

Atlas Klinische Neuroradiologie Wirbelsäule und Spinalkanal

Martin Wiesmann · Jennifer Linn · Omid Nikoubashman
(Hrsg.)

Atlas Klinische Neuroradiologie Wirbelsäule und Spinalkanal

2. Auflage

Hrsg.

Prof. Dr. Martin Wiesmann
Uniklinik RWTH Aachen
Aachen, Deutschland

Prof. Dr. Jennifer Linn
Universitätsklinikum Dresden
Dresden, Deutschland

Prof. Dr. Omid Nikoubashman
Uniklinik RWTH Aachen
Aachen, Deutschland

ISBN 978-3-662-60565-3 ISBN 978-3-662-60566-0 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-60566-0>

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

© Springer Berlin Heidelberg 2014, 2023

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Umschlagabbildung © Wiesmann/Springer//Umschlaggestaltung deblik Berlin

Planung/Lektorat: Daniel Quinones

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort zur 2. Auflage

Sehr geehrte Leserinnen und Leser, vielen Dank, dass Sie sich für unser Buch entschieden haben! Bedanken möchten wir uns aber auch bei den Leserinnen und Lesern der ersten Auflage, da Ihre überaus positive Resonanz früh Anlass für eine zweite Auflage gab.

Wie schon in der ersten Auflage ist die zweite Auflage als Buch für die tägliche Arbeit gedacht. Folglich lag das Hauptaugenmerk unserer Überarbeitungen auf klinisch relevanten Aspekten der spinalen Diagnostik. In diesem Sinne haben wir das Grundkonzept des Buches nicht verändert, sondern kleine Fehler der ersten Auflage behoben, bestehende Kapitel aktualisiert und einige neue Kapitel hinzugefügt.

Wir hoffen, dass Ihnen dieser Atlas ein treuer Begleiter bei Ihrer Arbeit wird und freuen uns über Verbesserungsvorschläge und Korrekturen, damit auch die nächste Auflage noch besser werden kann!

Martin Wiesmann
Omid Nikoubashman

Vorwort zur 1. Auflage

Bereits in den Jahren, die zur Erstellung dieses Buches nötig waren, hat sich manches von dem, was „gute“ neuroradiologische Wirbelsäulendiagnostik ausmacht, verändert. Jedes Jahr wird es Innovationen geben, die uns schneller und sicherer zur Diagnose führen. Die wichtigste Grundlage unserer Arbeit aber, die Anatomie des menschlichen Körpers, bleibt immer gleich. Selbst mit den neuesten Geräten und den modernsten MRT-Sequenzen wird man immer nur höchstens so viel wiedererkennen, wie man schon vorher kannte. Dieses Buch beginnt daher mit einem ungewöhnlich umfangreichen Anatomieteil.

Unser Ziel war es ferner, in diesem Werk das „gesamte“ neuroradiologische Spektrum der Wirbelsäulen- und Rückenmarksdiagnostik abzubilden. Deshalb haben wir auch Dinge behandelt, die in anderen neuroradiologischen Büchern häufig ausgespart sind. Dazu zählen zum Beispiel die wichtigsten Knochentumoren der Wirbelsäule, die rheumatischen Erkrankungen, die metabolischen Erkrankungen der Wirbelsäule, oder die embryologischen Grundlagen der Fehlbildungen.

Wir haben den Atlas Klinische Neuroradiologie für die tägliche Arbeit geschrieben. Der Textteil ist daher knappgehalten. Stichpunktartig werden die pathophysiologischen Grundlagen der einzelnen Erkrankungen, wichtige Klassifikationen, charakteristische Bildbefunde und die relevanten Differentialdiagnosen mit Hinweisen zur Abgrenzung genannt. Besonders hervorgehoben sind typische Befunde, Pitfalls und Merkgeln.

Wie beim ersten Band des Atlas Klinische Neuroradiologie ist auch dieses Buch kein Sammelwerk vieler Spezialisten, sondern quasi „aus einer Hand“ konzipiert und verfasst.

Wir möchten, dass dieser Atlas Ihr Lieblingsbuch bei der neuroradiologischen Wirbelsäulendiagnostik wird. Und wir freuen uns über Verbesserungsvorschläge und Korrekturen, damit die nächste Auflage noch besser wird.

Danksagung

Für die kritische Korrektur einzelner Kapitel und wertvolle Anmerkungen zur Überarbeitung der 2. Auflage möchten wir uns bei Herrn Dr. Rico Badenschier, Frau Dr. Ursula Feige, Frau PD Dr. Dagmar Honnef, Herrn Dr. Marcus Blaum, Herrn PD Dr. Georg Mühlenbruch, Herrn PD Dr. Michael Mull, Herrn Dr. Alexander Riabikin, Frau Dr. Christine Schick und Herrn Prof. Armin Thron bedanken.

Zahlreiche Kollegen haben uns mit Abbildungen unterstützt. Dafür danken wir Frau PD Dr. Carolin Brockmann, Frau Prof. Birgit Ertl-Wagner, Herrn Dr. Stefan Gottschalk, Herrn Dr. Adam Jaczak, Frau Dr. Susanne Leykamm, Frau Dr. Rebecca May, Herrn PD Dr. Georg Mühlenbruch, Herrn PD Dr. Michael Mull, Herrn Hadi Nasri, Herrn Prof. Dirk Petersen, Herrn Dr. Alexander Riabikin, Herrn Dr. Hani Ridwan, Herrn PD Dr. Marc Steinborn, Herrn Prof. Armin Thron, Herrn Prof. Horst Urbach und Herrn Prof. Stefan Weidauer. Unser ganz besonderer Dank gilt diesbezüglich Herrn Prof. Rainer Erlemann und Herrn Dr. Hermann Kapp.

Für die Unterstützung bei der Erstellung und Nachverarbeitung der Abbildungen möchten wir uns bei Frau Dr. Katja Bochmann, Frau Dr. Katharina Steinhagen, Herrn Tim Wesemann und den MTRAs der Klinik für Neuroradiologie der Uniklinik Aachen bedanken. Vielen Dank!

Omid Nikoubashman

Martin Wiesmann

Inhaltsverzeichnis

I Neuroanatomie Wirbelsäule und Rückenmark

1	Knöcherne Wirbelsäule	3
	<i>Martin Wiesmann und Omid Nikoubashman</i>	
1.1	Überblick	4
1.2	Aufbau der Wirbel	4
1.3	Säulenmodell der Wirbelsäule	6
1.4	Kraniozervikaler Übergang	7
1.5	Halswirbelsäule	15
1.6	Brustwirbelsäule	22
1.7	Lendenwirbelsäule	25
1.8	Sakrum und Steißbein	29
2	Bandscheiben	31
	<i>Martin Wiesmann und Omid Nikoubashman</i>	
3	MRT-Signalcharakteristika der Wirbelkörper und Bandscheiben	33
	<i>Martin Wiesmann und Omid Nikoubashman</i>	
4	Bandstrukturen der Wirbelsäule	37
	<i>Martin Wiesmann und Omid Nikoubashman</i>	
5	Normvarianten und Fehlbildungen der knöchernen Wirbelsäule	39
	<i>Martin Wiesmann</i>	
6	Rückenmarkshäute und intraspinale Kompartimente	41
	<i>Martin Wiesmann</i>	
6.1	Epiduralraum	42
6.2	Subduralraum	42
6.3	Subarachnoidalraum	42
7	Spinale Liquorzirkulation	45
	<i>Martin Wiesmann</i>	
7.1	Subarachnoidalraum	46
7.2	Zentralkanal	47
8	Rückenmark und Spinalnerven	49
	<i>Martin Wiesmann und Omid Nikoubashman</i>	
8.1	Anatomische Grundlagen	50
8.2	Normvarianten	54
8.3	Innerer Aufbau des Rückenmarks	54
8.4	Graue Substanz	56
8.5	Weißer Substanz	58
8.5.1	Sensible Bahnen	58
8.5.2	Motorische Bahnen	59
8.6	Klinische Symptomatik bei Affektion des Myelons	59

9	Gefäßversorgung von Wirbelsäule und Rückenmark	61
	<i>Martin Wiesmann und Omid Nikoubashman</i>	
9.1	Oberflächliches arterielles Gefäßnetz des Rückenmarks	62
9.2	Arterielle Gefäßterritorien des Rückenmarks	62
9.3	Zuflüsse zu den spinalen Arterien	62
9.4	Venöses System des Rückenmarks	65
9.5	Venöses System des Spinalkanals	69
10	Paraspinale Weichteile	71
	<i>Martin Wiesmann und Omid Nikoubashman</i>	
11	Dermatome, Myotome und Kennmuskeln	77
	<i>Martin Wiesmann und Omid Nikoubashman</i>	
11.1	Dermatome	78
11.2	Myotome und Kennmuskeln	78
II	Pathologien	
12	Verletzungen von Wirbelsäule und Rückenmark	83
	<i>Martin Wiesmann</i>	
12.1	Verletzungsmechanismen und bildgebende Verfahren	84
12.2	Verletzungen des kraniozervikalen Übergangs und der oberen Halswirbelsäule	86
12.2.1	Frakturen der Okzipitalkondylen	86
12.2.2	Okzipitozervikale Luxationen	87
12.2.3	Frakturen des Atlas	89
12.2.4	Densfrakturen	91
12.2.5	Erhängungsfraktur des Axis	95
12.3	Verletzungen der mittleren und unteren Halswirbelsäule	96
12.3.1	Einfache Keil- oder Kompressionsfraktur	96
12.3.2	Berstungsfraktur der mittleren und unteren HWS	97
12.3.3	Flexions-Tränentropfenfraktur (Teardrop-Fraktur)	98
12.3.4	Hyperextensions-Tränentropfenfraktur	100
12.3.5	Wirbelbogenfraktur	101
12.3.6	Dornfortsatzfraktur (Schaufelarbeiterfraktur)	102
12.3.7	Verletzungen der Facettengelenke	102
12.4	Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule	105
12.4.1	Einfache Keil- oder Kompressionsfrakturen	105
12.4.2	Berstungsfrakturen	106
12.4.3	Distractionsfrakturen (Chance-Fraktur)	111
12.4.4	Luxationsfrakturen	113
12.4.5	Traumatische Spondylolisthesis	114
12.5	Traumatische Bandscheibenvorfälle	115
12.6	Traumatische spinale Blutungen	115
12.7	Verletzungen des Myelons	115
12.8	Verletzungen der Nervenwurzeln	118
13	Degenerative Erkrankungen	123
	<i>Martin Wiesmann</i>	
13.1	Einführung und Terminologie	124
13.2	Klinische Symptomatik und Untersuchungsstrategie	126
13.3	Degenerative Veränderungen der Wirbelkörperabschlussplatten und Bandscheiben	133
13.3.1	Osteochondrose	133
13.3.2	Einriss des Anulus fibrosus	136

13.3.3	Bandscheibenprotrusion.....	137
13.3.4	Bandscheibenvorfall.....	137
13.3.5	Schmorl-Knötchen.....	147
13.3.6	Limbus vertebrae.....	148
13.3.7	M. Scheuermann.....	150
13.4	Degenerative Veränderungen der kleinen Wirbelgelenke	152
13.4.1	Unkovertebralarthrose.....	152
13.4.2	Facettengelenkarthrose.....	153
13.4.3	Synovialzyste der Facettengelenke.....	157
13.5	Degenerative Veränderungen der dorsalen spinalen Säule	158
13.5.1	Baastrup-Syndrom.....	158
13.5.2	Sonstige degenerative Veränderungen der dorsalen spinalen Säule.....	161
13.6	Stenosen im Spinalkanal	164
13.6.1	Spinalkanalstenose.....	164
13.6.2	Neuroforamenstenose.....	169
13.7	Gefügestörungen der Wirbelsäule	171
13.7.1	Spondylolisthesis.....	171
13.7.2	Pseudospondylolisthesis.....	176
13.8	Ossifikation spinaler Ligamente (DISH, OLLP, OLF)	178
14	Entzündliche Erkrankungen der Wirbelsäule und des Spinalkanals	181
	<i>Martin Wiesmann und Omid Nikoubashman</i>	
14.1	Entzündliche Erkrankungen der Wirbelsäule	183
14.1.1	Rheumatoide Arthritis.....	183
14.1.2	Seronegative Spondylarthropathien.....	191
14.1.3	SAPHO-Syndrom.....	201
14.1.4	Erregerbedingte Spondylitis/Spondylodiszitis.....	203
14.1.5	Wirbelsäulentuberkulose.....	206
14.1.6	Paravertebraler Abszess.....	210
14.1.7	Retropharyngeale Tendinitis.....	210
14.2	Entzündliche Erkrankungen des Spinalkanals	213
14.2.1	Epiduraler Abszess.....	213
14.2.2	Subdurales Empyem.....	216
14.2.3	Leptomeningitis.....	216
14.2.4	Infektiöse Myelitis/intramedullärer Abszess.....	217
14.2.5	Myelitis transversa.....	219
14.2.6	Arachnoiditis.....	220
14.2.7	Guillain-Barré-Syndrom (GBS).....	224
14.2.8	Chronische inflammatorische demyelinisierende Polyneuropathie (CIDP).....	227
14.3	Spezifische Infektionen des Myelons und spinalen Subarachnoidalraums	227
14.3.1	Lyme-Borreliose.....	227
14.3.2	Neurosyphilis.....	228
14.3.3	Listeriose.....	230
14.3.4	Tuberkulöse Arachnoiditis.....	232
14.3.5	Pilzinfektionen.....	232
14.3.6	Spinale Neurozystizerkose.....	237
14.3.7	Spinale Toxoplasmose.....	238
14.3.8	HIV-Myelitis.....	239
14.4	Demyelinisierende Erkrankungen	241
14.4.1	Multiple Sklerose (MS).....	241
14.4.2	Neuromyelitis optica (NMO).....	241
14.4.3	Akute disseminierte Enzephalomyelitis (ADEM).....	244
14.5	Granulomatöse Erkrankungen	245
14.5.1	Tuberkulose.....	245
14.5.2	Sarkoidose.....	245
14.5.3	Hypertrophe Pachymeningitis.....	247

15	Tumoren der Wirbelsäule und des Spinalkanals	251
	<i>Martin Wiesmann und Omid Nikoubashman</i>	
15.1	Diagnostisches Vorgehen und anatomische Einteilung	253
15.2	Extradurale Tumoren	254
15.2.1	Primäre Knochentumoren der Wirbelsäule	254
15.2.1.1	Osteom	254
15.2.1.2	Osteoidosteom	255
15.2.1.3	Osteoblastom	257
15.2.1.4	Osteochondrom	260
15.2.1.5	Chondrosarkom	261
15.2.1.6	Riesenzelltumor	262
15.2.1.7	Wirbelhäangiom	264
15.2.1.8	Benigner notochordaler Tumor (BNCT)	267
15.2.1.9	Chordom	268
15.2.1.10	Aneurysmatische Knochenzyste	271
15.2.2	Sekundäre Tumoren der Wirbelsäule und des Epiduralraums	273
15.2.2.1	Wirbelmetastasen	273
15.2.2.2	Erkrankungen des hämatopoetischen Systems: Überblick	277
15.2.2.3	Leukämie	278
15.2.2.4	Lymphom	282
15.2.2.5	Mastozytose	285
15.2.2.6	Solitäres Plasmozytom der Wirbelsäule	288
15.2.2.7	Multipl. Myelom	289
15.2.2.8	Langerhans-Zell-Histiozytose	291
15.2.2.9	Myelofibrose	292
15.3	Intradurale extramedulläre Tumoren	294
15.3.1	Meningeom	294
15.3.2	Schwannom	296
15.3.3	Neurofibrom	297
15.3.4	Spinales Paragangliom	301
15.3.5	Durale Metastasen	302
15.3.6	Leptomeningeale Metastasen	302
15.4	Intradurale intramedulläre Tumoren	305
15.4.1	Astrozytom	305
15.4.2	Ependymom	308
15.4.3	Myxopapilläres Ependymom	311
15.4.4	Hämangioblastom	313
15.4.5	Intramedulläre Metastasen	316
16	Vaskuläre Erkrankungen	319
	<i>Martin Wiesmann und Omid Nikoubashman</i>	
16.1	Spinale Blutungen	320
16.1.1	Intramedulläres Hämatom	320
16.1.2	Subarachnoidalblutung	320
16.1.3	Subdurales Hämatom	322
16.1.4	Epidurales Hämatom	323
16.1.5	Spinale Siderose	326
16.2	Spinale vaskuläre Malformationen	327
16.2.1	Arteriovenöse Malformation (AVM)	328
16.2.2	Spinale durale AV-Fistel (DAVF)	331
16.2.3	Spinales Kavernom	333
16.2.4	Epidurales Kavernom	335
16.3	Spinale Ischämie	336

17	Fehlbildungen und Entwicklungsstörungen	343
	<i>Martin Wiesmann</i>	
17.1	Überblick	345
17.2	Dysraphische Fehlbildungen	345
17.2.1	Offene dysraphische Fehlbildungen	350
17.2.1.1	Myelozele/Myelomeningozele/Hemimyelozele/Hemimyelomeningozele	350
17.2.1.2	Dermalsinus	354
17.2.2	Geschlossene dysraphische Fehlbildungen	356
17.2.2.1	Einfache Bogenschlussstörung	356
17.2.2.2	Wirbelkörperfehlbildungen	358
17.2.2.3	Anomalien des kraniozervikalen Übergangs	362
17.2.2.4	Klippel-Feil-Syndrom (KFS)	368
17.2.2.5	Kaudales Regressionssyndrom	370
17.2.2.6	Dorsale Meningozele	370
17.2.2.7	Lipomyelozele/Lipomyelomeningozele	372
17.2.2.8	Split-Notochord-Syndrom	374
17.2.2.9	Diastematomyelie	374
17.2.2.10	Enterogene Zyste	378
17.2.2.11	Dorsal-enterische Fistel	380
17.3	Nicht-dysraphische Fehlbildungen	380
17.3.1	Skoliose	380
17.3.2	Tethered-cord-Syndrom	383
17.3.3	Tight filum terminale	385
17.3.4	Enostom	386
17.3.5	Osteopoikilose	387
17.3.6	Nicht-tumoröse Rückbildungsstörungen der Chorda dorsalis an der Wirbelsäule	388
17.4	Kongenitale Tumoren	390
17.4.1	Ecchordosis physaliphora	390
17.4.2	Fibrolipom des Filum terminale	392
17.4.3	Intradurales Lipom	393
17.4.4	Intraossäres Lipom	395
17.4.5	Dermoid	396
17.4.6	Epidermoid	397
17.4.7	Sakrokokzygeales Teratom	398
17.4.8	Neuroblastom	400
17.4.9	Fibröse Dysplasie	402
17.5	Durch Fehlbildungen oder Normvarianten bedingte intramedulläre Zysten	405
17.5.1	Syringohydromyelie	405
17.5.2	Ventriculus terminalis	405
18	Metabolische Erkrankungen	407
	<i>Martin Wiesmann und Omid Nikoubashman</i>	
18.1	Überblick	408
18.2	Osteomalazie	408
18.3	Osteoporose	409
18.4	Renale Osteodystrophie	414
18.5	Vertebrale Gicht	415
18.6	Morbus Paget	416
18.7	Morbus Gaucher	417
18.8	Vertebrale Siderose	419
18.9	Amyloidose und Amyloidom	420
18.10	Aseptische Knochennekrose	422
18.11	Epidurale Lipomatose	423
18.12	Funikuläre Myelose	425

19	Motoneuronerkrankungen	429
	<i>Martin Wiesmann und Omid Nikoubashman</i>	
19.1	Überblick	430
19.2	Spinale Muskelatrophie (SMA)	430
19.3	Spinobulbäre Muskelatrophie (SBMA)	431
19.4	Monomelische Amyotrophie	431
19.5	Progressive Muskelatrophie (PMA)	432
19.6	Amyotrophe Lateralsklerose (ALS)	433
20	Spinale Zysten und Störungen der Liquorzirkulation	435
	<i>Martin Wiesmann und Omid Nikoubashman</i>	
20.1	Überblick	436
20.2	Meningeale Zysten	436
20.3	Arachnoideales Band (Arachnoid Web)	440
20.4	Syringohydromyelie	441
20.5	Duraleck/Liquorverlustsyndrom	444
20.6	Liquor-venöse Fistel (CSF-venous fistula)	447
20.7	Rückenmarksherniation	448
	Serviceteil	
	Literatur	452
	Stichwortverzeichnis	457

Über die Herausgeber

Univ.-Prof. Dr. med. Martin Wiesmann

ist Direktor der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie an der Uniklinik RWTH Aachen. Er absolvierte sein Studium der Humanmedizin in Würzburg, Charleston/USA und Houston/USA. 1994 promovierte er in Würzburg mit einem Thema aus der Neuroendokrinologie. Anschließend begann er seine Ausbildung als Assistenzarzt in der Neurologie und Neurochirurgie. An den Universitätskliniken in Lübeck und München-Großhadern absolvierte er dann die Ausbildung zum Facharzt für Radiologie und Neuroradiologie. Ab 2003 war er als Oberarzt in der Abteilung für Neuroradiologie am Universitätsklinikum München-Großhadern tätig. 2004 habilitierte er sich mit einem Thema der MRT-Bildgebung. 2008 wechselte er als Chefarzt für Neuroradiologie an die Helios Kliniken Schwerin. 2010 nahm er den Ruf auf die W3-Stelle für Neuroradiologie an der Uniklinik der RWTH Aachen an. Prof. Wiesmann veröffentlichte mehr als 300 wissenschaftliche Publikationen und 23 Buchkapitel und ist Herausgeber von 2 Büchern. Für seine wissenschaftlichen Arbeiten wurde er von der Europäischen Gesellschaft für Neuroradiologie, der European Society for Molecular Imaging, der Rheinisch-Westfälischen Röntgengesellschaft, der Deutschen Röntgengesellschaft und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung ausgezeichnet.

Univ.-Prof. Dr. med. Jennifer Linn

ist Direktorin der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie an der Uniklinik Dresden. Sie studierte Humanmedizin an der Universität des Saarlandes und der Université libre de Brussels/Belgien. Sie promovierte am Institut für Neurowissenschaften der Technischen Universität München im Bereich der neurophysiologischen Grundlagenforschung und habilitierte 2010 an der Ludwig-Maximilians-Universität München zum Thema „Bildgebung des hämorrhagischen Schlaganfalls“. Ihre Facharztzubereitung zur Radiologin und Neuroradiologin absolvierte sie im Institut für Klinische Radiologie und in der Abteilung für Neuroradiologie des Klinikums der Universität München. Von 2009 bis 2014 war sie in der Abteilung für Neuroradiologie des Klinikums der Universität München als Oberärztin tätig. 2014 nahm sie den Ruf auf die W3-Stelle für Neuroradiologie an der Uniklinik Dresden an. Frau Prof. Linn hat mehr als 250 wissenschaftliche Arbeiten und 10 Buchkapitel veröffentlicht und ist Herausgeberin von 2 Büchern. Für ihre Forschungsprojekte wurde sie von der Technischen Universität München, der Deutschen Gesellschaft für Neuroradiologie und der European Society of Neuroradiology ausgezeichnet und erhielt den Perovich Grant für European Neuroradiologists der Johns Hopkins University.

Prof. Dr. med. Omid Nikoubashman

ist als Oberarzt in der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie an der Uniklinik RWTH Aachen tätig. Er absolvierte sein Studium der Humanmedizin an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, der Université Paris Descartes sowie dem University College London. Er promovierte mit Auszeichnung mit einem Thema aus der vaskulären Neuroradiologie. Er absolvierte seine Ausbildung zum Facharzt für Radiologie in den Kliniken für Neuroradiologie, Neurologie und Radiologie an der Uniklinik RWTH Aachen. Von 2014 bis 2016 forschte Prof. Nikoubashman am Institut für Neurowissenschaften des Forschungszentrums Jülich. Seit 2016 hat er die W1-Professur für Experimentelle Neuroradiologie an der Uniklinik der RWTH Aachen inne. Prof. Nikoubashman ist Autor und Koautor von mehr als 80 wissenschaftlichen Publikationen, Autor mehrerer Buchkapitel und Herausgeber eines Buches. Für seine wissenschaftlichen Arbeiten wurde er unter anderem mit dem Marc-Dünzl-Preis und dem Interventionspreis der Deutschen Gesellschaft für Neuroradiologie sowie dem Lucien-Appel-Preis der Europäischen Gesellschaft für Neuroradiologie ausgezeichnet.

Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria	DPX	Osteodensitometrie (<i>Dual Photon X-ray absorptiometry</i>)
Aa.	Arteriae	DTI	Diffusions-Tensor-Imaging
ADC	Diffusionskoeffizient (<i>Apparent Diffusion Coefficient</i>)	DWI	Diffusionsbildgebung (<i>Diffusion Weighted Imaging</i>)
ADEM	Akute disseminierte Enzephalomyelitis	ED	Encephalomyelitis disseminata
AIDP	Akute inflammatorische demyelinisierende Polyneuropathie	EPI	Echo-planar imaging
AIDS	Aquired Immune Deficiency Syndrome	FIESTA	Fast Imaging Employing Steady State Acquisition
ALL	Akute lymphatische Leukämie	FLAIR	Fluid Attenuated Inversion Recovery
ALS	Amyotrophe Lateralsklerose	For.	Foramen
AML	Akute myeloische Leukämie	GBM	Glioblastom
AOD	Atlanto-okzipitale Dislokation	GBS	Guillain-Barré-Syndrom
ASA	Arteria spinalis anterior	GE	Gradientenecho
ASR	Achillessehnenreflex	Gl.	Glandula
AV	Arteriovenös	GRE	Gradientenecho
AVF	Arteriovenöse Fistel	HIV	Humanes Immundefizienzvirus
AVM	Arteriovenöse Malformation	HL	Hodgkin-Lymphom
BAI	Basion-Axis-Intervall	HLA	Human Leukocyte Antigen
BDI	Basion-Dens-Intervall	HMSN	Hereditäre motorisch-sensible Neuropathien
BFFE	Balanced-Fast-Field-Echo-Sequenz	HWK	Halswirbelkörper
BSG	Blutsenkungsgeschwindigkeit	HWS	Halswirbelsäule
BSP	Bandscheibenprolaps	HSV	Herpes simplex Virus
BSR	Bizepssehnenreflex	IHP	Idiopathische hypertrophe Pachymeningitis
BSV	Bandscheibenvorfall	IHSP	Idiopathische spinale hypertrophe Pachymeningitis
BWK	Brustwirbelkörper	IR	Inversion Recovery
BWS	Brustwirbelsäule	KFS	Klippel-Feil-Syndrom
Ca	Carcinoma	KM	Kontrastmittel
CE	Kontrastmittelunterstützt (<i>Contrast Enhanced</i>)	Lig.	Ligamentum
CIDP	Chronische inflammatorische demyelinisierende Polyneuropathie	Ligg.	Ligamenta
CISS	Constructive Interference in Steady State	LWK	Lendenwirbelkörper
CLL	Chronische lymphatische Leukämie	LWS	Lendenwirbelsäule
CML	Chronische myeloische Leukämie	M.	Musculus/Morbus
CMV	Cytomegalievirus	MPR	Multiplanare Rekonstruktionen
CR	Cremasterreflex	MRA	Magnetresonanzangiographie
CRP	C-reaktives Protein	MRT	Magnetresonanztomographie
CT	Computertomographie	MS	Multiple Sklerose
CTA CT-	Angiographie	N.	Nervus
DAVF	Durale arteriovenöse Malformation	NHL	Non-Hodgkin-Lymphom
DD	Differentialdiagnose	NMO	Neuromyelitis optica
DISH	Diffuse idiopathische Skeletthyperostose	Nn.	Nervi
DSA	Digitale Subtraktionsangiographie	NP	Nucleus pulposus
		NPP	Nucleus pulposus Prolaps
		OLF	Ossifikation des Ligamentum flavum
		OLLP	Ossifikation des Ligamentum longitudinale posterius
		PCR	Polymerase-Kettenreaktion (<i>Polymerase Chain Reaction</i>)

PDW	Protonendichtegewichtet
PICA	Arteria cerebellaris posterior inferior
PLSA	Arteria posterolateralis
PMA	Progressive Muskelatrophie
Proc.	Processus
PSA	Arteria spinalis posterior
PSR	Patellarsehnenreflex
R.	Ramus
RF	Radiofrequenz
Rr.	Rami
RP	Retropharyngealraum
RPR	Radius-Periost-Reflex
RT	Retrotrachealraum
SA	Spondylitis ankylosans
SAB	Subarachnoidalblutung
SACD	Subacute combined degeneration of the spinal cord
SBMA	Spinobulbäre Muskelatrophie
SCM	Split cord malformation
SE	Spinecho
SMA	Spinale Muskelatrophie
SPECT	Single Photon Emission Computed Tomography
STIR	Short-Tau Inversion Recovery
SSW	Schwangerschaftswoche
SWK	Sakralwirbelkörper
TIRM	Turbo-Inversion Recovery-Magnitude
TPR	Tibialis-posterior-Reflex
Tr.	Tractus
TSE	Turbospinecho
TSR	Trizepssehnenreflex
T1w	T1-gewichtet
T2w	T2-gewichtet
T2*w	T2*-gewichtet
V.	Vena
Vv.	Venae
ZNS	Zentralnervensystem

Tabellenverzeichnis

Tab. 8.1	Klinische Symptome einer Myelopathie in Abhängigkeit von ihrer Lokalisation. (Mod. nach Langer 2016)	60
Tab. 11.1	Kennmuskeln. Zuordnung einiger klinisch relevanter Muskeln zu ihren zugehörigen spinalen Segmenten	80
Tab. 11.2	Kennreflexe. Zuordnung von Reflexen und spinalen Segmenten. Bei Reflexen, die sich über drei Segmente erstrecken, ist das mittlere dargestellte Segment das prädominante	80
Tab. 12.1	Stabilität der häufigsten HWS-Verletzungen	85
Tab. 14.1	Kriterien zur Unterscheidung zwischen bakterieller und tuberkulöser Spondylitis.	206
Tab. 16.1	MR-Signalverhalten parenchymatöser Blutungen in Gehirn und Myelon.	322

Verzeichnis der Exkurse

Exkurs: Pathologische Wirbelkörperfraktur	107
Exkurs: Röntgenzeichen akuter und chronischer Wirbelkörperkompressionsfrakturen	107
Exkurs: Terminologie der degenerativen Bandscheibenveränderungen im deutschen Sprachraum	125
Exkurs: Nordamerikanische Terminologie der degenerativen Bandscheibenveränderungen	126
Exkurs: Verlauf der Osteochondrose (Einteilung nach Modic)	130
Exkurs: Unterscheidung zwischen Spondylolisthesis und Pseudospondylolisthesis . . .	175
Exkurs: Vermehrte KM-Aufnahme spinaler Nervenwurzeln	225
Exkurs: Opportunistische Infektionen des Spinalkanals bei HIV-Patienten	240
Exkurs: Hyperplastisches hämatopoetisches Knochenmark	278
Exkurs: Embryologische Grundlagen spinaler Fehlbildungen	345
Exkurs: Assoziierte Fehlbildungen und typische postoperative Komplikationen bei Myelomeningozelen	348
Exkurs: Definition von Anomalien des kraniozervikalen Übergangs	363
Exkurs: Entwicklung des Dens axis	367
Exkurs: Rückbildungsstörungen der Chorda dorsalis	389
Exkurs: Differenzialdiagnose spinaler Zysten	436