

# SOPs Neurophysiologische Diagnostik

Herausgegeben von  
Christian Bischoff  
Helmut Buchner

 Online-Version in der eRef







# SOPs Neurophysiologische Diagnostik

Herausgegeben von  
**Christian Bischoff**  
**Helmut Buchner**

Unter Mitarbeit von

Hubertus Axer

Reinhard Dengler

Martin Eicke

Alexander Grimm

Stefan J. Groiss

Klaus Gröschel

Carl-Albrecht Haensch

Judith Ulrike Harrer-Haag

Elisabeth Hartl

Christian Hartmann

Anna Heidbreder

Wolfgang Heide

Reinhard Kiefer

Stefan Knecht

Helmar C. Lehmann

Anke Lührs

Cordula Matthies

Volker Milnik

Georg Neuloh

Soheyl Noachtar

Oliver Pogarell

Julian Prell

Stefan Quasthoff

Christian Ritter

Christian Roth

Ulf Schminke

Alfons Schnitzler

Wilhelm Schulte-Mattler

Peter Schwenkreis

Jörn Peter Sieb

Andrea Szelényi

Martin Tegenthoff

Peter P. Urban

Uwe Walter

Julia Wanschitz

Lars Wojtecki

Peter Young

123 Abbildungen

Georg Thieme Verlag  
Stuttgart · New York

*Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek*  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation  
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische  
Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Ihre Meinung ist uns wichtig! Bitte schreiben Sie uns unter:  
[www.thieme.de/service/feedback.html](http://www.thieme.de/service/feedback.html)

**Wichtiger Hinweis:** Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe **dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

© 2018 Georg Thieme Verlag KG  
Rüdigerstr. 14  
70469 Stuttgart  
Deutschland  
[www.thieme.de](http://www.thieme.de)

Printed in Germany

Zeichnungen: Heike Hübner, Berlin  
Umschlaggestaltung: Thieme Gruppe  
Umschlaggrafik: Martina Berge, Stadtbergen; verwendete Abbildungen von © hjschneider/AdobeStock, © Tobilander/AdobeStock, © Tyler Olson/AdobeStock, © jannoon028 /AdobeStock, © S. John/Fotolia  
Satz: Ziegler und Müller, Kirchentellinsfurt  
Druck: Westermann Druck Zwickau GmbH, Zwickau

Geschützte Warennamen (Warenzeichen ®) werden nicht immer besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

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

DOI 10.1055/b-005-149022

ISBN 978-3-13-241059-6

1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:  
eISBN (PDF) 978-3-13-241066-4  
eISBN (epub) 978-3-13-241067-1

# Vorwort

Liebe Leserinnen, liebe Leser, liebe Anfänger, Erfahrene und Experten in der Klinischen Neurophysiologie!

Der eine oder andere wird bei dem Titel stöhnen, muss das sein, haben wir nicht schon genug Regelungen? Sollen wir weiter in unseren Freiheiten und Entscheidungen beschnitten werden. Dies ist sicher nicht die Zielsetzung dieses Buches und nicht die Idee der Standard Operating Procedures (SOP).

SOPs werden zumeist definiert als Beschreibung der Abläufe von Vorgängen, der Prüfung von Ergebnissen und deren Dokumentation. Etabliert sind SOPs überall dort, wo kritische und komplexe Abläufe eingehalten werden müssen. Am bekanntesten sind die SOPs in der Luftfahrt, mit Checklisten für alle Abläufe, sie finden aber auch immer mehr in der Medizin Verbreitung. In der Anästhesie, Chirurgie und Notfallmedizin sind SOPs seit längerem erfolgreich in Benutzung.

Trotz mancher Bedenken bringt die Einführung von SOPs viele Vorteile:

- Optimierung von Abläufen und deren Standardisierung
- Schaffung von Transparenz in den Abläufen
- bietet durchdachte Abläufe mit Begründungen
- schafft Ordnung („Unordnung zieht den Brumm an.“ [Originalzitat: Prof. Dr. med. Detlef Claus])
- dient der Qualitätssicherung
- vereinfacht die Einarbeitung neuer Mitarbeiter
- bietet Hilfestellung für Aus-, Fort- und Weiterbildung

Die Einführung von SOPs birgt aber auch Hindernisse und Probleme:

- „Durchdringung“, d. h. die Umsetzung im Alltag muss erreicht werden
- „Kochbuch“ ist gut, aber passt nicht immer – Wie mit Grenzfällen umgehen?
- Was ist, wenn es keinen „Goldstandard“ gibt?

Die Autoren der SOPs waren gehalten, sich auf Abläufe und Regeln festzulegen und diese auch zu begründen. Bewusst wurde auf eine Konsensus-Bildung unter Beteiligung vieler Experten verzichtet, weil es in der Medizin und speziell in der Klinischen Neurophysiologie kaum einen Goldstandard und auch nur wenige international konzertierte Verfahren und belastbare Studien gibt. Die international bedeutendste Übereinkunft dürfte wohl die Einführung des 10/20-Systems bei der Elektrodenlokalisation für das EEG gewesen sein [Jasper, 1958].

Von der International Federation of Clinical Neurophysiology (IFCN) und der Deutschen Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie und funktionelle Bildgebung (DGKN) wurden Empfehlungen für einige Anwendungen entwickelt und veröffentlicht [www.ifcn.info, www.dgkn.de]. Von adhoc-Komitees und Experten bei Konsensuskonferenzen zu verschiedenen Themen wurden Festlegungen und Standards vorgeschlagen.

In diesem Buch finden Sie SOP-Vorschläge für Festlegungen im eigenen Vorgehen. Klinische Neurophysiologie ist kein rein technisches Verfahren. Sie besteht zwar aus hoch komplexen, individuell anzupassenden etablierten Untersuchungen und ist über die Zeit instabile Medizin, aber braucht dennoch nicht ständiges Neuerfinden.

SOPs schaffen Eindeutigkeiten – „It is worthwhile to do the right things right!“ [Fugelsang-Frederiksen A, Pugdahl K; 2011]

Ziel dieses Buches ist es dem Einsteiger schnell und übersichtlich die Grundlagen und das Handwerkszeug für die Anwendung neurophysiologischer Techniken nahezubringen. Der erfahrene Anwender findet darin klare Handlungsanweisungen bei bestimmten Fragestellungen, die er aber seinen Bedürfnissen anpassen sollte. Nicht die Gängelung der Anwender ist das Ziel, sondern Vorgehensweisen und Begriffe schärfer zu fassen. Aus diesem Grunde hoffen wir auch auf rege Diskussion aus dem Kreis der Leser und Anwender, die dann möglicherweise zum Nutzen aller in eine spätere Auflage eingehen können. Alle Verfahren sind nicht starr, sondern müssen den Gegebenheiten angepasst werden.

Wir bedanken uns bei den Autoren der Kapitel, dass sie ihr Wissen und ihre Erfahrung eingebracht haben und gewillt waren, die Inhalte in das etwas andere Denken der SOP umzusetzen.

Hilfreich für die Erstellung der SOP waren die vielen praktisch relevanten Fragen, die uns zahlreiche Teilnehmer bei Fortbildungen gestellt haben. Wir hoffen viele davon mit diesem Buch zu beantworten.

Den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Thieme Verlags gilt der Dank für den Mut, mit diesem Buch Neuland zu betreten.

Christian Bischoff  
Helmut Buchner

München und Recklinghausen im März 2018

# Abkürzungen

<b>AB</b>	Arteria basilaris	<b>Cz</b>	Elektrodenposition zur Ableitung des EEG
<b>ACA</b>	Arteria cerebri anterior	<b>DADS</b>	distale erworbene demyelinisierende Polyneuropathie
<b>ACC</b>	A. carotis communis	<b>DCI</b>	<i>Delayed Cerebral Ischemia</i> ; verzögerte zerebrale Ischämie
<b>ACI</b>	A. carotis interna	<b>DCS</b>	direkte kortikale und subkortikale Stimulation
<b>AEP</b>	akustisch evozierte Potenziale	<b>DEGUM</b>	Dt. Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin
<b>AICA</b>	A. cerebelli anterior inferior	<b>DGKN</b>	Deutsche Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie
<b>ALS</b>	amyotrophe Lateralsklerose	<b>DGN</b>	Deutsche Gesellschaft für Neurologie
<b>Anti-SRP</b>	<i>Anti-Signal Recognition Particle</i> ; Anti-Signalerkennungspartikel	<b>dias.</b>	diastolisch
<b>ANS</b>	autonomes Nervensystem	<b>DLB</b>	Demenz mit <i>Lewy Bodies</i>
<b>ARDS</b>	<i>Acute Respiratory Distress Syndrome</i> ; akutes progressives Lungenversagen = Schocklunge	<b>DM</b>	Dermatomyositis
<b>ASA</b>	<i>Atrial septal Aneurysm</i> arterielles Septumaneurysma	<b>DML</b>	distal motorische Latenz
<b>ASB</b>	<i>Assisted spontaneous breathing</i> ; assistierte Spontanatmung	<b>DNS</b>	direkte Nervenstimulation
<b>BAEP</b>	<i>Brainstem Audiometry Evoked Potential</i> ; akustisches Hirnstammpotenzial	<b>DPP</b>	diabetische Radikuloplexopathie
<b>BB</b>	Blutbild	<b>ECCS</b>	extrakranielle Duplexsonografie
<b>bds.</b>	beidseitig	<b>ECD</b>	extrakranielle Dopplersonografie
<b>bpm.</b>	beats per minute	<b>EKP</b>	ergebniskorrelierte Potenziale
<b>BIPLEDS</b>	bilaterale periodische epileptiforme Entladungen	<b>EMG</b>	Elektromyografie
<b>BRN</b>	Blickrichtungsnystagmus	<b>ENG</b>	a) Elektroneurografie, b) Elektronystagmografie
<b>CAS</b>	<i>Carotid Artery Stenting</i> ; Stentlegung in der A. carotis	<b>ENyG</b>	Elektronystagmogramm
<b>CBS</b>	kortikobasales Syndrom	<b>EOG</b>	Elektro-Okulografie
<b>CCT</b>	kranielle Computertomografie	<b>EP</b>	evozierte Potenziale
<b>CIDP</b>	chronisch inflammatorische demyelinisierende Polyradikuloneuropathie	<b>EPU</b>	elektrophysiologische Untersuchung
<b>CIM</b>	<i>Critical-Illness-Myopathie</i>	<b>ER</b>	Entladungsrate (motorischer Einheiten)
<b>CIP</b>	<i>Critical-Illness-Polyneuropathie</i>	<b>ERB</b>	Erb'scher Punkt: Fossa supra-clavicularis
<b>CJK</b>	Creutzfeldt-Jakob-Erkrankung	<b>ET</b>	essenzieller Tremor
<b>CK</b>	Kreatinkinase	<b>ETP</b>	epilepsietypische Potenziale
<b>CMAP</b>	<i>Compound Muscle Action Potential</i> ; Muskelsummenaktionspotenzial	<b>FAEP</b>	frühe akustisch evozierte Potenziale
<b>CMT</b>	Charcot-Marie-Tooth-Erkrankung	<b>FEF</b>	frontales Augenfeld
<b>CP</b>	Elektrodenposition zur Ableitung des EEG	<b>FFT</b>	<i>Fast Fourier Transform</i> ; schnelle Fourier-Analyse
<b>CPAP</b>	kontinuierliche positive Überdruckbeatmung	<b>FOSMN-Syndrom</b>	<i>Facial Onset Sensory and Motor Neuropathy</i> ; sensorische und motorische Neuropathie mit Beginn im Gesicht
<b>CPP</b>	zerebraler Perfusionsdruck	<b>FSHD</b>	Fazio-skapulo-humerale Dystrophie
<b>CPT-II-Mangel</b>	Carnitin-Palmitoyl-Transferase-II-Mangel	<b>Fz</b>	Elektrodenposition zur Ableitung des EEG
<b>CRP</b>	C-reaktives Protein	<b>Fpz</b>	Elektrodenposition zur Ableitung des EEG
<b>CSP</b>	<i>Cortical silent Period</i> ; kortikale Innervationsstille	<b>GBS</b>	Guillain-Barré-Syndrom: akute Polyneuroradikulopathie
<b>CTA</b>	computertomografische Angiografie	<b>HF</b>	Herzfrequenz
<b>CTEA</b>	Carotis-Thrombendarteriektomie	<b>HITS</b>	<i>High-Intensity transient Signals</i> ;
<b>cVEMP</b>	zervikale vestibulär-evozierte myogene Potenziale	<b>HNPP</b>	hereditäre Neuropathie mit Neigung zur Drucklähmungen
<b>CVRF</b>	kardiovaskuläre Risikofaktoren	<b>HR-CT</b>	hochauflösende Computertomografie

<b>HU</b>	<i>Hounsfield</i> -Einheiten	<b>MSA</b>	Multisystematrophie
<b>i. S.</b>	im Sinne	<b>MSA-C</b>	MSA-Zerebellum
<b>ICA</b>	<i>Internal Carotid Artery</i> , A. carotis interna	<b>MSA-P</b>	MSA-Parkinson
<b>ICB</b>	intrazerebrale Blutung	<b>MSAP</b>	Muskelsummen-Aktionspotenzial
<b>ICP</b>	intrakranieller Druck	<b>MUAP</b>	<i>Motor unit action potential</i> ; Aktionspotenzial motorischer Einheit
<b>ICSD3</b>	<i>International Classification of Sleep Disorders</i> , Version 3; Internationale Klassifikation von Schlafstörungen	<b>NA</b>	Noradrenalin
<b>IFCN</b>	Internationale Fachgesellschaft für klinische Neurophysiologie	<b>NAP</b>	Nervenaktionspotenzial
<b>IHA</b>	irreversibler Hirnfunktionsausfall, „Hirntod“	<b>NASCET</b>	<i>North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial</i> ; Stenosegrad-Definition
<b>IMNM</b>	immun-medierte nekrotisierende Myopathie	<b>NC</b>	Nucleus caudatus
<b>IMT</b>	<i>Intima-Media-Thickness</i> : Intima-Media-Komplex	<b>NCSE</b>	<i>Non-convulsive Status Epilepticus</i> ; nicht-convulsiver Status epilepticus
<b>INO</b>	internukleäre Ophthalmoplegie	<b>NeuroPhy</b>	Neurophysiologie
<b>IONM</b>	intraoperatives neurophysiologisches Monitoring	<b>NKS</b>	Nervenkompressionssyndrom
<b>IPS</b>	idiopathisches Parkinsonsyndrom	<b>NKSE</b>	Nicht-convulsiver Status epilepticus (vgl. NCSE)
<b>IRDA</b>	intermittierende rhythmische Delta-Aktivität	<b>NLG</b>	Nervenleitgeschwindigkeit
<b>KADN</b>	kardiale diabetische autonome Neuropathie	<b>NMOSD</b>	<i>Neuromyelitis optica spectrum disorder</i> ; Neuromyelitis-optica-Spektrum-Erkrankungen
<b>KIT</b>	Kopfpulstest	<b>NNM</b>	multifokale motorische Neuropathie
<b>KRE</b>	komplex repetitive Entladungen	<b>NPP</b>	neoplastische Plexopathie
<b>KST</b>	kortikospinaler Trakt	<b>NSE</b>	neuronenspezifische Endolase
<b>LBD</b>	Lewy-Körperchen-Demenz	<b>OEMG</b>	Oberflächen-EMG
<b>LEMS</b>	Lambert-Eaton-Myasthenie-Syndrom	<b>OKN</b>	optokinetischer Nystagmus
<b>LGMD</b>	<i>Limb Girdle Muscle Dystrophy</i>	<b>OSAS</b>	obstruktives Schlaf-Apnoe-Syndrom
<b>LPD</b>	lateralisierte periodische Entladungen	<b>oVEMP</b>	okuläre vestibulär-evozierte myogene Potenziale
<b>LSP</b>	lumbosakraler Plexus	<b>PCA</b>	<i>Posterior cerebral Artery</i> ; A. cerebri posterior
<b>MAA</b>	Myositis-assoziierte Antikörper	<b>PEF</b>	parietales Augenfeld
<b>MADSAM</b>	multifokale erworbene demyelinisierende sensorische und motorische Neuropathie (Lewis-Sumner-Syndrom)	<b>PET</b>	Positronen-Emissionstomografie
<b>MAP</b>	Muskelaktionspotenzial	<b>PFO</b>	persistierendes Foramen ovale
<b>mAP</b>	mittlerer arterieller Druck	<b>PLEDS</b>	periodisch lateralisierte epileptiforme Entladungen
<b>MCA</b>	<i>Middle cerebral Artery</i> ; Arteria cerebri media	<b>PM</b>	Polymyositis
<b>MCD</b>	<i>Mean consecutive Difference</i>	<b>PME</b>	Potenziale motorischer Einheiten
<b>MD</b>	Muskeldystrophie	<b>PML</b>	periphere motorische Leitzeit
<b>MEP</b>	magnetisch evoziertes motorisches Potenzial	<b>PNP</b>	Polyneuropathie
<b>MFS</b>	Miller-Fisher-Syndrom	<b>POTS</b>	posturales orthostatisches Tachykardiesyndrom
<b>MLF</b>	Fasciculus longitudinalis medialis: mittleres Längsbündel	<b>PPRF</b>	paramediane pontine retikuläre Formation
<b>MMN</b>	multifokale motorische Neuropathie	<b>PRF</b>	Pulsrepetitionsfrequenz
<b>MMST</b>	Mini-Mental-Status-Test	<b>PSA</b>	pathologische Spontanaktivität
<b>MN</b>	Motoneuron	<b>PSG</b>	Polysomnografie
<b>MoCA</b>	<i>Montreal Cognitive Assessment</i>	<b>PSP</b>	progressive supranukleäre Blickparese
<b>MRA</b>	Magnetresonanztomografie	<b>PSV</b>	<i>Peak Systolic Velocity</i> ; systolische Spitzengeschwindigkeit
<b>MRT</b>	Magnetresonanztomografie	<b>PSZ</b>	Perfusionsszintigrafie des Gehirns
<b>MS</b>	Multiple Sklerose	<b>ptiO<sub>2</sub></b>	partieller zerebraler Sauerstoffdruck
		<b>REM</b>	Rapid Eye Movement
		<b>RR</b>	arterieller Blutdruck



## Abkürzungen

---

<b>riMLF</b>	rostraler interstitieller Kern des mittleren Längsbündels	<b>TCCS</b>	transkranielle Duplexsonografie
<b>RL-BÄK</b>	Richtlinien der Bundesärztekammer	<b>TCD</b>	transkranielle Dopplersonografie
<b>s</b>	Sekunde(n)	<b>TEA</b>	Thrombendarteriektomie
<b>SD</b>	<i>Standard deviation</i> ; Standardabweichung	<b>TES</b>	transkranielle elektrische Stimulation
<b>SEP</b>	somatosensorisch evoziertes Potenzial	<b>TIA</b>	transitorische ischämische Attacke
<b>SGTKA</b>	Status generalisierter tonisch-klonischer Anfälle	<b>TLOC</b>	<i>Transient Loss of Consciousness</i> ; transienter Bewusstseinsverlust
<b>SHT</b>	Schädel-Hirn-Trauma	<b>TMS</b>	transkranielle Magnetstimulation
<b>SN</b>	Substantia nigra	<b>TOS</b>	Thoracic-Outlet-Syndrom; Schultergürtel-Kompressionssyndrom
<b>SNAP</b>	sensibles Nervenaktionspotenzial	<b>TRT</b>	<i>Total Recording Time</i> : Aufzeichnungszeit in der PSG
<b>SNR</b>	Signal-Rausch-Verhältnis	<b>TST</b>	<i>Total Sleep Time</i> : Gesamtschlafzeit
<b>SPN</b>	Spontannystagmus	<b>VA</b>	<i>Vertebral Artery</i> ; Vertebralarterie
<b>SSRI</b>	Serotonin-Wiederaufnahmemhemmer	<b>VEP</b>	visuell evozierte Potenziale
<b>STIR</b>	<i>Short Tau Inversion Recovery</i> ; eine Pulssequenz in der Magnetresonanztomografie	<b>VOR</b>	vestibulo-okulärer Reflex
<b>sys.</b>	systolisch	<b>VR</b>	Valsalva-Ratio
<b>Tbc</b>	Tuberkulose	<b>ZML</b>	zentralmotorische Leitungszeit
		<b>ZNS</b>	zentrales Nervensystem

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Kompressionssyndrome peripherer Nerven</b> .....	21			
	<i>Christian Bischoff (München), Wilhelm Schulte-Mattler (Regensburg), Ulf Schminke (Greifswald)</i>				
1.1	Definition .....	21	1.4.4	Supinatorlogensyndrom. ....	27
1.2	Übersicht über Kompressions- syndrome .....	21	1.4.5	N.-radialis-Kompression am Oberarm – Fallhand .....	27
1.3	Allgemeines Vorgehen – von der Diagnose zur Therapie.....	22	1.4.6	Incisura-scapulae-Syndrom.....	28
1.4	Spezielle Fragestellungen.....	23	1.4.7	Meralgia paraesthetica.....	28
1.4.1	Karpaltunnelsyndrom .....	23	1.4.8	N. peroneus (fibularis) Kompression – Fallfuß.....	29
1.4.2	Loge de Guyon (distale N. ulnaris Läsion) .	24	1.4.9	Tarsaltunnelsyndrom .....	30
1.4.3	Kubitaltunnelsyndrom / Kompression des N. ulnaris am Ellbogen.....	25	1.4.10	Literatur .....	31
<b>2</b>	<b>Radikuläre und Plexusläsionen</b> .....	32			
	<i>Christian Ritter (Köln), Helmar C. Lehmann (Köln), Christian Bischoff (München)</i>				
2.1	Definition .....	32	2.3.3	Neuritis des Plexus lumbosacralis.....	34
2.2	Allgemeines Vorgehen – von der Diagnose zur Therapie.....	32	2.3.4	Diabetische Radikuloplexopathie .....	35
2.3	Spezielle Fragestellungen.....	33	2.3.5	Thoracic-Outlet-Syndrom (TOS) .....	35
2.3.1	Radikulopathien .....	33	2.3.6	Radiogene Läsion des Plexus brachialis...	36
2.3.2	Neuritis des Plexus brachialis (neuralgische Schulteramyotrophie) .....	34	2.3.7	Neoplastische Läsion des Plexus brachialis	36
			<b>2.4</b>	<b>Literatur</b> .....	36
<b>3</b>	<b>Polyneuropathie</b> .....	37			
	<i>Helmut Buchner (Recklinghausen), Reinhard Kiefer (Rotenburg)</i>				
3.1	Definition .....	37	3.3.3	Weitere Typisierung nach Bestätigung einer PNP .....	41
3.2	Allgemeines diagnostisches Vorgehen und klinische Klassifikation .....	37	<b>3.4</b>	<b>Spezielle Fragestellungen</b> .....	44
3.3	Neurophysiologie .....	38	<b>3.5</b>	<b>Literatur</b> .....	45
3.3.1	Wahl der Methoden .....	38			
3.3.2	Bewertungen .....	40			
<b>4</b>	<b>Nerventrauma</b> .....	46			
	<i>Wilhelm Schulte-Mattler (Regensburg), Christian Bischoff (München), Ulf Schminke (Greifswald)</i>				
4.1	Definition .....	46			
4.2	Allgemeines Vorgehen – von der Diagnose zur Therapie.....	46			
4.3	Literatur.....	50			

<b>5</b>	<b>Myopathie</b> .....	51		
	<i>Hubertus Axer (Jena), Stefan Quasthoff (Graz), Julia Wanschitz (Innsbruck)</i>			
<b>5.1</b>	<b>Definition</b> .....	51	<b>5.3.3</b>	Muskeldystrophien .....
<b>5.2</b>	<b>Allgemeines Vorgehen – von der Diagnose zu Therapie</b> .....	51	<b>5.3.4</b>	Distale Myopathien .....
<b>5.3</b>	<b>Spezielle Fragestellungen</b> .....	55	<b>5.3.5</b>	Metabolische Myopathien .....
5.3.1	Entzündliche Myopathien .....	55	<b>5.3.6</b>	Asymptomatische HyperCKämie .....
5.3.2	Critical-Illness-Myopathie .....	55	<b>5.4</b>	<b>Literatur</b> .....
				55
<b>6</b>	<b>Neuromuskuläre Übertragungsstörungen</b> .....	56		
	<i>Jörn Peter Sieb (Stralsund)</i>			
<b>6.1</b>	<b>Definition</b> .....	56	<b>6.3.2</b>	Lambert-Eaton-Syndrom .....
<b>6.2</b>	<b>Allgemeines Vorgehen – von der Diagnose zur Therapie</b> .....	56	<b>6.3.3</b>	Botulismus .....
<b>6.3</b>	<b>Spezielle Erkrankungen</b> .....	56	<b>6.3.4</b>	Kongenitale Myasthenie-Syndrome .....
6.3.1	Myasthenia gravis .....	56	<b>6.4</b>	<b>Literatur</b> .....
				60
<b>7</b>	<b>Muskelsteife/Myotonie</b> .....	61		
	<i>Wilhelm Schulte-Mattler (Regensburg)</i>			
<b>7.1</b>	<b>Definition</b> .....	61	<b>7.3</b>	<b>Literatur</b> .....
<b>7.2</b>	<b>Allgemeines Vorgehen – von der Diagnose zur Therapie</b> .....	61		62
<b>8</b>	<b>Motoneuron-Erkrankungen</b> .....	63		
	<i>Reinhard Dengler (Hannover)</i>			
<b>8.1</b>	<b>Definition</b> .....	63	<b>8.4</b>	<b>Spezielle Diagnostik des oberen Motoneurons</b> .....
<b>8.2</b>	<b>Allgemeines Vorgehen</b> .....	63	8.4.1	Threshold-Tracking (TMS) .....
<b>8.3</b>	<b>Spezielle Diagnostik des unteren Motoneurons</b> .....	63	8.4.2	Triple-Stimulation .....
8.3.1	Nadel-EMG .....	63	<b>8.5</b>	<b>Literatur</b> .....
8.3.2	Neuromuskulärer Ultraschall (US) .....	63		64
8.3.3	Elektroneurografie (ENG) .....	63		
<b>9</b>	<b>Hirnnervenläsionen</b> .....	65		
	<i>Peter P. Urban (Hamburg)</i>			
<b>9.1</b>	<b>Definition</b> .....	65	<b>9.3.5</b>	N. facialis (VII) .....
<b>9.2</b>	<b>Allgemeines Vorgehen – zur Diagnose</b> .....	65	<b>9.3.6</b>	N. vestibulocochlearis (VIII) .....
<b>9.3</b>	<b>Spezielle Fragestellungen</b> .....	65	<b>9.3.7</b>	N. glossopharyngeus (IX) .....
9.3.1	N. olfactorius (I) .....	65	<b>9.3.8</b>	N. vagus (X) .....
9.3.2	N. opticus (II) .....	66	<b>9.3.9</b>	N. accessorius (XI) .....
9.3.3	N. oculomotorius, N. trochlearis und N. abducens (N. III, IV, VI) .....	68	<b>9.3.10</b>	N. hypoglossus (XII) .....
9.3.4	N. trigeminus (V) .....	69	<b>9.4</b>	<b>Literatur</b> .....
				72

<b>10</b>	<b>Neurovaskuläre Erkrankungen – Ultraschalldiagnostik</b> .....	73		
	<i>Martin Eicke (Idar-Oberstein), Klaus Gröschel (Mainz), Judith Harrer-Haag (St. Ingbert)</i>			
<b>10.1</b>	<b>Definition</b> .....	73	<b>10.3.3</b>	Ultraschall in der Primärprophylaxe von Schlaganfällen .....
<b>10.2</b>	<b>Allgemeines Vorgehen</b> .....	73	<b>10.3.4</b>	Andere Erkrankungen .....
<b>10.3</b>	<b>Spezielle Erkrankungen</b> .....	74	<b>10.4</b>	<b>Literatur</b> .....
10.3.1	Ultraschall bei akutem Schlaganfall .....	74		
10.3.2	Ultraschall in der Sekundärprophylaxe des akuten Schlaganfalls .....	77		
<b>11</b>	<b>Epilepsie und Enzephalopathie</b> .....	87		
	<i>Soheyl Noachtar (München) und Elisabeth Hartl (München)</i>			
<b>11.1</b>	<b>Epilepsie – Definition</b> .....	87	<b>11.2.2</b>	EEG-Syndrombestimmung .....
11.1.1	Klassifikation der Epilepsien .....	87	<b>11.2.3</b>	Indikation für Aktivierungsmaßnahmen ..
11.1.2	Differenzialdiagnose paroxysmaler Ereignisse .....	88	<b>11.3</b>	<b>Enzephalopathie – Definition</b> .....
<b>11.2</b>	<b>Spezielle Indikationen und Stellenwert des EEG</b> .....	88	<b>11.4</b>	<b>Enzephalopathie – Schweregrad</b> .....
11.2.1	Sensitivität und Spezifität des EEG bei Epilepsie .....	88	<b>11.5</b>	<b>Status epilepticus</b> .....
			<b>11.6</b>	<b>Literatur</b> .....
<b>12</b>	<b>Zentral demyelinisierende Störungen</b> .....	99		
	<i>Helmut Buchner (Recklinghausen)</i>			
<b>12.1</b>	<b>Definition, Übersicht, Systematik</b> .....	99	<b>12.3.4</b>	Adrenomyeloneuropathie .....
<b>12.2</b>	<b>Allgemeines Vorgehen – zur Diagnose</b> .....	99	<b>12.3.5</b>	Demyelinisierende Störung zentraler Bahnen zusammen mit peripheren Nerven .....
<b>12.3</b>	<b>Spezielle Fragestellungen</b> .....	101	<b>12.4</b>	<b>Literatur</b> .....
12.3.1	Multiple Sklerose .....	101		
12.3.2	Retrobulbärneuritis .....	101		
12.3.3	Neuromyelitis optica spectrum disorder (NMOSD) .....	101		
<b>13</b>	<b>Erkrankungen des Rückenmarks</b> .....	102		
	<i>Peter Schwenkreis (Bochum), Martin Tegenthoff (Bochum)</i>			
<b>13.1</b>	<b>Definition</b> .....	102	<b>13.3.3</b>	Entzündliche Rückenmarkserkrankungen
<b>13.2</b>	<b>Allgemeines Vorgehen – von der Diagnose zur Therapie</b> .....	102	<b>13.3.4</b>	Zervikale Myelopathie .....
<b>13.3</b>	<b>Spezielle Fragestellungen</b> .....	104	<b>13.3.5</b>	Psychogene Querschnittslähmung .....
13.3.1	Traumatische Rückenmarksverletzung ..	104	<b>13.4</b>	<b>Literatur</b> .....
13.3.2	Vaskuläre Rückenmarkserkrankungen ..	105		

<b>14</b>	<b>Bewegungsstörungen – Tremor</b> .....	106		
	<i>Alfons Schnitzler (Düsseldorf)</i>			
<b>14.1</b>	<b>Definition</b> .....	106	<b>14.4.7</b>	Zerebelläre Tremorsyndrome .....
<b>14.2</b>	<b>Klassifikation</b> .....	106	<b>14.4.8</b>	Holmes-Tremor .....
14.2.1	Tremoreigenschaften .....	106	<b>14.4.9</b>	Kortikaler Tremor .....
14.2.2	Anamnestische und klinische Information .....	106	<b>14.4.10</b>	FXTAS .....
			<b>14.4.11</b>	Psychogener Tremor .....
<b>14.3</b>	<b>Allgemeines Vorgehen</b> .....	106	<b>14.5</b>	<b>Spezielle Fragestellungen</b> .....
<b>14.4</b>	<b>Charakteristika der häufigsten Tremorsyndrome</b> .....	106	<b>14.5.1</b>	Myoklonien .....
14.4.1	Essenzieller Tremor (ET) .....	106	<b>14.5.2</b>	Epilepsia partialis continua .....
14.4.2	Verstärkter physiologischer Tremor .....	106	<b>14.5.3</b>	Klonus .....
14.4.3	Medikamentös/toxisch induzierter Tremor .....	106	<b>14.6</b>	<b>Therapie verschiedener Tremorsyndrome</b> .....
14.4.4	Tremor bei Parkinson-Syndromen .....	108	<b>14.7</b>	<b>Literatur</b> .....
14.4.5	Primärer orthostatischer Tremor .....	108		
14.4.6	Aufgaben- und positionsspezifische Tremores .....	108		
<b>15</b>	<b>Bewegungsstörungen – Parkinsonsyndrome</b> .....	110		
	<i>Stefan J. Groiss (Düsseldorf), Alfons Schnitzler (Düsseldorf)</i>			
<b>15.1</b>	<b>Definition</b> .....	110	<b>15.3.7</b>	Elektroenzephalografie .....
<b>15.2</b>	<b>Allgemeines Vorgehen</b> .....	110	<b>15.3.8</b>	Posturografie .....
<b>15.3</b>	<b>Spezielle Fragestellungen</b> .....	111	<b>15.3.9</b>	Transkranielle Sonografie des Hirnparenchyms .....
15.3.1	Elektromyogramm (EMG) .....	111	<b>15.3.10</b>	Optische Kohärenztomografie (OCT) .....
15.3.2	Autonome Diagnostik .....	111	<b>15.3.11</b>	Extrakranielle und transkranielle Doppler-/Duplexsonografie der hirnersorgenden Gefäße .....
15.3.3	Okulografie .....	111	<b>15.4</b>	<b>Literatur</b> .....
15.3.4	Transkranielle Magnetstimulation/ Motorisch evozierte Potenziale .....	111		
15.3.5	Evozierte Potenziale .....	112		
15.3.6	Long-Loop-Reflexe .....	112		
<b>16</b>	<b>Schwindel und Störungen der Blickmotorik</b> .....	114		
	<i>Wolfgang Heide (Celle)</i>			
<b>16.1</b>	<b>Definition und Differenzialdiagnose Schwindel</b> .....	114	<b>16.3</b>	<b>Allgemeines Vorgehen – von der Diagnose zur Therapie</b> .....
16.1.1	Vestibulärer Schwindel (Vertigo) .....	114	<b>16.3.1</b>	Schwindel .....
16.1.2	Differenzialdiagnostik Vertigo .....	115	<b>16.3.2</b>	Augenbewegungsstörungen .....
<b>16.2</b>	<b>Definition und Differenzialdiagnose von Augenbewegungsstörungen</b> .....	115	<b>16.4</b>	<b>Spezielle Fragestellungen</b> .....
16.2.1	Infranukleäre Augenbewegungsstörungen: .....	116	<b>16.4.1</b>	Differenzialdiagnose des Nystagmus .....
16.2.2	Supranukleäre Augenbewegungsstörungen .....	117	<b>16.4.2</b>	Topische Diagnose häufiger Okulomotorikstörungen bei Hirnstammläsionen .....
			<b>16.5</b>	<b>Literatur</b> .....

<b>17</b>	<b>Autonome Störungen</b> .....	124		
	<i>Carl-Abrecht Haensch (Mönchengladbach), Anke Lührs (Braunschweig)</i>			
<b>17.1</b>	<b>Definition</b> .....	124	<b>17.3.4</b>	Parkinson-Syndrome .....
<b>17.2</b>	<b>Allgemeines Vorgehen – von der Diagnose zur Therapie</b> .....	124	<b>17.3.5</b>	Diabetes mellitus.....
<b>17.3</b>	<b>Spezielle Krankheitsbilder</b> .....	124	<b>17.3.6</b>	Guillain-Barré-Syndrom.....
17.3.1	Passagerer Bewusstseinsverlust – Tran- sient Loss of Consciousness (TLOC).....	124	<b>17.3.7</b>	Neurogene Blasenentleerungsstörungen..
17.3.2	Synkopen .....	125	<b>17.3.8</b>	Small-Fiber-Neuropathie .....
17.3.3	Orthostatische Intoleranz .....	125	<b>17.4</b>	<b>Literatur</b> .....
				127
<b>18</b>	<b>Schlafstörungen (Polysomnografie)</b> .....	128		
	<i>Peter Young (Münster), Anna Heidbreder (Münster)</i>			
<b>18.1</b>	<b>Definition</b> .....	128	<b>18.3.3</b>	Leitsymptom „Exzessive Tagesschläfrigkeit mit oder ohne Kataplexie“ .....
<b>18.2</b>	<b>Allgemeines Vorgehen – von der Diagnose zur Therapie</b> .....	128	<b>18.3.4</b>	Leitsymptom „Ein- und Durchschlaf- störungen (Insomnie)“ .....
<b>18.3</b>	<b>Spezielle Fragestellungen</b> .....	129	<b>18.4</b>	<b>Literatur</b> .....
18.3.1	Leitsymptom „Tagesschläfrigkeit“.....	129		132
18.3.2	Leitsymptom „Schlaf-Apnoe“ .....	130		
<b>19</b>	<b>Kognitive Störungen bei Demenz und Delir</b> .....	133		
	<i>Oliver Pogarell (München)</i>			
<b>19.1</b>	<b>Definition</b> .....	133	<b>19.2</b>	<b>Allgemeines Vorgehen</b> .....
19.1.1	Differenzialdiagnose .....	133	<b>19.3</b>	<b>Spezielle Fragestellungen</b> .....
19.1.2	Neurophysiologische Klassifikation und Kriterien .....	133	<b>19.4</b>	<b>Literatur</b> .....
				134
<b>20</b>	<b>Intraoperatives Monitoring</b> .....	135		
	<i>Andrea Szélényi (München), Cordula Matthies (Würzburg), Julian Prell (Halle), Georg Neuloh (Aachen)</i>			
<b>20.1</b>	<b>Definition</b> .....	135	<b>20.5</b>	<b>Spezielles Neuromonitoring der jeweiligen Bahnsysteme und besondere Techniken</b> .....
<b>20.2</b>	<b>Allgemeine Anforderungen</b> .....	135	20.5.1	Direkte Stimulationsverfahren und Spontanes EMG .....
<b>20.3</b>	<b>Vorbereitung und Durchführung des Neuromonitorings</b> .....	135	20.5.2	Evozierte Potenziale .....
<b>20.4</b>	<b>Technische Empfehlungen</b> .....	136	<b>20.6</b>	<b>Literatur</b> .....
				143
<b>21</b>	<b>Intensivmedizin – Diagnostik, Monitoring, Prognose</b> .....	144		
	<i>Helmut Buchner (Recklinghausen), Christian Roth (Kassel)</i>			
<b>21.1</b>	<b>Definition</b> .....	144	<b>21.2.3</b>	Spezielle Fragestellungen/ spezielle Erkrankungen .....
<b>21.2</b>	<b>Allgemeines Vorgehen – von der Diagnose zur Therapie</b> .....	144	<b>21.3</b>	<b>Literatur</b> .....
21.2.1	Diagnose, Verlaufsuntersuchungen, Therapiekontrolle und Prognose.....	144		156
21.2.2	Besonderheiten der Untersuchungs- techniken auf der Intensivstation .....	145		

<b>22</b>	<b>Neurorehabilitation</b> .....	157		
	<i>Stefan Knecht (Meerbusch)</i>			
<b>22.1</b>	<b>Definition</b> .....	157	<b>22.3.2</b>	Rückenmarksschädigung .....
<b>22.2</b>	<b>Allgemeines Vorgehen – von der Diagnose zur Therapie</b> .....	157	<b>22.3.3</b>	Bein- oder Armplegie .....
<b>22.3</b>	<b>Spezielle Fragestellungen</b> .....	157	<b>22.4</b>	<b>Literatur</b> .....
<b>22.3.1</b>	Reaktionslose Wachheit .....	157		
<b>23</b>	<b>Hirntod-Diagnostik</b> .....	159		
	<i>Uwe Walter (Rostock)</i>			
<b>23.1</b>	<b>Definition</b> .....	159	<b>23.6</b>	<b>Perfusionsszintigrafie</b> .....
<b>23.2</b>	<b>Elektroenzephalografie (EEG)</b> .....	159	<b>23.7</b>	<b>Computertomografische Angiografie (CTA)</b> .....
<b>23.3</b>	<b>Frühe akustisch evozierte Potenziale (FAEP)</b> .....	162	<b>23.8</b>	<b>Selektive arterielle Angiografie</b> .....
<b>23.4</b>	<b>Somatosensorisch evozierte Potenziale (SEP)</b> .....	163	<b>23.9</b>	<b>Literatur</b> .....
<b>23.5</b>	<b>Doppler-/Duplexsonografie</b> .....	163		
<b>24</b>	<b>Methodik der Neurografie – motorische und sensible Neurografie</b> .....	166		
	<i>Christian Bischoff (München), Wilhelm Schulte-Mattler (Regensburg)</i>			
<b>24.1</b>	<b>Indikationen</b> .....	166	<b>24.4</b>	<b>Befunde</b> .....
<b>24.2</b>	<b>Allgemeine Anforderungen</b> .....	166	<b>24.4.1</b>	Leitungsblock .....
<b>24.3</b>	<b>Spezielle Techniken</b> .....	167	<b>24.4.2</b>	Demyelinisierung .....
<b>24.3.1</b>	Motorische Neurografie .....	167	<b>24.4.3</b>	Axonale Läsion .....
<b>24.3.2</b>	F-Welle .....	168	<b>24.4.4</b>	Befundinterpretation .....
<b>24.3.3</b>	Sensible Neurografie .....	170	<b>24.5</b>	<b>Repetitive (Serien-) Stimulation</b> .....
			<b>24.6</b>	<b>Literatur</b> .....
<b>25</b>	<b>Methodik der Myografie</b> .....	174		
	<i>Christian Bischoff (München), Wilhelm Schulte-Mattler (Regensburg)</i>			
<b>25.1</b>	<b>Indikationen</b> .....	174	<b>25.3</b>	<b>Einzelfaser-EMG</b> .....
<b>25.2</b>	<b>Allgemeine Anforderungen</b> .....	174	<b>25.4</b>	<b>Literatur</b> .....
<b>26</b>	<b>Methodik der Nervensonografie</b> .....	181		
	<i>Ulf Schminke (Greifswald)</i>			
<b>26.1</b>	<b>Indikation</b> .....	181	<b>26.4</b>	<b>Auswertung und Normalwerte</b> .....
<b>26.2</b>	<b>Allgemeine Anforderungen</b> .....	181	<b>26.5</b>	<b>Literatur</b> .....
<b>26.3</b>	<b>Technische Empfehlungen</b> .....	182		

<b>27</b>	<b>Methodik Muskelsonografie</b> .....	185		
	<i>Alexander Grimm (Tübingen), Hubertus Axer (Jena), Stefan Quasthoff (Graz)</i>			
<b>27.1</b>	<b>Allgemeine Anforderungen</b> .....	185	<b>27.3</b>	<b>Auswertung und Normalwerte</b> .....
<b>27.2</b>	<b>Technische Empfehlungen</b> .....	185	<b>27.4</b>	<b>Literatur</b> .....
				188
<b>28</b>	<b>Methodik der Untersuchung von Hirnnerven und Hirnstammreflexen</b> .....	189		
	<i>Peter P. Urban (Hamburg)</i>			
<b>28.1</b>	<b>Allgemeine Anforderungen</b> .....	189	<b>28.2</b>	<b>Literatur</b> .....
				194
<b>29</b>	<b>Methodik Doppler- / Duplexsonografie</b> .....	195		
	<i>Klaus Gröschel (Mainz)</i>			
<b>29.1</b>	<b>Extrakranielle Doppler-/ Duplexsonografie</b> .....	195	<b>29.2</b>	<b>Intrakranielle Doppler-/ Duplexsonografie</b> .....
			<b>29.3</b>	<b>Literatur</b> .....
				199
<b>30</b>	<b>Methodik EEG: Stellenwerte und technische Voraussetzungen der EEG-Untersuchung</b> .....	200		
	<i>Elisabeth Hartl (München), Soheyl Noachtar (München)</i>			
<b>30.1</b>	<b>Indikationen</b> .....	200	<b>30.4</b>	<b>Technische Empfehlungen</b> .....
<b>30.2</b>	<b>Allgemeine Anforderungen</b> .....	200	<b>30.5</b>	<b>Auswertung und Normalbefunde</b> .....
<b>30.3</b>	<b>Fehler und Artefakte erkennen und beseitigen</b> .....	204	<b>30.6</b>	<b>Literatur</b> .....
				208
<b>31</b>	<b>Methodik evozierte Potenziale – VEP/SEP/AEP/MEP</b> .....	209		
	<i>Helmut Buchner (Recklinghausen), Volker Milnik (Düren)</i>			
<b>31.1</b>	<b>Allgemeine Anforderungen</b> .....	209	<b>31.5</b>	<b>Somatosensorisch evozierte Potenziale (SEP)</b> .....
<b>31.2</b>	<b>Technische Empfehlungen</b> .....	209		
<b>31.3</b>	<b>Visuell evozierte Potenziale (VEP)</b> .....	211	<b>31.5.1</b>	Parameter .....
<b>31.3.1</b>	Parameter .....	211	<b>31.5.2</b>	Indikationen .....
<b>31.3.2</b>	Indikation .....	212	<b>31.5.3</b>	Allgemeine Anforderungen .....
<b>31.3.3</b>	Anforderungen .....	212	<b>31.5.4</b>	Häufige Fehlerquellen und ihre Vermeidung .....
<b>31.3.4</b>	Häufige Fehlerquellen und ihre Vermeidung .....	212	<b>31.5.5</b>	Wertung von Befunden .....
<b>31.3.5</b>	Wertung von Befunden .....	212		
<b>31.4</b>	<b>Akustisch evozierte Potenziale (AEP)</b> ..	213	<b>31.6</b>	<b>Magnetisch evozierte motorische Potenziale (MEP)</b> .....
<b>31.4.1</b>	Parameter .....	213		
<b>31.4.2</b>	Indikationen .....	213	<b>31.6.1</b>	Parameter .....
<b>31.4.3</b>	Anforderungen .....	213	<b>31.6.2</b>	Indikationen .....
<b>31.4.4</b>	Häufige Fehlerquellen und ihre Vermeidung .....	214	<b>31.6.3</b>	Anforderungen .....
<b>31.4.5</b>	Wertung von Befunden .....	214	<b>31.6.4</b>	Häufige Fehlerquellen und ihre Vermeidung .....
			<b>31.6.5</b>	Wertung von Befunden .....
				219
			<b>31.7</b>	<b>Literatur</b> .....
				219



<b>32</b>	<b>Methodik Oberflächen EMG – Tremorregistrierung</b> .....	220		
	<i>Christina J. Hartmann (Düsseldorf), Alfons Schnitzler (Düsseldorf)</i>			
<b>32.1</b>	<b>Indikation</b> .....	220	<b>32.4</b>	<b>Nachbearbeitung</b> .....
<b>32.2</b>	<b>Voraussetzungen</b> .....	220	<b>32.5</b>	<b>Auswertung</b> .....
<b>32.3</b>	<b>Durchführung</b> .....	220	<b>32.6</b>	<b>Literatur</b> .....
<b>33</b>	<b>Methodik Hirnparenchym – Sonografie</b> .....	221		
	<i>Lars Wojtecki (Düsseldorf), Alfons Schnitzler (Düsseldorf)</i>			
<b>33.1</b>	<b>Definition</b> .....	221	<b>33.3</b>	<b>Auswertung und Normalwerte</b> .....
<b>33.2</b>	<b>Allgemeine Anforderungen</b> .....	221	<b>33.4</b>	<b>Literatur</b> .....
<b>34</b>	<b>Methodik der Nystagmo-/Okulografie</b> .....	223		
	<i>Wolfgang Heide (Celle)</i>			
<b>34.1</b>	<b>Okulografische Methoden</b> .....	223	<b>34.3</b>	<b>Vorbereitung, Randbedingungen und Ausführung der Untersuchung</b> ....
34.1.1	Elektro-Okulografie .....	223	<b>34.4</b>	<b>Untersuchungsablauf und Auswertung</b> .....
34.1.2	Search-Coil-(Magnetspulen)-Systeme ....	223	<b>34.5</b>	<b>Literatur</b> .....
34.1.3	Video-Okulografie (VOG).....	224		
<b>34.2</b>	<b>Klinische Anwendung und Indikationen</b> .....	224		
<b>35</b>	<b>Methodik der autonomen Testung</b> .....	228		
	<i>Carl-Albrecht Haensch (Mönchengladbach), Anke Lührs (Braunschweig)</i>			
<b>35.1</b>	<b>Prinzipien autonomer Testung</b> .....	228	<b>35.5</b>	<b>Quantitativer Sudomotor-Axon-Reflextest</b> .....
<b>35.2</b>	<b>Kipptischtestung</b> .....	228	<b>35.6</b>	<b>Nuklearmedizinische Untersuchung der Innervation des Herzens</b> .....
<b>35.3</b>	<b>Herzfrequenzvariabilität bei vertiefter Respiration</b> .....	228	<b>35.7</b>	<b>Sympathische Hautreaktion</b> .....
<b>35.4</b>	<b>Valsalva-Manöver</b> .....	229	35.7.1	Literatur .....
<b>36</b>	<b>Methodik der Polysomnografie</b> .....	232		
	<i>Anna Heidbreder (Münster), Peter Young (Münster)</i>			
<b>36.1</b>	<b>Definition</b> .....	232	<b>36.3</b>	<b>Allgemeine Anforderungen</b> .....
<b>36.2</b>	<b>Generelle Parameter</b> .....	232	36.3.1	Geräte und Raum.....
36.2.1	Einteilung der Schlafstadien .....	232	36.3.2	Vorbereitung und Ausführung .....
36.2.2	Arousal Events/Weckreaktionen.....	232	36.3.3	Technische Empfehlungen.....
36.2.3	Kardiale Parameter und Ereignisse.....	232	<b>36.4</b>	<b>Auswertung und Normwerte</b> .....
36.2.4	Bewegung.....	232	<b>36.5</b>	<b>Literatur</b> .....
36.2.5	Respiratorische Ereignisse .....	232		
	<b>Sachverzeichnis</b> .....			239

# Anschriften

## Herausgeber

Prof. Dr. med. Christian **Bischoff**  
Neurologische Gemeinschaftspraxis  
Burgstr. 7  
80331 München

Prof. Dr. med. Helmut **Buchner**  
Klinikum Vest - Knappschafts-Krankenhaus  
Dorstener Str. 151  
45657 Recklinghausen

## Mitarbeiter

Prof. Dr. med. Hubertus **Axer**  
Universitätsklinikum Jena  
Hans Berger Klinik für Neurologie  
Am Klinikum 1  
07747 Jena

Prof. Dr. med. Reinhard **Dengler**  
Medizinische Hochschule Hannover  
Neurologische Klinik  
Carl-Neuberg-Str. 1  
30625 Hannover

PD Dr. med. Martin **Eicke**  
Klinikum Idar-Oberstein GmbH  
Neurologische Universitätsklinik  
Dr.-Ottmar-Kohler-Str. 2  
55743 Idar-Oberstein

PD Dr. med. Alexander **Grimm**  
Universitätsklinikum Tübingen  
Neurologische Klinik und Poliklinik  
Hoppe-Seyler-Str. 3  
72076 Tübingen

Dr. med. Stefan **Groiss**  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Klinik für Neurologie – Bewegungsstörungen  
und Neuromodulation  
Institut für Klinische Neurowissenschaften  
und Med. Psychologie  
Moorenstr. 5  
40225 Düsseldorf

PD Dr. med. Klaus **Gröschel**  
Universitätsmedizin Mainz  
Klinik und Poliklinik für Neurologie  
Langenbeckstr. 1  
55131 Mainz

Prof. Dr. Carl-Albrecht **Haensch**  
Kliniken Maria Hilf GmbH  
KH St. Franziskus  
Klinik für Neurologie  
Viersener Str. 450  
41063 Mönchengladbach

Prof. Dr. med. Judith Ulrike **Harrer-Haag**  
Neurologische Privatpraxis in der Villa Pfahler  
Ensheimer Str. 34  
66386 St. Ingbert

Dr. med. Elisabeth **Hartl**  
Klinikum der Universität München  
Ludwig-Maximilians-Universität  
Neurologische Klinik / Poliklinik  
Marchioninstr. 15  
81377 München

Dr. med. Christian **Hartmann**  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Klinik für Neurologie – Bewegungsstörungen  
und Neuromodulation  
Institut für Klinische Neurowissenschaften  
und Med. Psychologie  
Moorenstr. 5  
40225 Düsseldorf

Dr. med. Anna **Heidbreder**  
Universitätsklinikum Münster  
Klinik für Schlafmedizin und Neuro-  
muskuläre Erkrankungen  
Albert-Schweitzer-Campus 1  
48149 Münster

Prof. Dr. med. Wolfgang **Heide**  
Allg. Krankenhaus Celle  
Klinik für Neurologie  
Siemensplatz 4  
29223 Celle

## Anschriften

---

Prof. Dr. med. Reinhard **Kiefer**  
Agaplesion Diakonieklinikum  
Rotenburg gGmbH  
Neurologische Klinik  
Elise-Averdieck-Str. 17  
27356 Rotenburg

Prof. Dr. med. Stefan **Knecht**  
St. Mauritius-Therapie-Klinik  
Strümper Str. 111  
40670 Meerbusch

Prof. Dr. med. Helmar C. **Lehmann**  
Universitätsklinikum Köln (AöR)  
Klinik und Poliklinik für Neurologie  
Kerpener Str. 62  
50937 Köln

Dr. med. Anke **Lührs**  
Städtisches Klinikum Braunschweig  
Medizinische Klinik IV - Geriatrie  
Celler Str. 38  
38114 Braunschweig

Prof. Dr. med. Cordula **Matthies**  
Neurochirurgische Klinik und Poliklinik  
Josef-Schneider-Str. 11  
97080 Würzburg

Volker **Milnik**  
St. Augustinus Krankenhaus Düren  
Neurologische Klinik  
Renkerstr. 45  
52355 Düren

Dr. med. Georg **Neuloh**  
Universitätsklinik der RWTH Aachen  
Neurochirurgische Klinik  
Pauwelsstr. 30  
52074 Aachen

Prof. Dr. med. Soheyl **Noachtar**  
Klinikum der Universität München  
Ludwig-Maximilians-Universität  
Epilepsie Zentrum  
Neurologische Klinik und Poliklinik  
Marchioninstr. 15  
81377 München

Prof. Dr. med. Oliver **Pogarell**  
Klinikum der Universität München  
Ludwig-Maximilians-Universität  
Psychiatrie und Psychotherapie  
Nußbaumstr. 7  
80336 München

PD Dr. med. Julian **Prell**  
Martin-Luther-Universität Halle-  
Wittenberg  
Klinik mit Poliklinik für Neurochirurgie  
Ernst-Grube-Str. 40  
06097 Halle

Prof. Dr. med. Stefan **Quasthoff**  
Medizinische Universität Graz  
Neurologie  
Auenbruggerplatz 22  
8036 Graz

Dr. med. Christian **Ritter**  
Universitätsklinikum Köln (AöR)  
Klinik und Poliklinik für Neurologie  
Kerpener Str. 62  
50937 Köln

PD Dr. med. Christian **Roth**  
DRK-Kliniken Nordhessen  
Klinik für Neurologie und klinische  
Elektrophysiologie  
Hansteinstr. 29  
34121 Kassel

Prof. Dr. med. Ulf **Schminke**  
Universitätsklinikum Greifswald  
Klinik für Neurologie  
Ferdinand-Sauerbruch-Str. 1  
17475 Greifswald

Prof. Dr. med. Alfons **Schnitzler**  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Klinik für Neurologie – Bewegungsstörungen  
und Neuromodulation  
Institut für Klinische Neurowissenschaften  
und Med. Psychologie  
Moorenstr. 5  
40225 Düsseldorf

Prof. Dr. med. Wilhelm **Schulte-Mattler**  
 Universität Regensburg  
 Neurologische Klinik und Poliklinik  
 Universitätsstr. 84  
 93053 Regensburg

Prof. Dr. med. Peter P. **Urban**  
 Asklepios Klinik Barmbek  
 Neurologie  
 Rübenkamp 220  
 22291 Hamburg

Prof. Dr. med. Peter **Schwenkreis**  
 Ruhr-Universität Bochum  
 BG-Universitätsklinikum Bergmannsheil  
 Neurologische Klinik und Poliklinik  
 Bürkle de la Camp-Platz 1  
 44789 Bochum

Prof. Dr. med. Uwe **Walter**  
 Universitätsmedizin Rostock  
 Klinik und Poliklinik für Neurologie  
 Gehlsheimer Str. 20  
 18147 Rostock

Prof. Dr. med. Jörn Peter **Sieb**  
 HELIOS Hanseklinikum Stralsund  
 Neurologische Klinik  
 Große Parower Str. 47-53  
 18435 Stralsund

PD Dr. Julia **Wanschitz**  
 Medizinische Universität Innsbruck  
 Department für Neurologie  
 Anichstraße 35  
 6020 Innsbruck

Prof. Dr. med. Andrea **Szelényi**  
 Klinikum der Universität München  
 Ludwig-Maximilians-Universität  
 Neurochirurgische Klinik  
 Marchioninstr. 15  
 81377 München

PD Dr. med. Lars **Wojtecki**  
 Universitätsklinikum Düsseldorf  
 Klinik für Neurologie – Bewegungsstörungen  
 und Neuromodulation  
 Institut für Klinische Neurowissenschaften  
 und Med. Psychologie  
 Moorenstr. 5  
 40225 Düsseldorf

Prof. Dr. med. Martin **Tegenthoff**  
 Ruhr-Universität Bochum  
 BG-Universitätsklinikum Bergmannsheil  
 Neurologische Klinik und Poliklinik  
 Bürkle de la Camp-Platz 1  
 44789 Bochum

Prof. Dr. med. Peter **Young**  
 Universitätsklinikum Münster  
 Klinik für Schlafmedizin und Neuro-  
 muskuläre Erkrankungen  
 Albert-Schweitzer-Campus 1  
 48149 Münster



# 1 Kompressionssyndrome peripherer Nerven

Christian Bischoff (München), Wilhelm Schulte-Mattler (Regensburg), Ulf Schminke (Greifswald)

## 1.1 Definition

### Übersicht / Systematik [ ]

Periphere Nerven können entlang des gesamten Verlaufs von der Wurzel bis zur terminalen Nervenverzweigung geschädigt werden. Kommt es an einer physiologischen Engstelle, an einer Stelle mit sehr oberflächlichem Nervenverlauf oder in einem fibrösen Tunnel zu einer Nervenschädigung, so spricht man von einem Nervenkompressionssyndrom. Dies kann durch äußere Ursachen hervorgerufen werden oder endogen sein.

Nervenkompressionssyndrome können durch akuten, intermittierenden, repetitiven oder anhaltenden Druck entstehen ▶ Abb. 1.1. Sie sind gekennzeichnet durch Reizerscheinungen (Parästhesien, seltener Schmerzen), sensible Ausfälle und/oder Paresen.

- N. radialis
  - proximale N. radialis-Läsion
  - distale N.-radialis-Läsion
  - Supinator-Logensyndrom (N. interosseus posterior Syndrom)
  - Ramus-superficialis-Syndrom (Wartenberg-Syndrom)
- N.-suprascapularis-Läsion
- Thoracic-Outlet-Syndrom (S.35)
- Notalgia paraesthetica
- Meralgia paraesthetica (N. cutaneus femoris lateralis) (S.28)
- N.-ilioinguinalis-Syndrom
- N.-obturatorius-Syndrom
- N.-femoralis-Kompression
- N. peroneus
  - Kompression am Fibulaköpfchen
  - vorderes Tarsaltunnelsyndrom
- N. tibialis
  - Tarsaltunnelsyndrom (S.30)
  - proximale Nervenkompression

## 1.2 Übersicht über Kompressionssyndrome

- N. medianus
  - Karpaltunnelsyndrom (S.23)
  - N.-interosseus-anterior-Syndrom (selten Kompression)
  - Pronator-Syndrom
- N. ulnaris
  - Loge de Guyon (S.24)
  - Kompressionssyndrom am Ellbogen – Kubitaltunnelsyndrom (S.25)

### ► Ursachen

- Druck von außen
  - lokaler Druck wie Schienen, Verbände
- Druck von innen
  - Schwellung (Ödem, Blutung)
  - knöcherne Veränderungen (Exostosen)
  - Ganglien (arthrogen, intraneural)
  - Engstellen
  - hereditäre Neigung zu Druckparesen

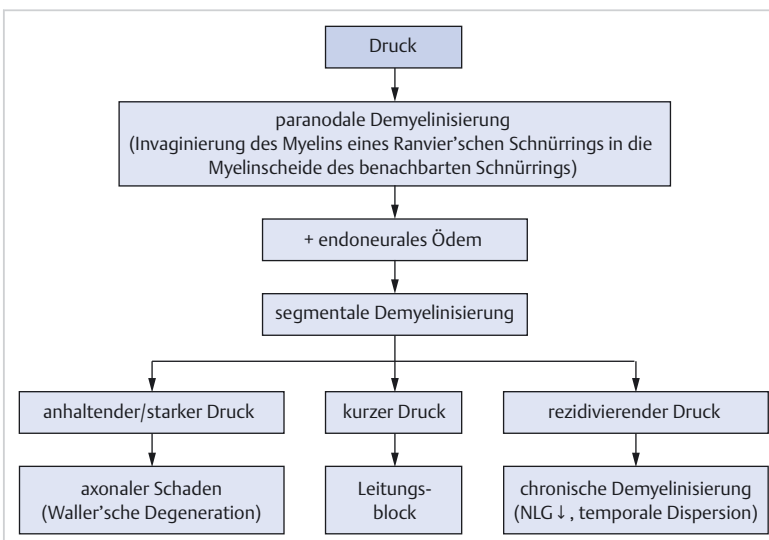


Abb. 1.1 Pathophysiologie der Nervenkompression.

## 1.3 Allgemeines Vorgehen – von der Diagnose zur Therapie

### ► Anamnese

- Vorgeschichte/Zeitpunkt des Auftretens (Druck von außen?)
- Nervendruckschädigungen betreffen in aller Regel einen Nerv, d. h., je nach betroffenem Nerv finden sich Parästhesien und/oder sensible Ausfälle und/oder motorische Ausfälle, die sich auf das Versorgungsgebiet des Nerven beschränken.

### ► Ziel der elektrophysiologischen Diagnostik (soweit möglich)

- Lokalisation der Schädigung
- Art und Ausmaß der Schädigung (Leitungsblock, demyelinisierend, axonal)
- Zeitpunkt der Schädigung
- Aussagen zur Prognose
- Abgrenzung von anderen Störungen

### Differenzialdiagnose

- radikuläre Schädigungen
- Immunneuropathie (MMN, Lewis-Sumner-Syndrom)
- hereditäre Neigung zu Druckpareisen (HNPP)

### ► Methoden:

- motorische und sensible Neurografie (S. 166)
- EMG (S. 174)
- Nervensonografie (S. 181)

### ► Neurophysiologische Typen (siehe ► Abb. 1.3)

#### ► Leitungsblock (Neurapraxie)

- Amplitudenabnahme bei supramaximaler Stimulation proximal der vermuteten Druckstelle
- prognostisch günstig

### Fallen/Probleme



- erst nach Abschluss der Wallerschen Degeneration (bis zu 11 Tage) sicher
- submaximale Stimulation (bes. bei tiefer liegenden Nerven)
- Verwechslung mit Anastomosen
- Bei Leitungsblöcken distal der distalen Stimulationsstelle kann kein Amplitudensprung erfasst werden (z. B. Läsion am Handgelenk).
- Bei der sensiblen Neurografie ist eine Amplitudenabnahme mit zunehmender Distanz zwischen Stimulation und Ableitung physiologisch.

### Periphere Nervenkompressionssyndrome: allgemeines Vorgehen

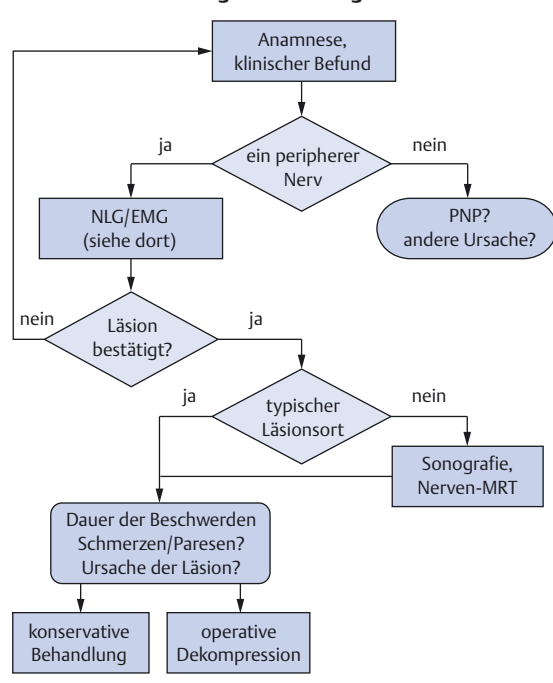


Abb. 1.2 Periphere Nervenkompressionssyndrome: allgemeines Vorgehen.

### ► Demyelinisierung

- Abnahme der Nervenleitgeschwindigkeit (auf < 70 % des unteren Normalwerts) im betroffenen Segment
- Aufsplitterung des Potenzials proximal der Schädigungsstelle infolge der temporalen Dispersion
- oft Zeichen einer chronischen bzw. wiederholten Kompression, prognostisch meist ohne Bedeutung (niedrige Nervenleitgeschwindigkeiten haben kein klinisches Korrelat)

### Fallen/Probleme



- Niedrige Nervenleitgeschwindigkeiten:
- auch bei axonalen Schädigungen
  - bei niedriger Temperatur in Nervennähe
  - bei Messfehlern der Strecke (Distanz zwischen den Reizorten)

### ► Axonale Läsion

- Amplitudenabnahme oder Amplitudenverlust an allen Stimulationsstellen
- Bestätigung mit dem EMG (S. 174)

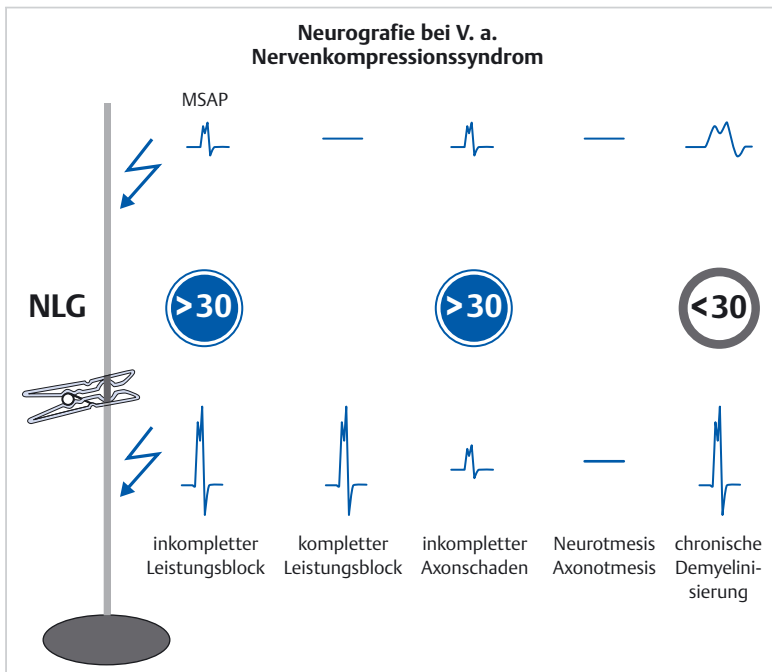


Abb. 1.3 Neurografie bei V. a. Nervenkompressionssyndrom.

**Fallen/Probleme**

- keine Unterscheidung zwischen Axonotmesis und Neurotmesis möglich
- Lokalisation des Schädigungsortes damit nicht möglich
- Sensible Potenziale bleiben bei präganglionären Schädigungen unverändert erhalten.
- Amplitudenabnahme erst nach Abschluss der Wallerschen Degeneration (bis zu 11 Tage) verwertbar
- niedrige Amplituden auch bei
  - axonalen Prozessen anderer Genese
  - submaximaler Stimulation
  - Muskelatrophie, z. B. bei Inaktivität

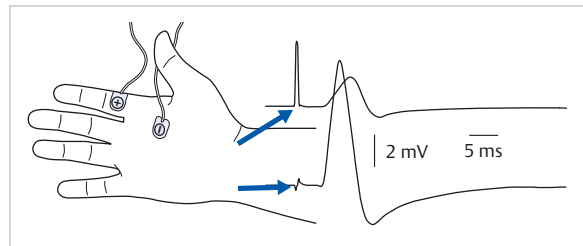


Abb. 1.4 Neurografie Vergleich N. medianus vs. N. ulnaris. Vergleichsmessung N. medianus vs. N. ulnaris. Ableitung aus dem Interossealraum.

## 1.4 Spezielle Fragestellungen

### 1.4.1 Karpaltunnelsyndrom

**Definition/Ursachen**

Kompression des N. medianus im Karpalkanal. Zusätzliche exogene Faktoren wie Schwellungen bei Traumen und Tendovaginitis, Ganglien, Hypothyreose, Diabetes mellitus u. a.

► **Symptome.** Brachialgia nocturna, Hypästhesie der Finger 1–3, spät Atrophie und Parese des M. abductor pollicis brevis

► **Grundprogramm**

- motorische Neurografie N. medianus bds.
- Vergleich DML N. medianus vs. N. ulnaris (Thenar vs. Hypothenar oder M. lumbricalis versus IOD im 2. Interdigitalraum; ► Abb. 1.4
- sensible Neurografie des N. medianus bds. zum am schwersten betroffenen Finger
- sensible Neurografie eines Vergleichsnervs auf der schwerer betroffenen Seite (N. ulnaris oder Ramus superficialis n. radialis)



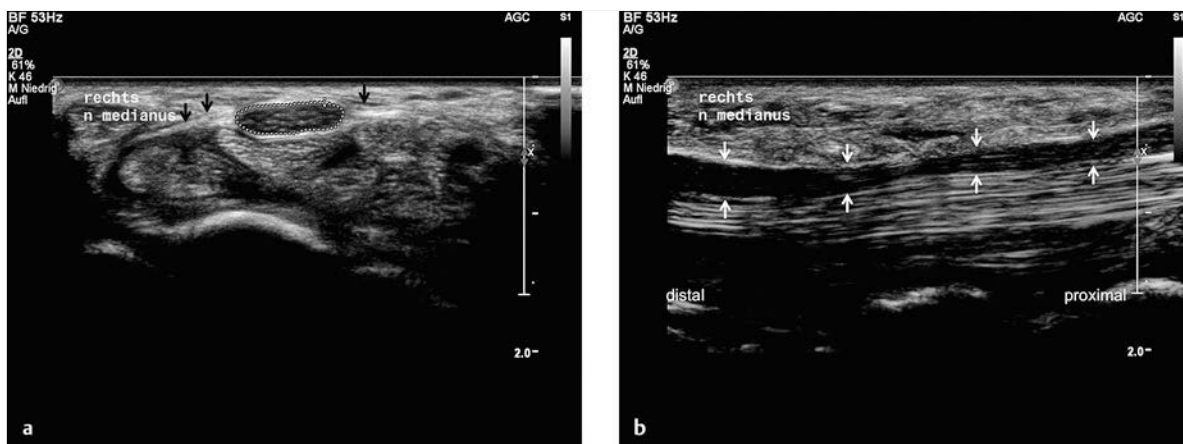


Abb. 1.5 Sonografie des N. medianus. Sonografie des N. medianus bei einem Karpaltunnelsyndrom. Das Querschnittsbild (a) zeigt den N. medianus unmittelbar proximal des Karpaltunnels unter dem echoarmen Retinaculum flexorum (schwarze Pfeile). Die Nervenquerschnittsfläche (umrandet) ist mit 14 mm<sup>2</sup> erhöht. Das Längsschnittbild (b) zeigt die Kompression des N. medianus (weiße Pfeile) innerhalb des Karpaltunnels, während proximal und distal des Karpaltunnels das Kaliber des Nerven erhöht ist.

### ► Ggf. zusätzliche Untersuchungen

- fraktionierte sensible Neurografie über den Karpalkanal
- motorische Stimulation distal des Karpalkanals (bei distalem Leitungsblock)
- Nervensonografie
  - Nachweis von Anomalien, Raumforderungen
  - immer bei Rezidiv oder postoperativ bei Komplikation

### ► Pathologische Befunde

- Verlängerung der DML des N. medianus
- Erniedrigung der sensiblen NLG über dem Karpalkanal bei normaler NLG des N. ulnaris
- Nervensonografie
  - Zunahme der Nervenquerschnittsfläche unmittelbar proximal des Karpaltunnels im Querschnittsbild (siehe ► Abb. 1.5a)
  - Zunahme des Quotienten der Nervenquerschnittsflächen des N. medianus im Vergleich zu der am Unterarm unmittelbar proximal des Karpaltunnels
  - Abnahme des Durchmessers des Nerven im Karpalkanal im Längsschnittbild (siehe ► Abb. 1.5b)

### ► Differenzialdiagnose

- Wurzelkompression C6 → EMG M. biceps brachii

### ► Therapie (je nach Stadium und Befund)

- Entlastung mittels volarer Unterarmhandschiene
- Cortison: lokale Injektion oder per os
- Dekompressions-OP (bei sensiblen, anhaltenden Störungen und/oder therapieresistenten Schmerzen)

## Fallen/Probleme



- DML ist streckenabhängig (Messung immer bei vorgegebener Distanz)
- auf Temperatur bei der Untersuchung achten (bei Hauttemperatur < 34 °C und pathologischen Befunden aufwärmen)
- in der Frühphase oft alle Befunde unauffällig
- Niedrige MSAP können auch Zeichen eines distalen Leitungsblocks sein (bes. bei aufgesplitterten Potenzialen).
- geringe Korrelation MSAP-Amplitude und EMG-Befund
- häufig auch pathologische Befunde an der klinisch nicht betroffenen Hand

## 1.4.2 Loge de Guyon (distale N.-ulnaris-Läsion)

### ► Definition/Ursachen

- Kompression des N. ulnaris am Handgelenk
- lokaler Druck, Ganglien, Frakturen

### ► Symptome. Es werden 3 Typen unterschieden je nach Ort der Schädigung:

- Typ 1: Hypästhesie am Kleinfinger volar und ggf. ulnaren Anteil des Ringfingers (nicht am Handrücken!), Parese der Fingeradduktoren und des M. abductor dig. minimi
- Typ 2: wie Typ 1, allerdings ohne sensible Störung
- Typ 3: Parese der Fingeradduktoren ohne Parese des M. abductor digiti minimi