

Inhaltsverzeichnis

Grundlagen

1	Physikalische Grundlagen für Mediziner und technische Voraussetzungen	18
1.1	Physikalische und technische Grundlagen	18
1.1.1	Bildgebung mittels Ultraschall	18
1.1.2	Schallköpfe	18
1.1.3	Dopplerverfahren	18
1.1.4	Deformationsanalyse (Strain, Strain-Rate)	24
1.1.5	Laminare versus turbulente Blutströmung	25
1.1.6	Berechnung von Druckgradienten mittels Doppler	26
1.2	Allgemeine und technische Voraussetzungen für die echokardiografische Untersuchung	27
1.2.1	Indikationen	27
1.2.2	Raum	28
1.2.3	Patientenlagerung	28
1.2.4	Ablenkung, Sedierung	28
1.2.5	Gerätetechnische Voraussetzungen	28
1.2.6	Schallköpfe	29
1.2.7	Einstellungen am Ultraschallgerät	29
1.2.8	Speicherung	31
1.2.9	Befundung	31
2	Anatomische Grundlagen und segmentale Analyse	33
2.1	Anatomische Grundlagen	33
2.1.1	Herzachse, Herzgrenzen	33
2.1.2	Ventrikel	33
2.1.3	Interventrikularseptum	34
2.1.4	Vorhöfe	34
2.1.5	Vorhofseptum	35
2.1.6	Herzklappen	36
2.1.7	Große Gefäße	36
2.1.8	Aortenbogen	36
2.1.9	Koronararterien	37
2.2	Segmentale Analyse der kardialen Anatomie	37
2.2.1	Grundlagen	37
2.2.2	Fragestellungen an die Anatomie	38
3	Echokardiografische Standarduntersuchung	44
3.1	Standardschnittebenen	44
3.1.1	Grundlagen	44
3.1.2	Los geht's – die erste echokardiografische Untersuchung	45
3.2	M-Mode	67
3.2.1	Schnittebene linker Ventrikel	67
3.2.2	Schnittebene Mitralklappe	70
3.2.3	Schnittebene Aortenklappe/linker Vorhof	71
3.2.4	Schwenk vom mittleren Anteil des linken Ventrikels zur Aortenwurzel	71
3.2.5	Fehlerquellen der M-Mode-Messungen	71
3.3	Spektrale Dopplerflussprofile	72
3.3.1	Semilunarklappen	72
3.3.2	AV-Klappen	75
3.3.3	Aortenisthmus	75
3.3.4	Aorta descendens und abdominalis	76
3.3.5	Untere Hohlvene/Lebervenen	77
3.3.6	Lungenvenen	77
4	Hämodynamische Messungen	81
4.1	Systolische Funktion	81
4.1.1	Grundlagen	81
4.1.2	Echokardiografische Untersuchung	82
4.2	Diastolische Funktion	88
4.2.1	Grundlagen	88
4.2.2	Echokardiografische Untersuchung	88
4.3	Abschätzung von Herzzeitvolumina und Shunts	92
4.4	Morphometrische Analysen	94
4.4.1	Normierung auf Größe, Gewicht oder Körperoberfläche	94
4.4.2	Z-Werte	94
4.4.3	Messungen von Herzkammern, -klappen und Gefäßen	100

Spezieller Teil

5	Herzfehler mit Links-Rechts-Shunt	104
5.1	Vorhofseptumdefekte	104
5.1.1	Grundlagen	104
5.1.2	Echokardiografische Untersuchung	106
5.2	Ventrikelseptumdefekte	112
5.2.1	Grundlagen	112
5.2.2	Echokardiografische Untersuchung	115
5.3	Atrioventrikulärer Septumdefekt	122
5.3.1	Grundlagen	122
5.3.2	Echokardiografische Untersuchung	124
5.4	Persistierender Ductus arteriosus	128
5.4.1	Grundlagen	128
5.4.2	Echokardiografische Untersuchung	129
5.5	Partielle Lungenvenenfehlmündung	135
5.5.1	Grundlagen	135
5.5.2	Echokardiografische Untersuchung	137
5.6	Totale Lungenvenenfehlmündung	140
5.6.1	Grundlagen	140
5.6.2	Echokardiografische Untersuchung	142
5.7	Aortopulmonales Fenster	145
5.7.1	Grundlagen	145
5.7.2	Echokardiografische Untersuchung	146
6	Zyanotische Herzfehler	149
6.1	Transposition der großen Gefäße	149
6.1.1	Grundlagen	149
6.1.2	Echokardiografische Untersuchung	150
6.2	Kongenital korrigierte Transposition der großen Gefäße	157
6.2.1	Grundlagen	157
6.2.2	Echokardiografische Untersuchung	158
6.3	Double Outlet right Ventricle	161
6.3.1	Grundlagen	161
6.3.2	Echokardiografische Untersuchung	163
6.4	Truncus arteriosus communis	166
6.4.1	Grundlagen	166
6.4.2	Echokardiografische Untersuchung	168
6.5	Fallot-Tetralogie	171
6.5.1	Grundlagen	171
6.5.2	Echokardiografische Untersuchung	173
6.6	Pulmonalatresie mit intaktem Ventrikelseptum	183
6.6.1	Grundlagen	183
6.6.2	Echokardiografische Untersuchung	184
6.7	Ebstein-Anomalie	188
6.7.1	Grundlagen	188
6.7.2	Echokardiografische Untersuchung	189
6.8	Trikuspidalatresie	192
6.8.1	Grundlagen	192
6.8.2	Echokardiografische Untersuchung	194
6.9	Univentrikuläres Herz	197
6.9.1	Grundlagen	197
6.9.2	Echokardiografische Untersuchung	199
6.10	Hypoplastisches Linksherzsyndrom	201
6.10.1	Grundlagen	201
6.10.2	Echokardiografische Untersuchung	203
7	Anomalien der großen Gefäße und Herzklappen	210
7.1	Pulmonalstenose	210
7.1.1	Grundlagen	210
7.1.2	Echokardiografische Untersuchung	213
7.2	Pulmonalinsuffizienz	220
7.2.1	Grundlagen	220
7.2.2	Echokardiografische Untersuchung	221

7.3	Aortenstenose	224	7.7	Kongenitale Gefäßringe und Anomalien der Aortenbogengefäße	248
7.3.1	Grundlagen	224	7.7.1	Grundlagen	248
7.3.2	Echokardiografische Untersuchung	227	7.7.2	Echokardiografische Untersuchung	249
7.4	Aorteninsuffizienz	233	7.8	Mitralstenose	253
7.4.1	Grundlagen	233	7.8.1	Grundlagen	253
7.4.2	Echokardiografische Untersuchung	234	7.8.2	Echokardiografische Untersuchung	255
7.5	Aortenisthmusstenose	237	7.9	Mitralinsuffizienz	259
7.5.1	Grundlagen	237	7.9.1	Grundlagen	259
7.5.2	Echokardiografische Untersuchung	239	7.9.2	Echokardiografische Untersuchung	259
7.6	Unterbrochener Aortenbogen	244	7.10	Mitralklappenprolaps	265
7.6.1	Grundlagen	244	7.10.1	Grundlagen	265
7.6.2	Echokardiografische Untersuchung	246	7.10.2	Echokardiografische Untersuchung	265
8	Angeborene Koronaranomalien	269	8.2	Bland-White-Garland-Syndrom	274
8.1	Koronaranomalien	269	8.2.1	Grundlagen	274
8.1.1	Grundlagen	269	8.2.2	Echokardiografische Untersuchung	275
8.1.2	Echokardiografische Untersuchung	272	9	Anomalien der Systemvenen	280
9	Anomalien der Systemvenen	280	9.1	Grundlagen	280
9.1	Grundlagen	280	9.2	Links persistierende obere Hohlvene	280
9.2	Links persistierende obere Hohlvene	280	9.2.1	Echokardiografische Untersuchung	280
9.2.1	Echokardiografische Untersuchung	280	9.3	Unterbrochene untere Hohlvene mit Kontinuität der Vena azygos bzw. hemiazygos (Azygoskontinuität)	281
10	Lageanomalien des Herzens und Anomalien des Situs	284	9.3.1	Echokardiografische Untersuchung	282
10.1	Dextrokardie	284	10.2	Heterotaxiesyndrome	285
10.1.1	Grundlagen	284	10.2.1	Grundlagen	285
10.1.2	Echokardiografische Untersuchung	284	10.2.2	Echokardiografische Untersuchung	286
11	Erworbene Herzerkrankungen	290	11.3	Perikarderguss/Perikarditis	295
11.1	Myokarditis	290	11.3.1	Grundlagen	295
11.1.1	Grundlagen	290	11.3.2	Echokardiografische Untersuchung	295
11.1.2	Echokardiografische Untersuchung	290	11.4	Kawasaki-Syndrom	298
11.2	Infektiöse Endokarditis	290	11.4.1	Grundlagen	298
11.2.1	Grundlagen	290	11.4.2	Echokardiografische Untersuchung	299
11.2.2	Echokardiografische Untersuchung	291			

12	Herztumoren	304
12.1	Grundlagen	304
12.1.1	Pathoanatomie und -physiologie	304
12.1.2	Einteilung	304
12.2	Echokardiografische Untersuchung	304
12.2.1	Darstellung der Lokalisation und Größe	305
12.2.2	Beurteilung der Echogenität und Binnenstruktur	305
12.2.3	Beurteilung einer Klappenobstruktion oder -insuffizienz	305
12.2.4	Beurteilung hinsichtlich eines Perikardergusses	306
12.2.5	Ausschluss von Differenzialdiagnosen	306
13	Kardiomyopathien	308
13.1	Dilatative Kardiomyopathie	308
13.1.1	Grundlagen	308
13.1.2	Echokardiografische Untersuchung	309
13.2	Hypertrophe und hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie	312
13.2.1	Grundlagen	312
13.2.2	Echokardiografische Untersuchung	313
13.3	Restriktive Kardiomyopathie	316
13.3.1	Grundlagen	316
13.3.2	Echokardiografische Untersuchung	316
13.4	Arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie	318
13.4.1	Grundlagen	318
13.4.2	Echokardiografische Untersuchung	318
13.5	Isolierte Noncompaction-Kardiomyopathie	319
13.5.1	Grundlagen	319
13.5.2	Echokardiografische Untersuchung	319
14	Pulmonalarterielle Hypertonie	322
14.1	Grundlagen	322
14.1.1	Pathoanatomie und -physiologie	322
14.1.2	Klinische Symptome, Verlauf und Therapie	322
14.2	Echokardiografische Untersuchung	323
14.2.1	Beurteilung der Diameter des rechten Vorhofs und Ventrikels	323
14.2.2	Beurteilung der rechtsventrikulären Funktion	324
14.2.3	Darstellung der zentralen Pulmonalarterien	324
14.2.4	Form und Bewegung des Interventrikularseptums	324
14.2.5	Abschätzen des Drucks im Lungenkreislauf	325
14.2.6	Flussprofil über der Pulmonalklappe	327
14.2.7	Diameter und Atemvariabilität der unteren Hohlvene	327
14.2.8	Beurteilung der rechtsventrikulären Funktion	328
14.2.9	Beurteilung der linksventrikulären Funktion	328
14.2.10	Ausschluss bzw. Darstellung eines intra- oder extrakardialen Shunts, einer Lungenvenenobstruktion und Linksherzerkrankung	328
14.2.11	Ausschluss eines Perikardergusses	328
14.2.12	Kontrolle nach Septostomie des Vorhofs	329
15	Fontan-Kreislauf	330
15.1	Grundlagen	330
15.1.1	Pathoanatomie und -physiologie	330
15.2	Echokardiografische Untersuchung	331
15.2.1	Obere cavopulmonale Anastomose	331
15.2.2	Beurteilung der Größe und Funktion des singulären Ventrikels	332
15.2.3	Beurteilung hinsichtlich einer AV-Klappeninsuffizienz	332
15.2.4	Darstellung der oberen cavopulmonalen Anastomose und Ausschluss einer Obstruktion der Anastomose bzw. Lungenarterienäste	332
15.2.5	Beurteilung des abgesetzten Pulmonalarterienstumpfs	332
15.2.6	Beurteilung hinsichtlich venovenöser oder aortopulmonaler Kollateralen	332
15.2.7	Fontan-Kreislauf	333
15.2.8	Darstellung des Fontan-Tunnels	333

15.2.9	Nach Anlage eines Tunnelfensters ggf. Abschätzung des mittleren Gradienten zwischen Fontan-Tunnel und Vorhof (transpulmonaler Gradient)	333	15.2.10	Darstellung der unteren Hohlvene	334
			15.2.11	Ausschluss einer Obstruktion der (rechtsseitigen) Lungenvenen	334
16	Echokardiografische Befunde bei pädiatrischen und genetischen Erkrankungen	336			
17	Echokardiografie in der Neonatologie	340			
17.1	Herzfehler mit einer ductusabhängigen System-perfusion	340	17.5	Vitien mit bedeutsamem Links-Rechts-Shunt	345
17.1.1	Kritische Aortenstenose	340	17.5.1	Großer Ventrikelseptumdefekt	345
17.1.2	Kritische Aortenisthmusstenose	341	17.5.2	Kompletter atrioventrikulärer Septumdefekt	345
17.1.3	Unterbrochener Aortenbogen	341	17.5.3	Aortopulmonales Fenster	346
17.1.4	Hypoplastisches Linksherzsyndrom	341	17.6	Persistierender Ductus arteriosus beim Frühgeborenen	346
17.2	Herzfehler mit ductusabhängiger Lungenperfusion	342	17.6.1	Grundlagen	346
17.2.1	Kritische Pulmonalstenose	342	17.6.2	Echokardiografische Untersuchung	346
17.2.2	Pulmonalatresie	342	17.7	Persistierende pulmonale Hypertonie des Neugeborenen	351
17.2.3	Fallot-Tetralogie	342	17.7.1	Grundlagen	351
17.2.4	Trikuspidalatresie	343	17.7.2	Echokardiografische Untersuchung	351
17.2.5	Ebstein-Anomalie	343	17.8	Angeborene Zwerchfellhernie und Zwerchfell-defekt	354
17.3	Herzfehler mit parallel geschalteten Kreisläufen ...	343	17.8.1	Grundlagen	354
17.3.1	d-Transposition der großen Gefäße	343	17.8.2	Echokardiografische Untersuchung	354
17.4	Herzfehler mit kompletter intrakardialer Mischung	344	17.9	Prämaturer Verschluss des Ductus arteriosus	355
17.4.1	Truncus arteriosus communis	344	17.9.1	Grundlagen	355
17.4.2	Totale Lungenvenenfehlmündung	344	17.9.2	Echokardiografische Untersuchung	355
17.4.3	Univentrikuläre Herzen	344			
18	Echokardiografie in der pädiatrischen Notfallmedizin	357			
18.1	Ausschluss einer rasch behandelbaren Ursache eines kardiogenen Schocks, insbesondere einer Perikardtamponade	358	18.4	Beurteilung des Volumenstatus	360
18.2	Beurteilung der systolischen linksventrikulären Funktion	358	18.4.1	Beatmete Patienten	361
18.3	Beurteilung des rechten Ventrikels und Ausschluss einer pulmonalen Hypertonie	359	18.4.2	Spontan atmende Patienten	361
			18.5	Beurteilung des Herzzeitvolumens	362
19	Wegweisende echokardiografische Befunde und Differenzialdiagnosen	364			

20	Transösophageale Echokardiografie	371
20.1	Ausrüstung	371
20.2	Untersuchungsablauf	371
20.3	Standardschnittebenen	372
20.4	Sondenposition im mittleren Ösophagus	372
20.5	Sondenposition im oberen Ösophagus	372
20.6	Sondenposition im unteren/mittleren Ösophagus	374
20.7	Transgastraler Blick	374
20.8	Aortale Schnitte	375
21	Anhang – Maß und Zahl	376
21.1	Normalwerte für den M-Mode	376
21.2	Normalwerte für dopplersonografisch bestimmte Flussgeschwindigkeiten	377
21.3	Verkürzungsfraction	377
21.4	Ejektionsfraction	378
21.5	TAPSE	378
21.6	Quantifizierung von Stenosen	378
21.6.1	Vereinfachte Bernoulli-Gleichung	378
21.6.2	Erweiterte Bernoulli-Gleichung	378
21.7	Internet	378
	Abkürzungsverzeichnis	379
	Sachverzeichnis	381