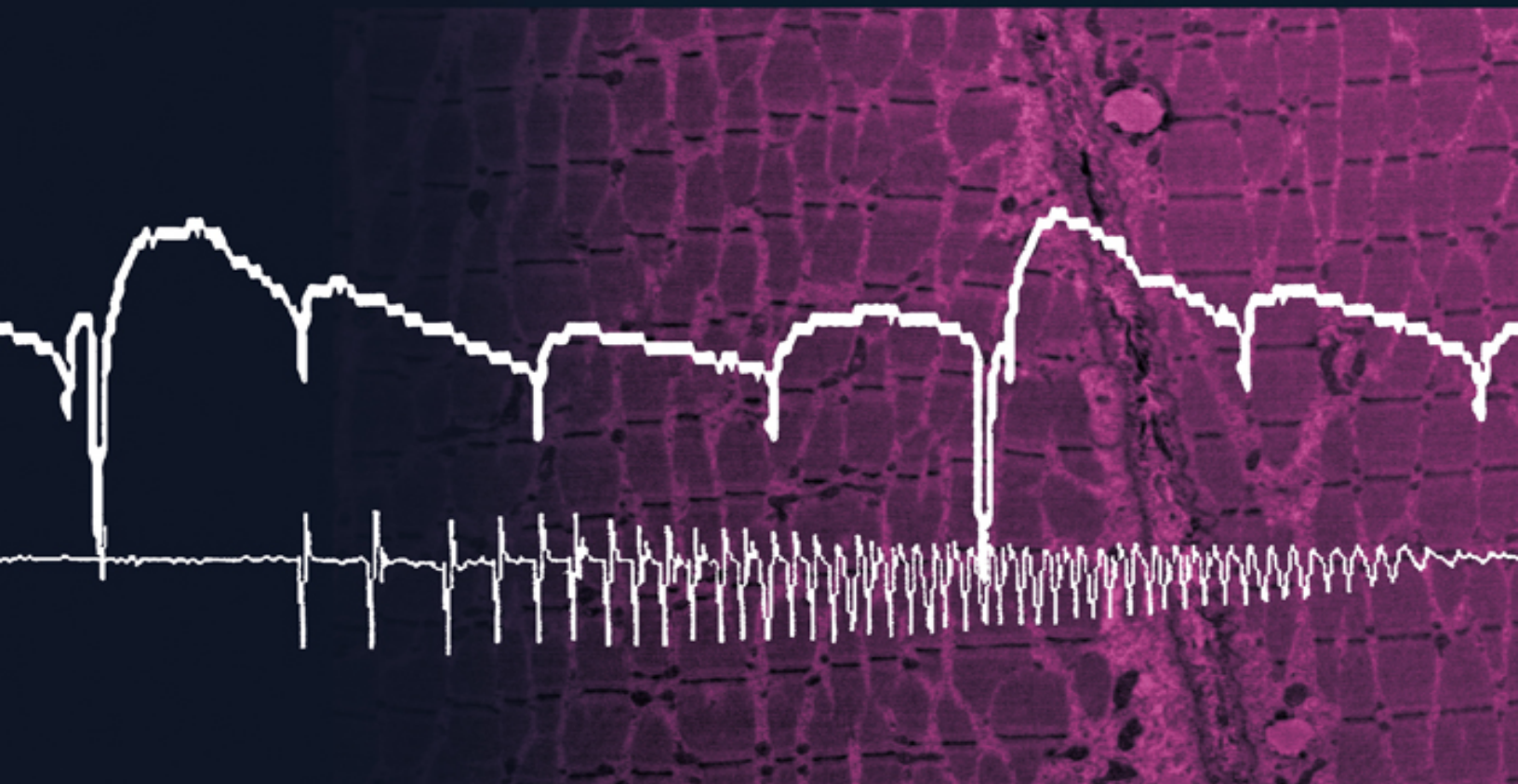


Stöhr|Pfister|Reilich

Klinische Elektromyographie und Neurographie

LEHRBUCH UND ATLAS



7., erweiterte und
überarbeitete Auflage

Medizin

Kohlhammer

Kohlhammer

Die Autoren

Manfred Stöhr

Prof. em. Dr. med. Manfred Stöhr war bis 2004 Direktor der Klinik für Neurologie und klinische Neurophysiologie am Klinikum Augsburg. Er ist Autor und Herausgeber zahlreicher Lehrbücher der neurophysiologischen Diagnostik.

Robert Pfister

Dr. med. Robert Pfister ist nach langjähriger Oberarztstätigkeit an der Klinik für Neurologie und klinische Neurophysiologie am Klinikum Augsburg als Facharzt für Neurologie in eigener Praxis in Neusäß tätig.

Peter Reilich

Priv.-Doz. Dr. med. Peter Reilich M.A. ist als Facharzt für Neurologie in langjähriger Oberarztposition am Friedrich-Baur-Institut an der Neurologischen Klinik und Poliklinik, LMU Klinikum München, tätig.

Manfred Stöhr
Robert Pfister
Peter Reilich

Klinische Elektromyographie und Neurographie

Lehrbuch und Atlas

Unter Mitarbeit von Wolfgang Müller-Felber und
Stephan Wenninger
7., erweiterte und überarbeitete Auflage

Verlag W. Kohlhammer

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Pharmakologische Daten verändern sich ständig. Verlag und Autoren tragen dafür Sorge, dass alle gemachten Angaben dem derzeitigen Wissensstand entsprechen. Eine Haftung hierfür kann jedoch nicht übernommen werden. Es empfiehlt sich, die Angaben anhand des Beipackzettels und der entsprechenden Fachinformationen zu überprüfen. Aufgrund der Auswahl häufig angewendeter Arzneimittel besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen und sonstigen Kennzeichen berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche gekennzeichnet sind.

Es konnten nicht alle Rechtsinhaber von Abbildungen ermittelt werden. Sollte dem Verlag gegenüber der Nachweis der Rechtsinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar nachträglich gezahlt.

Dieses Werk enthält Hinweise/Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalt der Verlag keinen Einfluss hat und die der Haftung der jeweiligen Seitenanbieter oder -betreiber unterliegen. Zum Zeitpunkt der Verlinkung wurden die externen Websites auf mögliche Rechtsverstöße überprüft und dabei keine Rechtsverletzung festgestellt. Ohne konkrete Hinweise auf eine solche Rechtsverletzung ist eine permanente inhaltliche Kontrolle der verlinkten Seiten nicht zumutbar. Sollten jedoch Rechtsverletzungen bekannt werden, werden die betroffenen externen Links soweit möglich unverzüglich gezahlt.

7., erweiterte und überarbeitete Auflage 2023

Alle Rechte vorbehalten

© W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart

Gesamtherstellung: W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart

Print:

ISBN 978-3-17-035041-0

E-Book-Formate:

pdf: ISBN 978-3-17-035042-7

epub: ISBN 978-3-17-035043-4

Abkürzungsverzeichnis

A., Aa.	Arteria(e)
Abb.	Abbildung(en)
ADM	M. abductor digiti minimi
AH	M. abductor hallucis
AIDP	akute inflammatorische demyelinisierende Neuropathie, siehe GBS
AIDS	Akquiriertes Immun-Defizienz-Syndrom
AMAN	akute motorische axonale Neuropathie
AMSAN	Akute motor-sensorische axonale Neuropathie
ALS	Amyotrophe Lateralsklerose
APB	M. abductor pollicis brevis
AR	Androgenrezeptor
ATTR	Transthyretin-Amyloidose
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V.
BB	M. biceps brachii
BF	M. biceps femoris
BR	M. brachioradialis
BWK	Brustwirbelkörper
BWS	Brustwirbelsäule
CHAT	Cholinacetyltransferase
C	zervikale Radix
Chr.	Chromosom
CIDP	Chronische inflammatorische demyelinisierende Polyneuropathie
CIM, CIP	Critical Illness-Myopathie bzw. -polyneuropathie
CIPNM	Critical Illness Polyneuromyopathie

cm	Zentimeter
CMA	central myelin antigen
CMAP	compound action motor potential, siehe MSAP
CMS	Kongenitales myasthenes Syndrom
CMT	Charcot-Marie-Tooth-Disease
CRPS	Komplexes regionales Schmerzsyndrom
CTS	Carpaltunnel-Syndrom
D	Dekrement
DM	Dermatomyositis
DM1, DM2	Myotone Dystrophie Typ 1 (Curschmann-Steinert) bzw. 2 (PROMM)
DML	distal motorische Latenz
dHMN	hereditäre distale motorische Neuropathie
div	division bzw. Einheit
dSMA	distale spinale Muskelatrophie
EDB	M. extensor digitorum brevis
EDC	M. extensor digitorum communis
ECR	M. extensor carpi radialis
EEG	Elektroenzephalographie/Elektroenzephalogramm
EFNS	European Federation of Neurological Societies
EHL	M. extensor hallucis longus
EMG	Elektromyographie/Elektromyogramm
EP	SEP-Potenzial am Erbschen Punkt
FCR	M. flexor carpi radialis
FCU	M. flexor carpi ulnaris
FDP	M. flexor digitorum profundus
FHL	M. flexor hallucis longus
FPL	M. flexor pollicis longus
Fz	frontozentrale Elektrode (10–20-System)
GA	M. gastrocnemius
GALOP	gait disorder autoantibody late age onset polyneuropathy
GBS	Guillain-Barré-Syndrom
GMAX	M. gluteus maximus
GMED	M. gluteus medius

HMSN	hereditäre motorische und sensorische Neuropathie
HN	Hirnnerv(en)
HNPP	hereditäre Neuropathie mit Neigung zu druckbedingten Lähmungen
HR	H(offmann)-Reflex
HSAN	hereditäre sensorische und autonome Neuropathie
HSMN	hereditäre sensible und motorische Neuropathie, siehe CMT
HSN	hereditäre sensible Neuropathie
HT	Hypothenar
HWK	Halswirbelkörper
HWS	Halswirbelsäule
Hz	Hertz
IgA, IgM,	Immunglobulin A, M, G
IgG	
IOD I	M. interosseus dorsalis I
IS	M. infraspinalis
KUTS	Kubitaltunnelsyndrom
L	lumbale Radix
LEMS	Lambert-Eaton myasthenes Syndrom
LET	Long exercise-Test
LMN	lower motor neuron
LWK	Lendenwirbelkörper
LWS	Lendenwirbelsäule
M.	Morbus
M., Mm.	Musculus, Musculi
MAD	Myoadenylatdesaminase
MADSAM	Multifokale erworbene demyelinisierende sensorische und motorische Neuropathie = Lewis-Sumner-Syndrom
MAG	Myelin-assoziiertes Glykoprotein
MG	Myasthenia gravis
MGUS	monoklonale Gammopathie unbestimmter Signifikanz
min.	Minute(n), minimal
MCD	mean consecutive difference
MEP	motorisch (magnetisch) evozierte Potenziale

MIRS	Myositis im Rahmen einer immunologischen Systemerkrankung
mm	Millimeter
MMN	multifokale motorische Neuropathie
MN	Motoneuron
ms	Millisekunden
MSAP	Muskelaktionspotenzial
m/s	Meter/Sekunde
MUNE	Motor Unit Number Estimation
MUNIX	Motor Unit Number Index
MW	Mittelwert
mV	Millivolt
µV	Mikrovolt
N., Nn.	Nervus, Nervi
NAP	Nervenaktionspotenzial
NE	Nadelelektrode
NLG	Nervenleitgeschwindigkeit
NM	autoimmune nekrotisierende Myopathie
OD	Oculus dexter (rechtes Auge)
OE	Oberflächenelektrode
OoR	Orbicularis oculi-Reflex
OS	Oculus sinister (linkes Auge)
PL	M. peroneus longus
PM	Polymyositis
PME	Potenzial einer motorischen Einheit/Potenzial(e) motorischer Einheiten
PNP	Polyneuropathie
PT	M. pronator teres
QF	Querfinger
QST	quantitative sensorische Testung
R., Rr.	Ramus, Rami
Rx	x-te Reizantwort (Blinkreflex, Sakralreflex)
S	sakrale Radix
SA	M. serratus anterior

SA	Standardabweichung
SBMA	Spinobulbäre Muskelatrophie
SCM	M. sternocleidomastoideus
SEP	somatosensibel evoziertes Potenzial
SF	single fiber, Einzelfaser
sIBM	sporadische Einschlusskörpermyositis
SM	M. semimembranosus
SMA	Spinale Muskelatrophie
SMN	survival motoneuron
SNAP	sensibles Nervenaktionspotenzial
SOP	standard operating procedure, Standardarbeitsanweisung
SP	silent period
SPL	M. splenius capitis
SRM	statin related myotoxicity
ST	M. semitendinosus
TA	M. tibialis anterior
Tab.	Tabelle(n)
TB	M. triceps brachii
TFL	M. tensor fasciae latae
Th	thorakale Radix
TOS	Thoracic outlet-Syndrom
TP	M. tibialis posterior
TRAP	M. trapezius
TS-HDS	trisulfatierte Heparin-Disaccharide
UNE	Ulnarisneuropathie am Ellenbogen
V., Vv.	Vena, Venae
VGKC	spannungsabhängige Kalziumkanäle
VM	M. vastus medialis
VL	M. vastus lateralis
ZNS	Zentralnervensystem

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis

Online-Zusatzmaterial – Videoatlas zum Download

Vorwort zur 7. Auflage

Teil A – Untersuchungstechnik und Befundung

1 Elektromyographie – EMG

- 1.1 Fragestellungen und Untersuchungsstrategie
- 1.2 Technik
- 1.3 EMG-Untersuchung
 - 1.3.1 Spontanaktivität
 - 1.3.1.1 Physiologische Spontanaktivität
 - 1.3.1.2 Pathologische Spontanaktivität
 - 1.3.1.3 Ursprungsorte von physiologischer und pathologischer Spontanaktivität
 - 1.3.2 Aktionspotenziale motorischer Einheiten (PME)
 - 1.3.2.1 Normalbefunde
 - 1.3.2.2 Pathologische PME bei Neuropathien
 - 1.3.2.3 PME bei Reinnervation
 - 1.3.2.4 Doppel- und Mehrfachentladungen von PME
 - 1.3.2.5 Pathologische PME bei Myopathien
 - 1.3.3 Rekrutierungsverhalten der PME
 - 1.3.3.1 Normales Rekrutierungsverhalten

- 1.3.3.2 Pathologisches Rekrutierungsverhalten bei Neuropathien und zentralen Störungen
 - 1.3.3.3 Pathologisches Rekrutierungsverhalten bei Myopathien
 - 1.3.4 Automatisierte Potenzialanalyse/quantitative EMG
 - 1.3.5 Einzelfaser-EMG
 - 1.3.6 Makro-EMG
 - 1.3.7 MUNE/MUNIX-Verfahren
- 1.4 EMG-Ableitungen von einzelnen Muskeln
 - 1.4.1 EMG – obere Extremität
 - 1.4.1.1 Handmuskeln
 - 1.4.1.2 Unterarmmuskeln
 - 1.4.1.3 Oberarmmuskeln
 - 1.4.1.4 Rumpf-/Schultergürtelmuskeln
 - 1.4.2 EMG – untere Extremität
 - 1.4.2.1 Fußmuskeln
 - 1.4.2.2 Unterschenkelmuskeln
 - 1.4.2.3 Oberschenkelmuskeln
 - 1.4.3 EMG der Kopf-, Hals- und Rumpf- und Beckenbodenmuskulatur
 - 1.4.3.1 Mimische Muskulatur
 - 1.4.3.2 Kaumuskulatur
 - 1.4.3.3 Zungenmuskulatur
 - 1.4.3.4 Äußere Augenmuskeln
 - 1.4.3.5 Hals- und Nackenmuskeln
 - 1.4.3.6 Kehlkopfmuskulatur
 - 1.4.3.7 Zwerchfellmuskulatur
 - 1.4.3.8 Monosegmental versorgte paravertebrale Muskulatur
 - 1.4.3.9 Bauchmuskulatur
 - 1.4.3.10 Beckenbodenmuskulatur

1.5 Besonderheiten von Elektromyographie und Elektroneurographie im Kindesalter

Wolfgang Müller-Felber

- 1.5.1 Technik
- 1.5.2 Normalwerte
- 1.5.3 Indikationen
- 1.5.4 Anwendung der klinischen Neurophysiologie beim Therapiemonitoring
- 1.5.5 Klinische Neurophysiologie auf der pädiatrischen Intensivstation

2 Elektroneurographie

- 2.1 Technische Voraussetzungen
- 2.2 Untersuchungstechnik
 - 2.2.1 Physiologische Voraussetzungen
 - 2.2.2 Technik der motorischen Neurographie
 - 2.2.3 Technik der sensiblen Neurographie
 - 2.2.4 F-Wellen
 - 2.2.5 A-Wellen
 - 2.2.6 Der Axonreflex in der Neurographie
 - 2.2.7 Proximale Nervenstimulation mit Magnet- oder Hochvoltstimulation
 - 2.2.8 Selten angewandte Techniken
- 2.3 Neurographie: Aussagekraft und Befundung
 - 2.3.1 Axonale und demyelinisierende Nervenäsionen
 - 2.3.2 Unschärfe zwischen normalen und pathologischen Befunden
 - 2.3.3 Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit neurographischer Messungen
 - 2.3.4 Bewertung motorischer Neurographiebefunde
 - 2.3.5 Akute und chronische mechanische Schädigung
 - 2.3.6 Wallersche Degeneration und Reinnervation

- 2.3.7 Demyelinisierung, Leitungsblock und temporale Dispersion
 - 2.3.8 Bewertung sensibler Neurographiebefunde
 - 2.3.9 Supra- und infraganglionäre Nervenläsionen
- 2.4 Neurographie einzelner Nerven
 - 2.4.1 N. trigeminus
 - 2.4.2 N. facialis
 - 2.4.3 N. accessorius
 - 2.4.4 N. hypoglossus
 - 2.4.5 N. phrenicus
 - 2.4.6 Plexus brachialis
 - 2.4.7 N. medianus
 - 2.4.8 N. radialis
 - 2.4.9 N. ulnaris
 - 2.4.10 N. cutaneus antebrachii lateralis und medialis
 - 2.4.11 N. femoralis und N. saphenus
 - 2.4.12 N. cutaneus femoris lateralis
 - 2.4.13 N. ischiadicus
 - 2.4.14 N. peronaeus
 - 2.4.15 N. tibialis
 - 2.4.16 N. suralis
- 2.5 Innervationsanomalien
 - 2.5.1 Martin-Gruber-Anastomose
 - 2.5.2 Andere Innervationsanomalien der oberen Gliedmaßen
 - 2.5.3 N. peronaeus tertius (N. peronaeus accessorius)
 - 2.5.4 Seltene Innervationsanomalien der unteren Extremität

3 Reflexmessungen

- 3.1 Blinkreflex (Orbicularis oculi-Reflex)
- 3.2 Masseterreflex

- 3.3 Kieferöffnungsreflex (Masseter-Hemmreflex)
- 3.4 H-Reflex (Hoffmann-Reflex)
 - 3.4.1 Physiologie des H-Reflexes
 - 3.4.2 Methodik der Ableitung des H-Reflexes
 - 3.4.3 Normwerte des H-Reflexes
 - 3.4.4 Indikationen für den H-Reflex
- 3.5 Reflexhammer-getriggerte Reflexmessungen

4 Neurophysiologie des Beckenbodens

- 4.1 Beckenboden-EMG
- 4.2 Pudendus-Neurographie
- 4.3 Sakralreflex

5 Vegetative Funktionsdiagnostik

- 5.1 Sympathischer Hautreflex
- 5.2 Andere sudomotorische Funktionstests
- 5.3 Herzfrequenzanalysen

6 Neuromuskuläre Überleitung

- 6.1 Physiologie und Pathophysiologie der neuromuskulären Impulsübertragung
- 6.2 Technik und Befunde
 - 6.2.1 Serienstimulation
 - 6.2.2 Supramaximale Einzelstimulation nach Willkürinnervation (LEMS-Test)

Teil B – Spezielle Krankheitsbilder

1 Hirnnervenläsionen

- 1.1 Paresen der äußeren Augenmuskeln
- 1.2 N. trigeminus
- 1.3 N. facialis
- 1.4 Kongenitale kraniale Dysinnervationen

- 1.5 N. accessorius
- 1.6 N. hypoglossus

2 Umschriebene Nervenläsionen an Arm und Schultergürtel

- 2.1 Engpasssyndrome und chronische Kompressionssyndrome
 - 2.1.1 Karpaltunnelsyndrom (CTS)
 - 2.1.2 Ulnarisneuropathie am Ellenbogen (UNE)
 - 2.1.3 Distales Ulnaris-Kompressionssyndrom (Loge de Guyon-Syndrom)
 - 2.1.4 Chronische Kompressionssyndrome des N. radialis
 - 2.1.5 Chronische Kompression des N. suprascapularis
 - 2.1.6 Pronator-teres-Syndrom und Interosseus-anterior-Syndrom
- 2.2 Armnervenläsionen durch äußere Einwirkungen
 - 2.2.1 Traumatische und operative Armnervenläsionen
 - 2.2.2 Lagerungsbedingte Nervenläsionen der oberen Extremität
 - 2.2.3 Sonstige Nervenläsionen an Arm- und Schultergürtel
- 2.3 Armplexusläsionen
 - 2.3.1 Typen von Armplexusparesen
 - 2.3.2 Ursachen von Armplexusparesen
 - 2.3.3 Thoracic-outlet-Syndrom (TOS)
 - 2.3.4 Lagerungsbedingte Armplexusläsionen
 - 2.3.5 Entzündliche Armplexusläsionen.
 - 2.3.6 Radiogene Armplexusparesen
 - 2.3.7 Injektions- und Punktionsschäden des Armplexus
 - 2.3.8 Armplexusläsionen durch Tumoren
 - 2.3.9 Traumatische Armplexusparesen
- 2.4 Elektrophysiologische Differenzialdiagnose zwischen Armplexus- und Zervikalwurzelläsionen
- 2.5 Zervikalwurzelläsionen
- 2.6 Zosterneuritis

3 Umschriebene Nervenläsionen im Bereich des Rumpfes

3.1 N. phrenicus

3.2 Thorakale Nervenwurzeln und Nerven des Rumpfes

4 Umschriebene Nervenläsionen an Bein und Beckengürtel

4.1 Engpass-Syndrome

4.1.1 Meralgia paraesthetica

4.1.2 Chronische Kompressionssyndrome des N. peroneus

4.1.3 Tarsaltunnelsyndrom

4.2 Beinnervenläsionen durch äußere Einwirkungen

4.2.1 Lagerungsbedingte Beinnervenläsionen

4.2.2 Beinnervenverletzungen durch Traumata und Operationen

4.2.3 Kompartmentsyndrome

4.2.4 Injektionsschäden von Beinnerven

4.3 Beinplexusparesen

4.3.1 Prägnanztypen der Beinplexusläsionen

4.3.2 Ursachen von Beinplexusparesen

4.3.3 Elektrophysiologische Unterscheidung von Beinplexusläsionen und lumbosakralen Wurzelläsionen

4.4 Läsionen lumbosakraler Nervenwurzeln

4.4.1 L4-Syndrom

4.4.2 L5-Syndrom

4.4.3 S1-Syndrom

4.4.4 Myotomzuordnung der lumbosakralen Wurzelläsionssyndrome

4.5 Conus- und Caudasyndrome

5 Polyneuropathien

5.1 Akute inflammatorische demyelinisierende Polyneuroradikulitis (Guillain-Barré-Syndrom, AIDP)

- 5.2 Akute motorische axonale Neuropathie (AMAN; »axonales GBS«) und akute motorische und sensible axonale Neuropathie (AMSAN)
- 5.3 Chronische Polyneuroradikulitis (Chronic Inflammatory Demyelinating Polyneuropathy, CIDP)
- 5.4 Dysproteinämische Polyneuropathien
- 5.5 Multifokale motorische Neuropathie mit Leitungsblöcken (MMN)
- 5.6 Nodo- und Paranodopathien
- 5.7 Vaskulitische Polyneuropathien
- 5.8 Sensible Polyneuropathien
- 5.9 Small Fiber-Polyneuropathien
- 5.10 Paraneoplastische Neuropathien
- 5.11 Diabetische Neuropathien
- 5.12 Alkoholische Polyneuropathie
- 5.13 Critical-Illness-Polyneuromyopathie (CIPNM)
- 5.14 Neuroborreliose
- 5.15 Neuropathien bei HIV-Infektion
- 5.16 Hereditäre Neuropathien
 - 5.16.1 Hereditäre motorische und sensorische Polyneuropathie (CMT)
 - 5.16.2 Hereditäre Neuropathie mit Neigung zu Druckpareisen (HNPP, tomakulöse Polyneuropathie)
 - 5.16.3 Hereditäre sensorische und autonome Polyneuropathien (HSAN)
 - 5.16.4 Transthyrethin-assoziierte Polyneuropathie
 - 5.16.5 Morbus Fabry
 - 5.16.6 Friedreich-Ataxie
- 5.17 Neuromyotonie, cramp-fasciculation-Syndrom, Isaacs-Syndrom, Morvan-Syndrom

6 Motoneuronerkrankungen

- 6.1 Amyotrophe Lateralsklerose (ALS)

- 6.2 Spinale Muskelatrophie (SMA)
- 6.3 Spinobulbäre Muskelatrophie Typ Kennedy (SBMA)
- 6.4 Sonderformen

7 Neuromuskuläre Überleitungsstörungen

- 7.1 Myasthenia gravis (MG)
- 7.2 Lambert-Eaton Myasthenes Syndrom (LEMS)
- 7.3 Botulismus
- 7.4 Kongenitale myasthene Syndrome (CMS)

8 Myopathien

- 8.1 Immunogene Myositiden
- 8.2 Muskeldystrophien
- 8.3 Myotone Syndrome
- 8.4 Metabolische Myopathien
- 8.5 Endokrine Myopathien
- 8.6 Steroid-Myopathie
- 8.7 Statin-Myopathie
- 8.8 Critical-Illness-Myopathie (CIM)

9 Blasen-, Mastdarm- und Sexualfunktionsstörungen

- 9.1 Blasenentleerungsstörungen
- 9.2 Sexualfunktionsstörungen
 - 9.2.1 Befunde bei erektiler Dysfunktion und weiblichen Sexualfunktionsstörungen
 - 9.2.2 Befunde bei Ejakulationsstörungen
 - 9.2.3 Weitere neurophysiologische Techniken bei Sexualfunktionsstörungen
- 9.3 Defäkationsstörungen
 - 9.3.1 Idiopathische (neurogene) Stuhlinkontinenz
 - 9.3.2 Stuhlinkontinenz mit strukturellen Läsionen des M
 - 9.3.3 Stuhlinkontinenz infolge manifester Conus-/Cauda- oder Plexus sacralis-Läsionen

- 9.3.4 Befunde bei obstruierter Defäkation
- 9.3.5 Strukturierte EMG- Diagnostik bei Stuhlentleerungsstörungen
- 9.3.6 Differenzialdiagnose und Therapie von Defäkationsstörungen

10 Erkrankungen des Zentralnervensystems

10.1 Dystonien

- 10.1.1 Elektromyographie bei der Diagnose und Therapie von Dystonien
- 10.1.2 Blepharospasmus
- 10.1.3 Zervikale Dystonie
- 10.1.4 Schreibkrampf (Graphospasmus)
- 10.1.5 Andere Dystonien und Dyskinesien

10.2 Tremor

10.3 Myoklonien

10.4 Stiff-Person-Syndrom

10.5 Tetanus

Literaturverzeichnis

Stichwortverzeichnis

Teil C – Tabellarischer Anhang, Normalwerte

Normalwerte für Erwachsene

Normalwerte für Kinder

Online-Zusatzmaterial – Videoatlas zum Download

Dieses Buch wird ergänzt durch einen Online-Videoatlasteil.

Wichtige Informationen sowie den Link, unter dem die Zusatzmaterialien verfügbar sind, finden Sie in ► Kap. B 10.5.

Die über 60 Videos sind didaktisch gegliedert, wie es der untenstehenden Auflistung zu entnehmen ist.

Die Aufzeichnungen wurden im Alltag einer neuromuskulären Spezialambulanz aufgezeichnet und sind bewusst nicht nachbearbeitet.

1. Spontanaktivität

- 1.1. Physiologische Spontanaktivität
 - 1.1.1 Einstichaktivität (► Video 1)
 - 1.1.2 Endplattenrauschen, Endplattenspikes (► Video 2-5)
- 1.2. Pathologische Spontanaktivität
 - 1.2.1 Fibrillationen, positiv scharfe Wellen (► Video 6-12)
 - 1.2.2 Komplexe repetitive Entladungen (► Video 13-18)
 - 1.2.3 Faszikulationspotenziale (► Video 19-20)
 - 1.2.4 Myotone Entladungen (► Video 21-24)
 - 1.2.5 Neuromyotone Entladungen (► Video 25-27)

2. Rekrutierungsverhalten

- 2.1. Normales Rekrutierungsverhalten (► Video 28)
- 2.2. Myogenes Rekrutierungsverhalten (► Video 29-31)
- 2.3. Neurogenes Rekrutierungsverhalten (► Video 32-33)

3. PME bei Willkürinnervation

- 3.1. Neurogener Umbau (► Video 34-36)
- 3.2. Polyphasien (► Video 37-38)
- 3.3. Myogener Umbau (► Video 39-41)
- 3.4. Mischmuster (► Video 42-44)

4. Willkürinnervationsmuster

- 4.1. Dichtes Interferenzmuster (► Video 45)
- 4.2. Übergangsmuster (► Video 46)
- 4.3. Einzelentladungsmuster (► Video 47-49)

5. Besondere EMG-Muster

- 5.1. Pathologische Spontanaktivität und Willkürinnervation (► Video 50)
- 5.2. Nadelpositionsabhängige Darstellung von pathologischer Spontanaktivität (► Video 51-53)
- 5.3. Nadelpositionsabhängige Veränderung der PME (► Video 54-55)
- 5.4. Normalbefunde bestimmter Muskeln (► Video 56-60)
- 5.5. Schrittmacheraktivität (► Video 61)
- 5.6. Crampusaktivität (► Video 62)

Vorwort zur 7. Auflage¹

*»Nerve conduction studies and electromyography are an extension of the clinical examination.«
(D.C. Preston, B.E. Shapiro)*

Die verschiedenen elektromyographischen und neurographischen Techniken sind nicht nur unverzichtbar in der Diagnostik peripherer Nervenläsionen und neuromuskulärer Erkrankungen, sondern bieten darüber hinaus wertvolle Hinweise bei einigen zentralnervösen und vegetativen Funktionsstörungen. Absolute Voraussetzungen für deren sinnvolle Anwendungen sind detaillierte Kenntnisse von Anamnese und klinischem Befund, da nur dann ein gezielter Einsatz der jeweils geeigneten Methoden und eine auf den Einzelfall zugeschnittene Befundinterpretation gewährleistet sind. Seit 38 Jahren will dieses Buch in Wort und Bild eine fundierte Einführung in die Elektromyographie und -neurographie für Anfänger/-innen ebenso sein wie ein Nachschlagewerk für erfahrene Anwender/-innen.

Die 7. Auflage wurde durch *Dr. Robert Pfister* und *Priv.-Doz. Dr. Peter Reilich* komplett neu gestaltet. Eine verbesserte Übersichtlichkeit sowie weniger Überschneidungen wurde erreicht durch die Zusammenlegung der früheren Teile 1 (Untersuchungstechnik) und 2 (allgemeine Untersuchungsbefunde). Der Teil über spezielle Krankheitsbilder (ehemaliger Teil 3) musste im Hinblick auf die zahlreichen neuen Erkenntnisse teilweise vollständig neu geschrieben werden. *Erstmals werden Text und Bild durch viele didaktisch instruktive online abrufbare Videobeispiele ergänzt.* Für die Hilfe bei deren Auswahl und Bearbeitung danken wir Herrn *Priv.-Doz. Dr. Stephan Wenninger*. Einige instruktive Abbildungen wurden neu aufgenommen, einige alte Abbildungen wurden didaktisch ganz neu zusammengestellt und bearbeitet. Die meisten der älteren Abbildungen sind nach wie vor didaktisch so anschaulich, dass ein Ersatz keinen Mehrwert darstellen würde und sie daher in dieser Auflage nicht ersetzt wurden.

Komplett überarbeitet wurden die Normwerttabellen, wobei insbesondere jetzt auch klare Angaben zur zugrundeliegenden Messmethodik inkl. Literaturangaben mit aufgeführt sind.

Bezüglich des Textes wurden – um den Charakter als Nachschlagewerk zu erhalten – auch heute noch interessante historische Passagen und Literaturzitate beibehalten.

Beim Vergleich mit anderen Standardwerken der Elektromyographie ist die deutlich breitere Palette der aufgenommenen Untersuchungsmethoden sowie deren Einsatzmöglichkeiten hervorzuheben. So werden die in der Diagnostik proximaler Abschnitte des peripheren Nervensystems unverzichtbaren Techniken der Magnet- und Hochvoltstimulation sowie spezieller SEP-Ableitungen einbezogen, was beispielsweise in der Frühdiagnostik des Guillain-Barré-Syndroms und der CIDP von entscheidender Bedeutung sein kann und vielfach erst die dringend gebotene frühzeitige Therapie ermöglicht. Außerdem bleibt die elektromyographische Ableitetechnik nicht auf die gängigen Muskeln beschränkt, sondern bezieht Zwerchfell, Beckenboden-, Bauch- und Kehlkopfmuskulatur mit ein. Des Weiteren findet sich eine detaillierte Darstellung der durch Botulinumtoxin-Injektionen behandelbaren Erkrankungen, wie z. B. Dystonien und Spasmus hemifacialis, sowie eine Besprechung vegetativer Funktionstests, um den Nachweis einer Mitbeteiligung des autonomen Nervensystems bei Polyneuropathien und anderen Erkrankungen zu ermöglichen. Schließlich wird die in der Zusammenarbeit mit Chirurgen, Urologen und Gynäkologen wichtige Erfassung neurogener Blasen-, Mastdarm- und Potenzstörungen ausführlich erörtert und durch Abbildungsbeispiele veranschaulicht.

Unser Dank gilt Herrn *Prof. Dr. Wolfgang Müller-Felber* für die ergänzende ausführliche Darstellung der Besonderheiten der Elektroneurographie und -myographie im Kindesalter in ► Kap. A 1.5.

Wir hoffen, dass die seit 38 Jahren erfahrene Wertschätzung früherer Auflagen auch der 7. Auflage zuteilwerden wird und in den Neurophysiologie-Laboren der Kliniken und Praxen sowohl zum Lernen wie auch zum Nachschlagen gerne danach gegriffen wird.

Zu danken haben wir Frau Anita Brutler und Herrn Dominik Rose sowie dem Kohlhammer-Verlag für die optimale Zusammenarbeit und die vorzügliche Ausstattung auch dieser Neuauflage.

Augsburg und München, im September 2022
Manfred Stöhr, Robert Pfister und Peter Reilich

¹ Mitarbeiter der 3.–5. Auflage: R. Pfister und K. Scheglmann; der 3. Auflage: H. Voelter; der 4. Auflage: S. Gierer; der 5. Auflage: W. Schulte-Mattler.

Teil A – Untersuchungstechnik und Befundung

1 Elektromyographie – EMG

1.1 Fragestellungen und Untersuchungsstrategie

Unter dem Akronym EMG wird im Alltagsgebrauch häufig eine Reihe elektrophysiologischer Untersuchungen zusammengefasst, zu denen außer der Elektromyographie im engeren Sinn (»Nadel-EMG«) die motorische und sensible Neurographie zählen, die repetitive Nervenstimulation zur Überprüfung der neuromuskulären Überleitung, die Messung der F-Antworten und diverser Reflexe sowie vegetative Funktionstests. Darüber hinaus gehören die Techniken der Magnet- und Hochvoltstimulation sowie die der somatosensibel evozierten Potenziale (SEP) zum methodischen Spektrum eines qualifizierten EMG-Labors, um auch proximale Abschnitte des peripheren Nervensystems einer Funktionsprüfung unterziehen zu können.

Die Aufgabe des EMG-Untersuchers besteht nun zunächst darin, bei jedem Patienten mit dem Verdacht auf eine neuromuskuläre Erkrankung die jeweils diagnostisch aussichtsreichsten Verfahren auszuwählen, um mit dem geringsten Aufwand zu einer diagnostischen Klärung zu kommen. Dies setzt eine genaue Kenntnis der klinischen Symptomatik voraus, sodass jeder EMG-Untersuchung eine umfassende Anamnese und gezielte neurologische Untersuchung vorangehen muss. Dasselbe gilt für die diagnostische Abklärung autonomer Funktionsstörungen, einschließlich der häufigen anogenitalen Syndrome, bei denen ein versierter EMG-Untersucher wichtige Beiträge zu leisten vermag. Schließlich kann die EMG-Diagnostik nicht nur bei Erkrankungen des peripheren Nervensystems und der Skelettmuskulatur, sondern auch bei bestimmten zentralnervösen Syndromen wertvolle Hinweise liefern, wie z. B. bei den verschiedenen Tremor-Formen, bei der Analyse von Dystonien und Myoklonien, der Topodiagnostik von Hirnstammläsionen sowie zum Beispiel in der

Frühdiagnose des Stiff-Person-Syndroms, sodass auch diese Erkrankungen zum diagnostischen Spektrum eines leistungsfähigen EMG-Labors zählen.

Erkrankungen des peripheren Nervensystems, welche die Hauptindikation für die EMG-Diagnostik ausmachen, sind in einer neurologischen Praxis in einer Häufigkeit von ca. 30 % vertreten, und auch in neurologischen Kliniken zählen radikuläre Syndrome, Polyneuropathien sowie diverse Neuralgien zu den häufigen Diagnosen, die zusammen etwa ein Viertel des Krankengutes ausmachen. Hieraus wird die enorme Bedeutung der bei diesen Krankheitsbildern unverzichtbaren EMG-Diagnostik ersichtlich. Immerhin zählen EMG-Untersuchungen zu den aussagekräftigsten Methoden, die beispielsweise bei Patienten mit dem häufigen Leitsymptom Muskelschwäche in 91 % einen diagnostisch wegweisenden Befund erbringen (Nardin et al., 2002).

Elektromyographische und neurographische Untersuchungen sollten nur von einem Arzt durchgeführt und beurteilt werden, der sowohl eingehende Kenntnisse der Nerven- und Muskelkrankheiten als auch aller einschlägigen elektrodiagnostischen Methoden besitzt. Ein Einsatz dieser Methoden durch nicht ausreichend qualifizierte Ärzte führt häufig zu Fehlbeurteilungen. Vor Beginn der elektrophysiologischen Diagnostik sollte sich der EMG-Untersucher durch schwerpunktmäßige Exploration und klinische Untersuchung einen persönlichen Eindruck des Patienten verschaffen. Der dafür nötige Zeitaufwand wird meist durch den daraufhin möglichen gezielteren Einsatz der anzuwendenden Methoden mehr als wettgemacht.

Im Unterschied zu vielen anderen apparativen Untersuchungen erfolgt die Elektromyographie nicht in einer stereotypen, sondern in einer an die jeweilige Fragestellung angepassten Weise. Der Untersuchungsgang muss daher vom Arzt bei jedem einzelnen Patienten individuell festgelegt werden. Die Auswertung und Beurteilung der erhobenen Befunde ist wiederum ausschließlich Sache des Arztes, der dabei auch entscheidet, ob unerwartete oder in sich unstimmmige Messergebnisse kontrolliert und gegebenenfalls ergänzende oder zusätzliche Untersuchungen angeschlossen werden müssen.

Zur fachlichen Qualifikation des EMG-Untersuchers gehören auch Kenntnisse über eine mögliche Gefährdung (Al-Shekle et al., 2003) des Patienten. Obwohl es sich bei der Elektromyographie um eine sehr risikoarme Methode handelt, müssen auch dabei bestimmte *Vorsichtsmaßnahmen* beachtet werden. Zur Vermeidung einer Übertragung ansteckender Krankheiten (z. B. durch HBV, HCV, HIV und Prione) werden grundsätzlich Einweg-Nadelelektroden verwendet. Bei Patienten mit erhöhter Blutungsneigung (Hämophilie, Antikoagulanzen-Therapie usw.) muss eine Nadelelektromyographie unter besonderer Vorsicht durchgeführt werden. Bei der Auswahl der Muskeln sollten dann z. B. nur die klinisch absolut notwendigen, oberflächlichen und gut komprimierbaren Muskeln mit möglichst wenig Insertionen einer dünnen Nadel (z. B. 0,3 mm Durchmesser) sondiert werden. Gegebenenfalls ist im Anschluss eine verlängerte Kompression der Einstichstelle erforderlich. Schließlich muss bei Patienten mit implantierten Herzschrittmachern oder Cardioverter-Defibrillatoren in besonderer Weise auf eine gute Erdung geachtet und außerdem eine Stimulation des Armplexus auf der Seite der Implantation vermieden werden. Bei Patienten mit heute nicht mehr üblichen externen Schrittmachern sind elektrische Reizungen ganz zu vermeiden ebenso wie Magnetstimulationen.

Bei der nur noch selten durchgeführten sensiblen Neurographie mittels Nadelelektroden sind Läsionen einzelner Nervenfaszikel möglich, sofern die Nadelelektrode versehentlich intraneural platziert wird. EMG-Ableitungen von einigen Brust-, Schultergürtel- und paravertebralen Muskeln sowie dem Zwerchfell können einen Pneumothorax hervorrufen. Bei der Sondierung dieser Muskeln ist mit besonderer Vorsicht und Kenntnis der anatomischen Lagebeziehungen vorzugehen.

1.2 Technik