

# Inhaltsverzeichnis

---

## Teil 1 Grundlagen

<b>1</b>	<b>Technische Grundlagen der Herz-CT</b>	3
	<i>Thomas Flohr</i>	
1.1	Aufbau eines CT-Gerätes	4
1.2	Prospektiv EKG-getriggerte sequenzielle CT-Untersuchungen des Herzens	5
1.3	Retrospektiv EKG-gegatete Spiral-CT-Untersuchungen des Herzens	8
1.4	Reduktion der Strahlendosis	12
1.5	Dual-Source-CT	12
	Weiterführende Literatur	15
<b>2</b>	<b>Normale Anatomie des Herzens</b>	17
	<i>Sebastian Leschka und Hatem Alkadhi</i>	
2.1	Oberflächenanatomie des Herzens	18
2.2	Herzhöhlen	19
2.2.1	Vorhöfe	19
2.2.2	Ventrikel	22
2.3	Herzklappen	26
2.3.1	Mitralklappe	26
2.3.2	Aortenklappe	27
2.4	Perikard	27
2.5	Normale Anatomie der Pulmonalvenen und anatomische Normvarianten	28
2.6	Anatomie der Herzvenen	28
	Weiterführende Literatur	31
<b>3</b>	<b>Normale Anatomie und Anomalien der Koronararterien</b>	33
	<i>Sebastian Leschka</i>	
3.1	Normale Anatomie der Koronararterien	34
3.1.1	Linke Koronararterie	34
3.1.2	Rechte Koronararterie	36
3.1.3	Konusarterie	37
3.1.4	Sinusknotenarterie	37
3.1.5	Bestimmung des Koronarversorgungstyps	38
3.1.6	Segmentale Einteilung der Koronararterien	38
3.2	Anomalien der Koronararterien	39
3.2.1	Einteilung der Koronaranomalien	39
3.2.2	Vergleich von CT und Herzkatheter bezüglich Beurteilung von Koronaranomalien	44
	Weiterführende Literatur	44
<b>4</b>	<b>Kalzium-Scoring: Bedeutung und Indikationen</b>	47
	<i>Sebastian Leschka</i>	
4.1	Durchführung der CT-Untersuchung für das Kalzium-Scoring	48
4.2	Auswertung der Untersuchung und Quantifizierung der Koronarkalklast	48
4.2.1	Messmethoden zur Quantifizierung der Koronarverkalkungen	48

4.2.2	Einflussfaktoren auf die Koronarkalkmessung . . . . .	49
4.3	Interpretation des Kalzium-Scores . . . . .	51
	Weiterführende Literatur . . . . .	52
<b>5</b>	<b>Kontrastmittelprotokolle bei der CT-Koronarangiographie</b> . . . . .	53
	<i>Stephan Baumüller</i>	
5.1	Grundlagen der Kontrastmittelpharmakokinetik . . . . .	54
5.2	Einflussfaktoren auf die arterielle Kontrastierung . . . . .	56
5.2.1	Patientenspezifische Faktoren . . . . .	56
5.2.2	Atemlage . . . . .	56
5.3	Kontrastmittelprotokolle . . . . .	57
5.3.1	Venöser Zugang . . . . .	57
5.3.2	Monophasische Kontrastmittelapplikation . . . . .	57
5.3.3	Biphasische Kontrastmittelapplikation . . . . .	58
5.3.4	Triphasische Kontrastmittelapplikation . . . . .	58
5.4	Methoden zur zeitlichen Abstimmung der Kontrastmittelapplikation . . . . .	59
5.4.1	Fixes Zeitintervall . . . . .	60
5.4.2	Test-Bolus und Bolus-Tracking . . . . .	60
	Weiterführende Literatur . . . . .	62
<b>6</b>	<b>CT-Koronarangiographie: Genauigkeit und Indikationen</b> . . . . .	63
	<i>Hatem Alkadhi und Fabian Morsbach</i>	
6.1	Diagnostische Genauigkeit . . . . .	64
6.1.1	Sensitivität . . . . .	64
6.1.2	Spezifität . . . . .	64
6.1.3	Positiver Vorhersagewert . . . . .	64
6.1.4	Negativer Vorhersagewert . . . . .	67
6.1.5	Quantitative Stenosegradierung mit der CT . . . . .	67
6.2	Indikationen . . . . .	67
	Weiterführende Literatur . . . . .	70
<b>7</b>	<b>Triple-Rule-Out-CT: Wann und Wie?</b> . . . . .	71
	<i>Fabian Bamberg</i>	
7.1	Theoretische Grundlagen . . . . .	72
7.2	Triage . . . . .	73
7.3	Wissenschaftliche Evidenz . . . . .	74
7.4	Triple Rule-Out-CT: Protokoll und Kontrastmittelapplikation . . . . .	74
7.4.1	Protokoll . . . . .	74
7.4.2	Kontrastmittelapplikation . . . . .	75
7.5	Bildrekonstruktionen . . . . .	78
7.6	Strahlendosis . . . . .	78
	Weiterführende Literatur . . . . .	79
	Quellenangaben . . . . .	79

<b>8</b>	<b>Myokardperfusion und Ischämiediagnostik</b>	81
	<i>Robert Götti</i>	
8.1	Grundlagen der Myokardperfusions-CT	82
8.2	Durchführung	82
8.2.1	Patientenvorbereitung	82
8.2.2	Durchführung der Akquisition unter Adenosinbelastung	84
8.2.3	Durchführung der Akquisition in Ruhe	84
8.2.4	Durchführung der Spätphasenakquisition (Delayed Enhancement)	85
8.3	Auswertung	85
8.3.1	Nachverarbeitung	85
8.3.2	Befundinterpretation	85
8.3.3	Vermeidung von falsch-negativen und falsch-positiven Resultaten	87
8.4	Weitere Entwicklungen	87
	Weiterführende Literatur	88
<b>9</b>	<b>Strahlenexposition bei der Herz-CT: Tipps zur Dosisminimierung</b>	89
	<i>Paul Stolzmann</i>	
9.1	CT-Dosisparameter	90
9.1.1	Computed Tomography Dose Index (CTDI)	90
9.1.2	Volume Computed Tomography Dose Index (CTDI <sub>vol</sub> )	90
9.1.3	Dosis-Längen-Produkt (DLP)	90
9.1.4	Effektive Dosis (Dose <sub>eff</sub> )	90
9.1.5	Pitch	91
9.2	Herz-CT – Was ist besonders?	91
9.2.1	Zeitliche Auflösung	91
9.2.2	Räumliche Auflösung	91
9.3	Strategien zur Dosisreduktion	92
9.3.1	Topogramm	92
9.3.2	Protokolle mit retrospektiver EKG-Synchronisation	92
9.3.3	Niedrigdosisprotokolle mit prospektiver EKG-Synchronisation	93
9.4	Dosiswerte	95
	Weiterführende Literatur	97
<b>10</b>	<b>Datennachverarbeitung: MPR, MIP und VR</b>	99
	<i>Thomas Frauenfelder</i>	
10.1	Grundlagen der Datennachverarbeitung	100
10.2	2D-Nachverarbeitungsmethoden	100
10.2.1	Gerade multiplanare Reformation (MPR)	100
10.2.2	Gekrümmte MPR	101
10.3	3D-Nachverarbeitungsmethoden	101
10.3.1	Maximum-Intensitätsprojektion (MIP)	101
10.3.2	Minimum-Intensitätsprojektion (MinIP)	102
10.3.3	Volumendarstellung (VR)	102
10.4	Hilfsmittel	104
	Weiterführende Literatur	105
	Quellenangaben	105

## Teil 2 Durchführung

<b>11</b>	<b>Patientenvorbereitung</b>	109
<i>Sebastian Leschka</i>		
11.1	Aufklärungs- und Informationsgespräch	110
11.2	Patientenvorbereitung	110
11.3	Korrekte Lagerung des Patienten	110
11.4	Platzierung der EKG-Elektroden	111
11.5	Legen einer Venenverweilkanüle	111
11.6	Prämedikation	112
11.6.1	Gabe eines $\beta$ -Blockers zur Herzfrequenzkontrolle	112
11.6.2	Gabe von Nitroglycerin zur Koronardilatation	114
Weiterführende Literatur		114
<b>12</b>	<b>Untersuchungsprotokolle</b>	115
<i>Sebastian Leschka, Hatem Alkadhi und Paul Stolzmann</i>		
12.1	Kalzium-Scoring	116
12.2	CT-Koronarangiographie	116
12.2.1	Standardprotokoll	116
12.2.2	Protokoll bei unter-/normalgewichtigen Patienten	117
12.2.3	Protokoll bei Patienten mit niedriger Herzfrequenz	119
12.3	Beurteilung von aorto-koronaren Bypässen	120
12.4	Triple-Rule-Out oder Chest Pain	120
12.5	Adaptierung der Untersuchungsparameter in Abhängigkeit vom Körpergewicht bei der Herz-CT bei Kindern mit kongenitalen Herzvitien	121
<b>13</b>	<b>Adaptation der Protokolle bei übergewichtigen Patienten</b>	123
<i>Paul Stolzmann</i>		
13.1	Probleme in der Bildgebung	124
13.2	Lösungsansätze in der CT	124
13.2.1	Grundsätzliche Überlegungen	124
13.3	CT-Koronarangiographie	124
13.3.1	Adipositas-Modus	125
Weiterführende Literatur		127
<b>14</b>	<b>Herzphasen und Datenrekonstruktion</b>	129
<i>Sebastian Leschka und Hatem Alkadhi</i>		
14.1	Herzphasen	130
14.1.1	Bewegung der Koronararterien während des Herzyklus	130
14.1.2	Veränderung der Herzphasendauer in Abhängigkeit von der Herzfrequenz	132
14.2	Datenrekonstruktion	132
14.2.1	Synchronisation der Datenrekonstruktion mit dem EKG-Signal	132
14.2.2	Auswahl des optimalen Rekonstruktionszeitpunktes	134
14.2.3	Rekonstruktionsparameter	135
14.2.4	Datenrekonstruktion bei Extrasystolen (»EKG-Editierung«)	136
14.2.5	Empfehlungen für Standardrekonstruktionen bei der Herz-CT	136
14.3	Erkennen von Bewegungsartefakten und Lösungsvorschläge	136
Weiterführende Literatur		138

### Teil 3 Befundung

<b>15</b>	<b>Beurteilung der CT-Koronarangiographie</b>	141
	<i>Sebastian Leschka und Hatem Alkadhi</i>	
15.1	Zu verwendende Rekonstruktionen	142
15.2	Beurteilung der Koronararterien	142
15.2.1	Primäre Beurteilung	142
15.2.2	Sekundäre Beurteilung	144
	Weiterführende Literatur	148
<b>16</b>	<b>Beurteilung von Stents</b>	149
	<i>Florian Glaser-Gallion</i>	
16.1	Eignung von Koronarstents für das Herz-CT	150
16.2	CT-Protokolle und EKG-Synchronisation	150
16.3	Rekonstruktion	151
16.4	Beurteilung der Stentdurchgängigkeit	151
16.5	Diagnostische Genauigkeit	152
16.5.1	Genauigkeit der Beurteilung der Durchgängigkeit	152
16.5.2	Nachweis von In-Stent-Stenosen	152
	Weiterführende Literatur	154
<b>17</b>	<b>Beurteilung von Bypässen</b>	155
	<i>Nicola Glaser-Gallion</i>	
17.1	Bypässe	156
17.2	Arteria-mammaria-interna-Bypass	156
17.2.1	Aorto-koronarer Venenbypass	156
17.3	Sequenzielle Bypässe und freier Graft	156
17.4	Komplikationen	157
17.5	Postoperative Kontrolle von Bypässen	157
17.6	CT-Protokoll	157
17.6.1	Notwendige Abdeckung in der z-Achse	157
17.6.2	EKG-Synchronisation	158
17.6.3	Kontrastmittelprotokoll	158
17.6.4	Untersuchungsprotokoll	158
17.7	Nachbearbeitung	158
17.7.1	Rekonstruktionsintervall	158
17.7.2	Rekonstruktionsfilter	159
17.8	Befundung der CT-Koronarangiographie	160
17.9	Stenose und Verschluss von Bypässen	160
17.9.1	Stenose	160
17.9.2	Verschluss	160
	Weiterführende Literatur	161
<b>18</b>	<b>Herzklappendiagnostik</b>	163
	<i>Hatem Alkadhi und Fabian Morsbach</i>	
18.1	Herzklappenmorphologie	164
18.1.1	Aortenklappe	164
18.1.2	Mitralklappe	166

18.1.3	Trikuspidal- und Pulmonalisklappe . . . . .	167
18.2	<b>Herzklappenfunktion</b> . . . . .	168
18.2.1	Aortenklappe . . . . .	168
18.2.2	Mitralklappe . . . . .	170
	Weiterführende Literatur . . . . .	170
<b>19</b>	<b>Computertomographie bei kongenitalen Herzvitien</b> . . . . .	171
	<i>Stephan Wälti und Sebastian Leschka</i>	
19.1	Durchführung der CT-Untersuchung für die Abklärung kongenitaler Herzvitien . . . . .	172
19.2	Beurteilung von kongenitalen Herzvitien . . . . .	172
	Weiterführende Literatur . . . . .	176
<b>20</b>	<b>Ventrikelfunktion und Herzkammerdimensionen</b> . . . . .	177
	<i>Paul Stolzmann</i>	
20.1	Grundlagen . . . . .	178
20.2	<b>Die globale systolische Funktion</b> . . . . .	178
20.2.1	Definition und Bedeutung . . . . .	178
20.2.2	Bestimmung der globalen systolischen Funktion . . . . .	179
20.2.3	Bestimmung . . . . .	179
20.3	<b>Regionale Funktion</b> . . . . .	180
20.3.1	Definition und Bedeutung . . . . .	180
20.3.2	Bestimmung . . . . .	180
20.3.3	Bestimmung der regionalen Funktion . . . . .	181
20.4	<b>Herzkammerdimensionen</b> . . . . .	182
20.4.1	Definition . . . . .	182
20.4.2	Bestimmung der Dimensionen . . . . .	184
20.5	<b>Interpretation</b> . . . . .	185
20.6	<b>Limitationen</b> . . . . .	185
20.6.1	Strahlenexposition . . . . .	185
20.6.2	Dosisparende Strategien . . . . .	185
	Weiterführende Literatur . . . . .	186
<b>21</b>	<b>Rolle der CT-Untersuchung bei der Transkatheter-Aortenklappenimplantation (TAVI)</b> . . . . .	187
	<i>Thi Dan Linh Nguyen-Kim und Thomas Frauenfelder</i>	
21.1	CT-Protokoll und Kontrastmittelapplikation . . . . .	188
21.2	<b>Anatomische Definitionen</b> . . . . .	189
21.3	<b>Bildrekonstruktionen</b> . . . . .	189
21.4	<b>Messungen</b> . . . . .	190
	Weiterführende Literatur . . . . .	192

## Teil 4 Appendix

<b>22</b>	<b>Appendix</b>	195
	<i>Sebastian Leschka und Hatem Alkadhi</i>	
<b>22.1</b>	<b>Einteilung der Koronarsegmente</b>	196
<b>22.2</b>	<b>Alters- und geschlechtsbezogene Perzentilen des Agatston-Scores</b>	197
<b>22.3</b>	<b>Normwerte Ventrikelfunktion und Herzkammerdimensionen</b>	198
<b>22.4</b>	<b>Einteilung der Myokardsegmente</b>	199
<b>22.5</b>	<b>Musterbefunde</b>	199
<b>22.5.1</b>	<b>Musterbefund: Keine Verkalkungen, normale Koronararterien ohne Stenosen</b>	199
<b>22.5.2</b>	<b>Musterbefund: Verkalkungen, signifikante Koronarstenose</b>	200
	<b>Quellenangaben</b>	201

## Serviceteil

<b>Stichwortverzeichnis</b>	204
-----------------------------	-----