

# Inhalt

## I Untersuchungsmethoden

- 1 Konventionelle Röntgendiagnostik ... 3**  
*M. Thelen*
- 1.1 Wichtige Leitsymptome möglicher kardialer Erkrankungen ... 3**
- 1.2 Röntgenanatomie ... 4**
  - 1.2.1 Röntgentechnik ... 5
  - 1.2.2 Vergrößerung der Herzhöhlen ... 5
  - 1.2.3 Röntgenologische Bestimmung der Herzgröße ... 10
  - 1.2.4 Hypertrophie und Dilatation des Herzens ... 11
  - 1.2.5 Bedeutung der Lungengefäße für die Herzdiagnostik ... 12
  - 1.2.6 Lymphsystem ... 16
  - 1.2.7 Pleura ... 17
  - 1.2.8 Lageanomalien des Herzens ... 17
  - 1.2.9 Herzinsuffizienz ... 17
  - 1.2.10 Koronare Herzkrankheit ... 22
  - 1.2.11 Kardiomyopathien ... 23
  - 1.2.12 Hypertonie im großen Kreislauf ... 24
  - 1.2.13 Hypertonie im kleinen Kreislauf (pulmonalarterielle Hypertonie, Cor pulmonale) ... 25
  - 1.2.14 Perikard ... 25
  - 1.2.15 Aorta ... 28
- 2 Echokardiographie ... 34**  
*R. Erbel*
- 2.2 Grundlagen der Ultraschallbildgebung ... 35**
- 2.3 Spezifische Applikationen ... 37**
  - 2.3.1 Kontrastechokardiographie ... 37
  - 2.3.2 Belastungsechokardiographie ... 38
  - 2.3.3 Transösophageale Echokardiographie (TEE) ... 39
  - 2.3.4 Intraoperative Echokardiographie ... 39
  - 2.3.5 Intrakardiale Echokardiographie ... 39
- 2.4 Untersuchungstechniken ... 40**
  - 2.4.1 Transthorakale Echokardiographie ... 40
  - 2.4.2 Transösophageale Echokardiographie ... 40
- 2.5 Referenzwerte für die M-Mode- und zweidimensionale Echokardiographie ... 41**
  - 2.5.1 M-Mode-Echokardiographie ... 41
  - 2.5.2 Zweidimensionale Echokardiographie ... 42
- 2.6 Prinzipien der Doppler-Echokardiographie ... 44**
  - 2.6.1 Gepulster Doppler ... 44
  - 2.6.2 Kontinuierlicher Doppler ... 44
  - 2.6.3 Farb-Doppler ... 45
  - 2.6.4 Farb-Doppler-M-Mode und Echokardiographie ... 45
  - 2.6.5 Gewebefarbdopplerechokardiographie ... 45
  - 2.6.6 Referenzwerte für die Doppler-Echokardiographie ... 46
- 2.7 Hämodynamik, gestützt auf die Echokardiographie ... 47**
  - 2.7.1 Schlagvolumen (SV) ... 48
  - 2.7.2 Regurgitationsvolumen ... 48
  - 2.7.3 Shuntberechnung ... 48
  - 2.7.4 Druckgradienten ... 49
  - 2.7.5 Klappenöffnungsfläche ... 49
  - 2.7.6 Intrakardiale Druckwerte ... 49
- 2.8 Erfassung der Funktion des linken Ventrikels ... 50**
  - 2.8.1 Globale linksventrikuläre Funktion ... 50
  - 2.8.2 Regionale Ventrikelfunktion ... 52
- 2.9 Diastolische Ventrikelfunktion ... 53**
  - 2.9.1 Diastolische Funktionsstörung Grad I ... 54
  - 2.9.2 Diastolische Funktionsstörung Grad II ... 54
  - 2.9.3 Diastolische Funktionsstörung Grad III ... 54
  - 2.9.4 Diastolische Funktionsstörung Grad IV ... 55
- 3 Angiographie ... 58**  
*H. Eggebrecht*
- 3.1 Technik des Herzkatheterismus für Druck- und Sauerstoffmessungen sowie für die Angiokardiographie ... 58**
- 3.2 Möglichkeiten des Herzkatheters ... 59**
  - 3.2.1 Druckmessung ... 59
  - 3.2.2 Messung der Sauerstoffsättigung ... 59
  - 3.2.3 Herzzeitvolumina und abgeleitete Parameter ... 60
  - 3.2.4 Sondierung von Shuntverbindungen ... 60
- 3.3 Selektive Angiokardiographie ... 60**
- 3.4 Koronarangiographie ... 61**
- 3.5 Erweiterte invasive Diagnostik ... 64**
  - 3.5.1 Intravaskulärer Ultraschall (IVUS) ... 64
  - 3.5.2 Intrakoronarer Doppler (ICD) ... 65
  - 3.5.3 Intrakoronare Druckdrahtmessung ... 66
- 4 Nuklearmedizinische Verfahren ... 67**  
*A. Bockisch, K. Sattler und S. J. Rosenbaum-Krumme*
- 4.1 Grundlagen ... 67**
- 4.2 Myokardszintigraphie ... 67**
  - 4.2.1 Untersuchungstechnik ... 67
  - 4.2.2 Tracer ... 68
  - 4.2.3 Beurteilung der Szintigraphie ... 69
  - 4.2.4 Klinische Bedeutung der Myokardszintigraphie ... 69
- 4.3 Positronenemissionstomographie (PET) ... 71**
  - 4.3.1 Untersuchungstechnik ... 71
  - 4.3.2 Tracer ... 72
  - 4.3.3 Beurteilung der PET ... 72
  - 4.3.4 Klinische Bedeutung der PET ... 72
- 4.4 Spezielle nuklearmedizinische Verfahren ... 73**
  - 4.4.1 MIBG-Szintigraphie ... 73
  - 4.4.2 Plaque Imaging ... 73

<b>5</b>	<b>Computertomographie ... 75</b>	<b>6.2</b>	<b>Morphologie ... 98</b>
<b>5.1</b>	<b>Koronarkalkbestimmung – technische Aspekte ... 75</b>		<i>K.-U. Waltering</i>
	<i>A. Schmermund, Th. Schlosser, A. Magedanz und Th. Voigtländer</i>	6.2.1	Sequenzen ... 98
5.1.1	Untersuchungstechniken ... 75	6.2.2	SSFP-Sequenzen ... 101
5.1.2	Auswertung ... 78	6.2.3	Normale Anatomie ... 101
5.1.3	Untersuchungsprotokoll ... 78	6.2.4	Varianten und Fehlbildungen ... 102
5.1.4	Befunderstellung der Koronarkalkbestimmung ... 78	<b>6.3</b>	<b>Funktion ... 105</b>
5.1.5	Ausblick ... 78		<i>S. Ley und K.-F. Kreitner</i>
<b>5.2</b>	<b>CT-Koronarangiographie ... 79</b>	6.3.1	Analyse der Herzfunktion ... 105
	<i>Th. Schlosser</i>	6.3.2	Flussmessungen ... 110
5.2.1	Prinzip der Computertomographie ... 79	<b>6.4</b>	<b>Myokardperfusion ... 114</b>
5.2.2	Patientenvorbereitung ... 80		<i>W. G. Schreiber</i>
5.2.3	Untersuchungsplanung ... 80	6.4.1	Physiologie ... 114
5.2.4	Kontrastmittel ... 81	6.4.2	Messprinzip ... 115
5.2.5	Durchführung der Untersuchung ... 81	6.4.3	Anwendungen ... 119
5.2.6	Auswertung ... 82	6.4.4	Methodische Anmerkungen ... 119
5.2.7	Klinische Anwendungen ... 83	<b>6.5</b>	<b>Late Enhancement ... 120</b>
<b>5.3</b>	<b>CT-Angiographie der großen Gefäße ... 85</b>		<i>P. Hunold</i>
	<i>K. Koch</i>	6.5.1	Pathophysiologie des Late Enhancement ... 120
5.3.1	Physikalische Grundlagen ... 85	6.5.2	Sequenztechnik ... 121
5.3.2	Methodische Voraussetzungen ... 85	6.5.3	Untersuchungsprotokoll zum Late Enhancement ... 124
5.3.3	Untersuchungs- und Auswertetechniken ... 85	6.5.4	Late Enhancement – vom Bild zur Differenzialdiagnose ... 124
5.3.4	Klinische Anwendungen ... 88	<b>6.6</b>	<b>MR-Angiographie der Koronararterien ... 126</b>
<b>6</b>	<b>Magnetresonanztomographie ... 91</b>		<i>C. U. Herborn</i>
<b>6.1</b>	<b>Untersuchungsplanung ... 91</b>	6.6.1	Untersuchungsplanung ... 126
	<i>K. Nassenstein</i>	6.6.2	Kompensation der Herzbewegung ... 127
6.1.1	Technische Voraussetzungen ... 91	6.6.3	Kompensation der Atembewegung ... 127
6.1.2	Patientenvorbereitung ... 91	6.6.4	Kontrastmechanismen bei der MRCA ... 129
6.1.3	Untersuchungssequenzen ... 91	6.6.5	Kontrastmittel für die MRA der Koronararterien ... 129
6.1.4	Untersuchungsplanung ... 92	6.6.6	Klinische Anwendungen ... 130
6.1.5	Basisuntersuchungsprotokoll „kardiales MRT“ ... 92	<b>6.7</b>	<b>MR-Angiographie der großen Gefäße ... 132</b>
6.1.6	Erweitertes Untersuchungsprotokoll ... 96		<i>K.-F. Kreitner</i>
		6.7.1	Technische Grundlagen ... 132
		6.7.2	Untersuchungs- und Auswertetechniken ... 134
		6.7.3	Klinische Anwendungen ... 137

## **II Bildgebung bei speziellen kardialen Erkrankungen**

<b>7</b>	<b>Herzvitien und Endokarditis ... 143</b>	<b>8</b>	<b>Koronare Herzerkrankung ... 174</b>
	<i>T. Buck, B. Plicht, T. Schlosser und R. Erbel</i>	<b>8.1</b>	<b>Subklinische Zeichen der koronaren Arteriosklerose (Prävention, Screening, Risikostratifizierung) ... 174</b>
<b>7.1</b>	<b>Angeborene Herzfehler bei Erwachsenen ... 143</b>		<i>R. Erbel</i>
7.1.1	Vorhofseptumdefekt (ASD) ... 143	8.1.1	Früherkennung der koronaren Herzerkrankung ... 174
7.1.2	Offenes Foramen ovale (PFO) ... 145	8.1.2	Pathogenese der Arteriosklerose ... 174
7.1.3	Ventrikelseptumdefekt (VSD) ... 146	8.1.3	Detektion der subklinischen Arteriosklerose ... 177
<b>7.2</b>	<b>Erworbene Klappenfehler ... 148</b>	8.1.4	Detektion komplizierter Plaques ... 179
7.2.1	Mitralklappenstenose ... 149	8.1.5	Präventive Kardiologie ... 181
7.2.2	Mitralklappeninsuffizienz ... 152		
7.2.3	Aortenklappenstenose ... 157		
7.2.4	Aortenklappeninsuffizienz ... 161		
7.2.5	Kombinierte Mitralaortenklappenfehler ... 163		
7.2.6	Trikuspidalklappenstenose ... 165		
7.2.6	Trikuspidalklappeninsuffizienz ... 166		
7.2.8	Pulmonalklappenstenose ... 167		
7.2.9	Pulmonalklappeninsuffizienz ... 167		
7.2.10	Herzklappenersatz ... 168		

<b>8.2</b>	<b>Akute Ischämie ... 186</b> <i>G. Horstick, N. Abegunewardene, M. Vosseler und K.-F. Kreitner</i>	<b>10.4</b>	<b>Sekundäre kardiale Tumoren ... 247</b>
8.2.1	Pathophysiologie der myokardialen Ischämie in Bezug zur kardialen MRT ... 186	10.4.1	Metastasen ... 247
8.2.2	Vitalitätsdiagnostik in der kardialen MRT ... 190	10.4.2	Direkte Infiltration des Herzens ... 247
<b>8.3</b>	<b>Chronische koronare Herzkrankheit ... 193</b> <i>P. Hunold und F. Breuckmann</i>	<b>10.5</b>	<b>Nicht tumoröse kardiale Raumforderungen ... 247</b>
8.3.1	Pathophysiologie der chronischen koronaren Herzkrankheit ... 193	10.5.1	Intrakardiale Thromben ... 247
8.3.2	Klinik und Symptomatik ... 194	10.5.2	Aneurysmen ... 249
8.3.3	Diagnostik der chronischen koronaren Herzkrankheit ... 194	10.5.3	Anatomische Varianten ... 249
8.3.4	Differenzialdiagnosen der stenosierenden KHK ... 206	<b>11</b>	<b>Erkrankungen des Perikards ... 250</b> <i>C. U. Herborn, C. Bruch und R. Erbel</i>
<b>8.4</b>	<b>Postoperative und postinterventionelle Bildgebung ... 209</b> <i>K.-F. Kreitner und G. Horstick</i>	<b>11.1</b>	<b>Anatomische Vorbemerkungen ... 250</b>
8.4.1	Postoperative Bildgebung ... 209	<b>11.2</b>	<b>Bildgebende Verfahren ... 250</b>
8.4.2	Postinterventionelle Bildgebung ... 216	11.2.1	Röntgenaufnahme des Thorax ... 250
<b>9</b>	<b>Kardiomyopathien und Myokarditis ... 220</b> <i>O. Bruder, R. Erbel und K.-F. Kreitner</i>	11.2.2	Echokardiographie ... 250
<b>9.1</b>	<b>Kardiomyopathien ... 220</b>	11.2.3	Computertomographie ... 250
9.1.1	Dilatative Kardiomyopathie (DCM) ... 221	11.2.4	Magnetresonanztomographie ... 251
9.1.2	Hypertrophische Kardiomyopathie (HCM) ... 223	<b>11.3</b>	<b>Krankheitsbilder ... 251</b>
9.1.3	Restriktive Kardiomyopathie (RCM) ... 226	11.3.1	Perikardzysten und -divertikel ... 251
9.1.4	Arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie (ARVC) ... 231	11.3.2	Perikarditis ... 252
9.1.5	Unklassifizierte Kardiomyopathien ... 233	11.3.3	Pericarditis constrictiva ... 255
<b>9.2</b>	<b>Myokarditis ... 234</b>	11.3.4	Maligne Perikarderkrankungen ... 257
<b>10</b>	<b>Kardiale Tumoren ... 238</b> <i>J. Barkhausen und H. Eggebrecht</i>	11.3.5	Perikardaplasie ... 258
<b>10.1</b>	<b>Untersuchungstechniken ... 239</b>	<b>12</b>	<b>Erkrankungen der großen Lungengefäße ... 260</b> <i>S. Ley, K.-F. Kreitner und G. Horstick</i>
<b>10.2</b>	<b>Benigne, primär kardiale Tumoren ... 239</b>	<b>12.1</b>	<b>Pulmonalarterielle Pathologien ... 260</b>
10.2.1	Myxom ... 239	12.1.1	Akute Lungenembolie ... 260
10.2.2	Kardiales Lipom ... 239	12.1.2	Chronisch rezidivierende Lungenembolie ... 263
10.2.3	Papilläre Fibroelastome ... 241	12.1.3	Weitere Formen der pulmonalarteriellen Hypertension ... 264
10.2.4	Kardiales Hämangiom ... 242	<b>12.2</b>	<b>Tumoren der Pulmonalgefäße ... 264</b>
10.2.5	Phäochromozytom ... 242	12.2.1	Kapillargefäße (pulmonalkapilläre Hämangiome – PCH) ... 267
10.2.6	Rhabdomyom ... 242	<b>12.3</b>	<b>Arteriovenöse Malformationen ... 268</b>
10.2.7	Fibrome ... 244	<b>12.4</b>	<b>Pulmonalvenöse Pathologien ... 268</b>
10.2.8	Lymphangiome ... 244	12.4.1	Angeborene Fehlbildungen ... 268
10.2.9	Teratom ... 244	12.4.2	Erworbene Lungenvenenveränderungen ... 269
<b>10.3</b>	<b>Maligne, primär kardiale Tumoren ... 244</b>	<b>12.5</b>	<b>Extravaskuläre Pathologien ... 270</b>
10.3.1	Angiosarkome ... 244	<b>13</b>	<b>Erkrankungen der thorakalen Aorta ... 272</b> <i>H. Eggebrecht, J. Barkhausen und K.-F. Kreitner</i>
10.3.2	Andere primär kardiale Sarkome ... 245	<b>13.1</b>	<b>Kongenitale Fehlbildungen ... 272</b>
10.3.3	Primär kardiales Lymphom ... 245	13.1.1	Rechts deszendierende Aorta ... 272
10.3.4	Perikardiales Mesotheliom ... 246	13.1.2	Doppelter Aortenbogen ... 272
10.3.5	Rhabdomyosarkom ... 246	13.1.3	Aortenbogenanomalien ... 272
		13.1.4	Aortenisthmusstenose (ISTA) ... 273
		<b>13.2</b>	<b>Erworbene Aortenerkrankungen ... 273</b>
		13.2.1	Degenerative Aortenerkrankungen ... 273
		13.2.2	Akutes Aortensyndrom ... 278
		13.2.3	Entzündliche Aortenerkrankungen ... 288