

# Inhaltsverzeichnis

## 1 Relevante MR-Techniken

1

*M. Vahlensieck, F. Träber und J. Gieseke*

|                                            |    |                                                     |    |
|--------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------|----|
| Spin-Echo-Sequenz .....                    | 2  | MR-Angiographie .....                               | 13 |
| Turbo-(Fast-)Spin-Echo-Sequenz, RARE ..... | 3  | Angiographieverfahren .....                         | 13 |
| Gradienten-Echo-Technik .....              | 4  | Relaxometrie (Relaxationszeitkarten, Maps) .....    | 14 |
| Sehr schnelle MR-Techniken .....           | 8  | 3-dimensionale Rekonstruktion .....                 | 15 |
| Fettunterdrückung .....                    | 8  | Multiplanare Reformatierung, radiale Akquisition .. | 16 |
| Kontrastmittel, Kontrastdynamik .....      | 10 | MR-Spektroskopie und Spectroscopic Imaging ....     | 17 |
| MR-Arthrographie .....                     | 10 | Wasserstoffspektroskopie ( <sup>1</sup> H) .....    | 17 |
| Direkte MR-Arthrographie .....             | 10 | Phosphorspektroskopie ( <sup>31</sup> P) .....      | 20 |
| Indirekte MR-Arthrographie .....           | 10 | Kohlenstoffspektroskopie ( <sup>13</sup> C) .....   | 22 |
| Magnetization-Transfer-Contrast .....      | 11 | Kinematische Untersuchungen .....                   | 22 |

## 2 Wirbelsäule

25

*M. Breitenseher und H. Imhof*

|                                                 |    |                                                |    |
|-------------------------------------------------|----|------------------------------------------------|----|
| MRT-Untersuchungsprotokolle .....               | 26 | Intervertebralgelenke .....                    | 44 |
| Ebenen .....                                    | 26 | Spondylitis und Spondylodiszitis .....         | 47 |
| Sagittale Ebene .....                           | 26 | Pyogene/spezifische Spondylitis .....          | 48 |
| Axiale Ebene .....                              | 26 | Pyogene Spondylitis .....                      | 48 |
| Koronare Ebene .....                            | 26 | Spezifische Spondylitis .....                  | 50 |
| Wichtige Sequenzen .....                        | 26 | Zeichen der Spondylitisheilung und             |    |
| Spin-Echo .....                                 | 26 | Differenzialdiagnose .....                     | 51 |
| Gradienten-Echo .....                           | 26 | Rheumatoide Arthritis .....                    | 52 |
| Fettunterdrückende Sequenzen .....              | 27 | Seronegative Spondyloarthropathien .....       | 52 |
| Kontrastmittel .....                            | 27 | Posttraumatische Wirbelsäulenveränderungen ... | 53 |
| Ganzkörper-MRT .....                            | 27 | Posttraumatische Bandscheiben- und             |    |
| MRT-Untersuchungsprotokolle häufiger            |    | Bandveränderungen .....                        | 53 |
| Erkrankungen .....                              | 27 | Bandscheibenverletzungen .....                 | 53 |
| Anatomische und physiologische Grundlagen ..... | 28 | Bandverletzungen .....                         | 54 |
| Knöcherne Elemente und Knochenmark .....        | 28 | Gefäß- und Weichteilverletzungen .....         | 54 |
| Knochenmark .....                               | 28 | Posttraumatische Knochenveränderungen .....    | 54 |
| Wirbelbogen, Gelenke .....                      | 29 | Okkulte Verletzungen                           |    |
| Neuroforamina .....                             | 36 | (Knochenmarkkontusion, „bone bruise“) .....    | 55 |
| Bandscheiben .....                              | 36 | Stressfrakturpondylolyse .....                 | 55 |
| Bänder .....                                    | 37 | Kompressionsfraktur .....                      | 56 |
| Duralsack – Rückenmark .....                    | 37 | Berstungsfraktur .....                         | 56 |
| Variante: lumbosakraler Übergangswirbel .....   | 38 | Posttraumatische Veränderungen des             |    |
| Artefakte .....                                 | 38 | Spinalkanals .....                             | 57 |
| Degenerative Wirbelsäulenerkrankungen .....     | 38 | Akute Rückenmarkverletzung .....               | 57 |
| Subkortikaler                                   |    | Chronische Rückenmarkverletzung .....          | 58 |
| Knochen/Knochenmarkveränderungen .....          | 38 | Extradurale komprimierende Veränderungen .     | 59 |
| Bandscheibenveränderungen .....                 | 40 |                                                |    |

|                                                       |    |                                                               |    |
|-------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------|----|
| Postoperative Wirbelsäulenveränderungen .....         | 59 | Langerhans-Zell-Histiozytose<br>(eosinophiles Granulom) ..... | 69 |
| Operierte Bandscheibe .....                           | 59 | Riesenzelltumor .....                                         | 69 |
| Knöchern operierte Wirbelsäule .....                  | 65 | Häufige primär maligne Tumoren .....                          | 71 |
| Tumoren .....                                         | 66 | Myelom .....                                                  | 71 |
| Häufige benigne Tumoren/tumorartige<br>Läsionen ..... | 66 | Chordom .....                                                 | 72 |
| Hämangiom .....                                       | 66 | Häufige sekundär maligne Tumoren .....                        | 72 |
| Aneurysmatische Knochenzyste .....                    | 66 | Metastasen .....                                              | 72 |
| Osteoblastom .....                                    | 69 | Lymphom .....                                                 | 74 |
| Osteoidosteom .....                                   | 69 |                                                               |    |

### 3 Schulter

79

*M. Vahlensieck und J. Hodler*

|                                                           |    |                                                                                                |     |
|-----------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Untersuchungstechnik .....                                | 80 | Myotendinitis .....                                                                            | 99  |
| Lagerung .....                                            | 80 | Erkrankungen des Musculus biceps .....                                                         | 100 |
| Spulenwahl .....                                          | 80 | Erkrankungen der übrigen Muskulatur (inklusive<br>Folgen der Nervenkompressionssyndrome) ..... | 102 |
| Sequenzfolge und -parameter .....                         | 80 | Erkrankungen der Bursae .....                                                                  | 104 |
| Besondere Untersuchungstechniken .....                    | 81 | Erkrankungen des Labrum glenoidale und der<br>Gelenkkapsel .....                               | 105 |
| Anatomie .....                                            | 82 | Traumatische Läsionen des Labrum<br>glenoidale .....                                           | 105 |
| Allgemeine Anatomie .....                                 | 82 | Omarthritis und andere Erkrankungen der<br>Synovialis .....                                    | 110 |
| Spezielle MR-Anatomie und Varianten .....                 | 82 | Erkrankungen der Knochen .....                                                                 | 111 |
| Transversale Schnittführung .....                         | 82 | Arthropathien .....                                                                            | 112 |
| Schräg-koronare Schnittführung .....                      | 89 | Amyloidarthropathie .....                                                                      | 112 |
| Schräg-sagittale Schnittführung .....                     | 90 | Tumoren .....                                                                                  | 112 |
| Erkrankungen der Rotatorenmanschette .....                | 92 | Posttherapeutische Befunde .....                                                               | 113 |
| Impingement .....                                         | 92 | Fehlermöglichkeiten bei der Bildinterpretation ...                                             | 115 |
| Degeneration, Tendinitis .....                            | 93 | Klinische Wertigkeit und Vergleich mit anderen<br>bildgebenden Verfahren .....                 | 118 |
| Chronisch degenerative<br>Tendinitis/Mikroblutungen ..... | 93 |                                                                                                |     |
| Akute Tendinitis .....                                    | 94 |                                                                                                |     |
| Partielle Ruptur .....                                    | 94 |                                                                                                |     |
| Vollständige Ruptur .....                                 | 96 |                                                                                                |     |
| Enthesiopathie .....                                      | 98 |                                                                                                |     |

### 4 Ellenbogen

123

*J. Hodler, H. Bonél und M. Vahlensieck*

|                               |     |                                                                                          |     |
|-------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Untersuchungstechnik .....    | 124 | Pathologie .....                                                                         | 137 |
| Lagerung .....                | 124 | Epicondylitis humeri radialis .....                                                      | 137 |
| Spule .....                   | 124 | Epicondylitis humeri ulnaris .....                                                       | 137 |
| Ebenen, Sequenzen .....       | 124 | Läsion der Kollateralbänder .....                                                        | 139 |
| Standard-MRT .....            | 132 | Ulnares Kollateralband .....                                                             | 139 |
| MR-Arthrographie .....        | 132 | Radiales Kollateralband .....                                                            | 139 |
| Anatomie .....                | 133 | Ligamentum anulare .....                                                                 | 139 |
| Ligamente .....               | 133 | Distale Bizepssehnenläsion .....                                                         | 142 |
| Ulnares Kollateralband .....  | 133 | Trizepssehnenläsion .....                                                                | 145 |
| Radiales Kollateralband ..... | 133 | Trizepssehneninsertionstendinopathie .....                                               | 145 |
| Ligamentum arcuatum .....     | 133 | Schnappender Musculus triceps .....                                                      | 145 |
| Muskeln, Sehnen .....         | 133 | Traumatologie: Fraktur, Knochenprellung,<br>okkulte Fraktur, Subluxation, Luxation ..... | 145 |
| Knochen .....                 | 134 | Osteochondrosis dissecans/Morbus Panner/freie<br>Gelenkkörper .....                      | 149 |
| Gelenkknorpel .....           | 135 | Radioulnare Synostose .....                                                              | 150 |
| Recessus, Bursae .....        | 135 |                                                                                          |     |
| Nerven .....                  | 136 |                                                                                          |     |
| Gefäße .....                  | 136 |                                                                                          |     |

|                         |     |                                                    |     |
|-------------------------|-----|----------------------------------------------------|-----|
| Knorpelschäden .....    | 150 | Posttherapeutische Befunde .....                   | 153 |
| Plicae .....            | 151 | Fehlermöglichkeiten bei der Bildinterpretation ... | 153 |
| Bursitis .....          | 151 | Klinische Wertigkeit und Vergleich mit anderen     |     |
| Nervenpathologien ..... | 151 | bildgebenden Verfahren .....                       | 154 |

## 5 Handgelenk 157

*A. Stäbler und M. Vahlensieck*

|                                              |     |                                                     |     |
|----------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------|-----|
| Untersuchungstechnik .....                   | 158 | Pseudarthrose .....                                 | 175 |
| Lagerung .....                               | 158 | Fibröse Überbauung .....                            | 176 |
| Spulenwahl .....                             | 158 | Partielle Durchbauung .....                         | 176 |
| Sequenzfolge und -parameter .....            | 158 | Posttraumatische Osteonekrose .....                 | 177 |
| Besondere Untersuchungstechniken .....       | 158 | Postoperative Befunde des Os scaphoideum ..         | 179 |
| Injektion von Kontrastmittel .....           | 158 | Erkrankungen der interossären (intrinsischen)       |     |
| 3-dimensionale GRE-Sequenzen .....           | 159 | Bänder .....                                        | 180 |
| Schnelle GRE-Sequenzen .....                 | 159 | Erkrankungen der Kapselbänder (extrinsische         |     |
| MR-Arthrographie .....                       | 159 | Ligamente) .....                                    | 182 |
| Kinematische Untersuchung .....              | 159 | Ulnarer Faserkomplex .....                          | 183 |
| Anatomie .....                               | 159 | Nervenkompensationssyndrome .....                   | 185 |
| Allgemeine Anatomie .....                    | 159 | Karpaltunnel .....                                  | 185 |
| Spezielle MR-Anatomie .....                  | 163 | Guyon-Loge .....                                    | 186 |
| Koronare Schnittführung .....                | 163 | Tumoren .....                                       | 187 |
| Sagittale Schichtführung .....               | 165 | Ganglien, Zysten .....                              | 188 |
| Transversale Schichtführung .....            | 166 | Ganglien .....                                      | 188 |
| Spontane Osteonekrosen .....                 | 167 | Zysten .....                                        | 189 |
| Lunatummalazie (Morbus Kienböck) .....       | 167 | Erkrankungen der Synovialis .....                   | 190 |
| Spontane Osteonekrose des Os scaphoideum     |     | Erkrankungen der Sehnen .....                       | 190 |
| (Morbus Preiser, Morbus Köhler-Mouchet) .... | 172 | Mögliche Fehlerquellen in der Bildinterpretation .. | 192 |
| Ulnokarpales Impaktationssyndrom .....       | 172 | Fehlerhafte Positionierung des Handgelenks ....     | 192 |
| Ulna-impingement-Syndrom .....               | 173 | Variationen in der Ausprägung und Insertion der     |     |
| Fibröse lunotriquetrale Koalition .....      | 174 | Musculi lumbricales .....                           | 192 |
| Traumatische Läsionen der Karpalia .....     | 175 | Chemical-Shift-Artefakt .....                       | 192 |
| Knochenkontusion, okkulte Fraktur .....      | 175 | Magic-Angle-Phänomen .....                          | 192 |
| Knochenkontusionen (bone bruise) .....       | 175 | Knöcherne Varianten .....                           | 193 |
| Okkulte Frakturen .....                      | 175 | Eintrittsstellen der Nutritialgefäße in die         |     |
| Luxation/Subluxation .....                   | 175 | Karpalia von dorsal und palmar .....                | 193 |
| Traumatische Läsionen und postoperative      |     | Beugeschnenscheiden am Handgelenk und an            |     |
| Befunde des Os scaphoideum .....             | 175 | der Hand .....                                      | 194 |
| Frakturen des Os scaphoideum .....           | 175 | Literatur .....                                     | 194 |
| Pseudarthrose, fibröse Überbauung und        |     |                                                     |     |
| partielle Durchbauung .....                  | 175 |                                                     |     |

## 6 Hüftregion 197

*M. Reiser und M. Vahlensieck*

|                                      |     |                                              |     |
|--------------------------------------|-----|----------------------------------------------|-----|
| Untersuchungstechnik .....           | 198 | Trauma, Stress- und Ermüdungsfrakturen ..... | 212 |
| Lagerung .....                       | 198 | Frakturen nach einem Trauma .....            | 212 |
| Spulenwahl .....                     | 198 | Stress- und Ermüdungsfrakturen .....         | 214 |
| Sequenzfolge und -parameter .....    | 198 | Hüftdysplasie .....                          | 216 |
| Anatomie .....                       | 199 | Degenerative und rheumatische                |     |
| Aseptische Hüftkopfnekrose .....     | 201 | Gelenkveränderungen, von der Synovialmembran |     |
| Transiente Osteoporose .....         | 204 | ausgehende Erkrankungen .....                | 217 |
| Morbus Perthes .....                 | 208 | Entzündlich rheumatische Erkrankungen .....  | 219 |
| Epiphysiolysis capitis femoris ..... | 210 | Pigmentierte villonoduläre Synovitis .....   | 220 |

|                                                 |     |                                                    |     |
|-------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------|-----|
| Synoviale Osteochondromatose .....              | 220 | Fehlermöglichkeiten in der Bildinterpretation .... | 224 |
| Amyloidarthropathie .....                       | 220 | Transkortikale Synovialherniation .....            | 224 |
| Labrum acetabulare .....                        | 221 | Bursitiden .....                                   | 225 |
| Osteomyelitis und unspezifische Arthritis ..... | 222 | Schnappende Hüfte .....                            | 225 |
| Tendopathien .....                              | 224 | Neurovaskuläre Kompressionssyndrome .....          | 225 |

## **7 Kniegelenk**

**229**

*M. Reiser und M. Vahlensieck*

|                                               |     |                                                    |     |
|-----------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------|-----|
| Untersuchungstechnik .....                    | 231 | Chondrale und osteochondrale Verletzungen ...      | 268 |
| Lagerung und Spulenwahl .....                 | 231 | Degenerative Gelenkerkrankungen .....              | 269 |
| Sequenzfolge und -parameter .....             | 231 | Hämophile Arthropathie .....                       | 270 |
| Anatomie .....                                | 232 | Knorpel- und Knochenerosionen bei                  |     |
| Allgemeine Anatomie .....                     | 232 | rheumatischen Gelenkerkrankungen .....             | 270 |
| Menisci der Kniegelenke des Menschen .....    | 232 | Knochenmarködem .....                              | 271 |
| Vorderes Kreuzband .....                      | 233 | Transiente (regionale) migratorische               |     |
| Hinteres Kreuzband .....                      | 233 | Osteoporose .....                                  | 272 |
| Innenband .....                               | 233 | Osteochondrosis dissecans und aseptische           |     |
| Außenband .....                               | 233 | Nekrosen .....                                     | 273 |
| Patellarsehne .....                           | 233 | Osteochondrosis dissecans .....                    | 273 |
| Spezielle MR-Anatomie .....                   | 233 | Spontane Osteonekrose des Femurkondylus            |     |
| Läsionen der Menisci .....                    | 239 | (Morbus Ahlbäck) .....                             | 277 |
| Degenerative Veränderungen und Risse .....    | 239 | Weitere Osteonekrosen im Bereich des               |     |
| Postoperative Veränderungen .....             | 246 | Kniegelenks .....                                  | 277 |
| Scheiben- und Ringmeniskus .....              | 246 | Veränderungen der Synovialmembran und der          |     |
| Meniskusganglien und parameniskale Zysten ... | 246 | Gelenkkapsel .....                                 | 279 |
| Meniskussubluxation .....                     | 247 | Rheumatische Gelenkerkrankungen .....              | 279 |
| Verletzungen der Kreuzbänder .....            | 248 | Pigmentierte villonoduläre Synovitis .....         | 279 |
| Vorderes Kreuzband .....                      | 248 | Hämophile Arthropathie .....                       | 280 |
| Hinteres Kreuzband .....                      | 255 | Sarkoidose .....                                   | 280 |
| Postoperative Veränderungen der Kreuzbänder . | 257 | Lipoma arborescens, Gelenkkapsellipomatose ..      | 281 |
| Verletzungen der Seitenbänder .....           | 259 | Amyloidarthropathie .....                          | 282 |
| Laterale Kapsel-Band-Verletzungen .....       | 262 | Plicae synoviales .....                            | 282 |
| Tractus-iliotibialis-Syndrom .....            | 263 | Synoviale popliteale Zysten und Bursitiden .....   | 284 |
| Dyskinesien des Femoropatellargelenks und     |     | Synoviale popliteale Zysten .....                  | 284 |
| Patellaluxation .....                         | 263 | Bursitiden .....                                   | 286 |
| Funktionelle Störungen des Gleitvorgangs      |     | Hoffa-Fettkörper .....                             | 288 |
| (Dyskinesien) .....                           | 263 | Ganglien (außer sog. Meniskusganglien) .....       | 289 |
| Patellaluxation .....                         | 264 | Vaskuläre Erkrankungen .....                       | 290 |
| Läsionen der Patellarsehne .....              | 265 | Fehlermöglichkeiten bei der Bildinterpretation ... | 291 |
| Knorpelläsionen .....                         | 266 | Klinische Wertigkeit und Vergleich mit anderen     |     |
| Chondromalacia patellae .....                 | 266 | bildgebenden Verfahren .....                       | 292 |

## **8 Sprunggelenk und Fuß**

**297**

*M. Steinborn, M. Vahlensieck und M. Reiser*

|                                        |     |                                              |     |
|----------------------------------------|-----|----------------------------------------------|-----|
| Untersuchungstechnik .....             | 298 | Transversale Schnittführung .....            | 300 |
| Lagerung .....                         | 298 | Sagittale Schnittführung .....               | 302 |
| Spulenwahl .....                       | 298 | Koronare Schnittführung .....                | 304 |
| Sequenzfolge und -parameter .....      | 298 | Fuß .....                                    | 306 |
| Besondere Untersuchungstechniken ..... | 298 | Erkrankungen der Knochen .....               | 307 |
| Anatomie .....                         | 299 | Osteochondrale Verletzungen, Osteochondrosis |     |
| Allgemeine Anatomie .....              | 299 | dissecans, Osteonekrosen .....               | 307 |
| Spezielle MR-Anatomie .....            | 300 | Apo- und Epiphysitiden .....                 | 311 |

|                                                      |     |                                                        |     |
|------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------|-----|
| Stressreaktionen, Stressfrakturen, okkulte Frakturen | 312 | Bandverletzungen                                       | 322 |
| Kindliche Frakturen                                  | 314 | Oberes Sprunggelenk                                    | 322 |
| Synostosen der Fußwurzelknochen (Coalitiones tarsi)  | 314 | Sinus-tarsi-Syndrom                                    | 324 |
| Erkrankungen der Sehnen                              | 317 | Impingement-Syndrome                                   | 325 |
| Achillessehne                                        | 317 | Erkrankungen der Plantarfaszie (Aponeurosis plantaris) | 326 |
| Ruptur                                               | 317 | Plantarfasziitis                                       | 326 |
| Teilruptur                                           | 318 | Plantarfibromatose (Morbus Ledderhose)                 | 326 |
| Tendinitis                                           | 318 | Erkrankungen der Nerven                                | 328 |
| Peronäalsehnen                                       | 318 | Tarsaltunnelsyndrom                                    | 328 |
| Tiefe Flexorsehnen                                   | 319 | Morton-Neuralgie                                       | 328 |
| Musculus tibialis posterior                          | 319 | Diabetischer Fuß                                       | 329 |
| Musculus flexor digitorum longus                     | 320 | Bursitis                                               | 330 |
| Musculus flexor hallucis longus                      | 320 | Fehlermöglichkeiten in der Bildinterpretation          | 331 |
| Extensorengruppe                                     | 320 | Akzessorische Muskeln                                  | 331 |

## 9 Kiefergelenk

335

R. Fischbach

|                                            |     |                                                                       |     |
|--------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| Untersuchungstechnik                       | 336 | Posteriore Diskusverlagerungen                                        | 346 |
| Lagerung                                   | 336 | Nomenklatur der Diskusverlagerung                                     | 346 |
| Spulenwahl                                 | 336 | Diskusadhäsion                                                        | 346 |
| Sequenzfolge und -parameter                | 337 | Diskusperforation                                                     | 348 |
| Besondere Untersuchungstechniken           | 339 | Fehlstellungen des Kondylus                                           | 349 |
| Dynamische Studien                         | 339 | Arthritis und andere Erkrankungen der Synovialis                      | 349 |
| Anatomie                                   | 339 | Arthritis                                                             | 349 |
| Allgemeine Anatomie                        | 339 | Synoviale Chondromatose                                               | 350 |
| Spezielle MR-Anatomie und Varianten        | 340 | Erkrankungen der Knochen                                              | 350 |
| Schräg-sagittale Schnittführung            | 340 | Arthrosis deformans                                                   | 350 |
| Kiefergelenkfunktion                       | 342 | Tumoren                                                               | 351 |
| Schräg-koronare Schnittführung             | 342 | Benigne Tumoren                                                       | 351 |
| Erkrankungen des Discus articularis        | 342 | Maligne Tumoren                                                       | 351 |
| Struktur- und Formveränderungen des Diskus | 343 | Posttherapeutische Befunde                                            | 352 |
| Diskusverlagerungen                        | 344 | Klinische Wertigkeit und Vergleich mit anderen bildgebenden Verfahren | 353 |
| Anteriore Diskusverlagerungen              | 344 |                                                                       |     |
| Transversale Diskusverlagerungen           | 344 |                                                                       |     |

## 10 Muskulatur

355

M. Vahlensieck

|                                                                    |     |                                         |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------|-----|
| Untersuchungstechnik                                               | 356 | Anatomie                                | 359 |
| Spezielle MR-Spektroskopie des Muskels                             | 356 | Allgemeine Anatomie                     | 359 |
| Grundlagen des Muskelenergiestoffwechsels                          | 356 | Spezielle MR- und funktionelle Anatomie | 365 |
| Glykolyse                                                          | 357 | Varietäten (sog. Fehlanlagen)           | 367 |
| Oxidation von Fettsäuren                                           | 357 | MRT-Muster                              | 367 |
| MR-Spektroskopie bei Störungen des muskulären Energiestoffwechsels | 358 | Hypertrophie                            | 368 |
| McArdle-Syndrom                                                    | 358 | Hypotrophie                             | 368 |
| Phosphofruktokinase-mangel                                         | 358 | Atrophie                                | 368 |
| Atmungskettendefekte                                               | 358 | Pseudohypertrophie                      | 368 |
| Mitochondriale Myopathien                                          | 358 | Ödem                                    | 368 |
| Muskeldystrophien                                                  | 358 | Muskelnekrose                           | 368 |
| Myositiden                                                         | 358 | Fibrose                                 | 368 |
|                                                                    |     | Neuropathien                            | 369 |

|                                                                         |     |                                                                                |     |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Myotonien .....                                                         | 371 | Symptomatische Myopathien .....                                                | 381 |
| Dystrophische Myopathien .....                                          | 371 | Endokrine Myopathie .....                                                      | 382 |
| Entzündliche Myopathien .....                                           | 371 | Metabolische Myopathien .....                                                  | 382 |
| Muskelveränderungen nach Bestrahlung und<br>lokaler Chemotherapie ..... | 375 | Toxische Myopathie .....                                                       | 382 |
| Bestrahlung .....                                                       | 375 | Muskeltumoren .....                                                            | 385 |
| Lokale Chemotherapie .....                                              | 375 | Fehlermöglichkeiten in der Bildinterpretation ....                             | 385 |
| Traumatische Myopathien .....                                           | 375 | Signalvariationen oberflächlich gelegener<br>Muskeln .....                     | 385 |
| Akute Überbelastung .....                                               | 375 | Inversion-Recovery-Sequenz .....                                               | 385 |
| Chronische Überlastung .....                                            | 378 | Fehlinterpretationen bei einer Denervierung ...                                | 385 |
| Muskelfibrose .....                                                     | 379 | Klinische Wertigkeit und Vergleich mit anderen<br>bildgebenden Verfahren ..... | 385 |
| Kompartmentsyndrom .....                                                | 381 |                                                                                |     |
| Rhabdomyolyse .....                                                     | 381 |                                                                                |     |

## **11 Knochenmark**

**389**

*M. Vahlensieck*

|                                                                                                                                                                  |     |                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Untersuchungstechnik .....                                                                                                                                       | 390 | Substanzablagerungen .....                                                     | 404 |
| Anatomie .....                                                                                                                                                   | 391 | Morbus Gaucher .....                                                           | 404 |
| Allgemeine Anatomie .....                                                                                                                                        | 391 | Hämosiderose, reaktive<br>Knochenmarksiderose .....                            | 406 |
| Spezielle MR-Anatomie .....                                                                                                                                      | 391 | Amyloidose .....                                                               | 406 |
| Generalisierte Erkrankungen .....                                                                                                                                | 396 | Transplantationsfolgen .....                                                   | 406 |
| Rekonvertierung, Hyperplasie, kontrollierte oder<br>reaktive Hyperplasie .....                                                                                   | 396 | Fokale Erkrankungen .....                                                      | 407 |
| Sichelzellanämie .....                                                                                                                                           | 398 | Ödem .....                                                                     | 407 |
| Thalassämie .....                                                                                                                                                | 398 | Ischämie .....                                                                 | 407 |
| Medikamentöse Stammzellstimulation .....                                                                                                                         | 398 | Knochennekrose .....                                                           | 407 |
| Zellinfiltration, Verdrängung, unkontrollierte<br>Hyperplasie .....                                                                                              | 398 | Knocheninfarkt .....                                                           | 407 |
| Benigne bzw. semimaligne myeloproliferative<br>Erkrankungen, Präleukosen .....                                                                                   | 398 | Transiente Osteoporose .....                                                   | 408 |
| Maligne myeloproliferative Erkrankungen<br>bzw. diffuse Infiltrate .....                                                                                         | 400 | Bestrahlungsfolgen .....                                                       | 409 |
| Hypoplasie, Verfettung .....                                                                                                                                     | 402 | Entzündung .....                                                               | 410 |
| Panmyelopathie (aplastische Anämie) .....                                                                                                                        | 402 | Akute Osteomyelitis .....                                                      | 410 |
| Chemotherapiefolgen .....                                                                                                                                        | 402 | Chronische Osteomyelitis .....                                                 | 410 |
| Knochenmarkfibrose .....                                                                                                                                         | 402 | Nichtinfektiöse Entzündungen .....                                             | 411 |
| Idiopathische Osteomyelofibrose (Synonyme:<br>Osteomyelosklerose, aleukämische Myelose,<br>leukoerythroblastische Anämie, agnogenic<br>myeloid metaplasia) ..... | 404 | Markveränderungen bei Arthritiden .....                                        | 414 |
| Seröse Atrophie .....                                                                                                                                            | 404 | Trauma .....                                                                   | 414 |
|                                                                                                                                                                  |     | Knochenkontusion .....                                                         | 414 |
|                                                                                                                                                                  |     | Okkulte Fraktur .....                                                          | 414 |
|                                                                                                                                                                  |     | Fraktur .....                                                                  | 416 |
|                                                                                                                                                                  |     | Überlastung (Stressreaktionen) .....                                           | 416 |
|                                                                                                                                                                  |     | Klinische Wertigkeit und Vergleich mit anderen<br>bildgebenden Verfahren ..... | 418 |

## **12 Knochen- und Weichteiltumoren**

**421**

*M. Vahlensieck*

|                                                  |     |                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Allgemeiner Teil .....                           | 422 | Kortikale Destruktion, Periostreaktion .....                                     | 430 |
| Spulen, Sequenzprotokoll .....                   | 422 | Weichteilausdehnung .....                                                        | 432 |
| Vergleich benignen und malignen Tumoren .....    | 422 | Befall von Gefäß-Nerven-Strängen .....                                           | 432 |
| Charakteristische Signalintensitätsbefunde ..... | 424 | Differenzierung zwischen perineoplastischem<br>Ödem und extraossärem Tumor ..... | 433 |
| Stadieneinteilung .....                          | 427 | Differenzierung zwischen vitalem und<br>nekrotischem Tumor .....                 | 434 |
| Intramedulläre Ausdehnung .....                  | 430 | Therapiekontrolle .....                                                          | 434 |
| Epiphysäre Ausdehnung .....                      | 430 |                                                                                  |     |
| Intraartikuläre Ausdehnung .....                 | 430 |                                                                                  |     |

|                                            |     |                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|--------------------------------------------|-----|
| Tumorrezidiv oder postoperative            |     | Osteoblastom .....                         | 451 |
| Fibrose/Ödem .....                         | 436 | Osteom .....                               | 451 |
| Spezieller Teil .....                      | 438 | Maligne Weichteiltumoren .....             | 453 |
| Maligne Knochentumoren .....               | 438 | Malignes fibröses Histiozytom .....        | 453 |
| Osteosarkom .....                          | 438 | Liposarkom .....                           | 454 |
| Ewing-Sarkom .....                         | 440 | Synovialsarkom .....                       | 454 |
| Chondrosarkom .....                        | 440 | Angiosarkom .....                          | 455 |
| Fibrosarkom und malignes fibröses          |     | Benigne Weichteiltumoren .....             | 455 |
| Histiozytom .....                          | 441 | Lipom .....                                | 455 |
| Angiosarkom .....                          | 442 | Intramuskuläres Myxom .....                | 455 |
| Primäres Knochenlymphom .....              | 443 | Desmoidtumor (extraabdominales Desmoid,    |     |
| Benigne Knochentumoren .....               | 443 | aggressive Fibromatose) .....              | 455 |
| Riesenzelltumor .....                      | 443 | Vaskuläre Tumoren: Hämangiom,              |     |
| Bindegewebige Knochentumoren .....         | 443 | Angiomatose, Hämangioendothelium,          |     |
| Fibröse Dysplasie .....                    | 443 | Lymphangiom, Angiolipom .....              | 456 |
| Nichtossifizierendes Fibrom (fibröser      |     | Schwannom (Neurinom, Neurilemmom)          |     |
| Kortikalisdefekt, Fibroxanthom) .....      | 443 | und Neurofibrom .....                      | 459 |
| Desmoplastisches Fibrom (Desmoid) .....    | 444 | Riesenzelltumor der Sehnenscheide .....    | 460 |
| Intraossäres Lipom .....                   | 444 | Pigmentierte villonoduläre Synovitis ..... | 460 |
| Langerhans-Zell-Histiozytose               |     | Myogene Tumoren .....                      | 460 |
| (Histiocytosis X) .....                    | 444 | Hibernom (braunes Lipom) .....             | 460 |
| Monossärer Knochenbefall (eosinophiles     |     | Lipomatosen .....                          | 461 |
| Granulom) .....                            | 445 | Metastasen .....                           | 463 |
| Knorpelbildende Knochentumoren .....       | 446 | Pseudotumoren und tumorartige              |     |
| Chondrom (Enchondrom) .....                | 446 | Substanzablagerungen, Morbus Paget .....   | 463 |
| Chondroblastom .....                       | 447 | Gichttophus .....                          | 463 |
| Chondromyxoidfibrom .....                  | 448 | Amyloidablagerung .....                    | 464 |
| Osteochondrom .....                        | 448 | Xanthom der Sehnen .....                   | 464 |
| Aneurysmatische Knochenzyste .....         | 449 | Hämophiler Pseudotumor .....               | 464 |
| Juvenile (einkammerige) Knochenzyste ..... | 450 | Morbus Paget (Ostitis deformans) .....     | 464 |
| Hämangiom .....                            | 450 | Extramedulläre Blutbildung .....           | 464 |
| Knochenbildende Knochentumoren .....       | 450 | Chlorom (granulozytisches Sarkom) .....    | 464 |
| Osteoidosteom .....                        | 450 |                                            |     |

## 13 Osteoporose

469

*S. Grampp, M. Vahlensieck und H. Genant*

|                                                  |     |                                |     |
|--------------------------------------------------|-----|--------------------------------|-----|
| MR-Bildgebung .....                              | 470 | Relaxationszeitmessungen ..... | 473 |
| Osteoporotische Frakturen .....                  | 470 | Wertigkeit der Methode .....   | 475 |
| Hochauflösende Darstellung der Morphologie       |     |                                |     |
| des Trabekelgeflechts und ihre Quantifizierung . | 472 |                                |     |

## 14 Sakroiliakalgelenk

477

*M. Bollow und J. Braun*

|                                               |     |                                           |     |
|-----------------------------------------------|-----|-------------------------------------------|-----|
| Untersuchungstechnik .....                    | 478 | Spondylarthropathie .....                 | 486 |
| Spulwahl und Sequenzfolge/-parameter .....    | 478 | Ursachen einer Sakroiliitis .....         | 487 |
| Quantitative Auswertung .....                 | 479 | Juvenile Spondylarthropathien .....       | 488 |
| Anatomie .....                                | 479 | MRT-Befunde der entzündlich-rheumatischen |     |
| Allgemeine Anatomie .....                     | 479 | Sakroiliitis .....                        | 489 |
| Spezielle MRT-Anatomie .....                  | 480 | Subchondrale Sklerosierungen .....        | 489 |
| Entzündlich-rheumatische Erkrankungen der     |     | Periartikuläre Knochenknospen und         |     |
| Sakroiliakalgelenke und der Wirbelsäule ..... | 486 | transartikuläre Knochenbrücken .....      | 489 |
| Einteilung und Klinik .....                   | 486 | Periartikuläre Fettakkumulationen .....   | 489 |

|                                               |     |                                                    |     |
|-----------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------|-----|
| Erosionen .....                               | 489 | Spondylitis .....                                  | 507 |
| Juxtaartikuläre Osteitiden .....              | 493 | Spondylodiszitis .....                             | 508 |
| Pathologisches Kapselenhancement:             |     | Hyperostosis triangularis ilii/Ostitis condensans  |     |
| Kapsulitiden .....                            | 493 | ilii .....                                         | 510 |
| Chronizitäts- und Aktivitätsindex .....       | 499 | Septische Sakroiliitis .....                       | 511 |
| Senile ankylosierende Spondylitis .....       | 500 | Traumatische Veränderungen .....                   | 513 |
| Enthesitis der Ligamenta interossea .....     | 501 | Gelenkaffektionen durch Tumoren/tumorähnliche      |     |
| Exkurs: MRT-Befunde spinaler Entzündungen bei |     | Läsionen .....                                     | 515 |
| Spondylarthropathien .....                    | 506 | Fehlermöglichkeiten in der Bildinterpretation .... | 516 |

---

**15 Kiefer und Zahnhalteapparat****523***S. Robinson*

---

|                                   |     |                                                |     |
|-----------------------------------|-----|------------------------------------------------|-----|
| Untersuchungstechnik .....        | 524 | Dentogene Sinusitis .....                      | 528 |
| Anatomie .....                    | 525 | Pulpavitalität .....                           | 528 |
| Allgemeine Anatomie .....         | 525 | Implantologische Fragestellungen .....         | 529 |
| Spezielle MR-Anatomie .....       | 525 | Differenzierung von soliden und zystischen     |     |
| Spezielle Erkrankungsbilder ..... | 525 | Veränderungen .....                            | 530 |
| Parodontitis .....                | 525 | Klinische Wertigkeit und Vergleich mit anderen |     |
| Osteomyelitis .....               | 528 | bildgebenden Verfahren .....                   | 530 |

---

**16 Anhang****531***M. Vahlensieck*

---

|                                             |     |                                                   |     |
|---------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------|-----|
| 16.1 Differenzialdiagnose der geschwollenen |     | Fettgewebskrankungen .....                        | 534 |
| Extremität mit der MRT .....                | 532 | Lipatrophie .....                                 | 534 |
| Phlebödem .....                             | 532 | Fettgewebsnekrose .....                           | 534 |
| Lymphödem .....                             | 532 | MRT-Veränderungen der Haut und Subkutis           |     |
| Lipödem .....                               | 533 | bei Hauterkrankungen .....                        | 536 |
| 16.2 Kutis, Subkutis und Faszien .....      | 533 | MRT-Veränderungen der Weichteile                  |     |
| Weichteilinfektionen .....                  | 533 | nach Radiatio .....                               | 536 |
| Zellulitis .....                            | 533 | 16.3 Chronische Sportverletzungen .....           | 536 |
| Fasziitis .....                             | 533 | 16.4 Magic-Angle-Phänomen .....                   | 539 |
| Fistelung .....                             | 534 | 16.5 Einsatz von Teilkörpersystemen               |     |
|                                             |     | (dedizierte Systeme) .....                        | 540 |
|                                             |     | 16.6 Untersuchungsprotokolle (tabellarisch) ..... | 541 |

---

**Sachverzeichnis****547**