

Inhaltsverzeichnis

I Allgemeiner Teil

1 Einführung	18
<i>Dietrich Grönemeyer</i>	

2 Neuroanatomie der Wirbelsäule	19
<i>Gebhard Reiss, Dietrich Grönemeyer</i>	

2.1 Skelettelemente	19	2.3.5 Arachnoidea	30
2.2 Beweglichkeit der Wirbelsäule	20	2.3.6 Pia mater	30
2.2.1 Gesamtbeweglichkeit	20	2.3.7 Ligamentum flavum	30
2.2.2 Bewegungssegment	22	2.3.8 Ligamentum longitudinale posterior	30
2.2.3 Bänder der Wirbelsäule	23	2.3.9 Fettgewebe	31
2.2.4 Zwischenwirbelscheibe	26	2.4 Leitungsbahnen	31
2.3 Wirbelkanal	27	2.4.1 Arterien und Venen	31
2.3.1 Aufbau	27	2.4.2 Lymphgefäße	34
2.3.2 Rückenmark	28	2.4.3 Nerven	34
2.3.3 Liquor cerebrospinalis	30	2.5 Literatur	36
2.3.4 Dura mater spinalis	30		

3 Diagnostik	37
---------------------------	----

3.1 Präinterventionelle bildgebende Diagnostik	37	3.2.3 Reduktion von Artefakten in der Bildgebung	56
<i>Hans-Joachim Thiel</i>		3.2.4 Bildgebende Hinweise auf Infektion	56
3.1.1 Bildgebende Verfahren der Radiologie in der präinterventionellen Diagnostik	38	3.2.5 Diagnostik bei periradikulärer Therapie	58
3.1.2 Bildgebende präinterventionelle Diagnostik beim voroperierten Patienten	53	3.2.6 Diagnostik bei diskusbezogener Therapie	59
3.2 Posttherapeutische bildgebende Diagnostik	55	3.2.7 Diagnostik bei Therapie von Facettengelenkserkrankungen	60
<i>Daniel Boll, Victor Schulze-Zachau</i>		3.2.8 Diagnostik bei Therapie am Iliosakralgelenk	60
3.2.1 Bildgebende Verfahren der Radiologie	55	3.2.9 Diagnostik bei Therapie der Spinalkanalstenose	62
3.2.2 Bildgebende Darstellung von Fremdmaterial	56	3.2.10 Diagnostik bei Vertebroplastie und Kyphoplastie	62
		3.3 Literatur	64

4 Planung mithilfe tomografischer Bildsteuerung	68
--	----

4.1 Mikroinvasive interventionelle Verfahren (Mikrotherapie)	68	4.2 Computertomografiegeführte Intervention	75
<i>Dietrich Grönemeyer, Carsten Moser</i>		<i>Dietrich Grönemeyer, Carsten Moser</i>	
4.1.1 Steckbrief	68	4.2.1 Steckbrief	75
4.1.2 Aktuelles	68	4.2.2 Grundlagen	75
4.1.3 Verschiedene Verfahren der Mikrotherapie	70	4.2.3 Aktuelles	76
4.1.4 Therapeutische Interventionserfahrung mit verschiedenen Bildgebungsmodalitäten	71	4.2.4 Technische Voraussetzungen der Computertomografie	76
4.1.5 Rolle der Bildgebung	72	4.2.5 Indikationen	77
4.1.6 Vorteile der Bildsteuerung	74	4.2.6 Ablauf einer typischen computertomografisch gesteuerten periradikulären Therapie	78
4.1.7 Vergleich mit nicht bildgesteuerten Verfahren	74	4.2.7 Parameter und Einstellmöglichkeiten	83
4.1.8 Technische Probleme	75	4.2.8 Maßnahmen zur Reduktion der Strahlenbelastung	83
4.1.9 Zusammenfassung	75	4.2.9 Diskussion	84
		4.2.10 Zusammenfassung	85

4.3	Magnetresonanzgesteuerte Intervention	85	4.4	Navigationshilfen für bildgestützte Interventionen	94
	<i>Martin Busch, Serban Mateiescu, Marietta Garmer</i>			<i>Carsten Moser, Martin Deli, Dietrich Grönemeyer</i>	
4.3.1	Steckbrief	85	4.4.1	Steckbrief	94
4.3.2	Grundlagen.	86	4.4.2	Indikationen.	94
4.3.3	Magnetdesign	87	4.4.3	Materialien und Techniken.	95
4.3.4	Assistenzsysteme	88	4.4.4	Fallbericht.	101
4.3.5	Iterative Magnetresonanzsteuerung	88	4.4.5	Diskussion	102
4.3.6	Thermische Ablation	89	4.4.6	Zusammenfassung	102
4.3.7	Entwicklung der interventionellen Kernspintomografie am Grönemeyer Institut für Mikrotherapie	90	4.5	Literatur	103
4.3.8	Interventionelle Magnetresonanztomografie am Beispiel der periradikulären Therapie	91			
5	Rolle der Mikrotherapie in der multimodalen Schmerztherapie	109			
	<i>Juraj Artner, Carsten Moser, Dietrich Grönemeyer</i>				
5.1	Definition der multimodalen Schmerztherapie	109	5.4	Indikationen der multimodalen Schmerztherapie	111
5.2	Durchführung und qualitative Merkmale der multimodalen Schmerztherapie	109	5.5	Kontraindikationen der multimodalen Schmerztherapie	111
5.3	Stellenwert der interventionellen Verfahren beim chronifizierten Schmerz	110	5.6	Ergebnisse der multimodalen Schmerztherapie	111
5.3.1	Nachteile	110	5.7	Perspektiven und Ausblick	112
5.3.2	Vorteile	111	5.8	Literatur	112
II	Spezieller Teil				
6	Tomografische periradikuläre Therapie	114			
6.1	Tomografisch gestützte periradikuläre Therapie der Halswirbelsäule	114	6.2.6	Anästhesie	125
	<i>Yvonne Maratos, Adrian Kastler, Bruno Kastler</i>		6.2.7	Patientenaufklärung und spezielle Risiken.	125
6.1.1	Steckbrief	114	6.2.8	Präinterventionelle Diagnostik	125
6.1.2	Synonyme.	114	6.2.9	Materialien und Medikamente	125
6.1.3	Definition	114	6.2.10	Durchführung	125
6.1.4	Indikationen.	114	6.2.11	Ergebnisse.	129
6.1.5	Kontraindikationen	114	6.2.12	Mögliche Komplikationen	130
6.1.6	Anästhesie	114	6.2.13	Operationsbericht.	130
6.1.7	Patientenaufklärung und spezielle Risiken.	115	6.2.14	Postinterventionelles Management	131
6.1.8	Präinterventionelle Diagnostik	117	6.3	Tomografisch gestützte periradikuläre, epidurale und periartikuläre Therapie der Brustwirbelsäule	131
6.1.9	Materialien und Medikamente	117		<i>Carsten Moser, Kenneth Hartl, Dietrich Grönemeyer</i>	
6.1.10	Durchführung	118	6.3.1	Steckbrief	131
6.1.11	Ergebnisse.	121	6.3.2	Aktuelles	131
6.1.12	Mögliche Komplikationen	122	6.3.3	Synonyme.	131
6.1.13	Operationsbericht.	122	6.3.4	Definition	131
6.1.14	Postinterventionelles Management.	122	6.3.5	Indikationen.	131
6.1.15	Fallbericht.	122	6.3.6	Kontraindikationen	131
6.2	Tomografisch gestützte Ganglion-stellatum-Neurolysen zur Behandlung regionaler Schmerzsyndrome	124	6.3.7	Anästhesie	131
	<i>Yvonne Maratos, Adrian Kastler, Bruno Kastler</i>		6.3.8	Patientenaufklärung und spezielle Risiken.	131
6.2.1	Steckbrief	124	6.3.9	Präinterventionelle Diagnostik	132
6.2.2	Synonyme.	124	6.3.10	Materialien und Medikamente	132
6.2.3	Definition	124	6.3.11	Durchführung	132
6.2.4	Indikationen.	124	6.3.12	Ergebnisse.	136
6.2.5	Kontraindikationen	124	6.3.13	Mögliche Komplikationen	137
			6.3.14	Operationsbericht.	137

6.3.15	Postinterventionelles Management	137	6.4.7	Anästhesie	140
6.3.16	Fallbericht	138	6.4.8	Patientenaufklärung und spezielle Risiken	140
6.4	Tomografisch gestützte periradikuläre Therapie bei radikulärer Schmerzsymptomatik der Lendenwirbelsäule	138	6.4.9	Präinterventionelle Diagnostik	140
	<i>Dietrich Grönemeyer, Carsten Moser</i>		6.4.10	Materialien und Medikamente	141
6.4.1	Steckbrief	138	6.4.11	Durchführung	142
6.4.2	Aktuelles	139	6.4.12	Ergebnisse	152
6.4.3	Synonyme	139	6.4.13	Mögliche Komplikationen	158
6.4.4	Definition	139	6.4.14	Operationsbericht	158
6.4.5	Indikationen	139	6.4.15	Postinterventionelles Management	158
6.4.6	Kontraindikationen	139	6.4.16	Fallbericht	159
7	Tomografische epidurale Therapie der Wirbelsäule	164	6.5	Literatur	160
	<i>Carsten Moser, Dietrich Grönemeyer</i>				
7.1	Steckbrief	164	7.11.3	Computertomografisch gestützte Infiltration der Halswirbelsäule	169
7.2	Aktuelles	164	7.11.4	Computertomografisch gestützte Infiltration der Lendenwirbelsäule	171
7.3	Synonyme	164	7.11.5	Magnetresonanztomografisch gestützte epidurale Therapie	175
7.4	Definition	164	7.11.6	Technische Hinweise und Maßnahmen	177
7.5	Indikationen	164	7.12	Ergebnisse	179
7.6	Kontraindikationen	165	7.12.1	Level of Evidence	179
7.7	Anästhesie	166	7.12.2	Zeitpunkt und Häufigkeit der epiduralen Injektionen	185
7.8	Patientenaufklärung und spezielle Risiken	166	7.13	Mögliche Komplikationen	186
7.9	Präinterventionelle Diagnostik	166	7.14	Operationsbericht	186
7.10	Materialien und Medikamente	166	7.15	Postinterventionelles Management	186
7.11	Durchführung	167	7.16	Zusammenfassung	186
7.11.1	Vor Beginn des Eingriffs	167	7.17	Literatur	186
7.11.2	Anatomie und Zugangswege	167			
8	Schnittbildgestützte Diskografie	189			
	<i>Carsten Moser, Jan Hendrik Busch, Dietrich Grönemeyer</i>				
8.1	Steckbrief	189	8.10	Materialien und Medikamente	191
8.2	Aktuelles	189	8.11	Durchführung	192
8.3	Synonyme	189	8.11.1	Vor Beginn des Eingriffs	192
8.4	Definition	189	8.11.2	Anatomie und Zugangswege	193
8.5	Indikationen	190	8.11.3	Patientenvorbereitung und -lagerung	194
8.6	Kontraindikationen	190	8.11.4	Behandlungsschritte	195
8.7	Anästhesie	190	8.12	Ergebnisse	199
8.8	Patientenaufklärung und spezielle Risiken	191	8.12.1	Vor- und Nachteile der Diskografie	199
8.9	Präinterventionelle Diagnostik	191	8.12.2	Falsch-positiv-Rate	199
			8.12.3	Prädiktiver Wert	199
			8.12.4	Defekt durch die Punktion	199
			8.12.5	Zytotoxisches Kontrastmittel	200
			8.12.6	Magnetresonanztomografiegesteuerte Diskografie ..	200

8.13	Mögliche Komplikationen	202	8.14	Operationsbericht	203
8.13.1	Intrainterventionelle bzw. postinterventionelle Komplikationen	202	8.15	Postinterventionelles Management	203
8.13.2	Strahlenbelastung	203	8.16	Literatur	203
9	Intradiskale Verfahren				205
9.1	Intradiskale Injektionen	205	9.2.8	Patientenaufklärung und spezielle Risiken	225
	<i>Carsten Moser, Jan Becker, Dietrich Grönemeyer</i>		9.2.9	Präinterventionelle Diagnostik	226
9.1.1	Steckbrief	205	9.2.10	Materialien und Medikamente	226
9.1.2	Aktuelles	205	9.2.11	Durchführung	227
9.1.3	Synonyme	205	9.2.12	Ergebnisse	229
9.1.4	Definition	205	9.2.13	Mögliche Komplikationen	229
9.1.5	Indikationen	205	9.2.14	Operationsbericht	230
9.1.6	Kontraindikationen	206	9.2.15	Postinterventionelles Management	230
9.1.7	Anästhesie	206	9.3	Chemonukleolyse von Bandscheibenerkrankungen mit Ozon	231
9.1.8	Patientenaufklärung und spezielle Risiken	206		<i>Thomas J. Vogl</i>	
9.1.9	Präinterventionelle Diagnostik	207	9.3.1	Steckbrief	231
9.1.10	Materialien und Medikamente	207	9.3.2	Aktuelles	231
9.1.11	Durchführung	207	9.3.3	Synonyme	231
9.1.12	Ergebnisse	212	9.3.4	Definition	231
9.1.13	Mögliche Komplikationen	217	9.3.5	Indikationen	231
9.1.14	Operationsbericht	217	9.3.6	Kontraindikationen	231
9.1.15	Postinterventionelles Management	217	9.3.7	Anästhesie	231
9.1.16	Zusammenfassung und Schlussfolgerung	217	9.3.8	Patientenaufklärung und spezielle Risiken	231
9.1.17	Fallbericht	218	9.3.9	Präinterventionelle Diagnostik	231
9.2	Perkutane Laserdiskusdekompression der Lendenwirbelsäule	220	9.3.10	Materialien und Medikamente	232
	<i>Athour Gevargez, Ralf Klein</i>		9.3.11	Durchführung	232
9.2.1	Steckbrief	220	9.3.12	Ergebnisse	234
9.2.2	Aktuelles	221	9.3.13	Mögliche Komplikationen	235
9.2.3	Synonyme	223	9.3.14	Operationsbericht	236
9.2.4	Definition	223	9.3.15	Postinterventionelles Management	236
9.2.5	Indikationen	225	9.4	Literatur	236
9.2.6	Kontraindikationen	225			
9.2.7	Anästhesie	225			
10	Techniken zur Behandlung von Facettengelenkserkrankungen				239
10.1	Computertomografisch gesteuerte Interventionen an Facettengelenken	239	10.2	Radiofrequenzablation zur Behandlung von Facettengelenkserkrankungen	247
	<i>Juraj Artner, Stephan Klessinger</i>			<i>Turan Ocak, Dietrich Grönemeyer</i>	
10.1.1	Steckbrief	239	10.2.1	Steckbrief	247
10.1.2	Aktuelles	239	10.2.2	Synonyme	247
10.1.3	Synonyme	239	10.2.3	Definition	247
10.1.4	Definition	239	10.2.4	Indikationen	247
10.1.5	Indikationen	239	10.2.5	Kontraindikationen	248
10.1.6	Kontraindikationen	240	10.2.6	Anästhesie	248
10.1.7	Anästhesie	240	10.2.7	Patientenaufklärung und spezielle Risiken	248
10.1.8	Patientenaufklärung und spezielle Risiken	240	10.2.8	Präinterventionelle Diagnostik	248
10.1.9	Präinterventionelle Diagnostik	240	10.2.9	Materialien und Medikamente	248
10.1.10	Materialien und Medikamente	240	10.2.10	Durchführung	249
10.1.11	Durchführung	240	10.2.11	Ergebnisse	251
10.1.12	Ergebnisse	246	10.2.12	Mögliche Komplikationen	252
10.1.13	Mögliche Komplikationen	246	10.2.13	Operationsbericht	252
10.1.14	Operationsbericht	247	10.2.14	Postinterventionelles Management	252
10.1.15	Postinterventionelles Management	247	10.2.15	Fallbericht	253
			10.3	Literatur	253

11	Techniken zur Behandlung von Erkrankungen des Iliosakralgelenks	255		
11.1	Computertomografisch gesteuerte Techniken zur Behandlung des Iliosakralgelenks	255	11.2	Lasernavigierte Fixierung des Iliosakralgelenks
	<i>Therese Lincke, Christoph Johannes Zech</i>			<i>Therese Lincke, Christoph Johannes Zech</i>
11.1.1	Steckbrief	255	11.2.1	Steckbrief
11.1.2	Synonyme	255	11.2.2	Synonyme
11.1.3	Definition	255	11.2.3	Definition
11.1.4	Indikationen	255	11.2.4	Indikationen
11.1.5	Kontraindikationen	256	11.2.5	Kontraindikationen
11.1.6	Anästhesie	257	11.2.6	Anästhesie
11.1.7	Patientenaufklärung und spezielle Risiken	257	11.2.7	Patientenaufklärung und spezielle Risiken
11.1.8	Präinterventionelle Diagnostik	257	11.2.8	Präinterventionelle Diagnostik
11.1.9	Materialien und Medikamente	258	11.2.9	Materialien und Medikamente
11.1.10	Durchführung	258	11.2.10	Durchführung
11.1.11	Ergebnisse	260	11.2.11	Ergebnisse
11.1.12	Mögliche Komplikationen	260	11.2.12	Mögliche Komplikationen
11.1.13	Operationsbericht	261	11.2.13	Operationsbericht
11.1.14	Postinterventionelles Management	261	11.2.14	Postinterventionelles Management
			11.3	Literatur
				264
12	Minimalinvasive Behandlung des Bandscheibenvorfalles	265		
	<i>Yvonne Maratos, Dietrich Grönemeyer, Nicolas Amoretti</i>			
12.1	Steckbrief	265	12.10	Durchführung
12.2	Synonyme	265	12.10.1	Vor Beginn des Eingriffs
12.3	Definition	265	12.10.2	Anatomie und Zugangswege
12.4	Indikationen	265	12.10.3	Patientenvorbereitung und -lagerung
12.5	Kontraindikationen	266	12.10.4	Behandlungsschritte
12.6	Anästhesie	267	12.11	Ergebnisse
12.7	Patientenaufklärung und spezielle Risiken	267	12.12	Mögliche Komplikationen
12.8	Präinterventionelle Diagnostik	267	12.13	Operationsbericht
12.9	Materialien und Medikamente	268	12.14	Postinterventionelles Management
			12.15	Literatur
				274
13	Techniken zur Behandlung von Frakturen der Wirbelsäule	275		
	<i>Yvonne Maratos, Dietrich Grönemeyer, Nicolas Amoretti</i>			
13.1	Steckbrief	275	13.4	Indikationen
13.1.1	Vertebroplastie	275	13.4.1	Vertebroplastie
13.1.2	Kyphoplastie	275	13.4.2	Kyphoplastie
13.1.3	Sakroplastie	275	13.4.3	Sakroplastie
13.2	Synonyme	276	13.5	Kontraindikationen
13.3	Definition	276	13.5.1	Vertebroplastie und Kyphoplastie
13.3.1	Vertebroplastie	276	13.5.2	Sakroplastie
13.3.2	Kyphoplastie	276	13.6	Anästhesie
13.3.3	Sakroplastie	276	13.7	Patientenaufklärung und spezielle Risiken
				277

13.8	Präinterventionelle Diagnostik	278	13.11.2	Vorteile der Kyphoplastie gegenüber der Vertebroplastie	287
13.9	Materialien und Medikamente	278	13.11.3	Komplikationen, Morbidität und Mortalität	288
13.9.1	Vertebroplastie	278	13.11.4	Outcome bei Kümmel-Frakturen (Kümmel-Verneuil-Frakturen) und aseptischen Osteonekrosen	288
13.9.2	Kyphoplastie	278	13.11.5	Outcome anderer mikrotherapeutischer, adjuvanter Behandlungen	288
13.9.3	Sakroplastie	279	13.11.6	Zusammenfassung	288
13.10	Durchführung	279	13.12	Mögliche Komplikationen	288
13.10.1	Vor Beginn des Eingriffs	279	13.13	Operationsbericht	288
13.10.2	Anatomie und Zugangswege	279	13.14	Postinterventionelles Management	289
13.10.3	Patientenvorbereitung und -lagerung	280	13.15	Fallbericht	289
13.10.4	Behandlungsschritte	280	13.16	Literatur	291
13.11	Ergebnisse	286			
13.11.1	Effizienz und Outcome von Vertebroplastie und Kyphoplastie	287			
14	Potenzielle biotechnologische Therapien zur Behandlung von Wirbelsäulenerkrankungen	292			
	<i>Carsten Moser</i>				
14.1	Steckbrief	292	14.6	Gentherapie und Gentransfer	306
14.1.1	Rolle der Zytokine und Wachstumsfaktoren	292	14.6.1	Prinzip	306
14.1.2	Rolle der Bandscheibendegeneration	292	14.6.2	Hintergrund	306
14.2	Therapeutische Ziele und Strategien	292	14.6.3	Studienergebnisse	306
14.3	Proteintherapie	293	14.6.4	Diskussion	307
14.3.1	Wachstumsfaktoren	293	14.7	Matrizes bzw. Scaffolds (morphogenetische Stimuli)	307
14.3.2	Antikatabole Zytokine	295	14.7.1	Prinzip	307
14.3.3	Autologe Blutzubereitungen	299	14.7.2	Hintergrund	307
14.3.4	Neurotrophe Faktoren	301	14.7.3	Studienergebnisse	308
14.3.5	Inhibitoren des Nervenwachstumsfaktors	302	14.7.4	Diskussion	308
14.4	Tissue Engineering	302	14.8	Mechanische Stimulation	308
14.5	Zelltherapie	303	14.9	Zusammenfassung und Diskussion	308
14.5.1	Autologe Bandscheibenzelltransplantation	303	14.10	Literatur	309
14.5.2	Mesenchymale Stammzellen	304			
14.5.3	Embryonale Stammzellen	306			
15	Mikrotherapie und Mikrotherapieoperationsraum der Zukunft	312			
	<i>Dietrich Grönemeyer, Friederike Grönemeyer, Carsten Moser</i>				
15.1	Status quo und Perspektive	312	15.7	Physiologische Messungen in der Mikrotherapie	317
15.2	Integrative Bildgebung	314	15.8	Bedienraum	317
15.3	Mikrotherapeutischer Routinearbeitsplatz mit dem Computertomografen als Basis	314	15.9	Überwachungsraum	318
15.4	Strahlenschutz	316	15.10	Vor- und Nachteile der computertomografischen bzw. magnetresonanztomografischen Steuerung	319
15.5	Patientenliege und Umfeld	317	15.11	Tomografisches Behandlungsverfahren	320
15.6	Monitoring	317	15.12	Zweidimensionale Bildgebung im Vergleich zur dreidimensionalen bei interventionellen Eingriffen	321

15.13	Mikrotherapeutische Workstation zur Integration von elektronischem Equipment	321	15.15	Zusammenfassung und Schlussfolgerung	322
15.14	Mobile Magnetresonanztomografie- und Computertomografie-Scanner	322	15.16	Literatur	323
	Sachverzeichnis				324