

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Grundlagen	18
1.1	Kurze Geschichte der Betrachtung peripherer Nerven	18
1.1.1	Nerven	18
1.1.2	Krankheiten peripherer Nerven	18
1.1.3	Von der Physiologie zur Diagnostik und Therapie	20
1.1.4	Weg ins 21. Jahrhundert	21
1.2	Entwicklung und Organisationsprinzipien des peripheren Nervensystems	21
1.2.1	Metamerie	21
1.2.2	Myotome	22
1.2.3	Auswachsen der Nervenfasern	22
1.2.4	Spinalnerven und Körpersegment	23
1.2.5	Segmentale vegetative Nervenfasern.....	23
1.3	Normale Anatomie und Histologie des peripheren Nervs	23
1.3.1	Bauplan.....	23
1.3.2	Nervenfasern	26
	Marklose Axone.....	26
	Markfasern	26
1.3.3	Kaliberspektrum der Nervenfasern	29
1.3.4	Gefäßversorgung der Nerven	29
1.3.5	Innere Struktur der Nervenstämme.....	30
1.4	Histopathologie der Läsionen und Regenerationsvorgänge im peripheren Nervensystem	31
2	Untersuchungen bei Läsionen peripherer Nerven	53
2.1	Klinische Untersuchung	53
2.1.1	Allgemeines und Prinzipien.....	53
2.1.2	Grundsätzliches zur Unterscheidung radikulärer Läsionen von Läsionen eines peripheren Nervs	53
2.1.3	Motorische Störungen	54
	Verschiedene Ursachen motorischer Lähmungen.....	54
	Motorik nach Fehlregenerierung und Masseninnervation	58
	Quantifizierung motorischer Ausfälle	58
2.1.4	Reflexstörungen	61
	Störungen der Muskeleigenreflexe	61
	Störungen der Fremdreflexe	62
	Topische Zuordnung der wichtigsten Reflexe zu Segmenten (radikulär) und zu peripheren Nerven	62
2.1.5	Sensibilitätsstörungen	64
	Grundlagen.....	64
	Bewertung der anamnestischen Angaben.....	65
	Untersuchungsmethoden	66
	Bewertungskriterien	70
	Quantifizierung von Sensibilitätsstörungen	71
2.1.6	Vegetative Ausfälle und Störungen der Trophik	72
2.1.7	Verlauf, Reizerscheinungen und Schmerzen nach Läsionen und bei Regeneration peripherer Nerven	74
	Regelrechte Regeneration nach Läsion eines peripheren Nervs	74

Abweichungen vom „normalen“ Verlauf der Regeneration	76	Tumoren peripherer Nerven	93
Schmerzsyndrome	78	Generalisierte und entzündliche Neuropathien ..	94
		Traumatische Neuropathien	94
2.2 Elektrophysiologische Diagnostik bei peripheren Nervenläsionen	82	2.3.5 Vorteile und Limitationen der Sonografie ..	95
2.2.1 Indikationen.	82	2.4 MR-Neurografie.....	95
2.2.2 Elektromyografie.....	82	2.4.1 Einsatzgebiete	95
2.2.3 Motorische und sensible Neurografie	84	Visualisierung raumfordernder Läsionen	95
2.2.4 Sonstige neurophysiologische Untersuchungsmethoden.....	88	Direkte Visualisierung von Nervenläsionen	96
2.3 Sonografie	90	2.4.2 Grundlagen der MR-Neurografie	97
2.3.1 Stellenwert der Sonografie	90	2.4.3 Monofokale Neuropathien/Kompressions- neuropathien.....	98
2.3.2 Apparative Voraussetzungen.....	90	Karpaltunnelsyndrom	98
2.3.3 Untersuchungstechnik	91	Kubitaltunnelsyndrom.....	98
Schnittebenen.....	91	2.4.4 Nicht monofokale Neuropathien.....	99
Welche Nerven sind darstellbar?	91	Multifokale Polyneuropathien am Beispiel der multifokalen motorischen Neuropathie.....	99
Normale nervensonografische Befunde.....	91	Distal symmetrische Polyneuropathien am Beispiel der diabetischen Polyneuropathie.....	100
Muskelsonografische Evaluation bei Nervenerkrankungen	91	2.4.5 MR-Neurografie zur Plexusdiagnostik	101
2.3.4 Pathologische Befunde	91	2.4.6 Fazit	102
Kompressionsneuropathien.....	91	2.5 Untersuchung der Schweißsekretion ..	102
3 Grundsätzliches zu den pathogenetischen Mechanismen und zur Ätiologie peripherer Nervenläsionen	104		
3.1 Allgemeines	104	3.4.1 Ursachen.....	110
3.2 Mechanische Ursachen	104	3.4.2 Kompartment-Syndrom.....	111
3.2.1 Druckeinwirkung von außen.....	104	3.4.3 Chronisches Kompartment-Syndrom (intermittierendes reversibles Kompartment-Syndrom)	112
3.2.2 Engpasssyndrome	105	3.5 Erregerbedingte Läsionen	113
3.2.3 Multiple Engpasssyndrome/Double- Crush-Syndrom	106	3.5.1 Neuroborreliose.....	113
3.2.4 Zugwirkungen	106	3.5.2 Lepra (Morbus Hansen)	113
3.2.5 Schussverletzungen	107	3.5.3 Herpesviren	114
3.2.6 Vibrationsschäden.....	107	3.5.4 HIV-Infektion	115
3.2.7 Andere mechanische Einwirkungen.....	107	3.5.5 Mononeuropathia multiplex	115
3.3 Nervenschäden durch Punktion und Injektion	108	3.6 Immunologisch bedingte Schäden	116
3.3.1 Nervenschäden durch das Nadeltrauma ..	109	3.7 Thermische Schädigung	117
3.3.2 Nervenkompression durch Hämatom und Pseudoaneurysma.....	109	3.8 Abkühlung/Frostschäden	117
3.3.3 Nervenschädigung durch die toxische Wirkung der Injektionslösung.....	109	3.9 Elektrotrauma/Blitzschlag	118
3.3.4 Ischämische Fernschäden peripherer Nerven nach intraarterieller Injektion....	110	3.10 Nervenläsionen durch elektromagnetische Wellen	118
3.3.5 Verlauf von injektionsbedingten Nervenschädigungen	110	3.11 Nervenschäden durch ionisierende Strahlen	119
3.4 Nervenschäden durch Ischämie	110		

3.11.1	Strahlentherapie	119	3.12.1	Hereditäre motorische und sensible Neuropathien	120
3.11.2	Pathogenese	119	3.12.2	Andere erbliche Neuropathien	122
3.11.3	Abhängigkeit radiogener Nervenläsionen von der Bestrahlungstechnik	120			
3.12	Genetische Faktoren	120			
4	Allgemeines zur Therapie peripherer Nervenläsionen	124			
4.1	Konservative Therapie	124		Apparative Untersuchungen	130
4.1.1	Therapieplanung und Vorgehen	124		Indikationsstellung	130
4.1.2	Assessments in der Physio- und Ergotherapie	125		Fallbeispiele für fehlerhafte Indikationsstellung	130
4.1.3	Anregung der Regeneration	126		Indikation zur operativen Revision	131
4.1.4	Schmerzbehandlung	127		Indikation bei Nerveiteildurchtrennungen und Neuomen	131
4.1.5	Schienen- und Hilfsmittelversorgung	127	4.2.3	Prinzipien der Nervenrekonstruktion	131
4.2	Operative Therapie	128	4.2.4	Operationstechniken	132
4.2.1	Grundlegende Aspekte der Nervenregeneration	128		Übersicht	132
	Reinnervation	128		Autologe Nerven transplantation	132
	Zentrale Reorganisation/sensible Reedukation	129		Nervenersatz	132
4.2.2	Diagnostische Voraussetzungen und Indikationsstellung	129		Nerventransfer	133
	Klinische Untersuchung	129		End-zu-Seit-Technik	133
			4.2.5	Fallbeispiel	134
			4.2.6	Prognose	134
				Ersatzoperationen/Muskel-Sehnen-Transfer	134
5	Klinik der Läsionen der Spinalnervenwurzeln	137			
5.1	Anatomie und Grundsätzliches	137		Bandscheibenerkrankungen im Thorakalbereich	161
5.1.1	Anatomie	137		Bandscheibenerkrankungen im Lumbalbereich	162
5.1.2	Metamerie	139	5.4.2	Trauma	170
5.2	Allgemeine Charakteristika der Wurzelsyndrome	146		Trauma im Halsbereich	170
5.3	Spezielle Charakteristika einzelner Wurzelsyndrome	146		Trauma im Brustwirbelsäulenbereich	173
5.3.1	Zervikale Wurzeln	146		Trauma im Lumbalbereich	173
5.3.2	Mehrwurzelige Syndrome im Zervikalbereich	150	5.4.3	Sakrumfrakturen	173
5.3.3	Thorakale Wurzeln	150		Tumoren	174
5.3.4	Lumbale und sakrale Wurzeln	151		Allgemeines	174
5.3.5	Mehrwurzelige Syndrome im Lumbosakralbereich	154		Primäre spinale Tumoren	174
	Kaudaläsionen	154		Kaudatumoren	176
5.4	Klinische Krankheitsbilder der Wurzelläsionen	156		Metastasen	176
5.4.1	Degenerative Erkrankungen der Wirbelsäule	156		Meningeosis neoplastica	176
	Bandscheibenerkrankungen im Zervikalbereich	157	5.4.4	Zystische Raumforderungen	178
			5.4.5	Infektionen	179
				Herpes zoster	179
				Borreliose, Meningoradikulitis nach Zeckenstich	181
				Spinaler epiduraler Abszess	182
				Polyradikulopathie bei HIV-Infektion	182
				Weitere spinale Infektionen	182
			5.4.6	Vaskuläre Erkrankungen	183
			5.4.7	Stoffwechselerkrankungen	184
			5.4.8	Entzündliche rheumatologische Erkrankungen	184
			5.4.9	Sarkoidose	185

5.4.10	Arachnopathien – Arachnoiditis constrictiva	186	5.5	Pseudoradikuläre Syndrome und andere, nicht radikuläre Schmerzsyndrome	190
5.4.11	Kongenitale Anomalien	186			
	Kongenitale Anomalien der Halswirbelsäule ...	187	5.5.1	Definition und Terminologie	190
	Tethered-Cord-Syndrom	187	5.5.2	Pathogenese	191
	Conjoined Nerve Roots	188	5.5.3	Klinik	192
5.4.12	Iatrogene Läsionen von Nervenwurzeln ..	188	5.5.4	Besondere Formen	193
	Nervenwurzelläsionen infolge Punktion und Injektion	188	5.5.5	Therapie	194
	Nervenwurzelläsionen infolge Operation	189			
	Radiogene Amyotrophie (Strahlenspätchädigung der Cauda equina) ...	190	5.6	Differenzialdiagnose der radikulären Syndrome	195
6	Klinik der Läsionen peripherer Nerven	197			
6.1	Läsionen des Plexus cervicobrachialis .	197		Synopsis	256
6.1.1	Anatomie des Hals- und Armplexus	197		Differenzialdiagnose	256
	Aufteilung der Spinalnerven	197		Ursachen	257
	Plexus cervicalis und seine Äste	198	6.2.3	N. dorsalis scapulae (C4–C6)	258
	Plexus brachialis	199		Anatomie	258
	Zur chirurgischen Anatomie	204		Befunde	258
6.1.2	Typen der Armplexusläsionen	204		Synopsis	259
	Art der Lähmung und klinische Bilder	204		Ursachen	259
6.1.3	Klinisch-topische Diagnostik der Armplexusläsionen und der zervikalen Wurzelausrisse	211		Therapie	259
	Wurzelausrisse	212	6.2.4	N. suprascapularis (C4–C6)	259
6.1.4	Elektrophysiologische Diagnostik	215		Anatomie	259
6.1.5	Läsionen des Plexus cervicalis	216		Befunde	260
6.1.6	Läsionen des Plexus brachialis	216		Synopsis	261
	Traumatische Armplexusläsionen	216		Differenzialdiagnose	261
	Geburtstraumatische Armplexusläsionen	222		Ursachen	261
	Kompressionssyndrome im Schulterbereich ...	226		Therapie	262
	Tumoren des Armplexus	235	6.2.5	Nn. subscapulares (C5–C6)	262
	Entzündlich-allergische Armplexusläsionen ...	237		Anatomie	262
	Sonderformen entzündlicher Armplexusaffektionen	240		Befunde	262
	Weitere Ursachen einer Armplexusparese	242		Synopsis	263
6.1.7	Differenzialdiagnose der Armplexus- läsionen und der Schmerzsyndrome im Schulter-Arm-Bereich.	246		Ursachen	263
				Therapie	263
6.2	Läsionen einzelner Nerven im Schulter-Arm-Bereich	250	6.2.6	N. thoracicus longus (C5–C7)	263
6.2.1	N. accessorius	250		Anatomie	263
	Anatomie	250		Befunde	264
	Befunde	251		Synopsis	265
	Synopsis	253		Differenzialdiagnose	266
	Differenzialdiagnose	254		Ursachen	266
	Ursachen	254		Therapie	267
	Therapie	255	6.2.7	N. thoracodorsalis (C6–C8)	267
6.2.2	N. phrenicus (C3–C5)	255		Anatomie	267
	Anatomie	255		Befunde	268
	Befunde	256		Synopsis	268
				Ursachen	268
				Therapie	268
			6.2.8	Nn. pectorales medialis et lateralis (C5–Th1)	269
				Anatomie	269
				Befunde	269
				Differenzialdiagnose	269

	Synopsis	269	6.2.16	Synoptische Tabellen der Nervenläsionen an den oberen Extremitäten	334
	Ursachen	270	6.2.17	Allgemeine Differenzialdiagnostik der Nervenläsionen und der Schmerzsyndrome an den oberen Extremitäten ...	334
6.2.9	N. axillaris (C5–C6)	270		Wurzelläsionen	334
	Anatomie	270		Myopathien und Vorderhornkrankungen ...	340
	Befunde	271		Läsionen des zentralen Nervensystems	340
	Synopsis	273		Sehnenveränderungen	340
	Differenzialdiagnose	273		Dupuytren-Kontraktur und Kamptodaktylie ...	340
	Ursachen	273		Myostatische Kontrakturen	341
	Therapie	274		Glomustumoren	341
6.2.10	N. musculocutaneus (C5–C7)	274		Ischämische Kontrakturen an den oberen Extremitäten	341
	Anatomie	274	6.3	Läsionen der Rumpfnerven	342
	Befunde	276	6.3.1	Anatomie	342
	Synopsis	277		Topografie	342
	Differenzialdiagnose	278		Metamerie	344
	Ursachen	278	6.3.2	Beschwerden und Befunde	344
	Therapie	279		Klinik	344
6.2.11	N. radialis (C5–Th 1)	279		Neurophysiologische Untersuchung	345
	Anatomie	279	6.3.3	Ursachen	345
	Schädigungslokalisationen und Symptome ...	282		Bandscheibenvorfall	345
	Befunde	282		Trauma	345
	Synopsis	284		Entzündungen	345
	Differenzialdiagnose	285		Tumoren	346
	Ursachen	285		Diabetische thorakoabdominale (trunkale) Neuropathie	346
6.2.12	N. medianus (C5–Th 1)	291	6.3.4	Besondere Krankheitsbilder	346
	Anatomie	291		Läsionen des N. intercostobrachialis	346
	Befunde	295		M.-rectus-abdominis-Syndrom (Neuropathie der Rr. cutanei mediales der Interkostalnerven).	346
	Synopsis	299		Mechanische Neuropathie der Rr. dorsales (Notalgia paraesthetica)	347
	Differenzialdiagnose	300	6.3.5	Differenzialdiagnose	347
	Ursachen	300		Segmentbeziehungen	347
	Therapie	302		Head-Zonen	347
	Interosseus-anterior-Syndrom (Kiloh-Nevin-Syndrom)	302		Seltene Schmerzzustände am Rumpf	348
	Karpaltunnelsyndrom	303	6.4	Läsionen des Plexus lumbosacralis	348
6.2.13	N. ulnaris (C8–Th 1)	311	6.4.1	Anatomie	348
	Anatomie	311		Plexus lumbalis	349
	Schädigungslokalisationen und Symptome ...	315		Plexus sacralis	349
	Befunde	317		Plexus coccygeus	351
	Synopsis	319	6.4.2	Typen der Beinplexusläsionen	351
	Differenzialdiagnose	319	6.4.3	Topische Diagnostik der Beinplexusläsionen	352
	Ursachen	321		Differenzialdiagnose	353
	Therapie	330	6.4.4	Ursachen von Beinplexusläsionen	354
6.2.14	Übrige Nerven der oberen Extremitäten, insbesondere sensible Nerven.	332		Traumen	354
	N. subclavius	332		Operative Eingriffe	356
	Nn. supraclaviculares	332		Intrapelvine Prozesse	358
	N. intercostobrachialis	332		Strahlenspät syndrome am Beinplexus	360
	N. cutaneus brachii medialis	333			
	N. cutaneus brachii lateralis	333			
	N. cutaneus antebrachii medialis	333			
	N. cutaneus antebrachii lateralis	333			
	N. cutaneus antebrachii posterior	333			
	Kompressionssyndrome von Hautnerven	334			
	Reflektorische Haltungsanomalien	334			
6.2.15	Kombinierte Läsionen von Armnerven ...	334			

	Entzündliche Prozesse	361		Differenzialdiagnose	388
	Diabetische lumbosakrale Radikuloplexoneuropathie (DLRPN)	363		Ursachen	388
	Seltenere Ursachen	364		Therapie	389
6.4.5	Allgemeine Differenzialdiagnostik der Beinplexusläsionen und der Schmerzsyndrome im Beinbereich	367	6.5.8	N. gluteus superior (L4–S1)	389
				Anatomie	389
				Befunde	389
				Synopsis	389
6.5	Läsionen einzelner Nerven im Beckenbereich und an den unteren Extremitäten	367		Differenzialdiagnose	391
				Ursachen	392
				Therapie	392
6.5.1	N. iliohypogastricus (L1 [Th 12–L2])	367	6.5.9	N. gluteus inferior (L5–S2)	392
	Anatomie	367		Anatomie	392
	Befunde	368		Befunde	392
	Synopsis	369		Synopsis	393
	Differenzialdiagnose	369		Ursachen	393
	Ursachen	369		Therapie	393
	Therapie der Neuralgie von Leistenerven.	370	6.5.10	N. ischiadicus (L4–S3)	393
6.5.2	N. ilioinguinalis (L1 [Th 12–L3])	370		Anatomie	393
	Anatomie	370		Befunde	396
	Befunde	370		Synopsis	397
	Synopsis	371		Differenzialdiagnose	398
	Differenzialdiagnose	371		Ursachen	398
	Ursachen	371		Piriformis-Syndrom	403
	Therapie	371		Injektionsschäden des N. ischiadicus	404
6.5.3	N. genitofemoralis (L1–L2)	371	6.5.11	N. tibialis (L4–S3)	405
	Anatomie	371		Befunde	408
	Befunde	372		Synopsis	409
	Synopsis	372		Differenzialdiagnose	409
	Differenzialdiagnose	372		Ursachen	409
	Therapie	372		Therapie	411
6.5.4	N. cutaneus femoris lateralis (L2–L3)	372		(Hinteres) Tarsaltunnelsyndrom	411
	Anatomie	372		Morton-Metatarsalgie	412
	Befunde	373		Läsion der Endäste digitaler Nerven	413
	Synopsis	374	6.5.12	N. fibularis (peroneus) communis (L4–S2)	413
	Differenzialdiagnose	374		Anatomie	413
	Ursachen	374		Befunde	415
	Therapie	376		Synopsis	416
6.5.5	N. femoralis (L2–L4)	376		Differenzialdiagnose	416
	Anatomie	376		Ursachen	417
	Befunde	378		Therapie	421
	Synopsis	380	6.5.13	N. pudendus (S2–S4)	422
	Differenzialdiagnose	380		Befunde	422
	Ursachen	380		Differenzialdiagnose	422
	Therapie	382		Ursachen	422
6.5.6	N. saphenus	383		Therapie	423
	Anatomie	383	6.5.14	N. cutaneus femoris posterior (S1–S3) und Nn. clunium	423
	Befunde	383		Anatomie	423
	Differenzialdiagnose	383		Befunde	423
	Ursachen	383		Differenzialdiagnose	425
	Therapie	384		Ursachen	426
6.5.7	N. obturatorius (L2–L4)	385	6.5.15	N. suralis (L5–S1)	426
	Anatomie	385		Anatomie	426
	Befunde	385		Befunde	426
	Synopsis	387		Ursachen	427
				Therapie	427

6.5.16	Synoptische Tabellen der Nervenläsionen an den unteren Extremitäten	427	Distale Beinparesen	427
6.5.17	Allgemeine Differenzialdiagnostik der Nervenläsionen und der Schmerzsyndrome an den unteren Extremitäten ..	427	Bewegungsbehinderung	427
			Schmerzsyndrome	431
			Kompartiment-Syndrome an den unteren Extremitäten	431
7	Läsionen des peripheren vegetativen Nervensystems	435		
7.1	Vegetatives Nervensystem	435	7.5	Störungen der Blasen-Mastdarm-Funktionen und der Sexualfunktionen bei Läsionen des peripheren Nervensystems
7.1.1	Anatomie	435		445
7.2	Funktionen des sympathischen Nervensystems und dessen neurologische Relevanz	437	7.5.1	Neuroanatomie der Beckenorgane und des Beckenbodens
				445
7.3	Testen der Funktionen des sympathischen Nervensystems	439		Plexus pelvici
				445
7.3.1	Klinik.	439	7.5.2	N. pudendus
7.3.2	Schweißtests	439		446
	Untersuchungstechnik nach Minor	439		Physiologie
	Chinizarinmethode	439		447
	Ninhydrin-Test	440		Blasenfüllung und -entleerung
	Weitere Techniken	440		447
7.4	Klinische Bilder gestörter peripherer Sympathikusfunktionen und deren topisch-diagnostische Bedeutung	440	7.5.3	Sexualfunktionen
				447
7.4.1	Generalisierte Krankheitsbilder	441		Stuhlkontinenz und Defäkation
7.4.2	Horner-Syndrom, oberes Quadrantensyndrom und Schweißsekretionsstörungen an den oberen Extremitäten ...	441		447
7.4.3	Schweißstörungen im Thorakalbereich ...	442		Läsionen des Conus medullaris, der Cauda equina und des Plexus sacralis mit Plexus pelvici
7.4.4	Schweißstörungen im unteren Quadranten	442		448
7.4.5	Schweißsekretionsstörungen als scheinbar selbstständige Krankheitsbilder	443		Blasenfunktionsstörungen
7.4.6	Therapie der Hyperhidrose	444		448
				Sexualfunktionsstörungen
				448
				Anorektale Funktionsstörungen
				448
				Schmerzsyndrome im Beckenbereich
				448
				Ursachen
				448
			7.5.4	Läsionen des N. pudendus
				449
			7.5.5	Isolierte Läsionen der sympathischen und parasympathischen Nervenversorgung der Beckenorgane
				449
			7.5.6	Neurophysiologische Diagnostik
				450
			7.5.7	Therapie
				451
				Blasenentleerungsstörungen
				451
				Sexualfunktionsstörungen
				451
				Stuhlentleerungsstörungen
				451
8	Invaliditätsgrade bei Läsionen peripherer Nerven und von Nervenwurzeln	453		
8.1	Gutachterliche Einschätzungen	453		
9	Literatur	457		
	Sachverzeichnis	482		