



Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt
und darf in keiner Form an Dritte weitergegeben werden!

Aus H. Huber, E. Winter: Checkliste Schmerztherapie
(ISBN 3-13-129671-2) © 2006 Georg Thieme Verlag, Stuttgart

Checklisten der aktuellen Medizin

Begründet von F. Largiadèr, A. Sturm, O. Wicki

Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt
und darf in keiner Form an Dritte weitergegeben werden!

Aus H. Huber, E. Winter: Checkliste Schmerztherapie
(ISBN 3-13-129671-2) © 2006 Georg Thieme Verlag, Stuttgart

Checkliste Schmerztherapie

H. Huber, E. Winter

unter Mitarbeit von

A. Bickel, A. Fujak, D. Irnich, S. Kastner, W. Koppert, H. Lörler,
D. Pfander, F. Schuchmann, B. Wünschmann

88 Abbildungen

103 Tabellen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart · New York

Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt
und darf in keiner Form an Dritte weitergegeben werden!

Aus H. Huber, E. Winter: Checkliste Schmerztherapie
(ISBN 3-13-129671-2) © 2006 Georg Thieme Verlag, Stuttgart

Umschlaggestaltung: Thieme Verlagsgruppe
Umschlagfoto: Studio Nordbahnhof
Zeichnungen: Angelika Kramer, Stuttgart

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

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.

Insbesondere sei hier auch noch darauf hingewiesen, dass die in diesem Buch aufgeführten Handelsnamen exemplarisch ausgewählt sind und keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

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

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

© 2006 Georg Thieme Verlag, Rüdigerstraße 14, D-70469 Stuttgart
Printed in Germany

Unsere Homepage: <http://www.thieme.de>

Satz: Hagedorn Kommunikation, D-68519 Viernheim (Gesetzt mit 3B2)
Druck: Druckhaus Götz GmbH, D-71636 Ludwigsburg

ISBN 3-13-129671-2

1 2 3 4 5 6

Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt und darf in keiner Form an Dritte weitergegeben werden!

Aus H. Huber, E. Winter: Checkliste Schmerztherapie
(ISBN 3-13-129671-2) © 2006 Georg Thieme Verlag, Stuttgart

Geleitwort

Die Schmerztherapie hat sich in den letzten Jahrzehnten mehr und mehr zu einem eigenständigen Fachgebiet entwickelt. Namen wie Bonica, Melzack und Wall sind im Zusammenhang mit dieser Entwicklung zu nennen. Wegweisende neue Erkenntnisse gab es im Bereich der Schmerzphysiologie und bei der Entwicklung von neuen Applikationsformen. Mehr und mehr hat sich in den letzten Jahrzehnten herauskristallisiert, dass die Schmerztherapie, insbesondere die Behandlung von chronischen Schmerzen, eine interdisziplinäre Aufgabe ist.

Durch den Sonderforschungsbereich Schmerz und die Einrichtung eines interdisziplinären Schmerzzentrums hat sich das Universitätsklinikum Erlangen einen besonderen Platz auf der Schmerz-Landkarte erworben.

Die Autoren dieses Buches haben wesentlich am Aufbau und der Weiterentwicklung der Schmerztherapie in Erlangen mitgewirkt. Ihnen ist es nun gelungen, dieses umfassende Thema übersichtlich und praxisnah in Form der „Checkliste Schmerztherapie“ darzustellen. Dieses Buch eignet sich in besonderer Weise begleitend für den studentischen Unterricht im Bereich der Schmerztherapie und ebenso als Leitfaden für den jungen Arzt. Besonders wertvoll sind die gut strukturierten Therapieempfehlungen für Akutschmerz-Syndrome und die multimodalen Lösungsansätze für chronische Schmerzpatienten.

Reinhard Sittl, Erlangen im September 2005

Anschriften

PD Dr. med. Andreas Bickel
Universität Erlangen-Nürnberg
Neurologische Klinik mit Poliklinik
Schwabachanlage 6
91054 Erlangen

Dr. med. Albert Fujak
Universitätsklinik für Orthopädie
Waldkrankenhaus St. Marien
Rathsberger Straße 57
91054 Erlangen

Dr. med. Horst Huber
Klinik für Anästhesie
Waldkrankenhaus St. Marien
Rathsberger Straße 57
91054 Erlangen

Dr. med. Dominik Irnich
Ludwig-Maximilians-Universität
Klinik für Anästhesiologie
Nussbaumstraße 20
80336 München

Dipl.-Psych. Sabine Kastner
Rehabilitationszentrum der BfA
Berliner Straße 18
95138 Bad Steben

PD Dr. med. Wolfgang Koppert
Universität Erlangen-Nürnberg
Klinik für Anästhesiologie
Krankenhausstraße 12
91054 Erlangen

Dr. med Harald Lörler
Krankenhaus Hetzelstift
Klinik für Anästhesie
Stiftstraße 10
67434 Neustadt/Weinstraße

PD Dr. med. David Pfander
Universitätsklinik für Orthopädie
Waldkrankenhaus St. Marien
Rathsberger Straße 57
91054 Erlangen

Dipl.-Psych. Fritz Schuchmann
Klinik Herzoghöhe Bayreuth
Zentrum für medizinische
Rehabilitation
Kulmbacher Straße 103
95445 Bayreuth

Dr. med Eva Winter
Krankenhaus der Missions-
Benediktinerinnen von Tutzing e.V.
Schmerzzentrum
Bahnhofstraße 5
82327 Tutzing

Dr. med. Bernt Wünschmann
Facharzt für Physikalische
und Rehabilitative Medizin
Friedastraße 17
81479 München

Vorwort

Schmerzbehandlung ist tägliche Aufgabe nahezu jedes klinisch tätigen Arztes, sei es im Bereitschafts- oder Notdienst oder in der täglichen Stationsarbeit oder Praxis. Die Checkliste Schmerztherapie wendet sich an angehende Ärzte in der Famulatur, im Praktischen Jahr sowie an Ärzte aller Fachrichtungen in der Facharztweiterbildung. Neben ärztlichen Kollegen möchten wir auch Psychologen und Psychotherapeuten mit Interesse an der Schmerztherapie ansprechen.

In der Checkliste Schmerztherapie findet der Leser sowohl für die Behandlung von Patienten mit akuten als auch mit chronischen Schmerzen aktuelle Therapievorschläge. Die Behandlung chronischer Schmerzen gelingt mit einem monodisziplinären Ansatz in sehr vielen Fällen nicht. Dem Leser wird mit diesem Buch der Weg zu einer multimodalen und interdisziplinären Vorgehensweise gewiesen. Es wird aufgezeigt welche psychologischen, physikalischen und physiotherapeutischen Verfahren in Ergänzung zu einer medikamentösen Schmerztherapie eingesetzt werden und wann interventionelle Verfahren oder die Akupunktur Bausteine eines Therapiekonzepts sein können.

Entsprechend der Interdisziplinarität, die für eine erfolgreiche Schmerztherapie gefordert werden muss, entstand auch diese Checkliste in Kooperation unterschiedlicher Fachgebiete (Anästhesie, Orthopädie, Neurologie, Physikalische Medizin, Psychologie und Allgemeinmedizin).

Die Gliederung der Checkliste Schmerztherapie in die Teile Grundlagen, häufige Akutschmerzsituationen, Schmerzbilder mit chronischen Schmerzen sowie Schmerztherapieverfahren ermöglicht dem Leser ein schnelles Nachschlagen der ihn interessierenden Inhalte. Zahlreiche Querverweise auf Seiten (nicht auf Kapitel) ermöglichen ein rasches Aufsuchen von Zusatzinformationen und verhindern redundante Darstellungen.

Die Checkliste Schmerztherapie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie gibt für wichtige und häufige Schmerzbilder Empfehlungen für eine rationale Diagnostik und Therapie. Es wurde Wert darauf gelegt medikamentöse Therapievorschläge mit konkreten Dosierungsempfehlungen, Handelsnamen und Darreichungsformen auszuarbeiten.

Wir möchten allen Koautoren, Freunden und Kollegen für die Unterstützung danken, die sie uns bei der Erstellung des Buches gewährt haben. Insbesondere möchten wir uns für die Durchsicht von Kapiteln und ihre wertvolle Unterstützung bedanken bei Prof. Dr. R. Forst, Prof. Dr. H. Handwerker, Prof. Dr. P. Reeh, Dr. R. Sittl, Dr. R. Thoma. Schließlich danken wir auch den Mitarbeitern des Thieme-Verlags Frau Dr. Eva-Cathrin Schulz und Frau Dr. Christiane Brill-Schmid für ihre Mithilfe an dem Projekt.

Erlangen und Tutzing im September 2005

Horst Huber und Eva Winter

Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt und darf in keiner Form an Dritte weitergegeben werden!

Aus H. Huber, E. Winter: Checkliste Schmerztherapie (ISBN 3-13-129671-2) © 2006 Georg Thieme Verlag, Stuttgart

Inhaltsverzeichnis

Grauer Teil: Grundlagen

- 1 Physiologie und Pathophysiologie von Schmerzen 1**
- 1.1 Einleitung 1
- 1.2 Periphere Mechanismen der Schmerzentstehung 2
- 1.3 Zentrale Mechanismen der Schmerzentstehung 8

- 2 Diagnostik bei Patienten mit chronischen Schmerzen 14**
- 2.1 Tipps und Überblick zur Diagnostik 14
- 2.2 Schmerzbezogene Anamnese 17
- 2.3 Grundlagen und Elemente der psychologischen Diagnostik 23
- 2.4 Klassifikation von Schmerzkrankungen 29
- 2.5 Neurophysiologische Diagnostikverfahren 31
- 2.6 Invasive Diagnostik 35

Grüner Teil: Häufige Akutschmerzsituationen

- 3 Häufige Akutschmerzsituationen und ihre Therapie 38**
- 3.1 Grundlagen 38
- 3.2 Postoperative Schmerzen 39
- 3.3 Akuter Kopfschmerz 50
- 3.4 Akute Rückenschmerzen 52
- 3.5 Akuter kardialer Ischämieschmerz 52
- 3.6 Schmerzen bei akutem Abdomen 53
- 3.7 Schmerzen bei Gallenkolik 56
- 3.8 Schmerzen bei Nierenkolik 57
- 3.9 Schmerzen bei Pankreatitis 58
- 3.10 Traumatisch bedingte Schmerzen 59
- 3.11 Schmerzen bei Rippenfraktur 60
- 3.12 Schmerzen bei akutem Herpes zoster 61
- 3.13 Akute myofasziale Schmerzen 61
- 3.14 Wehenschmerzen 63

Blauer Teil: Wichtige Krankheitsbilder mit chronischen Schmerzen

- 4 Kopf- und Gesichtsschmerzen 65**
- 4.1 Grundlagen 65
- 4.2 Migräne 69
- 4.3 Spannungskopfschmerz 75
- 4.4 Medikamentös induzierter Dauerkopfschmerz 76
- 4.5 Clusterkopfschmerz und clusterkopfschmerzartige Syndrome 77
- 4.6 Gesichtsschmerzen 80
- 4.7 Andere Kopfschmerzsyndrome 82

- 5 Rücken- und Halswirbelsäulenschmerzen 84**
- 5.1 Grundlagen 84
- 5.2 Lumbale nicht radikuläre Schmerzen
(Syn. Lumbalsyndrom, Lumbago, „low back pain“) 87
- 5.3 Lumbale radikuläre Schmerzen
(Syn. radikuläres Lumbalsyndrom, lumbales Wurzelsyndrom) 91
- 5.4 Zervikale radikuläre Schmerzen (zervikobrachiales Syndrom) 94
- 5.5 Zervikale nicht radikuläre Schmerzen (Syn. HWS-Syndrom, Zervikalsyndrom, pseudoradikuläre Zerviko-Brachialgie) 97
- 5.6 Zusammenfassung: Übersicht zu Diagnostik und Therapie von Rückenschmerzen 100
- 6 Schmerzen am Bewegungsapparat 102**
- 6.1 Myofaszielles Syndrom 102
- 6.2 Fibromyalgie 103
- 6.3 Polymyalgia rheumatica 104
- 6.4 Schulter-Arm-Syndrom/PHS 105
- 6.5 Rheumatoide Arthritis 107
- 6.6 Arthrose 109
- 6.7 Osteoporose 111
- 7 Viszerale Schmerzen 113**
- 7.1 Grundlagen 113
- 7.2 Schmerztherapie bei akutem Abdomen 113
- 7.3 Schmerztherapie bei akuter Pankreatitis 113
- 7.4 Schmerztherapie bei chronischer Pankreatitis 113
- 7.5 Schmerztherapie bei akuter Nierenkolik 114
- 7.6 Schmerztherapie bei chronischen Unterbauchschmerzen 114
- 7.7 Funktionelle Darmerkrankungen 116
- 8 Neuropathische Schmerzen 118**
- 8.1 Komplexes regionales Schmerzsyndrom und sympathisch unterhaltener Schmerz 118
- 8.2 Herpes Zoster, Post-Zoster-Neuralgie 121
- 8.3 Stumpf- und Phantomschmerzen 123
- 8.4 Polyneuropathie 124
- 8.5 Nervenengpasssyndrome 126
- 8.6 Zentraler Schmerz 129
- 9 Somatoforme Schmerzstörung 130**
- 9.1 Grundlagen 130
- 10 Tumorschmerztherapie und Palliativmaßnahmen 134**
- 10.1 Allgemeines Vorgehen bei der Behandlung von Tumorschmerzen 134
- 10.2 Häufige Schmerzsyndrome und besondere Therapiesituationen bei Tumorpatienten 142
- 10.3 Interventionelle Therapieverfahren 147
- 10.4 Palliativmaßnahmen zur Behandlung weiterer Symptome bei Tumorpatienten 149

11 Schmerztherapie bei besonderen Patientengruppen	160
11.1 Schmerztherapie während Schwangerschaft und Stillzeit	160
11.2 Schmerztherapie im Kindesalter	163
11.3 Schmerztherapie im Alter	169
12 Medikamentenabhängigkeit	172
12.1 Grundlagen	172
12.2 Psychische Opioidabhängigkeit	173
12.3 Medikamentenentzug	176

Roter Teil: Schmerztherapieverfahren

13 Medikamentöse Schmerztherapie	179
13.1 Grundprinzipien der medikamentösen Schmerztherapie	179
13.2 Nichtopioidanalgetika – Grundlagen	181
13.3 Nichtopioidanalgetika – Nicht-steroidale Antirheumatika (NSAR)	182
13.4 Nichtopioidanalgetika – Selektive COX-2-Inhibitoren	187
13.5 Nichtopioidanalgetika – nicht-sauer antipyretisch	189
13.6 Nichtopioidanalgetika – Flupirtin	191
13.7 Opioidanalgetika – Grundlagen	192
13.8 Opioide – Indikationen und Kontraindikationen	196
13.9 Opioide – Therapie Vorbereitung	196
13.10 Opioide: Vorgehen bei chronischen nicht-tumorbedingten Schmerzen	198
13.11 Opioide – Präparate und ihre Besonderheiten	200
13.12 Opioide – Dosierungen	203
13.13 Opioide – Hinweise zur praktischen Anwendung	205
13.14 Opioide – Nebenwirkungen und ihre Behandlung	209
13.15 Koanalgetika – Grundlagen	213
13.16 Koanalgetika – Antidepressiva	215
13.17 Koanalgetika – Antikonvulsiva	217
13.18 Koanalgetika – Bisphosphonate	218
13.19 Koanalgetika – zentrale Muskelrelaxantien	221
13.20 Andere Koanalgetika	222
13.21 Topische Koanalgetika	226
13.22 Lokalanästhetika	227
14 Interventionelle Verfahren	234
14.1 Allgemeine für alle Verfahren gültige Grundlagen	234
14.2 Blockade des Plexus brachialis	235
14.3 Blockade des Plexus lumbosakralis	240
14.4 Sympathikusblockaden	245
14.5 Rückenmarksnahe Blockaden	252
15 Transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS)	266
15.1 Grundlagen	266
15.2 Klinische Anwendung	266

16 Akupunktur – Anwendung in der Schmerztherapie	271
16.1 Theoretische Grundlagen	271
16.2 Grundlagen der klinischen Anwendung	282
16.3 Therapeutisches Vorgehen allgemein	284
16.4 Vorgehen bei speziellen Krankheitsbildern	286
17 Psychologische Verfahren in der Schmerztherapie	291
17.1 Psychologische Verfahren – Grundlagen	291
17.2 Patientenedukation	292
17.3 Entspannungsverfahren: Progressive Muskelrelaxation (PMR)	293
17.4 Entspannungsverfahren: Autogenes Training (AT)	299
17.5 Imaginative und hypnotherapeutische Verfahren	301
17.6 Verhaltenstherapeutische Methoden: Operante Verfahren	304
17.7 Verhaltenstherapeutische Methoden: Kognitiv-behaviorale Verfahren	306
17.8 Stressbewältigungstraining	309
17.9 Schmerzbewältigungstraining	310
17.10 Biofeedback	312
17.11 Unterschiede und Gemeinsamkeiten psychoanalytischer, tiefenpsychologischer und verhaltenstherapeutischer Ansätze in der Psychologischen Schmerztherapie	315
17.12 Psychotherapie (Richtlinien-Psychotherapie)	316
18 Physiotherapie/Krankengymnastik in der Schmerztherapie	321
18.1 Stellenwert und Ziele	321
18.2 Wichtige physiotherapeutische Methoden	323
19 Manuelle Therapie in der Schmerztherapie	329
19.1 Grundlagen	329
19.2 Wichtige manualtherapeutische Schulen	332
20 Physikalische Therapie in der Schmerztherapie	337
20.1 Allgemeine Anmerkungen	337
20.2 Elektrotherapie	338
20.3 Therapeutischer Ultraschall	342
20.4 Hydro- und Balneotherapie	343
20.5 Klassische (detonisierende) Massage	345
20.6 Bindegewebsmassage	347
20.7 Manuelle Lymphdrainage (ML)	347
20.8 Thermotherapie	349
20.9 Phototherapie in der Schmerztherapie – Infrarot-Licht	352
21 Multimodale Therapieprogramme	353
Sachverzeichnis	355

Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt
und darf in keiner Form an Dritte weitergegeben werden!

Aus H. Huber, E. Winter: Checkliste Schmerztherapie
(ISBN 3-13-129671-2) © 2006 Georg Thieme Verlag, Stuttgart

1 Physiologie und Pathophysiologie von Schmerzen

1.1 Einleitung

Definition von Nozizeption und Schmerz

- ▶ **Nozizeption** bezeichnet die Aufnahme, Weiterleitung und zentralnervöse Verarbeitung noxischer (gewebeschädigender oder potenziell gewebeschädigender) Signale; unter dem Begriff des nozizeptiven Systems werden die mit diesen Vorgängen befassten Strukturen zusammengefasst.
- ▶ **Schmerz** ist ein unangenehmes Sinnes- oder Gefühlserlebnis, das mit einer aktuellen oder potenziellen Gewebeschädigung einhergeht oder mit Begriffen einer solchen Schädigung beschrieben wird.
- ▣ **Beachte:** Im Gegensatz zu der Empfindung Schmerz, der als subjektives Sinnes- oder Gefühlserlebnis definiert ist, wird unter Nozizeption der „objektive“, neuronale Prozess verstanden. Nozizeptive Reize (im Folgenden auch Schmerzreize genannt) erregen spezifische Sensoren, die Nozizeptoren (S. 2).

Klassifikation von Schmerzen

- ▶ **Die Einteilung des Schmerzes** kann nach verschiedenen Kriterien erfolgen. Von zentraler therapeutischer Bedeutung sind die Klassifizierungen nach der Zeitdauer (s.u.) und nach der Pathogenese (s.u.).
- ▶ **Einteilungskriterien:**
 - *Entstehungsort*, z.B. Zahnschmerzen, Bauchschmerzen, Beinschmerzen etc.
 - *Entstehungsursache*, z.B. Tumorschmerzen, postoperative Schmerzen, somatoforme Schmerzen.
 - *Zeitdauer*: s. Tab. 1.1.
 - *Pathogenese*: s. Tab. 1.2.

Tabelle 1.1 · Einteilung des Schmerzes nach der Zeitdauer – Gegenüberstellung des akuten und chronischen Schmerzes

akuter Schmerz	chronischer Schmerz (Mainzer Stadienmodell der Schmerz-Chronifizierung)
wird durch Verletzung oder Schädigung ausgelöst	ist abgekoppelt von dem auslösenden Ereignis und wird zur eigenständigen Erkrankung
Intensität korreliert mit dem auslösenden Reiz	Intensität korreliert nicht (mehr) mit dem auslösenden Reiz
Lokalisation ist klar bestimmbar	oft mehrere Organsysteme betroffen („multilokulär“)
Warn- und Schutzfunktion	Warn- und Schutzfunktion verloren

Dieses Dokument ist nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt und darf in keiner Form an Dritte weitergegeben werden!

Aus H. Huber, E. Winter: Checkliste Schmerztherapie (ISBN 3-13-129671-2) © 2006 Georg Thieme Verlag, Stuttgart

Tabelle 1.2 · Einteilung des Schmerzes nach der Pathogenese

Schmerzart	Pathogenese	Beispiel
Nozizeptorschmerzen	Nozizeptoraktivierung (Definition Nozizeptor S. 2)	<ul style="list-style-type: none"> • somatisch: <ul style="list-style-type: none"> – tief (Muskel, Knochen, Gelenke) • oberflächlich (Haut, Schleimhäute) – viszeral (Eingeweide)
neuropathische Schmerzen	Schädigung peripherer Nerven oder des zentralen Nervensystems (Rückenmark, Gehirn)	S. 118
durch psychologische Mechanismen (mit-) bedingte Schmerzen (psychologische Untersuchung S. 23)		<ul style="list-style-type: none"> • psychodynamisch (Konflikte, Verlusterlebnisse) • verhaltensmedizinisch (kognitive Prozesse, operantes Lernen, Stressverarbeitung)

■ **Hinweis:** Physiologische und psychologische pathogenetische Entstehungskriterien schließen sich nicht wechselseitig aus, sie können vielmehr unterschiedliche Sichtweisen des individuellen Schmerzerlebens sein (bio-psycho-soziales Schmerzmodell).

Übersicht: Physiologische und pathophysiologische Mechanismen und Phänomene der Schmerzentstehung und -unterhaltung (s. Abb. 1.1)

- ▶ Bei der Schmerzentstehung unterscheidet man periphere Mechanismen und zentrale Mechanismen.
- ▶ Sowohl peripher als auch zentral spielt die sog. **neuronale Plastizität** eine Rolle. Hierunter versteht man generell die Eigenschaft des Nervensystems, seine Struktur und Funktion durch eine Vielzahl von physiologischen und biochemischen Veränderungen in peripheren Nerven, im Rückenmark und auch in kortikalen Arealen des Gehirns abzuwandeln („Schmerzgedächtnis“). Hierbei kann es über sensibilisierende und desensibilisierende Mechanismen zu einem veränderten Antwortverhalten des Nervensystems auf Schmerzreize kommen.
- ▶ Eine Übersicht über physiologische und pathophysiologische Mechanismen und Phänomene, die in den folgenden beiden Kapiteln genauer erklärt werden, zeigt Abb. 1.1.

1.2 Periphere Mechanismen der Schmerzentstehung

Nozizeptor und Fortleitung der Reize

- ▶ **Definition:** Als Nozizeptor (lat. „nocere“, schaden) werden die sensorischen Nervenendigungen bezeichnet, die Reize erfassen, welche die Integrität des Körpers bedrohen. Sie sind die am weitaus häufigsten vorkommenden sensorischen Nervenendigungen in der Haut, sie sind aber auch in der Muskulatur, dem Periost, in den Kapseln innerer Organe sowie in den Wänden der Gefäße und Hohlorgane zu finden.

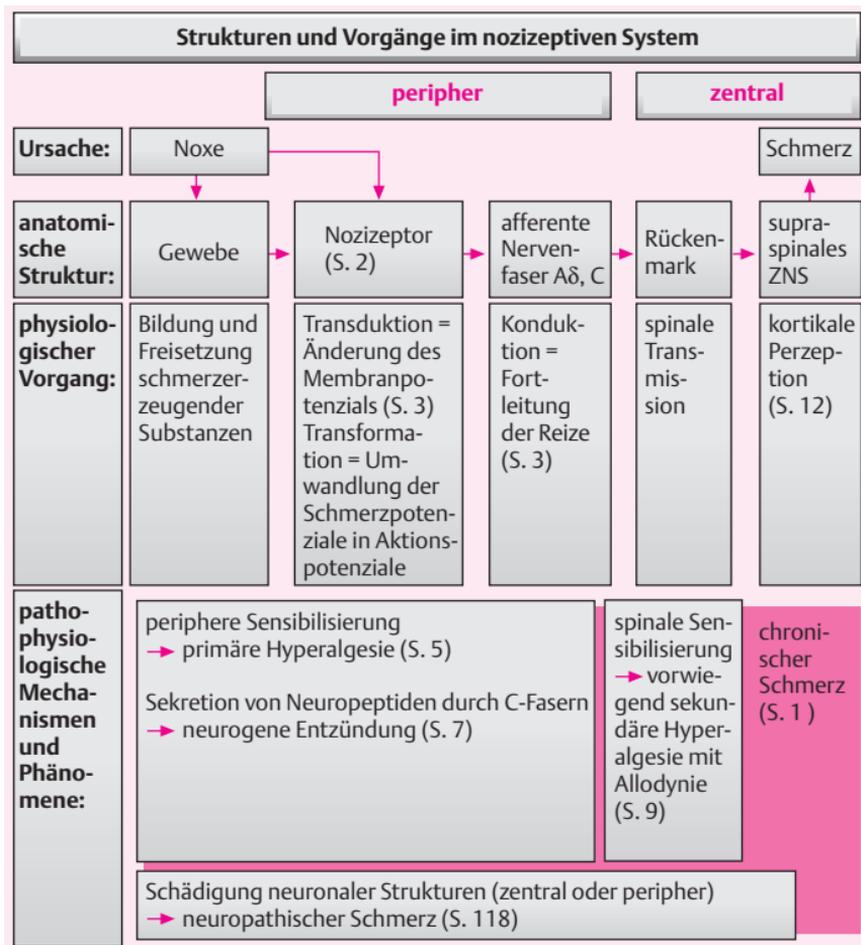


Abb. 1.1 Strukturen und Vorgänge im nozizeptiven System

► Einteilung:

- **Unimodale Nozizeptoren:** Sie sprechen nur auf bestimmte noxische Reize an (Kälte-, Hitze-, Mechano-, Chemonozizeptoren).
- **Polymodale Nozizeptoren:** Sie antworten auf mehrere Reizmodalitäten.

► **Transduktion:** Als Transduktion wird die Änderung des Membranpotentials am Nozizeptor (Sensorpotential, früher auch Rezeptor- oder Generatorpotential) bezeichnet. Ein Nozizeptor kann unterschiedliche Transduktionsareale besitzen, in denen physikalische und chemische Reize über spezifische Membranrezeptoren, teils mit Ionenkanaleigenschaften, aufgenommen werden.

► **Transformation:** Die auf die Transduktion folgende Umwandlung von Sensorpotentialen in Aktionspotentiale wird als Transformation bezeichnet. Der genaue Ort dieses Vorgangs ist nicht bekannt, vermutlich erfolgt er schon in den Endverzweigungen des Nozizeptors, in denen die Sensorpotentiale summiert und durch spannungsgesteuerte Ionenkanäle zu Impulssalven umgewandelt werden.

► **Konduktion:** Die Fortleitung der nozizeptiven Impulse aus den Transformationsarealen nach zentripetal erfolgt in der Form typischer regenerativer Aktionspotentiale, wie wir sie in allen Teilen des peripheren und zentralen Nervensystems