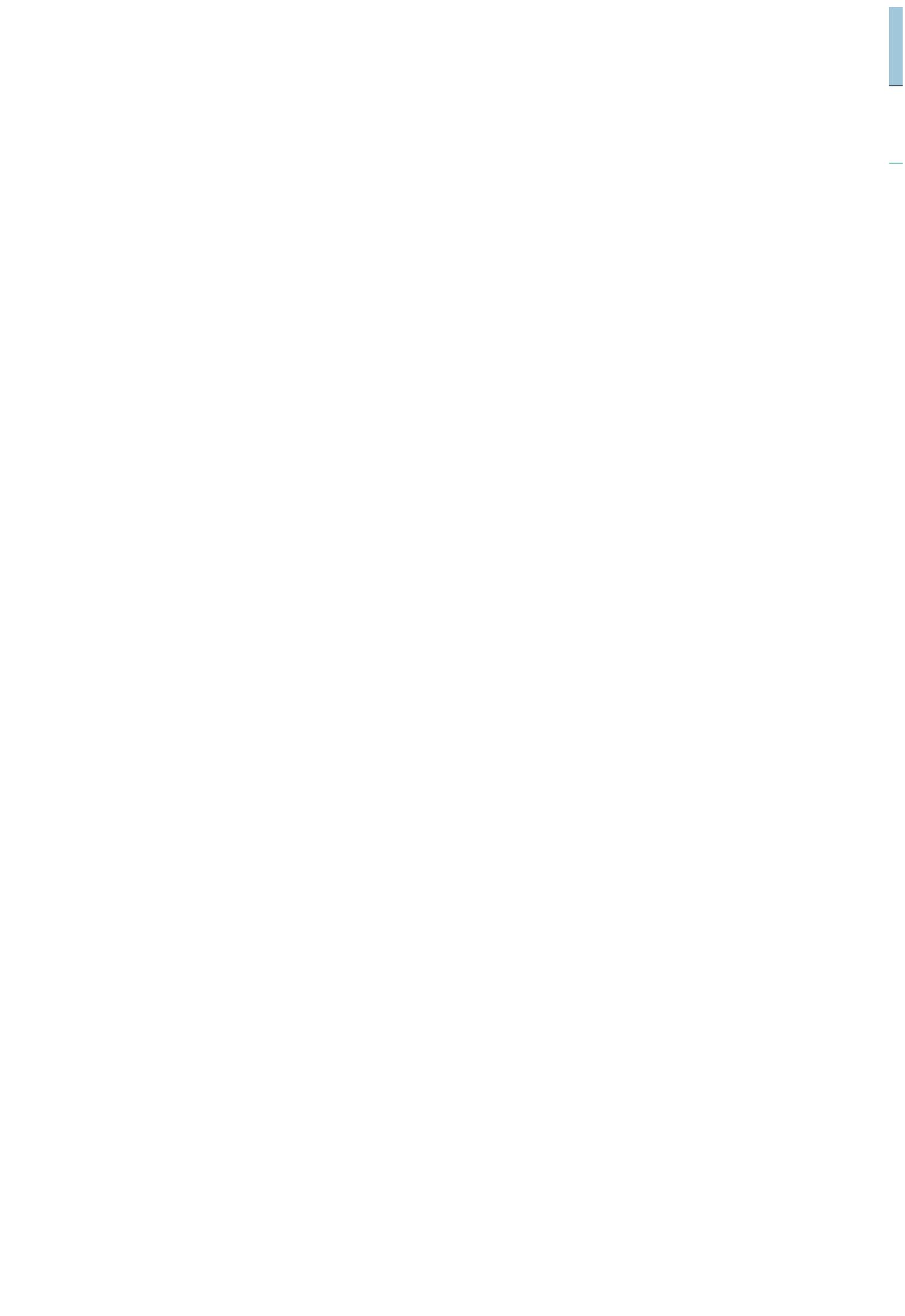
Tutti noi affermiamo che la EMG è di fatto un'estensione dell'esame clinico e che è utile se i dati sono interpretati nel contesto di un accurato esame neurologico. Nella pratica, tuttavia, questa regola spesso non viene rispettata e vi è ultimamente la tendenza a formare dei "neurofisiologi clinici" che hanno una grande pratica di laboratorio, ma scarsa esperienza clinica. Questo è un approccio pericoloso, poiché la EMG e gli altri esami neurofisiologici,

pur essendo molto sensibili e potenti, sono soggetti a errori di interpretazione e pertanto vanno sempre valutati con grande attenzione da parte di un medico con una adeguata esperienza clinica. Un esame EMG male interpretato o male eseguito può indurre ad eseguire altri esami inutili o, peggio, trattamenti inappropriati o addirittura pericolosi. Praticamente ogni settimana giungono presso il mio laboratorio pazienti inviati a causa di esami male eseguiti o male interpretati. Vi è pertanto bisogno di pubblicazioni che enfatizzino l'importanza dell'approccio clinico agli esami neurofisiologici.

Vi sono molti trattati di ottima qualità che approfondiscono gli aspetti tecnici e, in una certa misura, clinici della EMG. Il valore unico del testo di Preston e Shapiro consiste nel rilievo che dà alle correlazioni clinico-strumentali. Il libro tratta in misura ampia e in modo chiaro gli aspetti tecnici, ma la sua principale qualità è proprio l'enfasi che viene data alle correlazioni clinico-neurofisiologiche, all'approccio pratico e interattivo con il lettore e allo stile che si avvicina molto al modo di pensare del neurofisiologo clinico quando affronta un caso complesso. Anche le discussioni circa i problemi tecnici sono assai utili. Il monito degli autori circa l'importanza, nel dubbio, di smettere di stimolare o infiggere aghi, di riconsiderare i dati anamnestici e di rieseguire l'esame obiettivo vale la pena di essere ripetuto a tutti gli studenti in formazione.

Questo libro si aggiunge in maniera proficua e rilevante alla letteratura elettromiografica. Sarà sicuramente utile a chi deve imparare la EMG, ma anche all'elettromiografista esperto che potrà rinfrescare le proprie conoscenze. Dopo ciò non mi resta che congratularmi con i Dottori Preston e Shapiro, con una punta di invidia: avrei voluto scrivere io questo libro.

John J. Kelly, Jr., MD
Chief, Department of Neurology
Deputy Director, Cooper Neurological Institute
Camden, New Jersey



Prefazione alla quarta edizione

Sin dalla prima pubblicazione di questo libro nel 1997 e dalla seconda e terza edizione rispettivamente nel 2005 e nel 2012 siamo sempre più gratificati dall'accoglienza positiva che ha ricevuto. È con grande umiltà che abbiamo visto, nei nostri viaggi attraverso il paese e in diverse parti del mondo, come molti medici abbiano apprezzato il libro (e ci abbiano chiesto una foto con loro). Lo scopo principale resta lo stesso, ossia fornire uno strumento che integri gli esami elettrodiagnostici e le malattie neuromuscolari in maniera pratica e concisa, tenendo sempre a mente il concetto per cui gli esami delle conduzioni nervose e l'elettromiografia (EMG) sono un'estensione dell'esame neurologico.

Dal momento che l'intenzione di questo testo era ed è tuttora fornire informazioni fondamentali ed essenziali e che, dall'epoca della precedente edizione, queste informazioni fondamentali ed essenziali non sono granché cambiate, giunge spontanea la domanda: perché una quarta edizione? In primo luogo, la stesura di una quarta edizione ci ha permesso di aggiornare molti capitoli, in particolare quelli che trattano le patologie, con le nuove informazioni dalla letteratura medica. In secondo luogo, abbiamo potuto aggiungere tabelle e figure migliorando la comprensione del testo. In ultimo, uno dei principali miglioramenti nella precedente edizione era stato l'inserimento delle figure di anatomia sezionale dei muscoli utilizzati per la EMG ad ago. L'idea nell'edizione del 2012 era che, per padroneggiare la EMG ad ago, fosse necessario pensare in tre dimensioni: non solo conoscere la posizione esatta del muscolo, ma anche quella dei muscoli vicini e, ancora più rilevante, quali fossero le altre importanti strutture, vascolari e nervose, da evitare. L'aggiunta dei dati di anatomia sezionale in un certo senso ha prefigurato il motivo principale della scelta di redigere una quarta edizione: l'aggiunta delle correlazioni dell'ecografia neuromuscolare. Dalla terza edizione di questo libro molte cose sono cambiate nel campo dell'ecografia clinica. Il valore dell'ecografia neuromuscolare è stato chiaramente definito ed è sicuramente destinato ad accrescersi nel futuro. L'ecografia neuromuscolare è il naturale complemento degli esami elettrodiagnostici (ED). *Come è vero che gli esami ED vanno eseguiti da medici formati in patologia neuromuscolare, lo stesso vale per l'ecografia neuromuscolare, dal momento che un medico con competenze in patologia neuromuscolare conosce bene l'anatomia dei nervi e dei muscoli e le patologie che colpiscono queste strutture.* L'ecografia neuromuscolare presenta molti vantaggi. È sicura, indolore, praticamente priva di effetti collaterali, ma soprattutto è dinamica e permette di visualizzare i nervi, i muscoli e i tendini mentre un arto viene mobilizzato (attivamente o passivamente), consentendo così di comprendere meglio i rapporti tra i nervi e i muscoli esaminati e le strutture circostanti. La conoscenza dell'ecografia neuromuscolare migliora la capacità di eseguire l'esame ED; *in effetti riteniamo che la nostra conoscenza dell'anatomia dei nervi e dei muscoli sia più che raddoppiata da quando abbia-*

mo iniziato ad eseguire gli studi ecografici. La ricerca nel campo dell'ecografia neuromuscolare ha avuto una grande espansione e ogni anno vengono pubblicati migliaia di articoli su riviste scientifiche peer-reviewed. Molte università e società scientifiche organizzano seminari e workshop di ecografia neuromuscolare. Il training in ecografia neuromuscolare fa parte di molti programmi formativi e corsi di specializzazione in EMG.

Il nostro testo non intende essere sostitutivo di un trattato approfondito di ecografia neuromuscolare, ma piuttosto uno strumento che offra le basi di questa pratica ed evidenzi le sue caratteristiche più utili nell'essere un complemento degli esami ED. In questa edizione sono presenti tre nuovi capitoli: (1) Principi di ecografia neuromuscolare; (2) Ecografia neuromuscolare delle mononeuropatie; (3) Ecografia neuromuscolare delle polineuropatie, malattie del motoneurone e miopatie. Inoltre, in quasi tutti i capitoli clinici è stata aggiunta una sezione di Correlazioni ecografiche, corredata da centinaia di nuove figure. Quasi tutte le immagini ecografiche mostrano, insieme alle immagini originali, le medesime immagini colorate in modo da facilitare l'apprendimento. Nei riferimenti bibliografici citiamo diversi eccellenti trattati e lavori in ambito ecografico applicato alle malattie neuromuscolari. *È importante sottolineare che l'ecografia neuromuscolare non sostituisce, né mai sostituirà, gli esami ED, ma ne rappresenta un complemento.* Gli esami ED valutano gli aspetti fisiologici del nervo e del muscolo, cosa che l'ecografia non è in grado di fare, e spesso permettono di localizzare il problema. Per contro, l'ecografia è una metodica di imaging che permette non solo di localizzare frequentemente la sede del danno, ma anche di aggiungere informazioni diagnostiche specifiche che gli esami ED non sono in grado di rilevare. Una volta acquisite le informazioni dagli esami ED, l'esame ecografico può essere correttamente indirizzato in modo da ottenere ulteriori informazioni strutturali e dinamiche di grande importanza.

Come per le precedenti edizioni, questo testo intende porsi come una singola risorsa per quei medici che desiderano imparare o che eseguono gli esami elettrodiagnostici. Attualmente può anche essere utilizzato per imparare i concetti di base dell'ecografia neuromuscolare e il modo in cui l'ecografia può essere utilizzata a complemento degli esami ED. Ci aspettiamo che in futuro gli elettromiografisti indirizzeranno sempre più pazienti all'ecografia neuromuscolare o eseguiranno essi stessi questo esame. Questo testo è in ogni caso di aiuto.

Dal nostro punto di vista di docenti per oltre trent'anni in corsi di formazione accademica, di specializzazione e di dottorato, riteniamo che sia importante per un medico apprendere in maniera solida i principi fondamentali descritti in questo libro. In questo modo disporrà di tutti i concetti di base e delle informazioni necessarie per comprendere e interpretare adeguatamente gli esami elettrodiagnostici, come pure per capire quali sono gli ambiti di applicazione dell'ecografia neuromuscolare in associazione

agli esami ED e come interpretare correttamente tali esami. Nondimeno, l'apprendimento dei concetti presentati in questo libro circa l'esecuzione degli esami ED ed ecografici non può sostituire l'esperienza pratica e adeguatamente supervisionata. Lo scopo di questo testo è presentare le informazioni in maniera logica e facilmente comprensibile. Abbiamo più volte detto ai nostri studenti che la pratica dell'elettrofisiologia clinica assume un significato se si hanno adeguate conoscenze dell'anatomia, della fisiologia e della semeiotica neurologica, e ancora di più se si

conoscono le correlazioni ecografiche. Noi ci auguriamo che, grazie alle informazioni contenute in questo libro, un medico sia in grado di sedersi vicino al paziente, raccogliere l'anamnesi, eseguire un esame neurologico e utilizzare i test elettrodiagnostici più appropriati, eventualmente completando l'esame con uno studio ecografico, giungendo infine a formulare una diagnosi accurata e completa.

*David C. Preston
Barbara E. Shapiro*

Prefazione alla terza edizione

Sin dalla prima edizione di questo libro nel 1997 e dalla seconda edizione del 2005 siamo stati onorati dai tanti giudizi positivi ricevuti dai medici e dagli specialisti in formazione. Questo testo è diventato uno strumento chiave del percorso formativo di specializzandi e medici nella neurofisiologia clinica e nello studio delle malattie neuromuscolari. L'obiettivo della prima edizione era stato quello di redigere un manuale nel quale venissero integrati in maniera proficua e concisa le informazioni cliniche e i riscontri degli esami elettrodiagnostici nell'ambito delle patologie neuromuscolari, tenendo sempre a mente il principio per cui gli esami delle conduzioni nervose e la EMG sono un'estensione dell'esame clinico. Nella seconda edizione è stata aggiunta la registrazione su CD delle forme d'onda EMG, cosicché lo studente avesse modo di ascoltare e riconoscere i tipici reperti EMG. Nella seconda edizione sono anche state integrate molte informazioni e sono stati aggiunti diversi capitoli, precisamente in merito alla EMG pediatrica, a principi di elettricità ed elettronica, alla EMG nelle unità di terapia intensiva, alle problematiche iatrogene e alla statistica applicata alla EMG.

Dal momento che l'obiettivo di questo testo era, e resta, quello di fornire informazioni di base ed essenziali, e che di fatto queste non sono significativamente cambiate nel corso degli ultimi anni, la domanda è: "perché una nuova edizione?". Le ragioni sono molte.

In primo luogo, accediamo a molta dell'informazione scientifica di cui necessitiamo, sia questa in forma di articoli scientifici che di libri di testo, mediante tablet o altri strumenti elettronici. Attualmente usiamo questi dispositivi per collegarci alle cartelle cliniche, ricercare informazioni sui farmaci e accedere ad aggiornamenti medici. Per questi motivi riteniamo che abbia senso fornire questa terza edizione in versione digitale insieme a quella cartacea. Anche se a molti di noi non piace l'idea di sostituire i libri stampati con le versioni digitali, ci rendiamo conto, anche vedendo i modus operandi dei nostri studenti e specializzandi, che stiamo andando in quella direzione.

In secondo luogo, redigere la terza edizione ci ha dato l'opportunità di rivedere la letteratura medica sugli argomenti trattati dal 2005 ad oggi, in particolare per quanto riguarda i capitoli dedicati alle patologie. Dalla pubblicazione della seconda edizione ci sono stati significativi progressi nella comprensione dei meccanismi fisiopatologici e genetici, come pure sulla terapia di molte malattie neuromuscolari, e queste informazioni aggiornate sono state incluse nel testo. Alcune metodiche diagnostiche sono migliorate e ne sono state introdotte di nuove; anche questi aspetti sono stati inseriti nella terza edizione.

In terzo luogo, grazie ai progressi nell'ambito editoriale, le figure sono state migliorate e molte di queste, come pure la maggior parte delle fotografie, sono pubblicate a

colori. Noi siamo fermamente convinti che "un'immagine vale mille parole" e pertanto abbiamo aggiunto oltre 100 nuove illustrazioni e fotografie e ne abbiamo aggiornate molte altre. Tra i principali miglioramenti di questa terza edizione vi è sicuramente l'inclusione delle immagini di anatomia sezionale dei muscoli analizzati mediante EMG. Per padroneggiare la EMG ad ago è necessario pensare in tre dimensioni, ossia non solamente sapere dove è situato il muscolo, ma anche quali altri muscoli sono presenti nelle vicinanze e, ancora più importante, quali sono le strutture vascolari e nervose in prossimità che devono essere evitate. A questo fine abbiamo adattato i disegni di sezioni anatomiche tratte dal notevole lavoro di Eycleshymer e Schoemaker pubblicato nel 1911. Ogni disegno è stato scansionato e successivamente orientato nella posizione utilizzata per la EMG. Il muscolo di interesse è stato evidenziato in rosso e anche le altre strutture vicine (nervi, arterie, vene, tendini) sono state evidenziate in colore. Infine è stata aggiunta un'immagine dal vivo di una EMG convenzionale orientata secondo il punto di vista dell'esaminatore. In questo modo, per ogni muscolo studiato con la EMG vi è una foto che mostra il corretto punto di inserzione come pure le informazioni anatomiche sezionali rilevanti per quella regione.

Come le prime due edizioni, anche questa intende fornire uno strumento unico per i medici in formazione o che eseguono esami elettrodiagnostici. Dal nostro punto di vista di docenti per oltre vent'anni a livello accademico e specialistico, riteniamo che se un medico ha acquisito in maniera completa gli elementi fondamentali contenuti in questo libro possiede tutti i concetti e tutte le nozioni di base per poter comprendere e interpretare gli esami elettrodiagnostici. Anche se viene fornita una notevole mole di informazioni circa l'esecuzione degli esami, nulla può sostituire l'esperienza pratica sotto la guida di un medico esperto. In ogni caso la disponibilità di supporti audiovisivi rende molto più facile riconoscere e interpretare i dati strumentali.

L'obiettivo di questo libro è presentare il materiale in una forma logica e di facile comprensione. Gli Autori hanno spesso spiegato ai loro studenti che l'esecuzione degli esami elettrodiagnostici acquisisce un senso solo se si conoscono gli elementi fondamentali dell'anatomia, della fisiologia e della semeiotica neurologica. Noi ci auguriamo che, grazie alle informazioni contenute in questo libro, un medico possa sedersi vicino al paziente, raccogliere l'anamnesi, eseguire un esame neurologico e utilizzare i test elettrodiagnostici più appropriati per giungere infine a formulare una diagnosi accurata e completa.

DCP
BES



Prefazione alla seconda edizione

Sin dalla prima edizione di questo libro nel 1997 siamo stati onorati dai tanti giudizi positivi ricevuti dai medici e dagli specialisti in formazione. L'obiettivo della prima edizione era quello di scrivere un testo che integrasse in maniera pratica e concisa la diagnostica elettrofisiologica e la clinica delle malattie neuromuscolari, tenendo bene a mente il concetto per cui gli esami delle conduzioni nervose e la elettromiografia (EMG) sono un'estensione dell'esame clinico. Poiché con questo libro si intende fornire informazioni di base ed essenziali, ci siamo posti la domanda: "perché una seconda edizione?". Gli autori riconoscono che negli ultimi sei anni non sono stati scoperti nuovi muscoli nel corpo umano e neppure nuovi nervi sono stati identificati mediante diverse metodiche, tra cui studi di genetica e di biologia molecolare. Anche se la maggior parte delle informazioni nell'ambito degli studi elettrodiagnostici e delle malattie neuromuscolari non è cambiata, abbiamo voluto scrivere questa seconda edizione per ampliare e migliorare diversi argomenti.

In primo luogo, e di particolare importanza, vi è il fatto che l'elettromiografia ad ago è basata sulla corretta interpretazione in tempo reale delle onde registrate. Se è vero che si possono studiare le forme d'onda fino alla nausea, è molto difficile apprezzare le caratteristiche acustiche e visive di un'onda finché non la si sente e non la si vede. Nel corso degli ultimi 15 anni abbiamo raccolto esempi video di classici tracciati EMG da un vasto numero di pazienti. Due anni dopo la pubblicazione della prima edizione abbiamo pubblicato una videocassetta con la raccolta delle più comuni onde EMG. Grazie alle nuove tecnologie possiamo registrare in forma digitale queste onde su un CD che accompagna questo libro. In questo modo, il lettore può leggere il CD su un qualsiasi computer e osservare e udire le caratteristiche dei più comuni tracciati EMG. Dal momento che sono in forma digitale le tracce possono essere congelate e riprodotte tutte le volte che si vuole. Le descrizioni del testo e le discussioni di ogni tracciato, in questo modo, sono molto meglio comprensibili grazie al CD allegato.

Dalla pubblicazione della prima edizione ci sono stati significativi progressi per alcune malattie neuromuscolari, e i relativi dati sono inclusi nella seconda edizione. Sono state descritte nuove malattie, come ad esempio la poliomielite paralitica causata dal virus West Nile. Sono state inserite anche molte nuove tecniche descritte e validate per la diagnosi di patologie neuromuscolari; per esempio, la diagnosi elettrofisiologica della neuropatia dell'ulnare al canale di Guyon ha goduto di significativi miglioramenti e molte nuove tecniche attualmente utilizzate in questo tipo di diagnostica sono state incluse nella seconda edizione.

Abbiamo impiegato molto tempo pensando a come presentare, in questa seconda edizione, del materiale complesso in una forma logica e concisa. Consapevoli del fatto che "un'immagine vale mille parole" abbiamo curato molto l'ampliamento della parte iconografica aggiungendo o aggiornando più di 175 figure rispetto alla prima edizione.

Abbiamo poi introdotto altri miglioramenti. Innanzitutto abbiamo ampliato molti dei capitoli clinici e, in alcuni casi, abbiamo suddiviso alcuni capitoli, come ad esempio la neuropatia del mediano al polso, la neuropatia prossimale del mediano, la neuropatia dell'ulnare al polso, la neuropatia dell'ulnare al gomito, la sclerosi laterale amiotrofica, le malattie atipiche del motoneurone. Tutti i capitoli clinici hanno mantenuto la stessa impostazione della prima edizione, descrivendo dapprima gli aspetti anatomici e clinici rilevanti, successivamente discutendo gli aspetti peculiari degli studi elettrodiagnostici. Ogni capitolo termina con casi clinici riferiti a pazienti reali, nei quali vengono illustrati molti aspetti clinici ed elettrodiagnostici rilevanti didatticamente. Nella Sezione 3 abbiamo inoltre aggiunto un nuovo capitolo sulle funzioni statistiche di base applicate agli esami elettrodiagnostici, discutendo diversi concetti statistici di base che ogni elettromiografista deve conoscere per potere interpretare correttamente un esame.

Nella prima edizione erano presenti sei sezioni separate, che sono state aumentate a otto nella presente edizione. La prima nuova sezione tratta la EMG in particolari situazioni cliniche, che comprendono l'approccio agli esami elettrodiagnostici nelle unità di terapia intensiva e nel paziente pediatrico. Nel corso degli ultimi anni è sempre più frequente che l'elettromiografista si trovi a dover eseguire esami EMG in pazienti marcatamente ipostenici ricoverati in terapia intensiva. Negli ultimi anni sono state sviluppate e descritte nuove condizioni cliniche e nuove tecniche elettrodiagnostiche per la loro valutazione e questo materiale è stato incluso nella presente edizione. Abbiamo anche inserito una trattazione della EMG pediatrica, la quale pone una serie di problemi specifici insieme alla necessità di tecniche esecutive che la contraddistinguono rispetto agli esami nell'adulto.

La seconda nuova sezione tratta i principi di base di elettricità ed elettronica insieme ai potenziali rischi e complicanze degli esami elettrodiagnostici. È necessario possedere un minimo di nozioni di elettricità ed elettronica per comprendere gli esami elettrodiagnostici. Conoscere questi aspetti è anche di grande utilità pratica per capire e correggere molti dei problemi tecnici che si presentano nella pratica quotidiana della neurofisiologia clinica. Questo ultimo capitolo nasce da un corso di formazione continua che ci è stato chiesto di tenere alla riunione annuale della American Association of Electrodiagnostic Medicine e da un successivo articolo pubblicato sulla rivista *Muscle and Nerve*. Per quanto gli esami delle conduzioni nervose e la EMG siano in genere bene tollerati e con pochi effetti collaterali nella maggior parte dei casi, questi non sono privi di complicanze e potenziali rischi, soprattutto in alcune categorie di pazienti. È essenziale che tutti i medici che eseguono questi esami siano consapevoli dei potenziali rischi e complicazioni, per quanto rari, e osservino specifici protocolli per minimizzare il rischio.

Come la prima edizione, anche questa intende fornire uno strumento unico per i medici in formazione o che ese-

guono esami elettrodiagnostici. Dal nostro punto di vista di docenti per oltre vent'anni a livello accademico e specialistico, riteniamo che se un medico ha acquisito in maniera completa gli elementi fondamentali di questo libro possiede tutti i concetti e tutte le nozioni di base per poter comprendere e interpretare gli esami elettrodiagnostici. Anche se viene fornita una notevole mole di informazioni circa l'esecuzione degli esami, nulla può comunque sostituire l'esperienza pratica sotto la guida di un medico esperto. In ogni caso la disponibilità di supporti audiovisivi dovrebbe rendere molto più facile riconoscere e interpretare i dati strumentali.

L'obiettivo di questo libro è presentare il materiale in una forma logica e di facile comprensione. Gli Autori hanno spesso spiegato ai loro studenti che l'esecuzione degli esami elettrodiagnostici acquisisce un senso solo se si conoscono gli elementi fondamentali dell'anatomia, della fisiologia e della semeiotica neurologica. Noi ci auguriamo che, grazie alle informazioni contenute in questo libro, un medico possa sedersi vicino al paziente, raccogliere l'anamnesi, eseguire un esame neurologico e utilizzare i test elettrodiagnostici più appropriati per giungere infine a formulare una diagnosi accurata e completa.

DCP
BES

Prefazione alla prima edizione

Questo libro si rivolge principalmente ai medici che eseguono e interpretano gli esami delle conduzioni nervose e l'elettromiografia (EMG), ma anche a quelli che utilizzano i risultati degli esami elettrodiagnostici per valutare i pazienti con malattie del sistema nevoso periferico. Gli esami delle conduzioni nervose e la EMG devono essere considerati un'estensione dell'esame clinico e la loro pianificazione, esecuzione e interpretazione è imprescindibile dalla conoscenza dei sintomi dei pazienti e dai reperti dell'esame neurologico. È possibile esaminare moltissimi nervi e letteralmente centinaia di muscoli, ma esaminarli tutti è sicuramente poco pratico per l'elettromiografista e intollerabile per il paziente. In tutti i casi occorre pianificare l'esame in relazione alle ipotesi di diagnosi differenziale, ed essere pronti a modificarlo in corso d'opera in base ai reperti che via via si riscontrano. L'elettromiografista deve saper eseguire gli esami necessari per confermare o escludere determinate ipotesi diagnostiche creando il minimo disagio possibile al paziente. Spesso gli esami delle conduzioni nervose e la EMG permettono di localizzare una lesione, fornire dati utili circa il meccanismo fisiopatologico e contribuire a determinare la gravità e il decorso temporale di una determinata patologia.

Vi sono in circolazione numerosi e ottimi testi di diagnostica elettrofisiologica come pure trattati di clinica delle malattie neuromuscolari, ma pochi integrano i due aspetti in maniera pratica e sintetica. Questo testo rispecchia l'approccio che noi pratichiamo nel nostro programma didattico sviluppato per i borsisti e gli specializzandi presso il Brigham and Women's Hospital e il Massachusetts General Hospital di Boston.

Il libro è suddiviso in sei sezioni. La prima sezione tratta l'approccio pratico al paziente nel laboratorio di EMG insieme a una rassegna dei concetti neuroanatomici e neurofisiologici di base che ogni elettromiografista deve conoscere. La seconda sezione tratta i principi fondamentali delle conduzioni nervose, in particolare l'esame dei nervi di

moto, di senso e misti, le risposte tardive, il blink reflex e la stimolazione nervosa ripetitiva. Nella terza sezione vengono discussi i principali aspetti tecnici e artefattuali, tra cui le innervazioni anomale. Nella quarta sezione vengono trattati in dettaglio gli aspetti pratici dell'esecuzione dei più comuni esami delle conduzioni nervose. La quinta sezione è dedicata alla EMG ad ago: dopo averne discusso l'approccio generale, viene trattata dettagliatamente l'anatomia dei muscoli bulbari e degli arti superiori e inferiori. Gli ultimi due capitoli di questa sezione trattano l'approccio all'esame EMG, comprese l'analisi dell'attività spontanea e l'analisi dei potenziali di unità motoria.

L'ultima sezione è dedicata alle correlazioni clinico-elettrofisiologiche e costituisce il nucleo centrale del libro. Dopo avere passato in rassegna i pattern più rilevanti, vengono trattate tutte le principali patologie del sistema nervoso periferico nei loro aspetti sia clinici che elettrofisiologici. In particolare, vengono trattate le mononeuropatie, le polineuropatie, le malattie del motoneurone, le radicolopatie, le plessopatie, le malattie del muscolo e della giunzione neuromuscolare, le miotonie e le paralisi periodiche. Per tutte queste condizioni vengono integrati i principali aspetti clinici ed elettrofisiologici. Nei Capitoli da 16 a 32 vengono illustrati dei casi clinici insieme ai rispettivi esami delle conduzioni nervose ed EMG. Ogni caso fa riferimento a pazienti reali osservati negli ultimi 10 anni di pratica clinica.

Siamo consapevoli che alcune tecniche specifiche di indagine e i valori di riferimento possono variare in una certa misura da un laboratorio a un altro. Ciononostante, l'obiettivo di questo libro è fornire un approccio logico e coerente all'attività nel laboratorio EMG che permetta di valutare in maniera adeguata, integrando i dati clinici ed elettrofisiologici, il paziente con una patologia del sistema nervoso periferico.

*DCP
BES*

Ringraziamenti

Siamo grati ai nostri maestri in Neurofisiologia clinica, i Dottori John J. Kelly, Jr., Eric L. Logigian e Bhagwan T. Shahani. Il Dottor Bashar Katirji, sincero amico e collega per oltre 20 anni, è stato il nostro ispiratore e un valido supporto nella didattica, nella ricerca e nella pratica clinica in Patologia neuromuscolare ed Elettrofisiologia. Vogliamo inoltre ringraziare i nostri colleghi, i tecnici, gli specializzandi e i borsisti presenti e passati presso lo University Hospitals Cleveland Medical Center, il Brigham and Women's Hospital e il Massachusetts General Hospital. Ringraziamo Dale Preston, Thayer Preston e Richard (Zack) Zydek per il materiale fotografico. Un ringraziamento speciale va al nostro amico, collega e mentore Dottor Martin A. Samuels, il cui ruolo è stato fondamentale all'inizio della nostra carriera accademica e scientifica. Vi sono poi moltissime per-

sone i cui testi, presentazioni, corsi e attività di ricerca ci hanno instillato la passione per l'ecografia neuromuscolare. Tra questi vogliamo ricordare i Dottori Francis O. Walker, Michael S. Cartwright, Lisa D. Hobson-Webb, Jeff Strakowski, Lucia Padua, Stefano Bianchi, Carlo Martinoli, Andrea J. Boon, Leo Visser, Craig M. Zaidman, Antonios Kerasnoudis, H. Stephan Goedee, James B. Caress, Joon Shik Yoon. In Elsevier, Melanie Tucker, Lisa Barnes e Doug Turner sono stati fondamentali per la pubblicazione di questo libro in forma stampata ed elettronica. Infine, non possiamo non essere grati alla nostra cara amica Susan Pioli che ci ha assistito fin dall'inizio e il cui contributo è stato essenziale per la pubblicazione delle prime due edizioni di questo libro.

Indice generale

SEZIONE I: Rassegna generale degli studi della conduzione nervosa e dell'elettromiografia

- | | |
|--|----|
| 1. Approccio agli studi della conduzione nervosa, elettromiografia e diagnostica neuromuscolare ecografica | 1 |
| 2. Anatomia e neurofisiologia per gli esami elettrodiagnostici | 11 |

SEZIONE II: Elementi di base dell'esame delle conduzioni nervose

- | | |
|---|----|
| 3. Esame di base della conduzione nervosa | 23 |
| 4. Risposte tardive | 41 |
| 5. Blink reflex | 53 |
| 6. Stimolazione nervosa ripetitiva | 58 |

SEZIONE III: Fonti elettrodiagnostiche di errore: anomalie, artefatti, fattori tecnici e statistica

- | | |
|--|-----|
| 7. Innervazione anomala | 68 |
| 8. Artefatti e fattori tecnici | 79 |
| 9. Statistica di base per gli studi elettrodiagnostici | 101 |

SEZIONE IV: Descrizione analitica degli studi di conduzione nervosa

- | | |
|--|-----|
| 10. Tecniche di conduzione nervosa di routine per l'arto superiore, il distretto facciale e il nervo frenico | 110 |
| 11. Tecniche di conduzione nervosa di routine per l'arto inferiore | 127 |

SEZIONE V: Principi fondamentali dell'elettromiografia ad ago

- | | |
|--|-----|
| 12. Panoramica generale dell'elettromiografia | 137 |
| 13. Anatomia per l'elettromiografia ad ago | 141 |
| 14. Elettromiografia di base: analisi dell'attività spontanea | 232 |
| 15. Elettromiografia di base: analisi dei potenziali d'azione di unità motoria | 248 |

SEZIONE VI: Correlazioni clinico-elettrofisiologiche

- | | |
|---|-----|
| 16. Correlazioni clinico-elettrofisiologiche: panoramica e pattern tipici | 263 |
|---|-----|

SEZIONE VII: Principi di ecografia neuromuscolare

- | | |
|---|-----|
| 17. Principi di ecografia neuromuscolare | 281 |
| 18. Ecografia neuromuscolare delle mononeuropatie | 297 |
| 19. Ecografia neuromuscolare delle polineuropatie, malattie del motoneurone, miopatie | 315 |

SEZIONE VIII: Disturbi clinici

Parte I: Mononeuropatie comuni

20. Neuropatia del nervo mediano al polso	325
21. Neuropatia prossimale del nervo mediano	362
22. Neuropatia ulnare al gomito	377
23. Neuropatia ulnare al polso	408
24. Neuropatia radiale	424
25. Neuropatia peroneale	448
26. Neuropatia femorale	467
27. Sindrome del tunnel tarsale	476
28. Neuropatia facciale e trigeminale	486

Parte II: Polineuropatie

29. Polineuropatie	498
--------------------	-----

Parte III: Malattie del motoneurone

30. Sclerosi laterale amiotrofica e sue varianti	533
31. Malattie del motoneurone atipiche ed ereditarie	548

Parte IV: Radicolopatie, plessopatie e neuropatie prossimali

32. Radicolopatie	565
33. Plessopatie brachiali	585
34. Neuropatie prossimali della spalla e del braccio	615
35. Plessopatie lombosacrali	631
36. Neuropatia dello sciatico	650

Parte V: Malattie della giunzione neuromuscolare e del muscolo

37. Malattie della giunzione neuromuscolare	662
38. Miopatie	683
39. Malattie miotoniche e paralisi periodiche	701

SEZIONE IX: Elettromiografia in condizioni cliniche particolari

40. Approccio agli esami elettrodiagnostici in terapia intensiva	721
41. Approccio all'elettromiografia pediatrica	737

SEZIONE X: Elettronica e strumentazione

42. Fondamenti di elettromagnetismo ed elettronica per gli studi elettrodiagnostici	745
43. Sicurezza elettrica e complicanze iatrogene degli studi elettrodiagnostici	759

Appendice

Studi di conduzione nervosa: valori normali nell'adulto	773
Studi di conduzione nervosa: valori normali in età pediatrica	777
Durata dei potenziali di unità motoria: valori normali	777
Ecografia dei nervi periferici: valori normali di riferimento dell'area sezionale	778
Indice analitico	779



Abbreviazioni e acronimi

Per semplicità e consuetudine questo volume contiene numerosi acronimi e abbreviazioni, molti dei quali riferiti al termine inglese da cui originano (o, per strutture anatomiche – in particolare muscoli – al termine latino).

Per quanto riguarda le sigle e gli acronimi abbiamo deciso di mantenere la loro grafia in relazione all'uso comune,

optando quindi per la corrispondenza alla forma lessicale italiana, inglese o latina a seconda dell'utilizzo prevalente nella comune pratica.

Per le strutture anatomiche (in particolare muscoli e nervi) abbiamo deciso di utilizzare nel testo, laddove possibile, il termine italiano in estenso.

ADM, *Abductor Digiti Minimi*, abducente del V dito (muscolo)

AIDP, *Acute Inflammatory Demyelinating Polyneuropathy*, polineuropatia infiammatoria demielinizzante acuta

AIN, *Anterior Interosseous Nerve*, nervo interosseo anteriore

AN, Amiotrofia nevralgica

APB, *Abductor Pollicis Brevis*, abducente breve del pollice (muscolo)

APGBD, *Adult Polyglucosan Body Disease*, malattia da inclusioni di poliglucosano dell'adulto

AST, Area sezionale trasversa

ATS, *Andersen-Tawil Syndrome*, sindrome di Andersen-Tawil

BFS, *Benign Fasciculation Syndrome*, sindrome delle fascicolazioni benigne

CIDP, *Chronic Inflammatory Demyelinating Polyneuropathy*, polineuropatia cronica infiammatoria demielinizzante

CIM, *Critical Illness Myopathy*, miopatia da malattia critica

CINM, *Critical Illness Neuromyopathy*, neuromiopatia da malattia critica

CIP, *Critical Illness Polyneuropathy*, polineuropatia da malattia critica

CK, Creatina chinasi

CMAP, *Compound Muscle Action Potential*, potenziale d'azione muscolare composto

CMT, Charcot-Marie-Tooth (malattia di)

CPT, Carnitina palmitoiltrasferasi

CRD, *Complex Repetitive Discharges*, scariche ripetitive complesse

DLSRPN, *Diabetic Lumbosacral Radiculoplexus Neuropathy*, radicoloplessoneuropatia lombosacrale diabetica

DM, Dermatomiocite

DM1, Distrofia miotonica di tipo 1 (malattia di Steinert)

DM2, Distrofia miotonica di tipo 2

ED, Elettrodiagnostico/i

EDB, *Extensor Digitorum Brevis*, estensore breve delle dita (muscolo)

EIB, *Extensor Indicis Brevis*, estensore breve dell'indice (muscolo)

EIP, *Extensor Indicis Proprius*, estensore proprio dell'indice (muscolo)

EMG, Elettromiografia

ENG, Elettroencefalografia

FA, *Flail Arm (syndrome)*, braccio molle (sindrome del)

FAIR, Flessione, adduzione e intrarotazione (della coscia)

FCU, *Flexor Carpi Ulnaris*, flessore ulnare del carpo (muscolo)

FDI, *First Dorsal Interosseus*, I interosseo dorsale (muscolo)

FDP, *Flexor Digitorum Profundus*, flessore profondo delle dita (muscolo)

FL, *Flail Leg (syndrome)*, gamba molle (sindrome della)

FPL, *Flexor Pollicis Longus*, flessore lungo del pollice (muscolo)

FTD, *Frontotemporal Dementia*, demenza frontotemporale

GAA, Alfa glucosidasi

GNM, Giunzione neuromuscolare

HAM, *HTLV-1 Associated Myelopathy*, mielopatia associata a HTLV-1

HIV, *Human Immunodeficiency Virus*, virus dell'immunodeficienza umana

HMG-CoA, 3-idrossi-3-metilglutaril-coenzima A

HTLV-1, *Human T-Lymphotropic Virus type 1*, virus T-linfotropico umano tipo 1

- IBM, *Inclusion Body Myositis*, miosite da corpi inclusi
- ICPI, *Immune Checkpoint Inhibitors*, inibitori dell'*Immune Checkpoint*
- IVIG, *Intravenous Immunoglobulins*, immunoglobuline endovena
- LD, Latenza distale
- LEMS, *Lambert-Eaton Myasthenic Syndrome*, sindrome miastenica di Lambert-Eaton
- LSS, *Lewis-Sumner Syndrome*, sindrome di Lewis-Sumner
- MAG, *Myelin-Associated Glycoprotein*, glicoproteina associata alla mielina
- MCD, *Mean Consecutive Difference*, differenza media consecutiva
- MMNCB, *Multifocal Motor Neuropathy with Conduction Block*, neuropatia motoria multifocale con blocchi di conduzione
- MUAP, *Motor Unit Action Potential*, potenziale (d'azione) di unità motoria
- NAM, *Necrotizing Acute Myopathy*, miopatia acuta necrotizzante
- NCLC, Nervo cutaneo laterale della coscia
- PAM, *Potassium-Aggravated Myotonia*, miotonia aggravata dal potassio
- PLS, *Primary Lateral Sclerosis*, sclerosi laterale primaria
- PM, Polimiosite
- PMA, *Progressive Muscular Atrophy*, atrofia muscolare progressiva
- PNM, Potenziale di nervo misto
- PPS, *Post-Polio Syndrome*, sindrome post-polio
- PQ, Pronatore quadrato (muscolo)
- PROMM, Distrofia miotonica prossimale
- RMN, Risonanza magnetica nucleare
- SFEMG, Elettromiografia della singola fibra
- SIAS, Spina iliaca anteriore superiore
- SIRS, *Systemic Inflammatory Response Syndrome*, sindrome da risposta infiammatoria sistemica
- SJS, *Schwartz-Jampel syndrome*, sindrome di Schwartz-Jampel
- SLA, Sclerosi laterale amiotrofica
- SMA, *Spinal Muscular Atrophy*, amiotrofia spinale
- SMC, Sindromi miasteniche congenite
- SMN1, *Survival Motor Neuron 1*
- SNAP, *Sensory Nerve Action Potential*, potenziale d'azione nervoso sensitivo
- SNC, Sistema nervoso centrale
- SNR, Stimolazione nervosa ripetitiva
- SPE, Sciatico popliteo esterno (nervo)
- SRAR, *Sural/Radial Amplitude Ratio*, rapporto di ampiezza surale/radiale
- SRP, *Signal Recognition Particle*
- STC, Sindrome del tunnel carpale
- TA, *Tibialis Anterior*, tibiale anteriore (muscolo)
- TOS, *Thoracic Outlet Syndrome*, sindrome dell'egresso toracico
- TSP, *Tropical Spastic Paraparesis*, paraparesi spastica tropicale
- VCM, Velocità di conduzione motoria
- VCS, Velocità di conduzione sensitiva
- VdC, Velocità di conduzione
- VLCFA, *Very Long Chain Fatty Acids*, acidi grassi a lunghissima catena