

Inhaltsverzeichnis

Der diagnostische Herzkatheter	1	
1 Indikation zur diagnostischen Herzkatheteruntersuchung		2
Zielsetzung	2	Kontraindikationen
Kontraindikationen		3
2 Untersuchungsrisiken und Komplikationen		4
3 Untersuchungsvorbereitung		5
Aufklärung des Patienten	5	Prämedikation
Juristische Aspekte	5	Nahrungs-/Flüssigkeitskarenz
Aufklärungsgespräch	6	Unmittelbare Untersuchungsvorbereitung
Voruntersuchungen	6	Desinfektion/Sterilität
Anamnese und körperliche Untersuchung	6	Besonderheiten invasiver kardiologischer Verfahren
Technische Voruntersuchungen	6	an wachen Patienten
Spezielle Patientenvorbereitung	6	
4 Das Labor		9
Einrichtung	9	Personal
Räumliche Ausstattung	9	Notfalleinrichtung
Angiografieanlage	9	Röntgentechnik und Strahlenschutz
Herzkatheterdatenbank und Qualitätssicherung	11	Kurze Einführung in die Röntgentechnik
Druckwandler	13	Grundbegriffe des Strahlenschutzes
Kontrastmittel-Injektor (Hochdruckspritze)	13	Strahlenschutzmaßnahmen
5 Die Befundung		18
6 Kontrastmittel		20
Kontrastmittelnebenwirkungen	21	Hyperthyreose
Allergische Reaktion	21	Kontrastmittelinduziertes akutes Nierenversagen

7 Die arterielle und venöse Punktion	26		
Überlegungen zur Wahl des richtigen Zugangs ..	26	Punktionstechnik	32
Instrumentarium	26	Schleusenentfernung und Hämostase	32
Die arterielle Punktion	27	Die venöse Punktion	32
Methoden und allgemeine Vorgehensweise	27	Punktion der V. femoralis	32
Punktion der A. femoralis	29	Indikation	32
Indikation	29	Punktionsstelle	32
Lagerung	29	Punktionstechnik	32
Punktionsstelle	29	Komplikationen und Problemlösung	32
Punktionstechnik	29	Weitere Gefäßzugänge	32
Problemlösung	29	Vaskuläre Komplikationen nach Herzkatheter ...	33
Schleusenentfernung und Hämostase	30	Verschlussysteme zur Sofort-Hämostase nach	
Punktion der A. radialis	30	Herzkatheterdiagnostik und Koronar-	
Indikation	30	interventionen	35
Punktionsstelle	30	Kollagen-Verschlussysteme	35
Punktionstechnik	30	Nahtverschlussysteme	37
Schleusenentfernung und Hämostase	31	Clip-Systeme	38
Punktion der A. brachialis	31		
Indikation	31		
Punktionsstelle	32		
8 Die Koronarangiografie	40		
Zielsetzung	40	Topografische Anatomie	53
Indikationen	40	Versorgungstypen	54
Materialien	42	Projektionen	55
Kathedertechnik	44	Nomenklatur der Projektionsebenen	55
Judkins-Technik	45	Projektionsebenen	55
Amplatz-Technik	48	Probleme und Fehlermöglichkeiten	63
Sones-Technik	49	Komplikationen der Koronarangiografie	65
Katheterwahl in Abhängigkeit vom arteriellen		Koronaranomalien	66
Zugang	50	Koronaranomalien ohne funktionelle Bedeutung	67
Sondierung von aortokoronaren Venen-Bypässen	50	Hämodynamisch bedeutsame Koronaranomalien	68
Sondierung der Aa. mammaeae	51	Vasospastische Angina	69
Das normale Koronarangiogramm	52	Diagnostik mittels Herzkatheter	69
Injektionstechnik	52	Therapie	70
Koronaranatomie	53	Nichtinvasive Koronarangiografie (Kardio-MRT	
		und Kardio-CT)	70
9 Sondierung der Herzbinnenräume	75		
Der Linksherzkatheter	75	Praktische Durchführung der Volumenmessung .	85
Spezielle Indikationen	75	Die transseptale Linksherzsondierung	87
Die retrograde Linksherzsondierung	76	Spezielle Indikationen	87
Katheter	76	Kontraindikationen	87
Technik	76	Materialien/Katheter	87
Das linksventrikuläre Angiogramm	76	Anatomie	88
Injektionstechnik/Katheter-Position	76	Technik	88
Injektionstechnik mit		Durchführung	88
Hochdruckinjektionspumpe	77	Komplikationen der transseptalen Punktion	91
Projektionen	77	Nachbehandlung	92
Komplikationen der Ventrikulografie	79		
Befundung des Ventrikulogramms	81		

Der Rechtsherzkatheter	92	Technik/Projektionen	95
Spezielle Indikationen	92	Das rechtsatriale Angiogramm	96
Katheter	92	Spezielle Indikationen	96
Technik	93	Katheter	96
Durchführung	93	Technik/Projektionen	96
Problemlösungen/Komplikationen	94	Komplikationen der Rechtsherzsondierung	96
Das rechtsventrikuläre Angiogramm	95	Nichtinvasive Darstellung der Herzbinnenräume (Kardio-CT und Kardio-MRT)	97
Spezielle Indikationen	95		
Katheter	95		
 10 Die Aortografie			99
Spezielle Indikationen und Kontraindikationen ..	99	Durchführung	99
Untersuchungstechnik	99	Das normale Aortogramm	100
Katheter	99	Anatomie	100
 11 Pulmonalisangiografie			102
Spezielle Indikationen und Kontraindikationen ..	102	Durchführung	102
Untersuchungstechnik	102	Auswertung	103
Katheter	102	Nichtinvasive Pulmonalisangiografie	103
 12 Hämodynamik			104
Physikalische Grundlagen der Druckmessung ...	104	Klappenöffnungsflächen	119
Hydrostatischer Nullabgleich	104		
Messbereich/Registriereschwindigkeit	105	Messung valvulärer Regurgitation	120
Fehlerquellen bei der Druckmessung	105		
Druckkurven	107	Shuntdiagnostik	121
Vorhofdruck	107	Grundlagen	121
Pulmonalkapillardruck	109	Die Sauerstoffmethode nach Fick mit Etagen- Oxymetrie	121
Arterieller und pulmonalarterieller Druck	110	Etagen-Oxymetrie	121
Ventrikeldruck	111	Praktische Durchführung	122
Druckgradienten	112	Shuntberechnung nach dem Fick-Prinzip	122
Messung	112	Beispiel einer Shuntberechnung nach Fick	123
Berechnung	112	Vereinfachte Shuntberechnung	123
Befundbewertung	115	Bewertung	124
Herzeitvolumen, Herzindex	115	Die Farbstoffverdünnungsmethode	124
Sauerstoffmethode nach Fick	115	Prinzip	124
Durchführung der Herzeitvolumen-Messung nach dem modifizierten Fick-Prinzip	116	Praktische Durchführung	124
Thermodilutionsmethode	117	Auswertung	125
Angiografische Methode	118	Bewertung	126
Kreislaufwiderstände	118	Angiografische Shuntdiagnostik	126
		Nichtinvasive Shuntdiagnostik	126
 13 Endomyokardbiopsie			127
Indikationen	127	Praktische Durchführung der linksventrikulären Biopsie	129
Materialien	127		
Praktische Durchführung der rechtsventrikulären septalen Biopsie	128		

Katheterdiagnostik spezieller Krankheitsbilder 131

14 Klappenfehler	132
Mitralklappenstenose	132
Anatomische und pathophysiologische Grundlagen	132
Indikation	133
Zielsetzung	133
Durchführung	133
Besonderheiten	133
Herzkatheterbefunde	134
Befundbewertung und Therapieentscheidung ...	136
Mitralklappeninsuffizienz	138
Anatomische und pathophysiologische Grundlagen	138
Indikation	140
Zielsetzung	140
Durchführung	140
Besonderheiten	140
Herzkatheterbefunde	140
Befundbewertung und Therapieentscheidung ...	142
Aortenklappenstenose	145
Anatomische und pathophysiologische Grundlagen	145
Indikation	146
Zielsetzung	146
Durchführung	146
Besonderheiten	146
Komplikationen und Problemlösungen	147
Herzkatheterbefunde	148
Befundbewertung und Therapieentscheidung ...	151
Aortenklappeninsuffizienz	154
Anatomische und pathophysiologische Grundlagen	154
Indikation	155
Zielsetzung	155
Durchführung	156
Besonderheiten	156
Herzkatheterbefunde	156
Druckkurven	156
Befundbewertung und Therapieentscheidung ...	159
Trikuspidalstenose	160
Anatomische und pathophysiologische Grundlagen	160
Spezielle Hämodynamik	160
Indikation	161
Zielsetzung	161
Durchführung	161
Besonderheiten	161
Herzkatheterbefunde	161
Befundbewertung und Therapieentscheidung ...	163
Trikuspidalinsuffizienz	163
Anatomische und pathophysiologische Grundlagen	163
Indikation	164
Zielsetzung	164
Durchführung	164
Herzkatheterbefunde	164
Befundbewertung und Therapieentscheidung ...	166
15 Kardiomyopathien	170
Dilatative Kardiomyopathie	170
Pathologisch-anatomische und pathophysiologische Grundlagen	170
Indikation	170
Zielsetzung	171
Durchführung	171
Besonderheiten	171
Herzkatheterbefunde	171
Befundbewertung und Therapieentscheidung ...	172
Hypertrophe Kardiomyopathie	173
Pathologisch-anatomische und pathophysiologische Grundlagen	173
Indikation	174
Zielsetzung	174
Durchführung	174
Herzkatheterbefunde	175
Befundbewertung und Therapieentscheidung ...	177
Transkoronare Ablation der Septumhypertrophie (TASH, PTSMA)	179
Grundlagen	179
Indikation	179
Durchführung	179
Komplikationen	181
Beurteilung	181
Restriktive Kardiomyopathien	181
Pathoanatomische und pathophysiologische Grundlagen	181
Indikation	182
Durchführung	182
Herzkatheterbefunde	182
Befundbewertung und Therapieentscheidung ...	184

Arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie	187	Takotsubo-Kardiomyopathie („Apical Ballooning Syndrome“)	189
Pathoanatomische und pathophysiologische		Pathoanatomische und pathophysiologische	
Grundlagen	187	Grundlagen	189
Indikation	187	Indikation	189
Durchführung	187	Durchführung	190
Herzkatheterbefunde	187	Herzkatheterbefunde	190
 16 Koronare Herzerkrankung	192		
Pathoanatomische und pathophysiologische		Einleitung	203
Grundlagen	192	Indikation	204
Zielsetzung	192	Zielsetzung	204
Koronarinsuffizienz	192	Untersuchungstechnik	204
Koronarstenosen	193	Herzkatheterbefunde	204
Kollateralen	197	Katheterbefunde bei rechtsventrikulärem	
Koronarbefund und Ventrikelfunktion	199	Infarkt	205
Besonderheiten von Koronarangiografie und Herzkatheteruntersuchung bei der koronaren Herzerkrankung	200	Therapie	206
Koronarangiografie bei linker Hauptstammstenose	200	Akute Mitralinsuffizienz	206
Koronarangiografie beim akuten Koronarsyndrom	202	Diagnose	207
Koronarangiografie bei instabiler Angina pectoris und NSTEMI	202	Indikation	207
Pathophysiologische Grundlagen und spezielle		Therapie	207
Pathophysiologie	202	Herzkatheterbefunde	207
Indikation	203	Ventrikelseptumruptur	207
Untersuchungstechnik	203	Grundlagen	207
Koronarangiografische Befunde	203	Indikation	207
Koronarangiografie bei akutem Myokardinfarkt ...	203	Herzkatheterbefunde	207
		Therapie	208
		Ruptur der freien Wand	209
		Grundlagen	209
		Diagnose und Therapie	209
		Besonderheiten der Koronarangiografie nach Herztransplantation	210
 17 Perikarderkrankungen	213		
Pericarditis constrictiva	213	Indikation	217
Pathoanatomische und pathophysiologische		Perikardpunktion	218
Grundlagen	213	Instrumentarium	218
Indikation	213	Technik	218
Durchführung	213	Komplikationen	220
Herzkatheterbefunde	213	Herzkatheterdiagnostik bei Perikardtamponade ...	220
Befundbewertung und Therapie	216	Durchführung	220
Perikarderguss und Perikardtamponade	216	Besonderheiten	220
Pathoanatomische und pathophysiologische		Herzkatheterbefunde	220
Grundlagen	216		

18 Aortendissektion	224		
Aortendissektion	224	Perforiertes Sinus-Valsalvae-Aneurysma	228
Pathoanatomische Grundlagen	224	Pathoanatomische und pathophysiologische	
Indikation	225	Grundlagen	228
Durchführung	225	Indikation	228
Besonderheiten/Problemlösung	226	Durchführung	230
Herzkatheterbefunde	226	Besonderheiten	230
Befund und Therapie	227	Herzkatheterbefunde	230
		Therapie	230
19 Angeborene Herzfehler	232		
Vorhofseptumdefekt	232	Aortenisthmusstenose	239
Anatomische und pathophysiologische		Anatomische und pathophysiologische	
Grundlagen	232	Grundlagen	239
Indikation	233	Indikation	240
Zielsetzung	233	Zielsetzung	240
Durchführung	233	Durchführung	240
Herzkatheterbefunde	233	Herzkatheterbefunde	240
Befundbewertung und Therapieentscheidung ...	236	Befundbewertung und Therapieentscheidung ...	241
Ventrikelseptumdefekt	236	Pulmonalklappenstenose	241
Anatomische und pathophysiologische		Anatomische und pathophysiologische	
Grundlagen	236	Grundlagen	241
Indikation	237	Indikation	241
Zielsetzung	237	Zielsetzung	242
Durchführung	237	Durchführung	242
Herzkatheterbefunde	238	Herzkatheterbefunde	242
Befundbewertung und Therapieentscheidung ...	239	Befundbewertung und Therapieentscheidung ...	244
20 Akute Lungenarterienembolie	246		
Grundlagen	246	Mechanische Thrombolyse, z. B. mit dem Amplatz-	
Indikation	246	Thrombektomiekatheter	249
Durchführung	246	Grundlagen	249
Herzkatheterbefunde	247	Materialien	250
Komplikationen	249	Durchführung	251
Befund und Therapie	249	Beurteilung	251
21 Myokarditis	252		
Pathoanatomische und pathophysiologische		Herzkatheterbefunde	252
Grundlagen	252	Diagnose und Therapie	253
Indikation	252		

Der interventionelle Herzkatheter 255**22 Perkutane transluminale Koronarangioplastie 256**

Einleitung	256	Allgemeine Voraussetzungen für die	
Indikationen/Kontraindikationen	256	Durchführung von Koronarinterventionen	262
Mechanismus der Ballonangioplastie	257	Durchführung	263
Materialien	257	Problemgebiete der PTCA	267

23 Die PTCA beim akuten Koronarsyndrom 287

Einleitung	287	„Facilitated“-PTCA	289
Akutes Koronarsyndrom ohne ST-Hebungen	287	Primäre PTCA	289
Akutes Koronarsyndrom mit ST-Hebungen	287	Indikation	289
Rescue-PTCA	288	Durchführung	289
Indikation	288	Herzkatheterbefunde und klinischer Verlauf	291
Durchführung	289		

24 Koronare Stent-Implantation 294

Grundlagen	294	Ballonexpandierbare Stents, Edelstahl-Stents	305
Indikationen/Kontraindikationen	296	Stents aus anderen Legierungen	309
Durchführung	297	Bifurkations-Stents	311
Komplikationen	298	Stentgrafts	312
		Passiv beschichtete Stents	313
Eigenschaften verschiedener Stents	305	Medikamentenbeschichtete Stents	314

25 Koronare Brachytherapie 318

Grundlagen	318	Probleme	319
Strahlenart	318	Nachbehandlung	320
Indikationen und Kontraindikationen	318	Akut- und Langzeitergebnisse	320
Instrumentarium und praktische Durchführung ..	318		

26 Hochfrequenzablation 322

Grundlagen	322	Durchführung	324
Indikationen	322	Komplikationen	328
Instrumentarium	323		

27 Direktionale Atherektomie 330

Grundlagen	330	Durchführung	331
Indikationen und Kontraindikationen	330	Komplikationen	333
Instrumentarium	330	Zusammenfassende Beurteilung	333

28 Laserangioplastie 335

Grundlagen	335	Durchführung	337
Indikationen und Kontraindikationen	335	Komplikationen	337
Instrumentarium	336	Zusammenfassende Beurteilung	337

Rekanalisationen chronischer Verschlüsse mit dem „Laserdraht“	338	Praktische Durchführung	338
Grundlagen	338	Ergebnisse	338
Indikationen	338	Komplikationen	338
29 Blade-Angioplastie	339		
Grundlagen	339	Indikationen und Kontraindikationen	340
Cutting-Ballon	339	Instrumentarium	340
Indikationen und Kontraindikationen	339	Praktische Durchführung und Ergebnisse	341
Instrumentarium	339	Safe-Cut-Ballon	341
Praktische Durchführung	340	Indikationen und Kontraindikationen	341
Angiografische Erfolgsbeurteilung	340	Instrumentarium	341
Angiosculpt-Ballon	340	Praktische Durchführung und Ergebnisse	341
30 Thrombektomie- und Protektionssysteme	342		
Thrombektomie-Systeme	342	AngioJet	346
Allgemeine Grundlagen	342	Grundlagen	346
Aspirationskatheter	342	Indikationen und Kontraindikationen	346
Grundlagen	342	Materialien	346
Indikationen und Kontraindikationen	342	Praktische Durchführung	346
Materialien	342	Zusammenfassende Beurteilung	347
Zusammenfassende Beurteilung	343	Koronare Protektionssysteme	347
Mechanische Thrombektomie (ThromCat™)	343	Grundlagen	347
Grundlagen	343	Indikationen	347
Indikationen und Kontraindikationen	344	Übersicht der Systeme	349
Materialien	344	Eigenschaften verschiedener	
Praktische Durchführung	344	Protektionssysteme	349
Zusammenfassende Beurteilung	344	Okklusionssysteme	349
X-Sizer	344	Filtersysteme	350
Grundlagen	344	Praktische Durchführung	352
Indikationen und Kontraindikationen	345	Limitationen und Komplikationen	353
Materialien	345	Akutergebnisse	353
Praktische Durchführung	345	Zusammenfassende Bewertung	354
Zusammenfassende Beurteilung	345		
31 Peri- und postinterventionelle antithrombotische Therapie bei Koronarinterventionen	355		
Grundlagen	355	Diagnostische Koronarangiografie	361
Unfraktioniertes Heparin	357	PTCA bei stabiler Angina	361
Niedermolekulare Heparine	358	PTCA bei akutem Koronarsyndrom	362
Direkte Thrombininhibitoren	358	Therapie nach Stent-Implantation	362
Pentasaccharide	358	Patienten im kardiogenen Schock	362
Acetylsalicylsäure (ASS)	358	Patienten mit einer Indikation für eine orale	
Thienopyridine	359	Antikoagulation	362
Glykoprotein-IIb/IIIa-Rezeptor-Antagonisten	359	Durchführung nicht-kardiochirurgischer Eingriffe	
Fibrinolytika	361	nach Stent-Implantation	363
Spezifische klinische Situationen	361		

32 Spezielle Untersuchungsmethoden	365
Der intravaskuläre Ultraschall	365
Grundlagen	365
Indikationen	365
Materialien	365
Praktische Durchführung	366
Befundung	366
Komplikationen	369
Stellenwert der Methode	369
Intrakoronare Druck- und Dopplermessungen ...	369
Grundlagen	369
Intrakoronare Druckmessung	369
Instrumentarium	369
Praktische Durchführung	370
Beurteilung des funktionellen Stenoseschweregrades	370
Doppler-Führungsdraht	373
Instrumentarium	373
Praktische Durchführung	373
Beurteilung des funktionellen Stenoseschweregrades	374
Intrakardiale Echokardiografie (ICE)	374
Grundlagen	374
Instrumentarium	374
Indikationen	375
Praktische Durchführung	375
Vor- und Nachteile	375
33 Perkutane kardiale Unterstützungssysteme	377
Intraaortale Ballonpumpe	377
Grundlagen	377
Indikationen und Kontraindikationen	378
Technik	378
Instrumentarium	378
Praktische Durchführung	379
Komplikationen	380
Impella-Pumpe	380
Grundlagen	380
Indikationen und Kontraindikationen	381
Technik	381
Praktische Durchführung	381
Komplikationen	381
Tandem-Heart-Pumpe	382
Grundlagen	382
Indikationen und Kontraindikationen	382
Praktische Durchführung	382
Komplikationen	382
34 Herzklappeninterventionen	384
Perkutane Mitralkommissurotomie (PTMC)	384
Einleitung	384
Indikationen und Kontraindikationen	384
Instrumentarium	385
Durchführung: Inoue-Technik	386
Durchführung: Doppel-Ballon-Technik	391
Komplikationen	391
Akut- und Langzeitergebnisse	391
Bewertung der Techniken	391
Pulmonalvalvuloplastie	392
Einleitung	392
Indikation	392
Instrumentarium	392
Praktische Durchführung	392
Komplikationen	394
Akut- und Langzeitergebnisse	394
Aortenklappenvalvuloplastie	394
Grundlagen	394
Indikationen und Kontraindikationen	394
Voruntersuchungen	395
Instrumentarium	395
Durchführung	396
Komplikationen	396
Akut- und Langzeitergebnisse	396
Perkutaner Aortenklappenersatz	399
Grundlagen	399
Indikationen und Kontraindikationen	399
Voruntersuchungen	399
Vorgehen	401
Bewertung	401

35 Verschluss von Septumdefekten	403
Vorhofseptumdefekt	403
Grundlagen	403
Indikationen und Kontraindikationen	403
Instrumentarium/Material	404
Praktische Durchführung	404
Komplikationen	405
Nachbehandlung und Kontrollen	405
Akut- und Langzeitergebnisse	406
Offenes Foramen ovale	406
Grundlagen	406
Präinterventionelle Diagnostik und Indikationen	406
Kontraindikationen	407
Instrumentarium	407
Praktische Durchführung	409
Komplikationen	409
Nachbehandlung	409
Akut- und Langzeitergebnisse	410
36 Perkutane Extraktion kardiovaskulärer Fremdkörper	412
Einleitung	412
Indikation	412
Instrumentarium	412
Praktische Durchführung	413
Komplikationen	414
Sachverzeichnis	415