

Inhaltsverzeichnis

Grundlagen

1 Physikalische und technische Grundlagen

F. A. Flachskampf

Schall	3	Kontinuierlicher Doppler	14
Echokardiographie	4	Gepulster Doppler	14
Prinzip der Methode	4	Farbdoppler	16
Gewinnung morphologischer Daten	5	Strömungsdynamische Grundbegriffe	17
Darstellungsweisen	6	Anwendungen des Satzes von der Erhaltung der Masse auf Strömungsquerschnitt- verengungen	17
Schallfeld	8	Anwendung des Satzes von der Erhaltung der Energie: Berechnung von Gradienten aus Strömungsgeschwindigkeiten	18
Räumliche und zeitliche Auflösung	9	Laminare und turbulente Strömung	19
Harmonische Bildgebung	9	Andere Ansätze zur Quantifizierung von Fluss und Strömungsverengungen	20
Kompression („dynamic range“)	9	Bioeffekte von Ultraschall	21
Dokumentation	11		
Analoge Speicherung	11		
Digitale Bildspeicherung und -übermittlung ...	11		
Dopplerechokardiographie	12		
Prinzip	12		

2 Digitale Verarbeitung und Speicherung echokardiographischer Daten

W. Fehske, H.-J. Goldschmidt und R. Rabahieh

Hintergrund	23	Weitere DICOM-Applikationen	28
Digitale Aufzeichnung von echokardiographischen Untersuchungen	23	Konformität mit dem DICOM 3.0-Standard	29
Postprocessing echokardiographischer Signale ...	23	Web-basierte Formate	29
Die Schritte im Einzelnen	24	Bedeutung des DICOM-Standards für die medizinischen Anwender	29
Digitale Aufzeichnung von Bildschirm- informationen	26	Grundelemente eines digitalen Echokardiographielabors	30
Speicherbedarf	26	Basisausstattung und Arbeitsablauf	30
Speichermedien	26	Erweiterung der Grundfunktionen	30
Datenkompression	27	Derzeitiger Entwicklungsstand und Perspektiven für das digitale Echolabor	32
Standardisierung	27	Qualitätssicherung	32
DICOM-kompatible Speichermedien und Bildformate	28		

Neuere Techniken

3 Transösophageale Echokardiographie

H. Lethen

Technische Voraussetzungen	35	Systematik der Schnittebenen	43
Entwicklung der transösophagealen		Transgastrische Schnittebene	43
Echokardiographie	35	Linker und rechter Ventrikel	43
Charakteristischer Sondaufbau und		Linksventrikulärer Ausflusstrakt und	
Schallkopftechnologie	36	Aortenklappe	44
Dreidimensionale Rekonstruktion	38	Schnittführung aus dem unteren Ösophagus	44
Sicherheitsbestimmungen	38	Koronarvenensinus und Trikuspidalklappe	44
Reinigung und Gerätekontrolle	38	Kurzachsendarstellung der Mitralklappe und	
		linksventrikulärer Ausflusstrakt	45
Indikationen, Kontraindikationen		Vier- und Zweikammerblick, linksventrikulärer	
und Komplikationen	39	Ausflusstrakt und Mitralklappe	46
Indikationen der TEE	39	Schnittführung aus dem mittleren Ösophagus	46
Kontraindikationen der TEE	40	Linker und rechter Vorhof, Vorhofseptum	48
Nebenwirkungen und Komplikationen	40	Schnittführung aus dem oberen Ösophagus	50
		Rechtsventrikulärer Ausflusstrakt und	
Vorbereitung, Nachbetreuung und		Aortenklappe (kurze Achse)	50
Dokumentation	40	Aortenklappe (Längsachse) und Aorta	
Anforderungen an den Untersucher	40	ascendens	51
Aufklärung, Medikation und Nachbetreuung	41	Linkes Herzohr	51
Dokumentation und Archivierung	41	Obere Hohlvene und rechtes Herzohr	51
Systematische Untersuchung	42	Pulmonalarterie und Pulmonalklappe	52
Ösophagusintubation	42	Lungenvenen	52
Schnittebenen bei der TEE-Standard-		Koronararterien	53
untersuchung	42	Thorakale Aorta	54

4 Gewebedoppler

J.-U. Voigt

Entwicklung der Methode	57	Belastungsuntersuchung bei ischämischer	
Technische Grundlagen	57	Herzerkrankung	71
Dopplerverfahren	58	Hypertrophie und hypertrophe	
Gepulster Spektraldoppler	58	Kardiomyopathie	71
Farbdoppler	60	Restriktive und konstriktive Kardiomyopathie,	
Wahl des Dopplerverfahrens	62	Amyloidose	71
Korrekte Geräteeinstellung und mögliche		Klappenvitien	72
Fehlerquellen	62	Herztransplantation	72
Bewegung des Herzmuskels	64	Erregungsleitungsstörungen	73
Bezugssysteme, Bewegung und dreidimensionale		Störung der diastolischen Herzfunktion	73
Verformung	64	Kontrastmittel und Gewebedoppler	73
Bezugssysteme	64	Zusammenfassung	73
Physikalische Größen der Myokardbewegung		Messung der Myokardverformung	74
und -verformung	64	Prinzip von Strain- und Strain-Rate-Messungen ..	74
Messen von Myokardbewegung		Unterschiede zwischen Geschwindigkeits-	
und -verformung mit Ultraschall	65	und Verformungsmessung	74
Faserarchitektur und räumliche Bewegung des		Strain-Rate-Berechnung	74
Herzens	67	Datenanalyse	75
Messung der Myokardgeschwindigkeit	68	Strain und Strain Rate im gesunden Myokard	76
Kurvenformanalyse und typische Messwerte	68	Interpretation von Strain- und	
Normwerte und altersabhängige Veränderungen .	70	Strain-Rate-Daten	76
Gewebedoppler bei Erkrankungen	70	Normalbefunde	76
Ischämische Herzerkrankung	70	Herzmuskelverformung bei Erkrankung	77

Koronare Herzkrankheit, Ischämie	77	Konstriktive und restriktive Veränderungen ...	80
Belastungsuntersuchungen	79	Störungen der Erregungsleitung	80
Hypertrophe Herzmuskelerkrankungen	79	Zusammenfassung	80

5 Kontrastechokardiographie

H. von Bibra

Einsatzgebiete im Überblick	84	Verbesserte Endokarderkennung	92
Ultraschallkontrastmittel	84	Bestimmung der globalen linksventrikulären	
Intraarterielle Kontrastmittel	85	Funktion	92
Intravenöse Linksherzkontrastmittel	85	Bestimmung der regionalen linksventrikulären	
Shuntdiagnostik	86	Funktion	93
Vorhofseptumdefekt	86	Myokardiale Kontrastechokardiographie	93
Persistierendes Foramen ovale	88	Klinisches Potenzial	93
Pulmonale AV-Fistel	88	Physikalische Effekte von Mikrobläschen im	
Persistierende linke obere Hohlvene	89	akustischen Feld	94
Kontrastverstärkung von Farb- und		Aufnahmetechniken	94
Spektraldoppler	90	Limitationen für die Abbildung von	
Unzureichende Flussdetektion durch		Mikrobläschen	97
Sensitivitätsprobleme	90	Ausblick	98
Klinische Anwendungsbereiche	90		

6 Harmonische Bildgebung und Power Doppler

H. Becher, S. Kuntz-Hehner und K. Tiemann

Prinzip	101	Untersuchungstechnik und Indikationen für	
Harmonic Imaging ohne Kontrastmittel: Tissue		kontrastverstärktes Harmonic B-Mode/	
Harmonic Imaging/Pulsinversionsverfahren	101	Pulsinversion	106
Entstehung harmonischer Frequenzen durch		Limitationen durch Schallabschwächung und	
nichtlineare Ausbreitung des Schalls im Gewebe .	101	Auflösung der Mikrobläschen	108
Verbesserung der Bildqualität durch Registrie-		Harmonic Imaging mit Kontrastmittel II:	
rung der zweiten harmonischen Schwingung	102	Power-Doppler/Power-Pulsinversion/	
Untersuchungstechnik und Indikationen für		Power-Modulation	108
Tissue Harmonic Imaging und Pulsinversion	105	Bedeutung der Power	108
Limitationen im Nah- und Fernfeld	105	Entstehung von Dopplersignalen durch	
Harmonic Imaging mit Kontrastmittel I:		Änderungen/Auflösung der Mikrobläschen	108
Harmonic B-Mode/Pulsinversionsverfahren	105	Selektive Abbildung und Quantifizierung von	
Entstehung harmonischer Frequenzen durch		Kontrastmittel im Gewebe	109
asymmetrische Schwingungen der Kontrast-		Indikationen und Untersuchungstechnik	110
bläschen	105	Limitationen	111

7 Echokardiographische Gewebecharakterisierung

C. E. Angermann

Prinzip und Entwicklung	113	Qualitative Gewebebeurteilung	120
Physikalischer Hintergrund	116	Quantitative Methoden	120
Akustische Grundlagen	116	Echokardiographische Gewebecharakterisierung	
Determinanten der myokardialen akustischen		bei normalem Myokard und bei	
Eigenschaften	116	kardiovaskulären Erkrankungen	123
Zyklusabhängige Veränderungen der myokardia-		Untersuchung der Schallabschwächung und des	
len akustischen Eigenschaften	117	myokardialen Backscatter in vitro	123
Methodische Ansätze	120	Untersuchung des myokardialen Backscatter	
		in vivo	123

Ischämische Herzerkrankungen	124	Ultraschallbasierte Gewebecharakterisierung an arteriellen Gefäßen	133
Kardiomyopathien	128	Zusammenfassung	134
Myokarditis, akute Abstoßungsreaktion	131		
Intrakardiale Raumforderungen	132		

8 3D-Echokardiographie

A. Franke

Technik	137	Angeborene Herzfehler	143
Aufnahmetechniken	137	Linksventrikuläre Volumina und Massen	144
3D-Rekonstruktion	137	Erfolgskontrolle interventioneller und medikamentöser Therapieformen	145
Echtzeit-3D-Echokardiographie	138	Mitralklappenrekonstruktion und -ersatz	145
Auswertung der 3D-echokardiographischen Daten	138	Katheterverschluss von Vorhofseptum- defekten	146
Qualitative, morphologische Beurteilung	139	Myektomie bei hypertroph-obstruktiver Kardiomyopathie	147
Quantitative Auswertung	139	Limitationen	148
Klinische Einsatzgebiete	141	Zusammenfassung	148
Klappenvitien	141		
Mitralklappeninsuffizienz	141		
Mitral- und Aortenklappenstenosen	142		

Kardiovaskuläre Strukturen

9 Regionale und globale Funktion des linken Ventrikels bei koronarer Herzkrankheit

Th. Bartel und R. Erbel

Einsatz der Echokardiographie bei KHK	153	Isovolumetrische Kontraktionszeit	164
Globale linksventrikuläre Funktion	154	Tei-Index	164
Echokardiographie	154	Diastolische linksventrikuläre Funktion	165
Mathematische Grundlagen der echo- ventrikulographischen Volumenbestimmung ..	154	Der akute Myokardinfarkt und seine Komplikationen	169
Fehlerquellen, Limitationen der 2D-Volumen- bestimmungen	157	Regionale systolische linksventrikuläre Funktion	170
Volumetrie mittels 3D-Echokardiographie	158	Qualitative Beurteilung	170
Harmonic Imaging bei der Volumetrie	161	Quantitative regionale Wandbewegungsanalyse ..	174
Einsatz der PW-Doppler-Echokardiographie ..	162	Harmonic Imaging	174
Hilfsmittel bei der Volumetrie	162	Colour-Kinesis-Technik	174
Aussagekraft der linksventrikulären Volumenparameter	162	Gewebedoppler-Echokardiographie	175
Wandgeschwindigkeitsparameter und Gewebedoppler	163	3D-Echokardiographie	177
Kombinierte globale systolische und diastolische Funktionsbeurteilung	163	Funktionsbeurteilung mittels transösophagealer Anlotung	177
Maximaler systolischer Druckanstieg	163	Erschwernisse und Differenzialdiagnose bei der linksventrikulären Funktionsanalyse	179

10 Stressechokardiographie zur Ischämiediagnostik

R. Hoffmann

Stellenwert in der Ischämiediagnostik	183	Physikalische Belastungsechokardiographie	184
Indikationen	184	Pharmakologische Belastungsverfahren	185
Verschiedene Belastungsverfahren	184	Dobutamin-Belastungsechokardiographie	186
		Dipyridamol-Belastungsechokardiographie	187

Transösophageale Vorhofstimulation	189
Transösophageale Belastungsechokardiographie ..	189
Wahl des optimalen Belastungsverfahrens	190
Interpretation von Belastungsechokardiogrammen	191
Beurteilung von regionalen Wandbewegungsstörungen	192
Ursachen für eine falsche Beurteilung eines Belastungsechokardiogramms	193
Diagnostische Genauigkeit	194
Belastungsechokardiographie bei koronaren Interventionen	197

11 Vitalitätsdiagnostik

U. Nixdorff

Entwicklung und Bedeutung	204
Pathophysiologische Grundlagen	204
Klinischer Nutzen und Indikationen	206
Verschiedene Verfahren	207
Ein- und zweidimensionale Echokardiographie ...	207
Dobutamin-Echokardiographie	208
Entwicklung der Methode	208
Prädiktion der LV-Funktionserholung nach Revaskularisation	208

Prognostische Genauigkeit	197
Prognostischer Wert vor gefäßchirurgischer Operation	198
Prognostischer Wert nach Myokardinfarkt	198
Prognostischer Wert bei chronischer stabiler koronarer Herzkrankheit	199
Neue Entwicklungen	200
Einsatz des Harmonic Imaging und der Kontrastechokardiographie	200
Quantifizierung von belastungsechokardiographischen Befunden	200
Differenzierung von Stunned und Hibernating Myocardium	209
Vergleich zu nichtechokardiographischen Methoden	211
Enoximon-Echokardiographie	212
Limitationen	212
Dipyridamol-Echokardiographie	213
Nitrat-Echokardiographie	213
Gewebedoppler-Echokardiographie	213
Myokard-Kontrastechokardiographie	213
Schlussfolgerungen	214

12 Dilatative Kardiomyopathie

R. Engberding

Definition	217
Klinik, Diagnostik, Differenzialdiagnosen	217
Klinische Befunde	217
Diagnostik	217
Differenzialdiagnosen	218
Echokardiographische Befunde	219
M-Mode-Echokardiographie	219
2D-Echokardiographie	221
Dopplerechokardiographie	224
Systolische Flussprofile	224
Diastolische Flussprofile	226

Transösophageale Echokardiographie	227
Komplikationen	227
Mitral- und Trikuspidalinsuffizienz	227
Thromben	228
Prognoseparameter	229
Myokardiale Dysplasie	231
Arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie (früher Dysplasie)	231
Persistierende isolierte myokardiale Sinusoide, „Isolated Noncompaction of Ventricular Myocardium (INVM)“	231

13 Hypertrophe Kardiomyopathie

S. Reith und H. G. Klues

Pathophysiologie	234
Echokardiographische Befunde	239
2D-Echokardiographie bei HCM	239
M-Mode-Echokardiographie bei HCM	242
SAM-Phänomen	243

Dopplerechokardiographie bei HCM	249
Transösophageale Echokardiographie bei HCM ...	252
Echokardiographie nach Myektomie/ Myotomie bei HCM	252
Kontrastmittelechokardiographie bei HCM	253

14 Restriktive Kardiomyopathien

F. A. Flachskampf

Pathophysiologie und Ätiologie	256	Endomyokardfibrose (Endokardfibroelastose), Löffler-Endokarditis, eosinophile Endokarditis ...	259
Echokardiographisches Bild	257		
Amyloidose	257		
Hämochromatose und Sarkoidose	259		
Idiopathische restriktive Kardiomyopathie,		Differenzierung restriktive Kardiomyopathie – konstriktive Perikarditis	260

15 Erkrankungen der Mitralklappe

E. Schwammenthal

Funktionelle Anatomie des Mitralklappen- apparates	263	Mechanismen der Mitralklappeninsuffizienz (Prinzip)	281
Mitralanulus	263	Rheumatische Mitralklappeninsuffizienz	282
Mitralsegel	265	Mitralklappenprolaps – myxomatöse Mitralklappen-	
Papillarmuskeln und Chordae	265	krankung	282
Untersuchung der Mitralklappe	266	Diagnostische Kriterien	282
Mitralstenose	267	Papillarmuskelzug	285
Rheumatische Mitralstenose	267	Mechanismus von Prolaps und Mitralklappen-	
Quantifizierung der Mitralstenose	267	regurgitation	285
Gradientenbestimmung	267	Prolaps versus Flail	286
Planimetrie	268	Anatomisch exakte Diagnose des	
Druckhalbwegszeitmethode	269	prolabierenden Mitralsegels	287
Kontinuitätsgleichung	271	Rolle der Echokardiographie bei Mitralklappen-	
Flussfläche	272	chirurgie	289
Proximale Flusskonvergenzmethode	273	Mitralklappenregurgitation bei hypertropher	
Wertung	274	Kardiomyopathie	289
Hämodynamische Auswirkungen der		Mitralklappenapparat bei dilatativer Kardiomyo-	
Mitralstenose	274	pathie – funktionelle Mitralklappenregurgitation .	290
Echokardiographie und Valvuloplastie	274	Linksventrikuläre Dilatation versus	
Mitralklappeninsuffizienz	275	Dysfunktion	293
Quantifizierung der Mitralklappeninsuffizienz ..	275	Ventrikuläre versus anuläre Dilatation	294
Regurgitations-Jet und Jet-Fläche	275	Konstante versus dynamische Regurgitations-	
Proximaler Jet-Durchmesser	275	öffnung	295
Proximale Flusskonvergenzmethode	276	Mitralklappeninsuffizienz bei koronarer	
Konventionelle Dopplerechokardiographie	277	Herzkrankheit	296
CW-Doppler	278	Funktionelle Mitralklappeninsuffizienz bei	
Pulmonalvenöser Fluss	278	regionaler Wandbewegungstörung –	
Automatische Quantifizierung des		„Papillarmuskelsyndrom“	296
Farbdopplersignals	278	Papillarmuskeldruptur	298
Wertung	278	Mitralklappeninsuffizienz bei infektiöser	
Hämodynamische Auswirkungen der		Endokarditis	299
Mitralinsuffizienz	281	Mitralringkalzifizierung	299
		Angeborene Mitralklappenerkrankungen	300

16 Erkrankungen der Aortenklappe

W. Voelker

Aortenstenose	302	Sklerose versus Stenose einer Aortenklappe ...	304
Prävalenz und Ätiologie	302	Verkalkungsgrad	305
Klinische Fragestellung	302	Quantifizierung des Stenosegrades	305
Klappenmorphologie	303	Separation der Klappensegel	305
Bikuspidale versus trikuspidale Klappe	303	Maximale Flussgeschwindigkeit	306

Maximaler und mittlerer Druckgradient	307	Therapieentscheidung bei Aortenstenosen –	
Ursachen für Diskrepanzen zwischen Doppler- und Kathetergradienten	308	Bedeutung der Echokardiographie	321
Aortenklappenöffnungsfläche	310	Normale LV-Funktion	321
Zusätzliche Dopplerparameter	314	Eingeschränkte LV-Funktion	322
Zusammenfassung – Stellenwert der Dopplerechokardiographie	315	Aorteninsuffizienz	322
Prognose der Aortenstenose – Stellenwert der Echokardiographie	316	Klinische Fragestellung	322
Bedeutung des initialen Stenosegrades	316	„Primärdiagnostik“	322
Bedeutung der Progressionsgeschwindigkeit	317	Ätiologie der Insuffizienz	323
LV-Remodeling bei Aortenstenosen	318	Akute versus chronische Aorteninsuffizienz	323
Pathomechanismus	318	Echokardiographische Untersuchungsparameter .	323
Stellenwert der Echokardiographie	318	Quantifizierung der Aorteninsuffizienz	324
Belastungs-/Stressechokardiographie bei Aortenstenosen	318	Methoden und Geräteeinstellungen	324
Körperliche Belastung	318	Farbfläche	324
Stressechokardiographie mit Dobutamin	319	Druckhalbwertszeit	325
Einfluss des transvalvulären Flusses auf die Aortenklappenöffnungsfläche	319	Proximale Konvergenzzone	325
Rationale der Stressechokardiographie bei Patienten mit Aortenstenose	320	Fluss in der Aorta thoracalis	326
		Vena contracta	327
		Direkte Darstellung der Regurgitationsfläche ...	328
		Quantitativer Doppler	328
		Zusammenfassung	329
		Therapieentscheidung bei Aorteninsuffizienz –	
		Bedeutung der Echokardiographie	331

17 Klappenprothesen

H. Baumgartner

Stellenwert der Echokardiographie	337	Homograft und Autograft („Ross-Operation“)	361
Klappentypen und operative Techniken des Klappenersatzes	338	Gerüsttragende Bioprothesen	361
Mechanische Prothesen	338	Gerüstoffreie Bioprothesen	362
Kugelprothese	338	Doppelflügelklappen	362
Doppelflügelprothese	338	Kippscheibenprothesen	363
Kippscheibenprothesen	339	Kugelprothesen	365
Biologische Prothesen	339	Aspekte der Klappenposition	367
Schweinekappen	339	Aortenposition	367
Perikardprothesen	340	Mitralposition	367
Homograft	340	Trikuspidalposition	368
Autograft	341	Pulmonalposition	368
Methodische Grundlagen zur Beurteilung von Klappenprothesen	341	Klappentragendes Conduit	368
Bildgebende Methoden	341	Echokardiographie bei klappenassoziierten Komplikationen	369
2D-Echokardiographie	341	Klappenfunktionsstörung durch Thrombose oder Pannusbildung	369
M-Mode-Echokardiographie	342	Klappenthrombose ohne Funktionsstörung	370
Dopplersonographische Funktionsbeurteilung von Klappenprothesen	343	Prothesenendokarditis	371
Transvalvuläre Flussgeschwindigkeiten und Druckgradienten	343	Paravalvuläre Insuffizienz	372
Berechnung der Klappenöffnungsfläche	353	Prothesenversagen	372
Druckhalbwertszeit	355	Bioprothesendegeneration	372
Insuffizienz von Klappenprothesen	355	Versagen von mechanischen Prothesen	373
Transösophageale Echokardiographie – Rolle bei Herzklappenersatz	359	Operationstechnische Probleme	374
Belastungsechokardiographie	360	Echokardiographie nach Klappenersatz – klinische Aspekte	374
Echokardiographische Beurteilung der verschiedenen Typen von Klappenersatz	361	Übersicht über die möglichen Probleme	374
		Problembezogene Echokardiographie	374
		Wann und wie oft Echokontrollen nach Klappenersatz	375

18 Rechtsherzerkrankungen

H. Lambertz und O. Ekinci

Trikuspidalklappe	379	Akute Lungenembolie	387
Echokardiographische Darstellbarkeit	379	Chronisches Cor pulmonale	387
Trikuspidalstenose	379	Primäre pulmonale Hypertonie	389
Trikuspidalinsuffizienz	379	Kongenitale und erworbene Shuntvitien mit rechtsventrikulärer Volumenbelastung	390
Trikuspidalprolaps	381	Vorhofseptumdefekt	390
Trikuspidalendokarditis	381	Angeborene Fehlbildungen des rechten Ventrikels	391
Pulmonalklappe	382	Dysplasie des rechten Ventrikels	391
Echokardiographische Darstellung	382	Morbus Ebstein	391
Pulmonalstenose	382	Rechtsherzinfarkt	393
Pulmonalinsuffizienz	383	Hypereosinophilie-Syndrom	393
Pulmonalklappenendokarditis	384		
Abschätzung einer pulmonalen Hypertonie	385		
Trikuspidalinsuffizienzmethode	385		
Pulmonalklappe und Pulmonalisflussprofil	386		
Akutes und chronisches Cor pulmonale	387		

19 Erkrankungen der Aorta

S. Mohr-Kahaly

Echokardiographische Beurteilung der Aorta ...	396	Sinus-Valsalvae-Aneurysmen	400
Anlotmethoden	396	Erworbene Aortenerkrankungen	401
Normwerte	396	Dissektionen der Aorta	401
Kongenitale Fehlbildungen der Aorta	399	Traumatische Aortenrupturen	406
Fehlbildungen des Aortenbogens	399	Thorakale Aortenaneurysmen	406
Aortenisthmusstenose	399	Atherosklerose der Aorta	407
Aorta bei Marfan-Syndrom	400	Entzündliche Aortenerkrankungen	409

20 Perikarderkrankungen

H. Völler

Perikardagenese	412	Pericarditis constrictiva	419
Perikardzyste	413	Hämodynamik	420
Perikarderguss/Tamponade	414	Echokardiographie	422
Differenzierung von Perikard- und Pleuraerguss ..	417	Lebervenenfluss	422
Perikardpunktion	419	Transmitraler Fluss	422
		Konstriktion versus Restriktion	424

21 Herztumoren und kardiale Zusatzstrukturen

R. Engberding

Herztumoren	427	Tumormetastasen des Herzens	437
Inzidenz und Klassifikation	427	Karzinoid	438
Klinische Befunde	427	Stellenwert der transösophagealen Echokardiographie	438
Gutartige Herztumoren	427	Kardiale Zusatzstrukturen	440
Myxome	427	Infiltration	440
Papilläre Fibroelastome	433	Hypereosinophiles Syndrom	440
Andere gutartige Herztumoren	433	Zusatzstrukturen im rechten Herzen	440
Bösartige Herztumoren	436	Zusatzstrukturen im linken Herzen	442
Primäre kardiale Sarkome	436	Vorhofseptumaneurysmen	444
Primäre kardiale Lymphome	437		

Übergeordnete klinische Fragestellungen

22 Echokardiographische Emboliequellsuche

F. A. Flachskampf und W. G. Daniel

Problematik kardialer Emboliequellen	449	Emboliequellen der Aorta	454
Potenzielle kardiale Emboliequellen	449	Mitralprolaps und degenerative Veränderungen	
Vorhofflimmern und Thromben im linken		der Mitral- und Aortenklappe	454
Vorhof	450	Tumoren	455
Transösophageale Echokardiographie vor		Paradoxe Embolien	456
Kardioversion	452	Vorhofseptumdefekte	456
Koronare Herzkrankheit	452	Echokardiographischer Nachweis des offenen	
Kardiomyopathien	453	Foramen ovale	456
Endokarditis	453	Vorhofseptumaneurysma	458
Klappenprothesen	453	Praktische Aspekte	459
Mitralvitien im Sinusrhythmus	454		

23 Infektiöse Endokarditis

A. Mügge

Pathogenese	461	Trikuspidalklappenendokarditis	466
Diagnostik	462	Pulmonalklappenendokarditis	467
Diagnostische Strategie	462	Prothesenendokarditis	467
Echokardiographische Diagnostik	462	Sensitivität/Spezifität im Vegetationsnachweis .	468
Vegetationsnachweis	462	Abszesse	470
Aortenklappenendokarditis	464	Prognostische Implikationen/Operations-	
Mitralklappenendokarditis	465	entscheidungen	471
		Indikationen zur TEE	472

24 Echokardiographie auf der Intensivstation

W. Bocksch und R. Bartels

Voraussetzungen	475	Kardiopulmonale Reanimation	486
Technische Voraussetzungen	475	Differenzialdiagnose des akuten Thorax-	
Personelle Voraussetzungen	475	schmerzes in der internistischen Notaufnahme ..	486
Logistische Voraussetzungen	475	Nichtkardiologische internistische	
Sicherheit	476	Intensivstation	487
Kardiologische internistische Intensivstation ..	476	Temperaturen unklarer Genese	487
Koronare Herzerkrankung – akuter		Stroke Unit	488
Myokardinfarkt	476	Kardiale und aortale Emboliequellen	488
Kreislaufstabiler Infarktpatient	476	Linksatriale Emboliequelle	488
Kreislaufinstabiler Infarktpatient	476	Linksventrikuläre Emboliequelle	489
Rechtsherzinfarkt	477	Valvuläre Emboliequelle	489
Mechanische Infarktkomplikationen	477	Aortale Emboliequelle	490
Linksventrikuläre Thrombenbildung bei		Kinderkardiologische Intensivstation	491
Infarkt	479	Allgemeinchirurgische anästhesiologische	
Koronargefäßdiagnostik (Hauptstammstenose) .	480	Intensivstation	492
Therapierefraktäre Herzinsuffizienz	480	Kardiochirurgische Intensivstation	492
Systolische und diastolische linksventrikuläre		Chirurgische Rettungsstelle – traumatologische	
Dysfunktion	480	Intensivstation	493
Valvuläre Dysfunktion	483		
Akutes Cor pulmonale – fulminante			
Lungenarterienembolie	485		

Herzverletzungen	493	Traumatische Aortenverletzung	494
Perikard	493	Aortenwandverletzungen	494
Myokard	493	Aortenthromben	495
Herzklappen	493	Aortale Fistelbildung	496
Koronararterien	493	Zusammenfassung	497

25 Echokardiographie nach Herztransplantation

C. E. Angermann und C. H. Spes

Kardiale Anatomie und Funktion nach orthotoper Herztransplantation	499	M-Mode- und 2D-Echokardiographie bei akuter Abstoßung	508
Linksventrikuläre Größe und Pumpfunktion	499	Doppleruntersuchung des Blutflusses bei akuter Abstoßung	509
Linksventrikuläre diastolische Funktion	500	Echokardiographische Gewebecharakterisierung bei akuter Abstoßung	510
Rechtsventrikuläre Größe und Funktion	501	Gewebedoppler-Echokardiographie bei akuter Abstoßung	512
Vorhöfe, Mitral- und Trikuspidalklappenapparat und Pulmonalvenenfluss	501	Transplantatvaskulopathie	513
Adaptationsmechanismen an körperliche Belastung	504	Ruheechokardiographie bei Transplantatvaskulopathie	513
Komplikationen nach orthotoper Herztransplantation	507	Dobutamin-Stressechokardiographie zur Beurteilung der Transplantatvaskulopathie	515
Perikarderguss	507	Zusammenfassung und Limitationen	518
Arterielle Hypertonie	507		
Akute Abstoßungsreaktion	508		

26 Echokardiographie von angeborenen Herzfehlern im Erwachsenenalter

D. A. Redel

Kongenitale Herzklappenerkrankungen und Gefäßstenosen	521	Variante des ASD II: offenes Foramen ovale	538
Angeborene Erkrankungen der Semilunarklappen	521	Vorhofseptumdefekt vom Ostium-primum-Typ (ASD I)	539
Angeborene valvuläre Aortenstenose – bikuspidale Aortenklappe	522	Vorhofseptumdefekt vom Sinus-venosus-Typ ..	539
Angeborene Aorteninsuffizienz	523	Ventrikelseptumdefekt (VSD)	540
Pulmonalklappenstenose	524	Persistierender Ductus arteriosus (PDA)	541
Pulmonalklappeninsuffizienz	526	Komplexe angeborene Herzfehler	544
Angeborene Erkrankungen der Atrioventrikularklappen	527	Atrioseptale Defekte	544
Kongenitale Mitralstenose	527	Partieller atrioseptaler Defekt	544
Kongenitale Mitralinsuffizienz	528	Kompletter atrioseptaler Defekt	545
Trikuspidalinsuffizienz	529	Konotrunkale Fehlbildungen	546
Ebstein-Anomalie	530	Fallot-Tetralogie	547
Obstruktionen der ventrikulären Ausflusssbahnen (subvalvuläre Stenosen)	531	Ursprung beider großer Arterien aus dem rechten Ventrikel (Double Outlet right Ventricle – DORV)	548
Subvalvuläre Aortenstenose	531	Komplette Transposition der großen Arterien ..	549
Infundibuläre Pulmonalstenose	532	Kongenital korrigierte Transposition der großen Arterien	551
Periphere Gefäßstenosen	534	Singulärer Ventrikel	552
Aortenisthmusstenose	534	Befunde nach rekonstruktiver Herzchirurgie	553
Angeborene Shuntvitien	535	Endgültige Palliation nach Fontan	553
Vorhofseptumdefekte	535	Korrekturoperation nach Rastelli	554
Vorhofseptumdefekt vom Ostium-secundum-Typ (ASD II)	536		

Sachregister	557
---------------------------	------------