

Inhaltsverzeichnis

Untersuchungsmethoden an der Hand

1	Projektionsradiografie	28
R. Schmitt		
1.1	Übersicht	28
1.2	Bildakquisition	28
1.3	Bildaufzeichnung	29
1.4	Einstelltechnik	29
1.4.1	Projektionsradiogramme der ganzen Hand	29
1.4.2	Projektionsradiogramme des Handgelenks	30
	Literatur	40
2	Kinematografie	41
R. Schmitt		
2.1	Übersicht	41
2.2	Prinzip	41
2.3	Technische Durchführung	41
2.3.1	Lagerung	41
2.3.2	Bewegungsebenen und -richtungen	41
2.3.3	Durchleuchtung	42
	2.3.4 Akquisition und Dokumentation	42
	2.4 Normalbefunde	42
	2.5 Indikationen	43
	2.6 Pathologische Befunde (Dyskinematik)	43
	Literatur	43
3	MR- und CT-Arthrografie	44
G. Christopoulos		
3.1	Übersicht	44
3.2	Anatomische Vorbemerkungen	44
3.3	Arthrografie der großen Gelenkräume	45
3.3.1	Untersuchungstechnik	45
3.3.2	Zugangswege	46
3.3.3	Mehrkompartiment-Arthrografie	46
3.3.4	Dokumentation	46
3.3.5	Wertung der konventionellen Arthrografie	46
3.3.6	MR-Arthrografie und CT-Arthrografie	47
3.3.7	Kommunikationswege	47
	3.3.8 Varianten und Läsionen der Gelenkräume	47
	3.4 Arthrografie der kleinen Gelenkräume	50
	3.4.1 Arthrografie des Pisotriquetralgelenks	50
	3.4.2 Arthrografie des Daumensattelgelenks	50
	3.4.3 Arthrografie der Fingergelenke	50
	3.5 Indikationen und Wertung	51
	Literatur	52
4	Arthroskopie	53
H. Krimmer		
4.1	Übersicht	53
4.2	Apparative Voraussetzungen	53
4.3	Zugangswege	53
4.4	Arthroskopische Normalbefunde	54
4.4.1	Radiokarpalgelenk	54
4.4.2	Mediokarpalgelenk	55
	4.4.3 Distales Radioulnargelenk	55
	4.5 Indikationen zur diagnostischen Arthroskopie	55
	4.6 Indikationen zur therapeutischen Arthroskopie	56
	4.7 Kontraindikationen und Komplikationen	57
	Literatur	57

5	Arteriografie	58
	<i>M. Wagner</i>	
5.1	Übersicht	58
5.2	Farbkodierte Duplexsonografie.....	58
5.3	Katheterangiografie in DSA-Technik	58
5.3.1	Voraussetzungen	58
5.3.2	Zugangswege	58
5.3.3	Materialien.....	58
5.3.4	Durchführung.....	59
5.3.5	Untersuchungsrisiken.....	59
5.4	MR-Angiografie	60
5.4.1	Voraussetzungen	60
5.4.2	Sequenztypen und -parameter	60
5.4.3	MRT-Kontrastmittel	62
5.4.4	Maximale Intensitätsprojektion	62
5.5	CT-Angiografie	62
5.6	Differenzialindikationen und Empfehlungen.....	63
	Literatur	64
6	Skelettszintigrafie	65
	<i>J. Spitz</i>	
6.1	Übersicht	65
6.2	Physikalisch-technische Grundlagen	65
6.3	Biologische Grundlagen	66
6.4	Einflussgrößen auf das skelettszintigrafische Bild ..	67
6.5	Indikationen zur Skelettszintigrafie	69
6.6	Szintigrafische Besonderheiten im Kindesalter.....	71
6.6.1	Untersuchungstechnik beim Kind.....	71
6.6.2	Skelettszintigrafische Speichermuster.....	72
	Literatur	72
7	Sonografie.....	73
	<i>A.S. Klauser</i>	
7.1	Übersicht	73
7.2	Sonografie im Small-Parts-Bereich der Hand.....	73
7.3	Untersuchungsablauf	74
7.3.1	Sonografie der Handfläche	74
7.3.2	Sonografie des Handrückens	76
7.4	Sonografische Normalbefunde	78
7.5	Indikationen	79
	Literatur	79
8	Computertomografie.....	80
	<i>R. Schmitt</i>	
8.1	Übersicht	80
8.2	Mehrdetektor-Spiral-CT.....	80
8.3	Lagerung.....	80
8.4	Schichtebenen.....	82
8.5	Geometrische Parameter.....	83
8.6	Untersuchungsablauf	84
8.6.1	Planungsbilder	84
8.6.2	Akquisitionsparameter und Dosis.....	84
8.6.3	Bildberechnung	84
8.7	Bildnachverarbeitung	84
8.7.1	Multiplanare Rekonstruktion (MPR)	84
8.7.2	Volume-Rendering-Technik (VRT)	85
8.7.3	Maximale Intensitätsprojektion (MIP).....	85
8.7.4	Osteoabsorptiometrie.....	85
8.8	Kontrastmittel	85
8.9	CT-Arthrografie	85
8.10	CT-Angiografie	86
8.11	Strahlenexposition	86
8.12	CT-Artefakte	86
8.13	CT-Indikationen	87

8.14 Aktuelle CT-Entwicklungen	87	8.14.3 Flatpanel-CT.....	87
8.14.1 Dual-Energy-CT	87	8.14.4 Digitale Volumentomografie (DVT).....	88
8.14.2 Kinematografie (4D-CT).....	87	Literatur.....	88
9 Magnetresonanztomografie	89		
<i>S. Schmitt</i>			
9.1 Übersicht.....	89	9.10 MR-Angiografie.....	96
9.2 Hardware	89	9.11 Untersuchungsprotokolle	97
9.2.1 MRT-Scanner.....	89	9.11.1 Basisprotokoll	97
9.2.2 Oberflächenspulen.....	89	9.11.2 Protokoll beim akuten Handwurzeltrauma	98
9.2.3 Protokoll beim akuten Skaphoidtrauma	98	9.11.3 Protokoll bei der Skaphoidpseudarthrose.....	99
9.2.4 Protokoll bei karpaler Instabilität (SL- oder LT-Dissoziation)	99	9.11.4 Protokoll bei Läsionen des ulnokarpalen Komplexes (TFCC).....	99
9.2.5 Protokoll bei Lunatumnekrose	100	9.11.5 Protokoll bei Ganglien der Weichteile	100
9.2.6 Protokoll bei rheumatoider Arthritis	100	9.11.6 Protokoll bei Weichteil- und Knochentumoren....	101
9.2.7 Protokoll bei Ligamentverletzungen an den Fingern	101	9.11.7 Protokoll bei Sehnenverletzungen an den Fingern..	102
9.2.8 Protokoll bei Sehnenverletzungen an den Fingern.....	102	9.11.8 Protokoll bei Ganglien der Weichteile	100
9.2.9 Protokoll bei Weichteil- und Knochentumoren.....	101	9.11.9 Protokoll bei Weichteil- und Knochentumoren....	101
9.2.10 Protokoll bei Ligamentverletzungen an den Fingern	101	9.11.10 Protokoll bei Sehnenverletzungen an den Fingern..	102
9.2.11 Protokoll bei Sehnenverletzungen an den Fingern.....	102	9.11.11 Protokoll bei Ganglien der Weichteile	100
9.2.12 Protokoll bei Weichteil- und Knochentumoren....	101	9.11.12 Protokoll bei Ligamentverletzungen an den Fingern	101
9.3 Lagerung.....	90	9.12 Artefakte.....	102
9.4 Schichtebenen.....	90	9.13 Gewebecharakterisierung	103
9.5 Geometrische Parameter	91	9.14 Empfehlungen zur Indikation, Durchführung und Interpretation	104
9.6 Untersuchungsablauf	91	Literatur.....	105
9.7 Sequenzen und Sequenzparameter.....	92		
9.7.1 T1-gewichtete (Fast-)Spin-Echo-Sequenzen	93		
9.7.2 Fettsaturierte PD-gewichtete FSE- und T2-gewichtete FSE-Sequenzen	93		
9.7.3 Short-TI-Inversion-Recovery-Sequenz.....	94		
9.7.4 T2*-gewichtete Gradienten-Echo-Sequenz.....	94		
9.7.5 Modifizierte T2*-gewichtete Gradienten-Echo-Sequenz.....	94		
9.7.6 Dreidimensionale Sequenzen (3D-Imaging).....	94		
9.7.7 Sequenzparameter.....	94		
9.8 Kontrastmittel.....	95		
9.9 Direkte MR-Arthrografie	95		

Anatomische und funktionelle Grundlagen für die Diagnostik an der Hand

10 Anatomie des Unterarms und der Handwurzel	108		
<i>R. Schmitt, F. Unglaub</i>			
10.1 Übersicht.....	108	10.3.3 Strecksehnenfächer	128
10.2 Anatomie des Unterarms	108	10.3.4 Karpaltunnel (Canalis carpi)	129
10.2.1 Knöchernes Skelett des Unterarms	108	10.3.5 Ulnartunnel (Guyon-Loge).....	131
10.2.2 Membrana interossea antebrachii.....	110	10.4 Anatomie der Handwurzel.....	132
10.2.3 Distales Radioulnargelenk (DRUG)	111	10.4.1 Knöchernes Skelett der Handwurzel.....	132
10.2.4 Fascia antebrachii.....	111	10.4.2 Mediokarpalgelenk	139
10.2.5 Muskeln des Unterarms	112	10.4.3 Pisotriquetralgelenk.....	140
10.2.6 Arterien des Unterarms	116	10.4.4 Ligamente der Handwurzel.....	140
10.2.7 Nerven des Unterarms	119	10.5 Handwurzel-Mittelhand-Übergang	151
10.2.8 Gefäß-Nerven-Straßen des Unterarms	123	Literatur.....	151
10.3 Anatomie des Unterarm-Hand-Übergangs	123		
10.3.1 Handgelenk (Articulatio antebrachiocarpea)	123		
10.3.2 Ulnokarpaler Komplex (TFCC)	124		

Inhaltsverzeichnis

11	Anatomie der Mittelhand und Finger	.....	152
R. Schmitt, P. Hahn			
11.1	Übersicht	.....	152
11.2	Anatomie des Handwurzel-Mittelhand-Übergangs	.....	152
11.2.1	Daumensattelgelenk (Trapeziometakarpalgelenk) mit Ligamenten	.....	152
11.2.2	Karpometakarpalgelenke der Finger (CMC-Gelenke II–V) mit Ligamenten	.....	154
11.3	Anatomie der Mittelhand	.....	155
11.3.1	Knöchernes Mittelhandskelett	.....	155
11.3.2	Sehnen der Mittelhand	.....	157
11.3.3	Handbinnenmuskulatur („intrinsische Muskeln“)	.....	159
11.3.4	Arterien und Nerven der Mittelhand	.....	162
11.4	Anatomie des Mittelhand-Finger-Übergangs	.....	162
11.4.1	Daumengrundgelenk (Metakarpophalangeal-gelenk I) mit Ligamenten	.....	162
11.4.2	Fingergrundgelenke II–V (Metakarpophalangeal-gelenke II–V) mit Ligamenten	.....	163
11.5	Anatomie des Daumens und der Finger	.....	165
11.5.1	Knöchernes Skelett (Ossa phalangea)	.....	165
11.5.2	Daumen- und Fingergelenke	.....	168
11.5.3	Flexoresehnen des Daumens und der Finger einschließlich Halteapparat	.....	171
11.5.4	Extensoresehnen des Daumens und der Finger einschließlich Halteapparat	.....	173
11.5.5	Arterien der Mittelhand, des Daumens und der Finger	.....	178
11.5.6	Nerven der Mittelhand, des Daumens und der Finger	.....	180
Literatur			183
12	Karpale Funktion und Morphometrie	.....	184
R. Schmitt, K.J. Prommersberger			
12.1	Übersicht	.....	184
12.2	Distales Radioulnargelenk	.....	184
12.2.1	Umwendbewegungen (Pronation, Supination)	.....	184
12.2.2	Rotationsabhängige Ulnavarianz	.....	184
12.2.3	Ulnavarianz	.....	184
12.2.4	Stabilisatoren des distalen Radioulnargelenks	.....	184
12.4.5	Karpale Winkel	.....	189
12.4.6	Karpale Höhe	.....	190
12.4.7	Ulnare Translation	.....	191
12.4.8	Stabilisatoren der Handwurzel	.....	191
12.4.9	Bewegungsebenen und -achsen	.....	191
12.4.10	Konzepte zur karpalen Stabilität	.....	194
12.5	Handwurzel-Mittelhand-Übergang	.....	195
12.5.1	Daumensattelgelenk (CMC-Gelenk I)	.....	195
12.5.2	Karpometakarpalgelenke II–V (CMC-Gelenke II–V)	.....	195
12.6	Mittelhand und Finger	.....	195
12.6.1	Ulnardeviation der Finger	.....	195
12.6.2	Freiheitsgrade und Bewegungsumfänge der Fingergelenke	.....	195
12.6.3	Konvergenz der gebeugten Finger	.....	195
Literatur			195
13	Postoperative Röntgendiagnostik	.....	197
H. Krimmer, R. Schmitt			
13.1	Übersicht	.....	197
13.2	Teilarthrodesen am Handgelenk	.....	197
13.3	Operationen am distalen Radioulnargelenk (DRUG)	.....	198
13.4	Niveau-Operationen an Radius und Ulna	.....	199
13.5	Operationen bei Frakturen und Pseudarthrosen des Kahnbeins	.....	200
13.6	Operationen bei Radiusfrakturen und Radius-korrekturosteotomie	.....	201
13.7	Operationen bei Bandverletzungen, Luxationen und Luxationsfrakturen der Handwurzel	.....	202
13.8	Operative Rettungseingriffe an Fingergelenken	....	203
13.9	Operationen bei Mittelhand- und Fingerfrakturen	....	204

13.10	Arthrodesen	205	13.13	Operationen bei Amputationsverletzungen	208
13.11	Weichteil- und Kallusdistraktionen	206		Literatur	208
13.12	Operationen beim Enchondrom	207			

Wachstum, Normvarianten und Fehlbildungen der Hand

14	Wachsendes Handskelett	210			
	A.E. Horwitz, J. van Schoonhoven				
14.1	Übersicht	210	14.5	Bestimmungsmethoden der bildgebenden Diagnostik	211
14.2	Normale Entwicklung des Handskeletts	210	14.5.1	Altersabhängigkeit	211
14.3	Gestörte Skelettreifung	210	14.5.2	Bestimmung des Skeletalters	212
14.4	Juristische und forensische Aspekte	210	14.5.3	Bestimmung der prospektiven Körperendlänge	213
				Literatur	214
15	Normvarianten	215			
	R. Schmitt, G. Christopoulos				
15.1	Übersicht	215	15.5	Normvarianten der Nerven	224
15.2	Varianten der Knochen und Gelenke	215	15.5.1	Doppelung des Nervus medianus	224
15.2.1	Sesambeine	215	15.5.2	Anastomosen zwischen dem Nervus medianus und Nervus ulnaris	224
15.2.2	Koalitionen an der Handwurzel	215	15.6	Normvarianten der Arterien	225
15.2.3	Teilungen an der Handwurzel	217	15.6.1	Varianten der Ober- und Unterarmarterien	225
15.2.4	Akzessorische Handwurzelknochen	217	15.6.2	Varianten der Hohlhandbögen	225
15.2.5	Kerben und Mulden an den Handwurzelknochen ..	219	15.6.3	Varianten der Fingerarterien	227
15.2.6	Form- und Gelenkvarianten des Lunatum	220		Literatur	227
15.3	Normvarianten der Muskulatur	220			
15.4	Normvarianten der Sehnen	223			
15.4.1	Doppelungen und Multiplizitäten von Sehnen	223			
16	Fehlbildungen und Deformitäten	228			
	J. van Schoonhoven, R. Schmitt				
16.1	Übersicht	228	16.4	Doppelbildungen	236
16.1.1	Definitionen, Pathogenese	228	16.4.1	Radiale (präaxiale) Polydaktylie	236
16.1.2	Bildgebende Diagnostik	228	16.4.2	Ulnare (postaxiale) Polydaktylie	237
16.1.3	Klassifikation	228	16.4.3	Zentrale Polydaktylie	237
16.4.4	Spiegelhand		16.4.4	Spiegelhand	237
16.2	Fehlende Bildung von Teilen	229	16.5	Überentwicklung von Teilen (Makrodaktylie)	238
16.2.1	Transversale Defektbildungen	229	16.6	Unterentwicklung von Teilen	238
16.2.2	Longitudinale Defektbildungen	229	16.6.1	Hypo- bzw. Aplasie des Daumens	238
16.2.3			16.6.2	Brachydaktylie	240
16.3	Fehlende Differenzierung von Teilen	231	16.7	Schnürring-Komplex	241
16.3.1	Symphalangie	231	16.8	Fehlbildungssyndrome	242
16.3.2	Kamptodaktylie	231			
16.3.3	Klinodaktylie	232			
16.3.4	Pollex flexus	232			
16.3.5	Arthrogryposis multiplex congenita	233			
16.3.6	Syndaktylie	233			

Inhaltsverzeichnis

16.9 Skelettdeformitäten	243	16.9.4 Primäre Stoffwechselstörungen des Skeletts (Dysostosis multiplex)	247
16.9.1 Skelettdysostosen	243	Literatur	248
16.9.2 Skelettdysplasien (Osteochondrodysplasien)	244		
16.9.3 Angeborene sklerosierende und hyperostotische Skelettveränderungen	246		

Trauma der Hand und Verletzungsfolgen

17 Trauma des distalen Unterarmabschnitts	252
<i>K.J. Prommersberger, R. Schmitt</i>	

17.1 Übersicht	252	17.5 Pseudarthrose nach distaler Radiusfraktur	267
17.2 Frische Frakturen und Luxationsfrakturen des distalen Unterarmabschnitts	252	17.5.1 Pathoanatomie, klinische Symptomatik	267
17.2.1 Pathoanatomie, klinische Symptomatik	252	17.5.2 Bildgebende Diagnostik	267
17.2.2 Klassifikationen	252	17.5.3 Therapeutische Optionen	267
17.2.3 Bildgebende Diagnostik	258	17.6 Luxationen im distalen Radioulnargelenk	267
17.2.4 Therapeutische Optionen	263	17.6.1 Pathoanatomie, klinische Symptomatik	267
17.3 Karpale Begleitverletzungen	264	17.6.2 Bildgebende Diagnostik	268
17.4 Fehlverheilte distale Radiusfrakturen	265	17.6.3 Therapeutische Optionen	269
17.4.1 Pathoanatomie, klinische Symptomatik	265	17.7 Differenzialdiagnosen	269
17.4.2 Bildgebende Diagnostik	265	Literatur	269
17.4.3 Therapeutische Optionen	267		

18 Läsionen des ulnokarpalen Komplexes (TFCC)	270
<i>R. Schmitt, F. Unglaub</i>	

18.1 Übersicht	270	18.4.3 Arthrografie	280
18.2 Pathoanatomie, klinische Symptomatik	270	18.4.4 Röntgendiagnostik	281
18.3 Klassifikation	271	18.4.5 Native Computertomografie	281
18.4 Bildgebende Diagnostik	275	18.5 Differenzialdiagnosen	281
18.4.1 Kontrastverstärkte MRT, MR- und CT-Arthrografie.	275	18.6 Therapeutische Optionen	281
18.4.2 Arthroskopie	279	Literatur	282

19 Skaphoidfrakturen	283
<i>R. Schmitt, H. Krimmer</i>	

19.1 Übersicht	283	19.3 Bildgebende Diagnostik	287
19.2 Pathophysiologie, klinische Symptomatik	283	19.3.1 Projektionsradiografie	287
19.2.1 Unfallhergang	283	19.3.2 Computertomografie	288
19.2.2 Frakturlokalisation	284	19.3.3 Magnetresonanztomografie	292
19.2.3 Frakturheilung	284	19.3.4 Skelettszintigrafie	294
19.2.4 Fehlende Frakturheilung	284	19.3.5 Sonografie	294
19.2.5 Klassifikation	285	19.3.6 Digitale Volumentomosynthese (DVT)	294
19.2.6 Frakturstabilität bzw. -instabilität	286	19.4 Diagnostischer Algorithmus	295
19.2.7 Besonderheiten im Kindesalter	287	19.5 Differenzialdiagnosen	295
		19.6 Therapeutische Optionen	295
		Literatur	296

20	Skaphoidpseudarthrose	297
R. Schmitt, J. van Schoonhoven		
20.1	Übersicht	297
20.2	Pathogenese, klinische Symptomatik	297
20.2.1	Stadienhafter Verlauf	297
20.2.2	Symptomatik	298
20.3	Klassifikation	298
20.4	Bildgebende Diagnostik	298
20.4.1	Projektionsradiografie	298
20.4.2	Computertomografie	301
20.4.3	Magnetresonanztomografie	302
20.4.4	Skelettszintigrafie	305
20.5	Differenzialdiagnosen	305
20.6	Postoperative Diagnostik	306
20.7	Diagnostische Strategie	308
	Literatur	308
21	Frakturen der übrigen Handwurzelknochen	309
G. Christopoulos, R. Schmitt		
21.1	Übersicht	309
21.2	Allgemeine Pathoanatomie, klinische Symptomatik	309
21.3	Allgemeine bildgebende Diagnostik	309
21.3.1	Projektionsradiografie	309
21.3.2	Computertomografie	309
21.3.3	Magnetresonanztomografie	310
21.3.4	Skelettszintigrafie	310
21.3.5	Sonografie	310
21.4	Traumaentitäten	310
21.4.1	Frakturen des Triquetrum	311
21.4.2	Frakturen des Pisiforme	312
21.4.3	Frakturen des Lunatums	313
21.4.4	Frakturen des Kapitatum	315
21.4.5	Frakturen des Hamatums	316
21.4.6	Frakturen des Trapeziums	318
21.4.7	Frakturen des Trapezoideums	319
21.4.8	Kombinierte Handwurzelfrakturen	320
21.5	Besonderheiten der kindlichen Handwurzelfrakturen	321
21.6	Differenzialdiagnosen	321
21.7	Therapeutische Optionen	321
	Literatur	322
22	Karpale Luxationen und Luxationsfrakturen	323
A. Stäbler, R. Schmitt		
22.1	Übersicht	323
22.2	Pathoanatomie, klinische Symptomatik	323
22.3	Klassifikation	323
22.4	Bildgebende Diagnostik	324
22.4.1	Projektionsradiografie	324
22.4.2	Computertomografie	324
22.4.3	Magnetresonanztomografie	325
22.5	Verletzungsmuster	325
22.5.1	Perilunäre und lunäre Luxationen	325
22.5.2	Perilunäre Luxationsfrakturen	330
22.5.3	Skaphoid-Kapitatum-Fraktur-Syndrom (Fenton)	331
22.5.4	Axiale Luxationen und Luxationsfrakturen	333
22.6	Differenzialdiagnosen	334
22.7	Therapeutische Optionen	334
	Literatur	334
23	Karpale Instabilitäten	336
R. Schmitt, K. Kalb		
23.1	Übersicht	336
23.2	Allgemeine Pathoanatomie, klinische Symptomatik	336
23.2.1	Definitionen	336
23.2.2	Pathophysiologie	336
23.2.3	Schweregrad	337
23.3	Klassifikation	337
23.4	Bildgebende Diagnostik	338
23.4.1	Projektionsradiografie	338
23.4.2	Kinematografie	339
23.4.3	Sonografie	339

Inhaltsverzeichnis

23.4.4 Arthrografie.....	339	23.5 Entitäten der karpalen Instabilität	340
23.4.5 Computertomografie	340		
23.4.6 Magnetresonanztomografie	340	23.5.1 Dissoziative Instabilitäten (CID).....	340
23.4.7 Arthroskopie	340	23.5.2 Nicht dissoziative Gefügestörungen (CIND).....	351
		23.6 Differenzialdiagnosen.....	356
		Literatur	356
24 Karpometakarpale Luxationen und Luxationsfrakturen			358
<i>R. Schmitt, P. Hahn</i>			
24.1 Übersicht	358	24.4 Verletzungsmuster	359
24.2 Pathoanatomie, klinische Symptomatik	358	24.4.1 Verletzungen des Daumensattelgelenks	359
24.3 Bildgebende Diagnostik.....	358	24.4.2 Verletzungen der Karpometakarpalgelenke II–V ...	360
24.3.1 Projektionsradiografie	358	24.5 Differenzialdiagnosen.....	363
24.3.2 Computertomografie	359	24.6 Therapeutische Optionen	363
24.3.3 Magnetresonanztomografie.....	359	Literatur	363
25 Frakturen der Metakarpalia.....			364
<i>S. Fodor, H. Krimmer</i>			
25.1 Übersicht	364	25.4 Traumamuster	365
25.2 Pathoanatomie, klinische Symptomatik	364	25.4.1 Basisnahe Frakturen des Metakarpale I.....	365
25.3 Bildgebende Diagnostik.....	364	25.4.2 Basisnahe Frakturen der Metakarpalia II–V....	366
25.3.1 Projektionsradiografie	364	25.4.3 Schaftfrakturen der Metakarpalia.....	367
25.3.2 Computertomografie	365	25.4.4 Subkapitale Frakturen der Metakarpalia.....	368
25.3.3 Magnetresonanztomografie.....	365	25.4.5 Kopffrakturen der Metakarpalia	368
		25.4.6 Weichteilverletzungen.....	368
		25.5 Differenzialdiagnosen.....	370
		25.6 Therapeutische Optionen	370
		Literatur	370
26 Fingerfrakturen und -luxationen			371
<i>S. Fodor, P. Hahn</i>			
26.1 Übersicht	371	26.4.3 Verletzungen der proximalen Interphalangeal- gelenke	379
26.2 Pathoanatomie, klinische Symptomatik	371	26.4.4 Extraartikuläre Frakturen der Mittelphalangen	385
26.3 Bildgebende Diagnostik.....	371	26.4.5 Verletzungen der distalen Interphalangealgelenke ..	385
26.3.1 Projektionsradiografie	371	26.4.6 Extraartikuläre Frakturen der Endphalangen	388
26.3.2 Computertomografie	372	26.5 Fingerfrakturen im Kindesalter	388
26.3.3 Kontrastverstärkte Magnetresonanztomografie ...	372	26.6 Differenzialdiagnosen.....	389
26.3.4 Sonografie	372	26.7 Therapeutische Optionen	389
26.4 Verletzungsarten	372	Literatur	390
26.4.1 Verletzungen der Metakarpophalangealgelenke ...	372		
26.4.2 Extraartikuläre Frakturen der Grundphalangen....	377		

Erkrankungen der Hand durch lokale oder systemische Degeneration

27	Arthrosis deformans	392
A. Stäbler, M. Wagner		
27.1	Übersicht.....	392
27.2	Pathoanatomie, klinische Symptomatik	392
27.3	Bildgebende Diagnostik	394
27.3.1	Projektionsradiografie	394
27.3.2	Magnetresonanztomografie	394
27.3.3	Computertomografie.....	395
27.4	Therapeutische Optionen.....	395
27.5	Krankheitsbilder	395
27.5.1	Arthrosen der Fingergelenke (Bouchard-Arthrose, Heberden-Arthrose)	395
27.5.2	Arthrosen der Karpalgelenke	397
27.5.3	Sonderformen der Arthrose an der Hand	404
Literatur..... 407		
28	Enthesiopathien.....	408
N. Reutter, R. Schmitt		
28.1	Übersicht.....	408
28.2	Pathoanatomie	408
28.3	Klassifikation und Manifestationsorte	408
28.4	Bildgebende Diagnostik	408
28.4.1	Projektionsradiografie	408
28.4.2	Schnittbildverfahren (Sonografie, CT und MRT)	408
28.4.3	Szintigrafie	410
28.5	Krankheitsbilder	410
28.5.1	Vorwiegend fibroostotische Veränderungen	410
28.5.2	Vorwiegend fibroosteitische Veränderungen	412
28.6	Differenzialdiagnosen	414
28.7	Therapeutische Optionen.....	414
Literatur..... 414		
29	Weichteilläsionen durch Überlastung und Sport	415
A. Heuck, R. Schmitt		
29.1	Übersicht.....	415
29.2	Überlastungen der Sehnen.....	415
29.2.1	Tendinose und Tenosynovitis.....	415
29.2.2	Sehnenrupturen	421
29.3	Überlastungen der Ligamente	425
29.3.1	Ringbandganglion	425
29.3.2	Ringbandruptur	426
29.3.3	Locked-Finger-Syndrom (LFS).....	427
29.3.4	Rupturen der phalangealen Ligg. collateralia und der palmaren Platte	427
29.3.5	Ligamentläsionen an der Handwurzel	427
29.4	Überlastungen der Synovialis	428
29.4.1	Reaktive (sekundäre) Synovialitis	428
29.4.2	Bursitis des Recessus ulnaris (praestyloideus).....	428
29.5	Überlastungen des wachsenden Knochens	429
29.5.1	Gymnast's Wrist	429
29.6	Überlastungen der Muskulatur.....	430
29.6.1	Muskelzerrungen, -rupturen und -denervierungen.	430
29.7	Differenzialdiagnosen	432
Literatur..... 432		
30	Osteonekrosen	433
R. Schmitt, K. Kalb		
30.1	Übersicht.....	433
30.2	Krankheitsbilder	433
30.2.1	Lunatumnekrose (Morbus Kienböck).....	433
30.2.2	Osteonekrose des proximalen Fragments bei der Skaphoidpseudarthrose	444
30.2.3	Osteonekrose des Skaphoids (Morbus Preiser)	444
30.2.4	Osteonekrose des Kapitatumkopfes	444
30.2.5	Osteonekrose des Hamulus ossis hamati.....	445
30.2.6	Osteonekrose aller Karpalia (Morbus Caffey).....	445
30.2.7	Osteonekrose eines Metakarpale-Kopfes (Morbus Maclaire).....	445
30.2.8	Osteonekrosen der Phalanxbasen (Morbus Thiemann)	446
Literatur..... 446		

31	Impaction- und Impingement-Syndrome.....	447
<i>F. Unglaub, R. Schmitt</i>		
31.1	Übersicht	447
31.2	Pathoanatomie und klinische Symptomatik	447
31.3	Bildgebende Diagnostik	449
31.4	Entitäten der Impaction- und Impingement-Syndrome.....	449
		Literatur
31.4.1	Ulnokarpales Impaction-Syndrom	449
32	Osteopenische und algodystrophische Knochenerkrankungen.....	458
<i>N. Reutter, A. Heuck</i>		
32.1	Übersicht	458
32.2	Biochemie des Knochenstoffwechsels	458
32.3	Krankheitsbilder.....	458
32.3.1	Osteoporose.....	458
32.3.2	Rachitis/Osteomalazie	462
		Literatur
Erkrankungen der Hand bei Störungen des Stoffwechsels und übergeordneter Systeme		
33	Hormonell, vitaminös, medikamentös oder toxisch bedingte Osteopathien.....	472
<i>A. Heuck, H. Rosenthal</i>		
33.1	Übersicht	472
33.2	Hormonelle Osteopathien.....	472
33.2.1	Akromegalie	472
33.2.2	Hypopituitarismus	473
33.2.3	Adrenogenitales Syndrom (AGS).....	473
33.2.4	Hyperparathyreoidismus.....	473
33.2.5	Hypoparathyreoidismus	473
33.2.6	Pseudohypoparathyreoidismus (PHP) und Pseudopseudohypoparathyreoidismus (PPHP)....	474
33.2.7	Hypothyreose	474
33.2.8	Hyperthyreose	475
		33.3 Osteopathien durch Hypo-/Hypervitaminosen
		33.3.1 Vitamin-D-Mangel-Rachitis
		33.3.2 Vitamin-D-resistente Rachitis
		33.3.3 Hypervitaminose D
		33.3.4 Hypovitaminose C (Skorbut, Möller-Barlow-Erkrankung).....
		33.4 Medikamentöse und toxische Osteopathien
		33.4.1 Kortikoid-Osteopathie
		33.4.2 Prostaglandin-Osteopathie
		33.4.3 Fluorose
		33.4.4 Aluminium-Osteopathie
		33.4.5 Blei-Osteopathie.....
		33.5 Therapeutische Optionen
		Literatur
34	Kristallinduzierte Osteoarthropathien.....	479
<i>M. Wagner, R. Schmitt</i>		
34.1	Übersicht	479
34.2	Häufige Kristallarthropathien	479
34.2.1	Calciumpyrophosphatdihydrat-Ablagerungs-krankheit (CPPD)	479
34.2.2	Hydroxylapatit-Ablagerungskrankheit	484
34.2.3	Gicht/Hyperurikämie	486
		34.3 Seltene Kristallarthropathien
		34.3.1 Hämochromatose.....
		34.3.2 Morbus Wilson (Kupferspeicherkrankheit).....
		34.3.3 Alkaptonurie/Ochronose
		34.3.4 Oxalose
		Literatur

35	Seltene Osteoarthropathien	494
	<i>R. Schmitt, A. Stäbler</i>	
35.1	Übersicht	494
35.2	Krankheitsbilder	494
35.2.1	Sarkoidose (Morbus Boeck)	494
35.2.2	Neurogene Osteoarthropathie (Charcot-Gelenk)	496
35.2.3	Hämophilie-Osteoarthropathie („Blutergelenk“)	496
35.2.4	Hereditäre Hämoglobinopathien	497
35.2.5	Amyloidose-Osteoarthropathie	499
35.2.6	Multizentrische Retikulohistiozytose (Lipoidarthrodermatitis)	500
35.2.7	Hypertrophische Osteoarthropathie	500
35.2.8	Osteoarthropathie durch ionisierende Strahlen	501
35.2.9	Osteoarthropathie nach elektrischem Trauma	501
35.2.10	Fremdkörper-Synovialitis und -Osteoarthritis	502
35.2.11	Synoviale Chondromatose	503
35.2.12	Adhäsive Kapsulitis („Frozen Wrist“)	504
	Literatur	505

Entzündliche Erkrankungen der Handgelenke

36	Rheumatoide Arthritis	508
	<i>G. Lingg, A. Klauser, R. Schmitt</i>	

36.1	Übersicht	508	36.4 Bildgebende Diagnostik	511
36.2	Pathoanatomie und klinische Symptomatik	508	36.4.1 Projektionsradiografie	511
36.2.1	Pathogenese und Verlaufsformen	508	36.4.2 Nuklearmedizin	515
36.2.2	Klassifikationen	510	36.4.3 Sonografie	515
36.3	Sonderformen der rheumatoiden Arthritis	510	36.4.4 Magnetresonanztomografie	517
36.3.1	Adult-Still-Syndrom	510	36.4.5 Computertomografie	521
36.3.2	Felty-Syndrom	510	36.5 Stadieneinteilungen der rheumatoiden Arthritis	522
36.3.3	Sjögren-Syndrom	510	36.6 Differenzialdiagnosen	523
36.3.4	Caplan-Syndrom	510	36.7 Therapeutische Optionen	523
36.3.5	Juvenile Formen bzw. Sonderformen der rheumatoiden Arthritis	510	Literatur	523

37	Spondyloarthritiden	525
	<i>G. Lingg, A. Klauser</i>	

37.1	Übersicht	525	37.4 Krankheitsentitäten	527
37.2	Definition	525	37.4.1 Arthritis psoriatica (PsA)	527
37.3	Bildgebende Diagnostik	526	37.4.2 Reaktive Arthritiden (ReA)	531
37.3.1	Projektionsradiografie	526	37.4.3 Morbus Reiter	532
37.3.2	Nuklearmedizin	526	37.4.4 Spondylitis ankylosans (sog. Morbus Bechterew)	533
37.3.3	Sonografie	526	37.4.5 Enteropathische Arthritiden	534
37.3.4	Computertomografie	527	37.4.6 Dermatoseassoziierte Osteoarthropathien	535
37.3.5	Magnetresonanztomografie	527	37.4.7 Seltene Erkrankungen mit fakultativer Arthritis-assoziation	536
	Literatur			536

38	Rheumatisches Fieber (poststreptokokkenreaktive Arthritis)	537
	<i>G. Lingg, A. Klauser</i>	

38.1	Pathoanatomie, klinische Symptomatik	537	38.4 Therapeutische Optionen	538
38.2	Projektionsradiografie	537	Literatur	538
38.3	Differenzialdiagnosen	538		

Inhaltsverzeichnis

39	Kollagenosen	.....	539	
		<i>G. Lingg, R. Schmitt</i>		
39.1	Übersicht	.....	539	
39.2	Krankheitsbilder	.....	539	
39.2.1	Lupus erythematoses disseminatus (LED, SLE)....	539	39.2.3 Polymyositis und Dermatomyositis	544
39.2.2	Sklerodermie, progressive systemische Sklerose (PSS).....	541	39.2.4 Panarteriitis nodosa	545
			39.2.5 Wegener-Granulomatose	545
			39.2.6 Sjögren-Syndrom.....	546
			Literatur	546
40	Infektarthritis	.....	547	
		<i>K. Kalb, R. Schmitt</i>		
40.1	Übersicht	.....	547	
40.2	Pathoanatomie, klinische Symptomatik	.....	547	
40.3	Bildgebende Diagnostik	.....	548	
40.4	Krankheitsbilder	.....	550	
40.4.1	Akute bakterielle Arthritis	550	40.4.4 Gonokokken-Arthritis	553
40.4.2	Tuberkulose der Hand	552	40.4.5 Lepra	553
40.4.3	Lues	552	40.4.6 Seltene und atypische Arthritiden bakterieller Genese.....	553
			40.4.7 Virus-Arthritiden (Hepatitis B, Röteln, Mumps, Pocken, Parvovirus B19, Impfungen).....	554
			40.4.8 Pilz-Arthritis	554
			Literatur	554

Entzündliche Erkrankungen der Knochen und Handweichteile

41	Osteomyelitis	.....	558	
		<i>H. Rosenthal, R. Schmitt</i>		
41.1	Übersicht	.....	558	
41.2	Pathoanatomie, klinische Symptomatik	.....	558	
41.3	Bildgebende Diagnostik	.....	558	
41.4	Krankheitsbilder	.....	559	
41.4.1	Sekundäre Osteomyelitiden	559	41.4.3 Sonderformen der Osteomyelitis	561
41.4.2	Hämatogene Osteomyelitis.....	560	41.4.4 Tuberkulöse Osteomyelitis	564
			41.5 Differenzialdiagnosen	565
			41.6 Therapeutische Optionen	565
			Literatur	566
42	Weichteilinfektionen	.....	567	
		<i>P. Hahn, R. Schmitt</i>		
42.1	Übersicht	.....	567	
42.2	Pathoanatomie, klinische Symptomatik	.....	567	
42.3	Bildgebende Diagnostik	.....	567	
42.4	Krankheitsbilder	.....	568	
42.4.1	Infektionen der Fingerweichteile	568	42.4.3 Abszess der Handbinnenräume.....	572
42.4.2	Sehnenscheidenphlegmone und Sehnenscheidenabszess	569	42.4.4 Sehnenscheidentuberkulose	573
			42.4.5 Fremdkörpergranulom.....	574
			42.4.6 Gasödem („Gasbrand“).....	574
			42.5 Differenzialdiagnosen	575
			42.6 Therapeutische Optionen	575
			Literatur	576

Tumoröse und tumorähnliche Erkrankungen der Hand

43	Zystoide Knochenläsionen	578
<i>N. Reutter, R. Schmitt</i>		
43.1	Übersicht.....	578
43.2	Pathogenese, klinische Symptomatik.....	578
43.3	Klassifikation	578
43.4	Krankheitsbilder	578
43.4.1	Knochenzysten ohne Krankheitswert	578
43.4.2	Avaskuläre Osteonekrosen der Handwurzel.....	579
43.4.3	Enthesiopathische und arthritische Erkrankungen ..	579
43.4.4	Infektinduzierte Knochenzysten	582
43.4.5	Knochenzysten bei Systemerkrankungen.....	583
43.4.6	Zystische Knochentumoren.....	586
43.5	Differenzialdiagnosen	586
43.6	Therapeutische Optionen.....	587
		Literatur.....
		587
44	Knochentumoren	588
<i>H. Rosenthal, R. Schmitt</i>		
44.1	Übersicht.....	588
44.2	Pathoanatomie, klinische Symptomatik	588
44.3	Bildgebende Diagnostik	589
44.4	Knochentumoren chondrogenen Ursprungs	589
44.4.1	Enchondrom (Chondrom)	589
44.4.2	Osteochondrom (kartilagine Exostose)	591
44.4.3	Chondroblastom, Chondromyxoidfibrom.....	593
44.4.4	Chondrosarkom.....	593
44.5	Knochentumoren mit ossärem Ursprungsgewebe ..	594
44.5.1	Osteoidosteom	594
44.5.2	Osteoblastom.....	596
44.5.3	Osteosarkom	596
44.6	Knochentumoren bindegewebigen Ursprungs	598
44.6.1	Nicht ossifizierendes Fibrom, desmoplastisches Fibrom	598
44.6.2	Riesenzelltumor (Osteoklastom)	598
44.6.3	Malignes fibröses Histiozytom, Fibrosarkom	599
44.7	Knochentumoren endothelialen Ursprungs	599
44.7.1	Hämangioma	599
44.7.2	Hämangioendotheliom, Angiosarkom	600
44.8	Knochentumoren medullären Ursprungs	600
44.8.1	Ewing-Sarkom	600
44.8.2	Plasmozytom, malignes Lymphom, Morbus Hodgkin und Leukämie.....	600
44.9	Tumorähnliche Knochenläsionen.....	601
44.9.1	Enostom, Kompaktainsel	601
44.9.2	Aneurysmatische Knochenzyste	602
44.9.3	Solitäre Knochenzyste (juvenile Knochenzyste)....	602
44.9.4	Reparatives Riesenzellgranulom	602
44.9.5	Entzündliche Gelenkerkrankungen, intraossäres Ganglion	603
44.9.6	Intraossäre Epidermiszyste	603
44.9.7	Brauner Tumor	604
44.9.8	Sonstige Knochentumoren	604
44.10	Knochenmetastasen	605
44.11	Weichteiltumoren mit Knocheninfiltration	605
44.12	Therapeutische Optionen.....	605
		Literatur.....
		606
45	Weichteiltumoren	607
<i>R. Schmitt, G. Christopoulos</i>		
45.1	Übersicht.....	607
45.2	Pathoanatomie, klinische Symptomatik	607
45.3	Bildgebende Diagnostik	607
45.3.1	Projektionsradiografie	607
45.3.2	Sonografie.....	607
45.3.3	Computertomografie.....	608
45.3.4	Magnetresonanztomografie	608
45.3.5	Arteriografie	608
45.4	Von der Haut ausgehende Tumoren	608
45.4.1	Epithelzyste	608
45.4.2	Karzinome der Haut.....	609

Inhaltsverzeichnis

45.5	Vom Bindegewebe ausgehende Tumoren	610	45.6.3	Glomustumoren.....	621
45.5.1	Ganglion.....	610	45.6.4	Lymphangiome.....	621
45.5.2	Lipom	612	45.7	Vom Nervengewebe ausgehende Tumoren	622
45.5.3	Fibrom.....	612	45.7.1	Neurinom (Schwannom) und Neurofibrom.....	622
45.5.4	Fibromatosen	613	45.7.2	Intraneurales Fibrolipom.....	624
45.5.5	Leiomyom	615	45.7.3	Malignes Neurinom (Neurofibrosarkom).....	625
45.5.6	Myositis ossificans.....	615	45.7.4	Posttraumatisches Neurom.....	625
45.5.7	Riesenzelltumor der Sehnenscheide (Xanthom) ...	616	45.8	Differenzialdiagnosen	625
45.5.8	Weichteilsarkome	617	45.9	Therapeutische Optionen	625
45.6	Von Blut- und Lymphgefäß ausgehende Tumoren	619		Literatur	626
45.6.1	Hämangiome.....	619			
45.6.2	Maligne Gefäßtumoren	621			

Erkrankungen der Nerven und Gefäße an der Hand

46	Karpaltunnelsyndrom (KTS)	628
A.S. Klauser, K.J. Prommersberger		
46.1	Übersicht	628
46.2	Pathophysiologie, klinische Symptomatik	628
46.3	Bildgebende Diagnostik	628
46.3.1	Sonografie	628
46.3.2	Projektionsradiografie	632
46.3.3	Computertomografie	632
46.4	Postoperative Befunde	634
46.5	Therapeutische Optionen	635
	Literatur	635
47	Weitere Nervenkompressionssyndrome	637
K. Kalb, R. Schmitt		
47.1	Übersicht	637
47.2	Krankheitsbilder	637
47.2.1	Kubitaltunnelsyndrom (Sulcus-nervi-ulnaris-Syndrom)	637
47.2.2	Ulnartunnelsyndrom (Syndrom der Loge de Guyon)	640
47.2.3	Kompressionssyndrom des Nervus radialis in der Supinatorloge	642
47.2.4	Proximales Kompressionssyndrom des Nervus radialis.....	643
47.2.5	Wartenberg-Syndrom.....	644
47.2.6	Proximale Kompressionssyndrome des Nervus medianus	644
	Literatur	647
48	Arterielle Durchblutungsstörungen	648
H. Rosenthal, M. Wagner		
48.1	Übersicht	648
48.2	Bildgebende Diagnostik	648
48.3	Krankheitsbilder	648
48.3.1	Thoracic-outlet-Syndrom	648
48.3.2	Arterielle Verschlusskrankheit (pAVK)	648
48.3.3	Periphere Embolie.....	649
48.3.4	Thrombangiitis obliterans.....	651
48.3.5	Primäres Raynaud-Phänomen	652
48.3.6	Kollagenosen und rheumatoide Arthritis.....	653
48.3.7	Gefäßtrauma und postoperative Befunde	654
48.3.8	Knochen- und Weichteiltumoren.....	657
48.3.9	Angeborene Fehlbildungen.....	657
48.3.10	Angiodysplasien.....	657
48.4	Therapeutische Optionen	658
	Literatur	659

Differenzialdiagnostische Tabellen bei Erkrankungen der Hand

49	Kongenitale Form- und Strukturveränderungen an den Epiphysen	662
	A. Horwitz	
50	Kongenitale und erworbene Form- und Strukturveränderungen an den Metaphysen	663
	A. Horwitz	
51	Fehlbildungssyndrome	664
	R. Schmitt	
52	Dysplasien (Osteochondrodysplasien)	670
	R. Schmitt	
53	Primäre Stoffwechselstörungen des Skeletts	674
	R. Schmitt, A. Horwitz	
54	Arthritis	676
	A.S. Klauser	
55	Akroosteolysen	679
	R. Schmitt	
56	Zystoide Knochenveränderungen	682
	N. Reutter	
57	Polyostotische Knochenläsionen	684
	H. Rosenthal	
58	Läsionen des Periosts und der Kompakta	686
	N. Reutter	
59	Hyperostosen	690
	N. Reutter	
60	Osteopenie	692
	N. Reutter	
61	Weichteilverkalkungen	694
	R. Schmitt	
62	Sekundäre Raynaud-Phänomene	697
	H. Rosenthal	
	Sachverzeichnis	699