

Inhaltsverzeichnis

1 Physiologische Grundlagen des Schmerzes und der Schmerztherapie	1
<i>M. Zimmermann</i>	
1.1 Anatomie und Physiologie des nozizeptiven Systems	3
1.2 Das periphere Nervensystem der Somatosensorik	4
Bau und Funktion der Nervenfasern	4
Sinnesrezeptoren der Haut, Muskeln und Gelenke	6
Erregungsleitung der Nervenfasern	6
Modifikation der Erregbarkeit durch Angriff am Natriumkanal	8
1.3 Nozizeptoren, neurale Sensoren für akute und chronische Schmerzen	10
1.4 Funktion der vasoaktiven sensorischen Neuropeptide und der neurogenen Entzündung	12
1.5 Pathogenetische Mechanismen bei Nervenschmerzen	14
1.6 Ionenkanäle bei neuropathischen Schmerzen	14
1.7 Entzündungsmediatoren und Cytokine bei neuropathischen Schmerzen	15
1.8 Ausbreitung neuropathischer Schäden im Nervensystem	15
1.9 Auswirkungen einer peripheren Nervenläsion im Rückenmark	17
1.10 Schwächung hemmender Systeme durch neuropathische Läsionen	17
1.11 Apoptose im peripheren und zentralen Nervensystem nach Nervendurchtrennung	17
1.12 Schmerzentstehung durch Fehler bei der neuronalen Steuerung der Motorik	18
1.13 Schmerzen durch Störungen des sympathischen Nervensystems	20
1.14 Verarbeitung von Schmerzinformationen im Zentralnervensystem	22
1.15 Schmerzhemmung im Zentralnervensystem	25
1.16 Ausblick	27
Kernaussagen	27
Literatur	29
2 Pharmakologie der Lokalanästhetika	33
<i>B. M. Graf und H. C. Niesel</i>	
2.1 Einführung	34
2.2 Pharmakodynamik	34
Wirkmechanismus	34
2.3 Anatomie der Nervenfasern	38
2.4 Pharmakologie der Lokalanästhetika	39
Strukturchemie	39
Stereochemie	40
Physikochemische Eigenschaften der Lokalanästhetika	41
Pharmakokinetik	47
Übersicht über die Einzelsubstanzen	56
2.5 Toxikologie der Lokalanästhetika	65
Nebenwirkungen und Komplikationen bei der Lokalanästhesie	65
Lokale Wirkungen und spezielle Nebenwirkungen der Lokalanästhetika und ihrer Zusätze	88
Interaktionen mit anderen Medikamenten	96
Einfluss von Status und Vorerkrankungen	98
Kernaussagen	104
Literatur	105
3 Organisation und juristische Aspekte	121
<i>J. Motsch, E. Biermann und H. Van Aken</i>	
3.1 Voraussetzungen zur Durchführung der Regionalanästhesie	122
Fachliche Kompetenz und Ausstattung	122
Aufklärung	122
Dokumentation	123
Regionalanästhesie bei Antikoagulationsbehandlung	124
3.2 Vereinbarungen der Berufsverbände	126

3.3 Regionalanästhesie durch Nichtanästhesisten	126		
Infiltrationsanästhesie	126		
Intravenöse Regionalanästhesie	126		
Retrobulbäranästhesie	126		
Rückenmarksnähe zentrale Blockade	127		
Übergang zur Allgemeinanästhesie	127		
Tumesenzlokanästhesie	127		
3.4 Postoperative Schmerztherapie	128		
Regionalanästhesie im Rahmen der postoperativen Schmerztherapie	128		
		Organisationsstrukturen	129
		Organisationsmodelle	129
		3.5 Fachliche Zuständigkeit und rechtliche Verantwortung	129
		Praktische Umsetzung – angewandte Organisationsmodelle	129
		Akutschmerzdienst	131
		Kernaussagen	133
		Literatur	136

4 Periphere elektrische Nervenstimulation 139

H. Kaiser

4.1 Historische Entwicklung	140		
4.2 Vorteile der peripheren elektrischen Nervenstimulation	141		
4.3 Elektrophysiologische Grundlagen der peripheren elektrischen Nervenstimulation	141		
4.4 Technische Ausstattung	142		
Stimulationskanülen	142		
Elektronische Auslegung der Stimulatoren	145		
Elektrischer Impuls	146		
Wahl des Stimulators und Gerätesicherheit	149		
4.5 Gesichtspunkte für die Praxis der peripheren Nervenstimulation	149		
Nervenstimulation beim tief sedierten und narkotisierten Patienten oder im anästhesierten Gebiet	150		
		Nervenstimulation beim polyneuropathisch veränderten peripheren Nerv	151
		Nervenstimulation beim Patienten mit Schrittmacher bzw. Defibrillator-Schrittmacher	151
		4.6 Praktisches Vorgehen	151
		Testdosis	152
		Einzel- oder Mehrfachinjektion?	153
		Kathetertechniken	153
		4.7 Beispiele	153
		Ischiadikusblockade	156
		Femoralis-(3-in-1-)Blockade	156
		Axilläre Plexusblockade	157
		Kernaussagen	158
		Literatur	159

5 Spinalanästhesie 161

M. Möllmann und E. Lanz

5.1 Anatomische Grundlagen	162		
Wirbelsäule	162		
Liquor cerebrospinalis	169		
5.2 Einzeitige Spinalanästhesie (SPA)	172		
Vorbemerkungen	172		
Indikationen und Kontraindikationen	173		
Durchführung	175		
Medikamente zur Spinalanästhesie	183		
Anästhesieausbreitung und Operation	184		
Komplikationen	185		
		5.3 Kontinuierliche Spinalanästhesie (CSA)	189
		Vorbemerkungen	189
		Vergleich der CSA mit anderen Regionalanästhesieformen	189
		Indikationen und Kontraindikationen	190
		Durchführung	190
		Medikamente zur CSA	191
		Komplikationen nach CSA	191
		Kernaussagen	192
		Literatur	193

6 Epiduralanästhesie 197

R. Waurick und H. Van Aken

6.1 Allgemeines	198		
6.2 Historische Entwicklung	198		
6.3 Anatomische Grundlagen	198		
Wirbelsäule	198		
Wirbelkanal und Bandapparat	199		
Rückenmark	199		
		Häute und Räume im Spinalkanal	201
		6.4 Pharmakokinetische und pharmakodynamische Grundlagen	201
		Ausbreitung des Lokalanästhetikums im Epiduralraum	201
		Allgemeines Wirkprofil der Epiduralanästhesie	201

Beeinflussung des Wirkprofils	205	Gefäßpunktion und intravasale Katheterlage	221
6.5 Indikationen und Kontraindikationen	207	Mangelhafter Blockadeerfolg	221
Indikationen	207	Respiratorische Nebenwirkungen und	
Kontraindikationen	208	Komplikationen	222
Unterschiede zur Spinalanästhesie	209	Kardiozirkulatorische Nebenwirkungen und	
6.6 Durchführung	209	Komplikationen	222
Auswahl des Verfahrens	209	Neurologische Nebenwirkungen und	
Aufklärung	210	Komplikationen	222
Vorbereitung und Überwachung des Patienten	210	Steigerung der Darmperistaltik	225
Allgemeine Techniken der Epiduralanästhesie	210	Blasenentleerungsstörungen	226
6.7 Zugangswege und spezielle Indikationen	213	Muskelzittern	226
Zervikale Epiduralanästhesie	213	Übelkeit und Erbrechen	226
Thorakale Epiduralanästhesie	213	6.9 Postoperative Nachsorge	226
Lumbale Epiduralanästhesie	218	Einzeitige Epiduralanästhesie	226
Kaudalanästhesie	220	Kontinuierliche Epiduralanästhesie	226
6.8 Nebenwirkungen und Komplikationen	220	Kernaussagen	229
Versehentliche Durapunktion	220	Literatur	230
„Hohe“ Subdural- und Spinalanästhesie	220		

Allgemeine Aspekte peripherer Nervenblockaden der Extremitäten 235

G. Meier und J. Büttner

7.1 Vorteile der peripheren Blockaden	237	7.10 Allgemeine Grundsätze zur Verabreichung von	
7.2 Problematik der peripheren regionalen Blockaden	237	Lokalanästhetika bei peripheren Blockaden	250
7.3 Komplikationen peripherer Nervenblockaden	238	Dosierungen	250
Toxische Reaktionen auf das Lokalanästhetikum	238	Maßnahmen zur Verkürzung der Latenzzeit	251
Neurologische Spätschäden	238	7.11 Adjuvantien	251
7.4 Allgemeine Kontraindikationen peripherer Nervenblockaden (Tab. 7.1)	239	7.12 Kontinuierliche periphere Nervenblockaden	252
Infektionen	239	Vorteile kontinuierlicher regionaler Verfahren nach extrem schmerzhaften Eingriffen	252
Gerinnungsstörungen	239	Vorteile kontinuierlicher peripherer Verfahren gegenüber der kontinuierlichen Epiduralanalgesie	252
Vorbestehende neurologische Defizite	240	Indikationen peripherer regionaler Schmerzkatheter	253
7.5 Hygienische Anforderungen an die Durchführung peripherer Nervenblockaden	240	Lokalanästhetika bei kontinuierlichen peripheren Verfahren	254
7.6 Allgemeine Grundlagen zur Aufklärung, Vorbereitung, Überwachung und Lagerung	240	Betreuung peripherer Schmerzkatheter auf der Allgemeinstation	255
Aufklärung und Vorbereitung	240	Komplikationen peripherer Schmerzkatheter	256
Lagerung	241	7.13 Periphere Blockaden an der Extremität bei ambulanten Eingriffen	256
Überwachung	241	Ambulante kontinuierliche periphere Nervenblockaden (obere Extremität)	257
7.7 Technische Hilfsmittel zur Durchführung einer peripheren Nervenblockade	242	Interskalenäre Plexus-brachialis-Anästhesie	259
Gefäß-Doppler	242	Axilläre Plexus-brachialis-Anästhesie	259
Sonographie	242	Infraklavikuläre Plexusblockade	259
Oberflächenthermometer	243	Ambulante kontinuierliche periphere Nervenblockaden (untere Extremität)	260
Periphere Nervenstimulation (PNS)	244	Dorsale und ventrale Plexus-lumbalis-Anästhesie	260
Stimulationskanülen	245	Plexus-sacralis-Blockaden	
7.8 Allgemeine Grundlagen bei der Anlage einer kontinuierlichen Regionalanästhesie	248	(N.-ischiodicus-Blockaden)	260
7.9 Analgosedierung	249	Kernaussagen	261
Anlage peripherer Schmerzkatheter	249	Literatur	262
Begleitende Maßnahmen während einer Operation in Regionalanästhesie	249		

8 Nervenblockaden an den oberen Extremitäten 267

J. Büttner

8.1 Historischer Überblick	268	Kontinuierliche N.-suprascapularis-Blockade nach Meier	288
8.2 Anatomie	269	8.7 Blockaden peripherer Nerven im Bereich des Armes	289
8.3 Interskalenäre Plexusanästhesie	272	Allgemeine Aspekte	289
Vorderer Zugang	272	Blockaden im Bereich des Oberarmes	290
Hinterer Zugang	274	Blockaden im Ellenbogenbereich	290
Generelle Maßnahmen	275	Blockaden im Bereich des Handgelenks (Handblock)	292
8.4 Blockaden im Bereich der Faszikel (supra- und infraklavikulär)	276	8.8 Leitungsanästhesien der Finger	294
Supraklavikuläre Blockadetechniken	276	8.9 Intravenöse Regionalanästhesie (IVRA)	294
Infraklavikuläre Blockadetechniken	278	8.10 Intraarterielle Regionalanästhesie	296
Maßnahmen für klavikulanah durchgeführten Blockaden	280	8.11 Intravenöse regionale Sympathikusblockade mit Guanethidin (Ismelin)	296
8.5 Axilläre Blockaden	281	8.12 Plexus-cervicalis-Blockade	297
Perivaskuläre „Single-Injection“-Technik	282	Blockade der Plexus cervicalis profundus und superficialis	297
„Multiple-Injection“-Technik	284	Plexus-cervicalis-Blockade zur Karotis-TEA	299
Transarterielle Technik	286	Kernaussagen	301
Generelle Betrachtungen zur axillären Plexusanästhesie	286	Literatur	302
8.6 Blockade einzelner Nerven im Schulterbereich	287		
N.-suprascapularis-Blockade	287		

9 Nervenblockaden an den unteren Extremitäten 305

G. Meier

9.1 Historischer Überblick	306	Periphere Blockaden der unteren Extremität (Leitungsblockaden)	355
9.2 Anatomie des Plexus lumbosacralis	307	Periphere Blockaden der Nerven im Bereich des Fußgelenks	364
Plexus lumbalis	308	Midtarsal-Block	372
Plexus sacralis	312	Blockaden im Zehenbereich	373
9.3 Blockadetechniken im Einzelnen	316	Intraartikuläre Lokalanästhesie und Analgesie des Kniegelenks	375
Psoaskompartimentblockaden	316	Intravenöse Regionalanästhesie (IVRA)	377
N.-femoralis-Blockaden	321	Anhang	383
Proximale N.-ischiadicus-Blockaden in Rückenlage des Patienten	331	Kernaussagen	391
Proximale N.-ischiadicus-Blockaden in Seitenlage des Patienten	341	Literatur	393
Transsakraler Block (Sakralnervenblockade)	347		
Blockaden im Kniebereich	349		

10 Regionalanästhesie an Kopf und Stamm 403

H. C. Niesel

10.1 Einführung	404	10.6 Abdomen	413
10.2 Kopf	404	10.7 Inguinalregion	415
10.3 Nackenregion	406	Eingriffe am Skrotum	417
Phrenikusblockade	407	Blockade des Penis	418
10.4 Thorax und Bauchwand	408	10.8 Beckenboden	420
10.5 Rippenbereich und Sternum	409	10.9 Harnröhre und Blase	422
Interkostalblockade	409	Regionale Anästhesie bei suprapubischen Maßnahmen	423
Interpleurale Analgesie	411		
Regionalanästhesie im Sternumbereich	413		

10.10 Vorteile der operativen und postoperativen regionalen Anästhesie	423	Kernaussagen	424
		Literatur	425
11 Regionalanästhesie im Kindesalter			427
<i>M. Jöhr, A. Reich und M. Hornung</i>			
11.1 Stellenwert der Regionalanästhesie bei Kindern	428	Blockaden mit Einzelinjektionstechnik	440
Grundlagen	428	Katheterassoziierte Epiduralanästhesie	442
Historische Entwicklung und gegenwärtiger Stand	428	Komplikationen	445
Risiken und Komplikationen	429	Zusammenfassung	446
Ausblick in die Zukunft	429	Kernaussagen	446
Kernaussagen	430	Literatur	447
Literatur	430	Spinalanästhesie bei Kindern	450
11.2 Anatomische und physiologische Besonderheiten bei Kindern	430	Kernaussagen	454
Nozizeptives System	430	Literatur	455
Anatomische Voraussetzungen	432	11.4 Periphere Blockaden	456
Physiologische und psychologische Voraussetzungen	433	Grundlagen	456
Kernaussagen	434	Kopfbereich	456
Literatur	435	Rumpfbereich	457
11.3 Zentrale Blockaden	435	Obere Extremität	459
Grundlagen	435	Untere Extremität	460
Selektion der Anästhetika	436	Infiltrationsanästhesie und topische Anästhesie	462
Selektion des Punktionsmaterials	438	Kernaussagen	463
Techniken zur Erkennung der anatomischen Räume	439	Literatur	464
Sicherheitsaspekte	439	11.5 Regionalanästhesie als Teil eines Konzepts	467
		Kleinere Eingriffe	467
		Große Chirurgie	467
		Kernaussagen	468
		Literatur	468
12 Geburtshilfliche Regionalanästhesie			469
<i>W. Gogarten und H. Van Aken</i>			
12.1 Historische Entwicklung	471	12.8 Regionalanalgesieverfahren zur vaginalen Entbindung	479
12.2 Physiologische Veränderungen während der Schwangerschaft	471	Epiduralanalgesie	479
Respiration	471	Kombinierte Spinal-Epidural-Analgesie	480
Herz-Kreislauf-System	472	Kontinuierliche Spinalanalgesie	481
Hämatopoetisches System	472	Kaudalanalgesie	481
Gerinnungssystem	472	Sympathikusblockade	481
Gastrointestinaltrakt	472	Parazervikalblockade	481
Epiduralraum	472	Pudendusblockade	482
12.3 Regulation der uteroplazentaren Durchblutung	472	12.9 Mobilität unter der Geburt (Walking Epidural)	483
12.4 Aortokavales Kompressionssyndrom	474	12.10 Regionalanästhesieverfahren zur Sectio caesarea	483
12.5 Physiologie von Schmerzen unter der Geburt	474	Epiduralanästhesien	483
12.6 In der Geburtshilfe verwendete Substanzen	475	Spinalanästhesie und kombinierte Spinal-Epidural-Anästhesie	483
Lokalanästhetika	475	12.11 Testdosis	484
Opioide	476	Intravasale Katheterfehlage	484
Andere Additiva	478	Spinale Katheterfehlage	485
12.7 Plazentarer Transfer	478		

12.12 Nebenwirkungen und Komplikationen	485	12.14 Schwangerschaftsinduzierte Hypertonie und HELLP-Syndrom	488
Pruritus	485	12.15 Aspirationsrisiko und Prophylaxe	489
Hypotonien	485	12.16 Besonderheiten der Aufklärung in der Geburtshilfe	490
Fetale Bradykardien	486	Sectio caesarea auf Wunsch	490
Postpunktionelle Kopfschmerzen	486	Kernaussagen	491
Spinale epidurale Hämatome	487	Literatur	494
12.13 Vaginale Entbindung nach vorangegangener Sectio caesarea	488		

13 Augenheilkunde

H.B. Dick und M. Schäfer

497

13.1 Allgemeines	498	13.4 Verfahren und Techniken im Einzelnen	503
13.2 Präoperative Phase	498	Oberflächenanästhesie	503
Zusammenarbeit zwischen Ophthalmologen und Anästhesisten	498	Retrobulbäranästhesie (RETRO)	505
Auswahl des Anästhesieverfahrens	498	Peribulbäranästhesie (PERI)	509
Spezielle Probleme bei der ophthalmologischen Anästhesie	498	Kombinationsverfahren	510
13.3 Intraoperative Phase	499	Okulopression	511
Vorbemerkungen zur topographischen Anatomie der Lider und der Orbita	499	Kritische Abwägung der Lokalanästhesieverfahren RETRO vs. PERI	512
Lokalanalgesie und Lokalakinesie	500	Lokalanästhesie bei Antikoagulation	513
Zusätze zu Lokalanästhetika	501	Infiltrationsanästhesie und Leitungsanästhesie	513
		Kernaussagen	518
		Literatur	519

14 Lokal-Regional-Anästhesie im Hals-Nasen-Ohren-Bereich

W. Ey

521

14.1 Allgemeine Regeln zur Ausführung der Lokalanästhesie	522	Technik der Lokal-Regional-Anästhesie im Bereich der Nasennebenhöhlen	531
14.2 Allgemeine Gesichtspunkte zur Prämedikation	522	Anatomie und sensible nervale Versorgung des Gesichtsbereichs	535
14.3 Spezielle Prämedikation	522	Technik der Lokal-Regional-Anästhesie im Gesichtsbereich	536
Sedierung und Anxiolyse	522	14.7 Lokalanästhesie im Bereich der Mundhöhle und des Pharynx	538
Analgesie	523	Anatomie und sensible Versorgung	538
Vagolyse	523	Technik der Lokalanästhesie	539
14.4 Allgemeine Gesichtspunkte zur lokalen Infiltrations- und Leitungsanästhesie	523	14.8 Lokal-Regional-Anästhesie im Hals-, Larynx-, Trachea- und Ösophagusbereich	541
Technik	523	Anatomie und nervale Versorgung	542
Dosierung der Infiltrations- und Leitungsanästhetika	524	Technik der Lokal-Regional-Anästhesie bei Eingriffen im Bereich des Halses	543
14.5 Allgemeine Gesichtspunkte zur Oberflächenanästhesie	524	Technik der Lokalanästhesie bei endolaryngealen Eingriffen, Tracheobroncho- und Ösophagoskopie	545
Technik	524	14.9 Lokalanästhesie im Bereich des Ohres	547
Dosierung der Oberflächenanästhetika	526	Anatomie und nervale Versorgung	547
14.6 Lokal-Regional-Anästhesie im Nasen-, Nasennebenhöhlen- und Gesichtsbereich	526	Technik der Lokalanästhesie bei Eingriffen im Bereich des Ohres	548
Anatomie und nervale Versorgung der Nase	526	Kernaussagen	551
Technik der Lokalanästhesie im Bereich der Nase	528	Literatur	552
Anatomie und nervale Versorgung der Nasennebenhöhlen	529		

15 Lokalanästhesie in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde 553

M. Daubländer

15.1 Stellenwert der Lokalanästhesie in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde	554	Vasokonstriktoren	567
15.2 Entwicklung der zahnärztlichen Lokalanästhesie	554	Weitere Zusätze	568
15.3 Anatomische Grundlagen	556	Empfohlene Lokalanästhesielösungen	568
Nervale Strukturen – N. trigeminus (V)	556	15.6 Technik der Lokalanästhesie	569
Knöcherne Strukturen	561	Oberflächenanästhesie	569
15.4 Ausrüstung	562	Infiltrationsanästhesie	570
Spritzensysteme	562	Leitungsanästhesie	572
Kanülen	563	Ergänzende Injektionstechniken	588
Ampullen	563	15.7 Komplikationen und Nebenwirkungen	589
15.5 Wahl der geeigneten Lokalanästhesielösung	563	Lokale Komplikationen	590
Lokalanästhetika	563	Systemische Komplikationen	593
		Kernaussagen	601
		Literatur	603

16 Regionale Schmerztherapie 605

B. Gustorff und K. H. Hoerauf

16.1 Einleitung	606	Spinale Blockaden und intrathekale Medikamentengaben	626
16.2 Grundlagen	606	Blockade der Facettengelenke und Facettengelenksnerven	626
16.3 Indikationen zu Nervenblockaden	606	16.6 Spezielle Schmerzsyndrome mit Indikation zur regionalen Schmerztherapie	628
16.4 Spezielle Anamnese	607	Schmerzen im Bereich des Kopfes	628
16.5 Spezielle für die Schmerztherapie geeignete Blockadetechniken	607	Schmerzen im Bereich des Thorax	629
Blockaden an Kopf und Nacken	607	Schmerzen im Bereich der oberen Extremitäten	629
Blockaden im Bereich des sympathischen Nervensystems	614	Schmerzen im Bereich des Abdomens	632
Blockaden der oberen Extremität (vgl. Kapitel 8)	621	Rückenschmerzen und Schmerzen im Bereich der Wirbelsäule	632
Blockaden am Rumpf	621	Kernaussagen	635
Epidurale Blockaden	624	Literatur	636
Transsakrale Blockaden	624		
Epidurale Stimulation über Elektroden	625		
Intrathekale Neurolyse	625		

17 Regionale Opioidtherapie 637

H. Bürkle

17.1 Historische Entwicklung	638	Sufentanil	645
17.2 Grundlagen	638	Fentanyl	646
Wirkorte für Opioide	640	17.5 Periphere Opioidapplikation	647
Lokalisation von Opioidrezeptoren	640	17.6 Ganglionäre Opioidapplikation (GLOA)	647
17.3 Pharmakologie	641	17.7 Techniken der rückenmarksnahen Opioidtherapie	647
Pharmakokinetik	641	Kernaussagen	650
Pharmakodynamik	643	Literatur	651
17.4 Einzelsubstanzen	644		
Morphin	644		

18	Postoperative Regionalanalgesie	653
	<i>G. Brodner und H. Van Aken</i>	
18.1	Allgemeines	654
18.2	Postoperative Stressreaktion	654
	Stressreduktion durch Analgesie	655
18.3	Prinzipien der postoperativen Regionalanästhesie	656
	Einrichtung eines schmerztherapeutischen Dienstes	657
	Fortbildung und Kooperation mit Stationspersonal und Fachdisziplinen	657
	Tabellenanhang Lokalanästhetika	674
	Sachverzeichnis	677
	Dokumentation	658
18.4	Analgesieverfahren	658
	Systemische Analgesie	658
	Regionalanalgesie	659
18.5	Kosten	666
18.6	Ausblick	667
	Kernaussagen	669
	Literatur	670