

Inhaltsverzeichnis

Wichtige allgemeine Vorbemerkungen	XXXIX
<i>Dietrich Klauwer</i>	
Organisation –	XXXIX
Was man über jeden Patienten aktiv wissen muss –	XL
Strukturierte Übergabe –	XL
1 O₂-Versorgung, CO₂- und Säure-Base-Haushalt	1
<i>Christoph Neuhäuser, Dietrich Klauwer</i>	
1.1 O ₂ -Versorgung und CO ₂ -Haushalt –	1
1.1.1 O ₂ -Partialdruck und Sauerstoffkaskade –	1
1.1.2 Ursachen für erniedrigte Sauerstoffspannung/Sättigung im Blut (PaO ₂ bzw. SaO ₂) –	3
1.1.3 Bedeutung der Sauerstoffbindungskurve des Hämoglobins –	6
1.1.4 Interpretation der venösen Sättigung (SvO ₂) und der arteriovenösen O ₂ -Differenz (avDO ₂) –	9
1.1.5 O ₂ -Mangel (Dysoxie) –	14
1.1.6 CO ₂ -Haushalt –	18
1.2 Säure-Basen-Haushalt –	22
1.2.1 Allgemeines –	22
1.2.2 Pathophysiologie am Beispiel der Azidosen –	24
1.2.3 Interpretation der Blutgasanalyse (BGA) –	25
1.2.4 Metabolische Azidose –	29
1.2.5 Pufferung –	37
1.2.6 Herangehen an Säure-Basen-Störungen –	38
2 Beatmung	43
<i>Dietrich Klauwer</i>	
2.1 Vor- und Nachteile der Beatmung –	43
2.2 Grundbegriffe der Beatmung –	44
2.2.1 Druckkontrolliert versus volumenkontrolliert –	45
2.2.2 PEEP – positiver endexpiratorischer Druck –	45
2.2.3 Spitzendruck oder positiver Inspirationsdruck (PIP) –	46
2.2.4 Inspirationszeit (I-Zeit) –	46

2.2.5	Compliance: Lungendehnbarkeit (dV/dP) – 47	
2.2.6	Oxygenierung – 47	
2.2.7	Ventilation – 48	
2.2.8	Grenzen der Atemfrequenz – 49	
2.3	Unterscheidung zwischen druckkontrollierter und volumenkontrollierter Beatmung – 50	
2.4	Synchronisierung – 52	
2.4.1	Was bedeutet synchronisierte Beatmung? – 53	
2.5	Beatmung bei der postoperativen Übernahme – 55	
2.6	TGA – 57	
2.7	VSD – 58	
2.8	AVSD, AV-Kanal – 59	
2.9	Beatmung bei Glenn-Anastomose – 61	
2.10	PA Banding bei univentrikulärem Herzen – 63	
2.11	Beatmung größerer Patienten mit serieller Kreislaufsituation – 64	
2.12	Beatmung bei TCPC – Totale cavo-pulmonale Connection – 64	
2.13	Beatmung unter ECMO-Therapie – 66	
2.14	Beatmung bei ARDS – 67	
2.15	Volumenkurven/Erklärung PRVC – 69	
2.15.1	Volumenkurven – 69	
2.16	Recruitmentverfahren am Beispiel des Open lung tool des Servo-i – 72	
2.16.1	Anwendung bei akuten Lungenschäden mit Belüftungsstörungen – 72	
2.16.2	Zusammenfassung – 75	
3	Kreislaufüberwachung und medikamentöse Kreislauftherapie 77	
	<i>Dietrich Klauwer, Christoph Neuhäuser</i>	
3.1	Parameter zur Kreislaufüberwachung – 77	
3.1.1	Aufnahme-Anamnese bzw. Übergabe-Bericht – 77	
3.1.2	Körperliche Untersuchung – 78	
3.1.3	Beurteilung der Werte am Monitor (am besten im Vergleich zum Anästhesiemonitor) – 78	
3.1.4	EKG – 79	
3.1.5	Delta T (Norm: < 3 °C) – 79	
3.1.6	Transkutane O ₂ -Sättigung (SpO ₂ ; Norm: je nach Vitium) – 79	
3.1.7	Welche Vasoaktiva, Sedativa und Analgetika wurden wann zuletzt gegeben oder laufen noch aktuell? – 80	
3.1.8	Echokardiografie – 80	
3.1.9	Röntgen-Thorax – 81	
3.2	Basis der postoperativen Kreislauftherapie – 82	
3.2.1	Milrinon, Beatmung und normales ionisiertes Calcium – 82	

3.3	Volumentherapie – 83	
3.3.1	Theoretische Grundlagen – 83	
3.4	Verbesserung des HZV durch Nachlastsenkung – 88	
3.5	Intravenöse Vasodilantien – 90	
3.6	ACE-Hemmer – 90	
3.7	Katecholamin-Therapie – 92	
3.7.1	Klinischer Einsatz der Katecholamine – 94	
3.8	Sonstige Inotropika – 96	
3.8.1	Levosimendan (Simdax®) – 96	
3.8.2	Schilddrüsenhormone – 96	
3.9	Betablocker – 97	
3.10	Zusammenfassung – 98	
4	Nierenfunktionsstörungen	101
	<i>Christoph Neuhäuser, Dietrich Klauwer</i>	
4.1	Klinik – 101	
4.1.1	Erklärung zur Definition der Oligurie – 101	
4.2	Laboruntersuchungen – 102	
4.2.1	Im Plasma – 102	
4.2.2	Im Urin – 102	
4.2.3	Berechnete Werte – 102	
4.3	Physiologische Grundlagen – 103	
4.3.1	Zusammenfassende Erläuterung des Zusammenhangs von Fluss, Druck und Widerstand in Bezug auf die Hämodynamik der Niere – 105	
4.3.2	Fazit für die Klinik – 106	
4.4	Pathophysiologie beim herzkranken Patienten – 107	
4.5	Furosemid-Therapie – 109	
4.6	Nephrotoxine – 111	
4.6.1	Dosierung von Medikamenten bei eingeschränkter GFR – 112	
4.7	Definition Nierenversagen und Indikation für eine Dialyse – 114	
4.8	Therapie des transienten Nierenversagens mittels PD – 115	
4.8.1	Prinzip – 115	
4.8.2	Kontraindikationen – 115	
4.8.3	Vor- und Nachteile der PD – 115	
4.8.4	Durchführung – 115	
4.9	Hämodialyse – 118	
4.9.1	Praktisches Vorgehen beim kontinuierlichen venovenösen Hämodialyseverfahren – 118	

5	Wasser und Elektrolyte und Ernährung	133
	<i>Dietrich Klauwer</i>	
5.1	Basisbedarf – 133	
5.2	Basisbedarf nach HLM – 133	
5.2.1	Therapieziele der Kreislauftherapie – 134	
5.2.2	Therapieziel Lungenfunktion – 134	
5.2.3	Aspekt des Patienten – 135	
5.3	Praktisches Vorgehen beim Flüssigkeitsmanagement – 135	
5.4	Infusionstherapie beim kritisch kranken Patienten – 137	
5.5	Elektrolyte – 138	
5.5.1	Kalium – 138	
5.5.2	Calciumstoffwechsel – 140	
5.6	Tipps zur parenteralen Ernährung – 142	
5.7	An alles gedacht in der postoperativen Infusion nach HLM? – 143	
5.8	Postaggressionsstoffwechsel – 144	
6	Analgosedierung	147
	<i>Christoph Neuhäuser, Dietrich Klauwer</i>	
6.1	Ziele der Schmerztherapie – 147	
6.1.1	Erste Strategie: Fortführung einer tiefen Analgosedierung über die nächsten 24 h und mehr – 148	
6.1.2	Zweite Strategie: Schmerztherapie mit dem Ziel einer Extubation innerhalb 6–24 h nach OP – 149	
6.1.3	Dritte Strategie: Schmerztherapie mit möglichst baldiger postoperativer Extubation – 149	
6.1.4	Vierte Strategie zur Extubation – 150	
6.2	Nichtopioid-Analgetika – 150	
6.2.1	Paracetamol (Perfalgan®, Benuron®) – 150	
6.2.2	Metamizol (Novalgin®) – 152	
6.2.3	Ibuprofen (Nurofen®), Diclofenac (Voltaren®) – 153	
6.3	Opioide – 154	
6.3.1	Opioidtherapie: titrate to effect – 154	
6.4	Ketamin (z.B. Ketanest inresa®) – 158	
6.5	Schmerzskaalen – 159	
6.6	Analgosedierung: Dauertropfinfusion – 160	
6.6.1	Vorschläge zum Ansatz von DTI – 160	
6.7	Sedativa und Hypnotika – 162	
6.7.1	Benzodiazepine – 162	
6.7.2	Barbiturate – 163	
6.7.3	Propofol (z.B. Propofol®-Lipuro) – 164	

6.7.4	Etomidat (Etomidat Lipuro®) – 166	
6.7.5	Gamma-Hydroxybuttersäure (Somsanit®) – 166	
6.7.6	Chloralhydrat (Chloraldurat®) – 167	
6.7.7	Promethazin (Atosil®) – 168	
6.7.8	Clonidin (Catapresan®) und Dexmedetomidin (Dexdor®) – 168	
7	Antibiotische Therapie	173
	<i>Christoph Neuhäuser, Dietrich Klauwer</i>	
7.1	Perioperative Prophylaxe bei Operationen am offenen Herzen – 174	
7.1.1	Standard-Prophylaxe mit Cefuroxim – 174	
7.1.2	Erweiterung der Standard-Prophylaxe – 175	
7.2	Untersuchungen bei Infektionsverdacht – 176	
7.3	Postoperative Infektionen – 177	
7.4	Systemische Entzündungsreaktion: SIRS vs. Sepsis – 178	
7.5	Pneumonie bzw. ventilatorassoziierte Pneumonie (VAP) – 179	
7.6	Therapie von Infektionen mit resistenten Staphylokokken (KNS, MRSA) – 182	
7.7	Therapie bei V.a. NEC – 182	
7.8	Septischer Schock – 184	
7.9	Häufig benutzte Antibiotika auf der Intensivstation – 186	
7.9.1	Penicillin – 186	
7.9.2	Ampicillin – 187	
7.9.3	Piperacillin/Tazobactam (Verhältnis 80/10) – 188	
7.9.4	Cefuroxim – 188	
7.9.5	Cefotaxim – 188	
7.9.6	Ceftacidim – 189	
7.9.7	Meropenem – 189	
7.9.8	Clindamycin – 190	
7.9.9	Tobramycin – 190	
7.9.10	Ciprofloxacin – 191	
7.9.11	Linezolid – 191	
7.9.12	Erythromycin, Clarithromycin – 192	
7.9.13	Vancomycin und Teicoplanin – 193	
7.9.14	Metronidazol – 194	
7.9.15	Tigecyclin – 194	
7.10	Umgang mit multiresistenten Keimen – 195	
7.10.1	MRSA – 195	
7.10.2	VRE – 196	
7.10.3	MRGN – 196	

8	Gerinnungssystem	199
	<i>Dietrich Klauwer</i>	
8.1	Gerinnungspräparate auf der Intensivstation – 200	
8.2	Einfluss des kardiopulmonalen Bypasses (CPB) auf die Gerinnung – 201	
8.3	Basisdaten Gerinnung – 202	
8.4	Kategorie 300 IE/kg KG/d Heparinisierung – 202	
8.5	Welche Patienten benötigen eine PTT-wirksame Gerinnung? – 203	
8.6	Management der schweren postoperativen Blutung – 205	
8.7	Blutung wegen Hyperfibrinolyse – 211	
8.8	Entstehung der heparininduzierten Thrombozytopenie Typ II (HIT-II) – 213	
8.9	Antikoagulation bei ECMO und Prismaflex-Therapie – 214	
8.10	Prismaflex – 216	
8.11	Antikoagulation am Berlin Heart – 217	
8.12	Thrombophilie – 218	
8.13	Thrombolyse – 220	
8.14	Urokinase zur Auflösung von Katheterthrombosen – 221	
9	Pulmonale Hypertension	223
	<i>Rainer Zimmermann, Dietrich Klauwer</i>	
9.1	Definition der pulmonalen Hypertension – 223	
9.2	Einteilung der pulmonalen Hypertension – 223	
	9.2.1 Einteilung nach anatomischem Ursprung der PHT – 224	
	9.2.2 Klinische Klassifikation nach Ätiologie – 224	
9.3	Checkliste möglicher Symptome und korrespondierender Befunde – 225	
9.4	Pathophysiologie des pulmonalen Hochdrucks – 225	
	9.4.1 PAWP – 227	
	9.4.2 PHT durch Volumen- und Druckbelastung bei Shuntvitien – 228	
9.5	Messung und Abschätzung des PAP – 230	
9.6	Welche Patienten haben einen pulmonalen Hochdruck? – 232	
9.7	Match und Mismatch – 234	
9.8	Mechanismen zur Reduktion der PVR allgemein – 234	
9.9	Medikamentöse Ansatzpunkte zur Beeinflussung der PHT – 236	
	9.9.1 „Spezifische“ medikamentöse PAH-Therapie mit primär dilatierender und/oder antiproliferativer Wirkung – 236	
	9.9.2 Unspezifische PHT-Therapie – 239	
9.10	Reagibilitätstestung – 240	
9.11	An alles gedacht bei PHT? – 241	
9.12	Positive Effekte einer tolerierten oder gewollten Erhöhung der PVR – 241	

10	ECMO-Therapie und Herz-Lungen-Maschine	243
	<i>Dietrich Klauwer</i>	
10.1	Indikationen – 243	
	10.1.1 Drücke vor und nach dem Oxygenator – 245	
	10.1.2 Temperatur – 245	
	10.1.3 ECMO-Flow – 246	
	10.1.4 SvO ₂ an ECMO – 246	
10.2	ECMO-Betrieb – 246	
	10.2.1 Festlegung der Flussmenge und der Flussalarmgrenzen – 246	
10.3	Einschätzung der Lungen- und Herzeigenleistung an ECMO – 248	
10.4	Neurologie an ECMO – 249	
10.5	ECMO-Memo – 249	
10.6	Komplikationen – 249	
10.7	Hämolyse an ECMO – 252	
10.8	Antibiotische Therapie unter ECMO – 253	
10.9	Sedierung an ECMO – 253	
10.10	Postaggressionssyndrom an ECMO – 254	
10.11	Herz-Lungen-Maschine – 255	
	10.11.1 Praktisches Vorgehen – 258	
10.12	Negative Effekte des HLM-Betriebs – Post-HLM-Syndrom – 261	
11	Herzrhythmusstörungen	265
	<i>Maria B. Gonzalez y Gonzalez</i>	
11.1	Diagnostika – 265	
	11.1.1 EKG – 265	
11.2	Erregungsbildungs- und Leitungssystem – 267	
11.3	Bradykarde Herzrhythmusstörungen – 267	
	11.3.1 Sinusbradykardien – 267	
	11.3.2 AV-Blockierungen – 269	
	11.3.3 Therapie bradykarder Herzrhythmusstörungen – 270	
11.4	Tachykarde Herzrhythmusstörungen – 272	
	11.4.1 Supraventrikuläre Tachykardien (SVT) – 273	
	11.4.2 Ventrikuläre Tachykardien (VT), Kammerflattern, Kammerflimmern – 284	
11.5	Medikamentöse antiarrhythmische Therapie bei häufigen HRS – 290	
	11.5.1 Klasse-II-Antiarrhythmika (Betablocker) – 290	
	11.5.2 Klasse-III-Antiarrhythmika (Amiodaron, Sotalol) – 291	
	11.5.3 Antiarrhythmika der Klasse I – 292	
	11.5.4 Digoxin – 292	
	11.5.5 Dosierung der Antiarrhythmika bei akuter Behandlung von Herzrhythmusstörungen – 294	

12	Reanimation	297
	<i>Christoph Neuhäuser, Dietrich Klauwer</i>	
12.1	Reanimation – allgemeiner Teil – 297	
12.1.1	Herzdruckmassage – 297	
12.1.2	Beatmung – 298	
12.1.3	Airway Management – 299	
12.1.4	Defibrillation – 299	
12.1.5	Intravenöser/intraossärer Zugang – 300	
12.1.6	Medikamente – 300	
12.1.7	Monitoring – 301	
12.1.8	Ausschluss reversibler Ursachen (4 Hs und HITS) – 302	
12.1.9	ECMO – 302	
12.1.10	Algorithmen – 302	
12.2	Reanimation – spezieller Teil – 305	
12.2.1	Informationen, die bei jedem kardiologischen Patienten bekannt sein müssen – 305	
12.2.2	Pulmonalhypertensive Krisen (s. auch Kap. 9) – 306	
12.2.3	Dekompensation bei Kardiomyopathie (s. auch Kap. 14) – 307	
12.2.4	ST-Strecken-Veränderungen mit V.a. Myokardischämie – 308	
12.2.5	Akute Perikardtamponade (s. auch Kap. 8) – 309	
12.2.6	Herzrhythmusstörungen – 309	
12.2.7	Thromboembolische Komplikationen (s. auch Kap. 8) – 310	
12.2.8	Postoperative Elektrolytstörungen (s. auch Kap. 5) – 311	
12.2.9	Fontan-Zirkulation (s. auch Kap. 15) – 312	
12.2.10	Fallot'sche Tetralogie (s. auch Kap. 16) – 313	
12.2.11	Ductusabhängige Vitien (s. auch Kap. 15) – 313	
12.2.12	Hypoxie – 314	
12.3	Intensivtherapie nach primär erfolgreicher Reanimation – 315	
13	Präoperative Diagnostik	319
	<i>Dietrich Klauwer, Christian Jux</i>	
13.1	Einleitung – 319	
13.2	Klinische Untersuchung – 319	
13.2.1	Strukturierte Echokardiografie – 322	
13.3	Einteilung der Herzfehler nach funktionellen Gesichtspunkten – 324	
13.3.1	Vitien mit intra- oder extrakardialen L/R-Shunt – 324	
13.3.2	Vitien mit Rechtsherzobstruktion – 334	
13.3.3	Linksherzobstruktionen – 345	
13.3.4	TGA – 354	
13.3.5	Totale Lungenvenenfehlmündungen – 356	
13.3.6	Funktionell univentrikuläre Herzen – 358	
13.3.7	Univentrikuläre Palliationen – 361	

14	Überlegungen zur Hämodynamik	365
	<i>Dietrich Klauwer, Christoph Neuhäuser</i>	
14.1	Vorausgehende Überlegungen –	365
14.2	Management von Herzfehlern –	368
14.2.1	„Hypertrophie“ vs. „Dilatation“ –	368
14.3	Einordnung von HZV und O ₂ -Bilanz –	370
14.4	Differenzialdiagnose arterielle Hypotension postoperativ –	372
14.4.1	Tamponade („feuchte“ Tamponade, „trockene“ Tamponade durch myokardiales Ödem) –	373
14.5	Überlegungen zu Shuntvitien –	373
14.6	Überlegungen zu Druckgradienten –	374
14.7	Einteilung der Herzfehler –	375
14.8	Beeinflussung des pulmonalarteriellen Widerstands –	377
15	Herzfehler mit neonataler OP-Indikation	379
	<i>Dietrich Klauwer</i>	
15.1	Herzfehler mit rechtsseitiger Obstruktion –	380
15.1.1	Pulmonalatresie (PAT) mit intaktem Ventrikelseptum –	380
15.1.2	Trikuspidalatresie –	384
15.1.3	Pulmonalatresie mit VSD –	387
15.1.4	System- zu pulmonalarterieller Shunt –	388
15.2	Zyanotische Herzfehler mit linksseitiger Obstruktion –	391
15.2.1	Hypoplastisches Linksherzsyndrom –	391
15.2.2	LVOT-Obstruktionen –	395
15.3	TGA –	400
15.3.1	Präoperatives Vorgehen –	400
15.3.2	Arterielle Switch-OP (ASO) –	401
15.3.3	TGA mit Risiken –	402
15.4	Totale Lungenvenenfehlmündung (TAPVR) –	402
15.4.1	Präoperatives Management –	403
15.4.2	Operation –	404
15.5	PDA beim reifen Neugeborenen –	404
15.6	PDA beim Frühgeborenen –	405
15.7	Aortopulmonales Fenster –	407
15.8	Truncus arteriosus communis (TAC) –	407
15.9	PA Banding –	409
15.9.1	Bilaterales PA Banding –	409
15.9.2	Zentrales PA Banding –	409
15.10	DKS-OP (Damus-Kaye-Stansel) –	411
15.11	Norwood-I-OP bei hypoplastischem Linksherzsyndrom –	412
15.11.1	Kreislauftherapie –	415

15.12	Definitive Palliation – 417	
15.12.1	Partielle cavopulmonale – Anastomose (Glenn-Shunt) – 417	
15.12.2	TCPC – 421	
16	Herzfehler mit Therapie nach der Neonatalphase	425
	<i>Dietrich Klauwer</i>	
16.1	Vorhofseptumdefekt – 425	
16.2	Ventrikelseptumdefekt – 425	
16.3	Atrioventrikulärer Septumdefekt – 428	
16.3.1	Postoperatives Management bei komplettem AVSD – 429	
16.4	Fallot'sche Tetralogie – 431	
16.4.1	TOF-OP – 431	
16.4.2	Beatmung – 432	
16.5	Double outlet right ventricle (DORV) – 433	
16.6	Ebstein-Anomalie – 436	
16.7	Aortenstenose und Aorteninsuffizienz im Kindesalter – 439	
16.7.1	Ross-OP – 440	
16.8	Supravalvuläre Stenose – 441	
16.9	Diverses – 441	
17	Herztransplantation	443
	<i>Josef Thul, Dietrich Klauwer</i>	
17.1	Indikation, Listung, Wartephase – 443	
17.2	Vorbereitung des Empfängers – 444	
17.3	Crossmatch – 445	
17.4	Operationsverfahren – 446	
17.4.1	Routinemaßnahmen intraoperativ – 447	
17.5	Frühe postoperative Maßnahmen und Medikation – 447	
17.5.1	HTX-spezifische postoperative Probleme – 447	
17.5.2	Immunsuppression – 447	
17.6	Cytomegalievirus (CMV) – 450	
17.6.1	Diagnostik – 450	
17.6.2	Regelmäßige postoperative CMV-Prophylaxe – 450	
17.7	Antibiotische Therapie – 451	
17.8	Organabstoßung – 451	
17.8.1	Abstoßungstherapie – 452	
17.9	Antihypertensive Therapie – 453	
17.10	Pulmonaler Hochdruck nach HTX – 453	
17.11	ABO-inkompatible Herztransplantation – 454	
17.11.1	Einschlusskriterien – 455	
17.11.2	Präoperative Maßnahmen – 456	

17.11.3	Intraoperative Maßnahmen	– 457	
17.11.4	Intraoperativer Blut-/Plasma-Austausch	– 457	
17.11.5	Postoperative Maßnahmen	– 458	
17.11.6	Immunsuppression	– 459	
18	Ultrafast-Track-Verfahren in der Kinderherzchirurgie		461
	<i>Christoph Schmidt, Edward Malec</i>		
18.1	Definition	– 461	
18.2	Terminologie	– 461	
18.3	Historische Entwicklung	– 461	
18.4	Der Stand der Forschung	– 464	
18.4.1	Ökonomische Aspekte	– 464	
18.4.2	Sicherheit	– 464	
18.4.3	Big-Data-Analysen	– 465	
18.5	Erlernen von Fast-Track	– 465	
18.6	Das Für und Wider von (Ultra-)Fast-Track	– 466	
18.6.1	Pro: Fast-Track verbessert vermutlich das Patienten-Outcome	– 466	
18.6.2	Kontra: Fast-Track verschlechtert vermutlich das Patienten-Outcome	– 469	
18.7	Ultrafast-Track-Kinderherzchirurgie als praktisches klinisches Konzept	– 470	
18.7.1	Vorbereitung und medikamentöse Prämedikation	– 471	
18.7.2	Narkoseeinleitung	– 471	
18.8	Monitoring und Instrumentierung	– 475	
18.8.1	Transösophageale Echokardiografie (TEE)	– 475	
18.8.2	Zerebrale Oximetrie	– 476	
18.9	Narkoseunterhaltung	– 477	
18.9.1	Sevofluran	– 477	
18.9.2	Remifentanyl (Ultiva)	– 480	
18.9.3	Dexmedetomidin	– 480	
18.10	Intraoperatives Gerinnungsmanagement	– 486	
18.10.1	Tranexamsäure	– 486	
18.10.2	Gerinnungsfaktorkonzentrate	– 487	
18.10.3	Extrakorporale Zirkulation	– 489	
18.10.4	Narkoseausleitung	– 490	
18.11	Resümee	– 491	
19	Medikamentenliste		497
	Stichwortverzeichnis		529