

Nicolai



# Pädiatrische Notfall- und Intensivmedizin

4. Auflage

Kittel-  
taschenbuch

 Springer

Thomas Nicolai

**Pädiatrische Notfall- und Intensivmedizin**

Kitteltaschenbuch

**4., komplett überarbeitete und aktualisierte Auflage**

Thomas Nicolai

# **Pädiatrische Notfall- und Intensivmedizin**

Kitteltaschenbuch

4., komplett überarbeitete und aktualisierte Auflage

**Prof. Dr. Thomas Nicolai**  
Universitätsklinikum München  
Kliniken Innenstadt Kinderklinik  
Lindwurmstr. 4  
80337 München

**ISBN-13 978-3-642-20684-9 Springer Verlag Berlin Heidelberg New York**

Bibliografische Information Der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zu widerhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

**Springer Medizin**

Springer-Verlag GmbH – ein Unternehmen von Springer Science+Business Media

[springer.de](http://springer.de)

© Springer-Verlag Heidelberg 1999, 2004, 2007, 2012

Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Produkthaftung: Für Angaben über Dosierungsanweisungen, Applikationsformen und Normwerte kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Planung: Dr. Christine Lerche, Heidelberg

Projektmanagement: Claudia Bauer, Heidelberg

Lektorat: Maria Schreier, Laumersheim

Druck- und Bindearbeiten: Stürtz GmbH, Würzburg

Layout und Umschlaggestaltung: deblik Berlin

Satz: Fotosatz-Service Köhler GmbH – Reinhold Schöberl, Würzburg

Coverabbildung: © photos.com (links), © Stephan Morrosch/fotolia.com (rechts)

SPIN: 80028967

Gedruckt auf säurefreiem Papier

22/2126/cb – 5 4 3 2 1 0

# Vorwort zur 4. Auflage

---

Auch in der relativ kurzen Zeit seit der letzten Auflage haben sich wieder wichtige neue medizinische Erkenntnisse ergeben, wurden neue Methoden und Medikamente auch bei Kindern zur Anwendung gebracht oder sind in den Vordergrund getreten, sind neue Leitlinien entstanden.

Diese Neuauflage wurde daher in allen Kapiteln umfassend auf den aktuellsten Stand gebracht, dabei wurden auch Anregungen von Anwendern der letzten Auflage berücksichtigt.

Neue Kapitel sind insbesondere im Bereich der intensivmedizinischen Methoden entstanden: Die extrakorporalen Verfahren wie Dialyse, Hämofiltration und Plasmapherese wurden um praktische Handlungsanweisungen und verbesserte durchgerechnete Anwendungsbeispiele ergänzt. Kapitel zur Kühlung nach Reanimation und zur Durchführung der ECMO sind ebenfalls neu hinzugefügt worden.

Das immer wichtigere Thema der nicht-invasiven Beatmung sowie des Übergangs von der Intensivtherapie zur Heimbeatmung wird in einem eigenen Abschnitt dargestellt.

Besonders erfreulich ist, dass die Medikamentenliste wieder auf den allerneuesten Stand gebracht werden konnte, unter anderem wieder durch die bewährte Kooperation mit Frank Shann und die von ihm verfassten Tabellen des Royal Childrens Hospital in Melbourne. Die galenische Kompatibilitätsliste der Medikamente sowie die Dosierungen bei Nieren- und Leberinsuffizienz und verschiedenen Nierenersatzverfahren wurden erweitert und z.T. direkt in die Medikamententabelle eingefügt.

In der Praxis der pädiatrischen Intensivmedizin sieht sich der Arzt nicht selten mit schwierigen Situationen konfrontiert, zu deren Bewältigung der kleinste gemeinsame Nenner an evidenzbasierten Empfehlungen der Literatur und der Leitlinien nicht ausreicht. Hier soll dieses Buch praktische Hilfe durch die Angabe konkreter Handlungsstrategien geben, die sich in der täglichen Erfahrung mit solchen Patienten bewährt haben.

T. Nicolai

München 2011

# Danksagung

---

Besonderer Dank gebührt meinen Lehrern in München: Frau Dr. I. Butenandt, Herrn Prof. R. Roos, Herrn Prof. K. Mantel sowie Prof. Dr. F. Shann am Royal Childrens Hospital in Melbourne und Dr. G. Barker am Hospital for Sick Children in Toronto.

Für die Hilfe beim Korrekturlesen und viele kritische Hinweise möchte ich Herrn Dr. K. Reiter und Frau Dr. M. Bonfert von unserer Klinik besonders danken, ferner allen Mitarbeitern, die zu diesem Buch beigetragen haben.

Thomas Nicolai

# Mitarbeiter

---

Die Mitarbeiter an den verschiedenen Kapiteln sind jeweils im Inhaltsverzeichnis genannt:

- Dr. v. Haunersches Kinderspital der Universität München:  
Kinderklinik: Dr. C. Bidlingmaier, Dr. W. Bonfig, Dr. K. Reiter,  
Dr. F. Hoffmann, Dr. C. Schön, Prof. Dr. T. Lang,  
Prof. Dr. A. Muntau, Dr. G. Münch, Dr. U. Graubner,  
Priv.-Doz. Dr. K. Kurnik, Prof. Dr. A. Roscher,  
Prof. Dr. H. Schmidt, Prof. Dr. F. Heinen, Prof. Dr. B. Belohradsky,  
Priv.-Doz. Dr. L. Weber, Dr. K. Krohn, Dr. A. Rack
- Kinderchirurgische Klinik:  
Prof. Dr. H.-G. Dietz, Prof. Dr. R. Grantzow
- Apotheke des Klinikums Innenstadt der LMU München:  
Dr. A. Pecar
- Klinikum Großhadern der LMU München, Kardiologie:  
Priv.-Doz. Dr. R. Kotzlik, Priv.-Doz. Dr. R. DallaPozza  
Klinikum rechts der Isar der TU München, Prof. T. Zilker
- Universitäts-Kinderklinik Leipzig:  
Prof. Dr. A. Merkenschlager
- Kinderklinik an der Ammerdamerstraße, Köln  
Prof. Dr. M. Weiss
- Medizinische Klinik des Klinikums Innenstadt der LMU München,  
Abteilung für Infektions- und Tropenmedizin:  
Dr. A. Marschang
- Deutsches Herzzentrum München:  
Dr. H.-P. Lorenz, Dr. D. Balling
- Kinderkrankenhaus St. Marien, Landshut:  
Dr. U. Hofmann (Chefarzt der Anästhesieabteilung)
- Universitäts-Kinderklinik Heidelberg – Sektion Pädiatrische Nephrologie:  
Prof. Dr. B. Tönshoff
- Universität Innsbruck – Clinical Research Center Salzburg:  
Dr. F. Lagler
- Royal Childrens Hospital, Melbourne, Australien:  
Prof. Dr. F. Shann

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Kardiovaskuläre Erkrankungen</b>	1
1.1	Schock, Kreislaufinsuffizienz	2
1.1.1	Kardiogener Schock	6
1.2	Myokarditis, Kardiomyopathie	8
1.3	Pulmonale Hypertonie	10
1.4	Hypertensive Krise	11
1.5	Fallot-Krise	12
1.6	Herzrhythmusstörungen	14
1.6.1	Tachykardie	14
1.6.2	Ventrikuläre Tachykardie	16
1.6.3	Bradykardie	18
1.7	Postoperative Therapie bei kardiochirurgischen Eingriffen	19
1.8	Späte respiratorische Dekompensation bzw. Beatmungspflichtigkeit eines Kindes mit Fontan-Zirkulation	23
<b>2</b>	<b>Respiratorische Erkrankungen</b>	27
2.1	Dyspnoe	28
2.2	Apnoen	30
2.3	Krupp	31
2.4	Epiglottitis	34
2.5	Tracheitis	37
2.6	Fremdkörperaspiration	39
2.7	Asthmaanfall, Status asthmaticus	41
2.7.1	Status asthmaticus	43
2.8	Bronchopulmonale Dysplasie (BPD)	47
2.9	Bronchiolitis	48
2.10	Schocklunge/ARDS	52
2.11	Pneumonie	61
<b>3</b>	<b>Hepatische Erkrankungen</b>	67
3.1	Akutes Leberversagen, hepatisches Koma	68
3.2	Reye-Syndrom	79
3.3	Ösophagusvarizenblutung	84
3.4	Kurzprotokoll zur Betreuung lebertransplanter Kinder während der Akutphase	88

<b>4</b>	<b>Gerinnungsstörungen</b>	91
4.1	Differenzialdiagnostik von Gerinnungsstörungen	92
4.2	Therapie von Gerinnungsstörungen	93
4.2.1	Hämophilie A/B	93
4.2.2	Von-Willebrand-Syndrom	95
4.2.3	Vitamin-K-Mangel	96
4.3	Verbrauchskoagulopathie	96
4.4	Hepatopathie	97
4.5	Idiopathische thrombopenische Purpura (ITP): Vorgehen nach Schweregrad der ITP	98
4.6	Heparininduzierte Thrombopenie (HIT)	99
4.7	Embolien und Thrombosen	100
4.7.1	Lungenembolie	100
4.7.2	Thrombosen	100
4.7.3	Sonderfall: Zerebrale Thromboembolien	103
4.7.4	Sekundärprophylaxe nach Akutbehandlung	104
4.7.5	Primärprophylaxe	104
<b>5</b>	<b>Renale Erkrankungen</b>	105
5.1	Akutes Nierenversagen	106
5.2	Hämolytisch-urämisches Syndrom (HUS)	114
5.3	Forcierte Diurese	117
5.4	Nierentransplantation	120
<b>6</b>	<b>Störungen des Wasser- und Elektrolythaushalts</b>	131
6.1	<b>Elektrolytstörungen</b>	132
6.1.1	Hyponatriämie	132
6.1.2	Hypernatriämie	135
6.1.3	Hypokaliämie	136
6.1.4	Hyperkaliämie	137
6.1.5	Hypochlorämie	140
6.1.6	Hyperchlorämie	141
6.1.7	Hypokalzämie	141
6.1.8	Hyperkalzämie	142
6.1.9	Hypophosphatämie	144
6.1.10	Hyperphosphatämie	144
6.1.11	Hypomagnesiämie	145
6.1.12	Hypermagnesiämie	145
6.2	<b>Dehydratation</b>	146
6.2.1	Hypernatriämische Dehydratation	149

<b>7</b>	<b>Endokrinologische Störungen</b>	155
7.1	Diabetische Ketoazidose (DKA)	156
7.2	Addison-Krise	161
7.3	Diabetes insipidus	164
7.3.1	Diabetes insipidus neurohormonalis	164
7.3.2	Diabetes insipidus renalis	164
7.4	Syndrom der inadäquaten ADH-Ausschüttung (SIADH)	167
7.5	Hyperthyreote Krise (thyreotoxische Krise)	169
<b>8</b>	<b>Stoffwechselerkrankungen</b>	173
8.1	Basismaßnahmen bei Verdacht auf akute Manifestation eines Stoffwechseldefekts	174
8.2	Hyperammonämie ( $\text{NH}_3 > 200 \mu\text{mol/l}$ )	175
8.3	Laktatazidose (Laktat $> 3 \text{ mmol/l}$ )	178
8.4	Hypoglykämie (Kinder $< 50 \text{ mg/dl}$ )	180
8.5	Postmortale Diagnostik	182
<b>9</b>	<b>Neurologische Erkrankungen</b>	185
9.1	Koma	186
9.2	Fieberkrampf/Fieberanfall	191
9.3	Status epilepticus/Krampfanfall	194
9.3.1	Erstversorgung	195
9.3.2	Weitere Therapie	196
9.3.3	Neugeborenenkrämpfe	198
9.3.4	Therapierefraktärer Status	199
9.4	Erhöhter intrakranieller Druck/Hirnödem	200
9.5	Kriterien des Hirntods	205
9.6	Literatur	208
<b>10</b>	<b>Infektiologische Erkrankungen</b>	209
10.1	Sepsis, septischer Schock	210
10.1.1	Kreislaufinsuffizienz	211
10.1.2	Meningokokkensepsis	217
10.2	Meningitis	217
10.3	Enzephalitis	223
10.4	Malaria	228
10.5	Literatur	233

<b>11</b>	<b>Vergiftungen, Ingestionsunfälle, allergische Reaktionen</b>	235
11.1	Vergiftungen im Kindesalter	236
11.1.1	Maßnahmen zur primären Entgiftung	236
11.1.2	Darmentleerung	239
11.1.3	Entgiftung von Blut und Gewebe	239
11.1.4	Vergiftungen ohne Handlungsbedarf	240
11.1.5	Wichtigste bzw. häufigste Vergiftungen	241
11.2	Ösophagusverätzungen	247
11.3	Allergische Reaktion und Anaphylaxie	249
<b>12</b>	<b>Überhitzung, Verbrennung, Unterkühlung, Ertrinkung</b>	253
12.1	Hitzschlag	254
12.2	Maligne Hyperthermie	254
12.3	Verbrennung	257
12.3.1	Verbrennungen >20% KOF	265
12.3.2	Infusionplan für Verbrennungen	270
12.4	Unterkühlung, Ertrinkung	271
<b>13</b>	<b>Intensivtherapie bei chirurgischen Erkrankungen und Trauma</b>	275
13.1	Prä- und postoperative Intensivtherapie	276
13.1.1	Prä-/perioperative Therapie	276
13.1.2	Postoperative Therapie	277
13.2	Elektrounfälle	280
13.3	Polytrauma	282
13.3.1	Schädel-Hirn-Trauma (SHT)	285
13.3.2	Thoraxtrauma	286
13.3.3	Abdomentrauma	288
13.3.4	Wirbelsäulen- und stammnahe Frakturen	290
13.3.5	Extremitätenfrakturen	290
13.4	Literatur	290
<b>14</b>	<b>Intensivmedizinische Techniken und Verfahren</b>	291
14.1	Reanimation (CPR)	293
14.2	Analgesierung	300
14.3	Gefäßzugänge, Katheter	310
14.3.1	Zentraler Venenkatheter	310
14.3.2	Pulmonalkatheter	310
14.3.3	Arterienkatheter	311
14.3.4	Katheter bei Neugeborenen (NAK, NVK)	312

14.3.5	Bemerkungen zu allen Katheterarten . . . . .	312
14.3.6	Thoraxdrainagen . . . . .	314
14.3.7	Perikarddrainage . . . . .	316
14.3.8	Externe Liquordrainage . . . . .	317
14.3.9	Intraabdominelle Druckmessung (transvesikulär) . . . . .	317
<b>14.4</b>	<b>PARENTERALE ERNÄHRUNG</b> . . . . .	317
<b>14.5</b>	<b>BEATMUNG</b> . . . . .	326
14.5.1	Beatmungsformen . . . . .	328
14.5.2	Volumenkontrollierte Beatmung (CMV, IMV) . . . . .	329
14.5.3	Druckkontrollierte Beatmung . . . . .	329
14.5.4	Assistierte Beatmung . . . . .	330
14.5.5	Synchronisierte IMV (SIMV) . . . . .	330
14.5.6	Continuous Positive Airway Pressure-Beatmung . . . . .	331
14.5.7	Steuerung der Beatmung (vereinfachte Darstellung) . . . . .	332
14.5.8	Sonderformen der Beatmung . . . . .	333
14.5.9	Hochfrequenzbeatmung (HFV) . . . . .	333
14.5.10	Stickstoffmonoxid- (NO-)Beatmung . . . . .	336
14.5.11	Nicht-invasive Beatmung (NIV = Non-invasive Ventilation) . . . . .	339
14.5.12	Tracheotomie . . . . .	346
<b>14.6</b>	<b>NIERENERSATZVERFAHREN UND VERWANDTE TECHNIKEN</b> . . . . .	350
<b>14.7</b>	<b>PERITONEALDIALYSE</b> . . . . .	352
<b>14.8</b>	<b>HÄMOFILTRATION, HÄMODIAFILTRATION UND HÄMOPERFUSION</b> . . . . .	355
14.8.1	Hämofiltration . . . . .	356
14.8.2	Hämodiafiltration . . . . .	362
14.8.3	Hämoperfusion . . . . .	363
<b>14.9</b>	<b>PLASMAPHERESE</b> . . . . .	364
<b>14.10</b>	<b>PULMONALE ECMO</b> . . . . .	366
<b>14.11</b>	<b>KÜHLUNG NACH REANIMATION</b> . . . . .	378
<b>14.12</b>	<b>NOTFALLKOFFERINHALT</b> . . . . .	381
<b>14.13</b>	<b>LITERATUR</b> . . . . .	382
<b>15</b>	<b>MEDIKAMENTE</b> . . . . .	383
<b>15.1</b>	<b>MEDIKAMENTENLISTE MIT DOSIERUNGEN</b> . . . . .	384
<b>15.2</b>	<b>MISCHBARKEIT VON MEDIKAMENTEN UND LÖSUNGEN</b> bei parenteraler Applikation . . . . .	512
<b>15.3</b>	<b>MEDIKAMENTENGABE ÜBER DIE ERNÄHRUNGSSONDE</b> . . . . .	514
<b>15.4</b>	<b>VORGEHEN BEI VERLETZUNG MIT HIV-POS. MATERIAL</b> . . . . .	515
<b>15.5</b>	<b>LITERATUR</b> . . . . .	516

<b>16</b>	<b>Tabellen und Formeln, Normalwerte</b>	517
16.1	Kardiozirkulatorische Variablen, Blutdrucktabelle	518
16.2	Respiratorische Variablen, Beatmungsindizes	519
16.2.1	ECMO	519
16.3	Glasgow Coma Scale	519
16.4	Elektrolyte und Volumina	521
16.4.1	Intravenöser Flüssigkeitsbedarf	521
16.4.2	Elektrolytgehalt von Körperflüssigkeiten (Angaben in mmol/l)	522
16.5	Laborwerte	522
16.5.1	Normalwerte: Blut	522
16.5.2	Normalwerte: Urin	524
16.5.3	Normalwerte: Liquor	525
16.6	Infektiologische Tabellen	525
16.6.1	Antibiotika	525
16.7	Literatur	529
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	531

# Kardiozirkulatorische Erkrankungen

**1.1 Schock, Kreislaufinsuffizienz – 2**

1.1.1 Kardiogener Schock – 6

**1.2 Myokarditis, Kardiomyopathie – 8**

**1.3 Pulmonale Hypertonie – 10**

**1.4 Hypertensive Krise – 11**

**1.5 Fallot-Krise – 12**

**1.6 Herzrhythmusstörungen – 14**

1.6.1 Tachykardie – 14

1.6.2 Ventrikuläre Tachykardie – 16

1.6.3 Bradykardie – 18

**1.7 Postoperative Therapie bei kardio-chirurgischen Eingriffen – 19**

**1.8 Späte respiratorische Dekompensation bzw. Beatmungspflichtigkeit eines Kindes mit Fontan-Zirkulation – 23**

## 1.1 Schock, Kreislaufinsuffizienz

### ■ Definition

Generalisierte Minderperfusion aller Gewebe im Vergleich zum Bedarf (Angebot < Nachfrage)

### ■ Symptome

Tachykardie, niedriger Blutdruck, verlängerte Rekapillarisierungszeit, Unruhe (»the child is confused, but not perfused«), kalter Schweiß, Urinmenge vermindert.

Sekundärerfolgen sind Schockniere, ARDS, Multiorganversagen.

### ■ Ursachen

#### ■ Hypovolämie (häufig bei Kindern!):

- Absolut: Trauma, gastrointestinaler Flüssigkeitsverlust: GI-Blutung, Gastroenteritis, Ileus; innere Blutungen (Milzruptur), Kapillarleck (Verbrennung, nach Knochenmarktransplantation, Sepsis), Dehydratation
- Relativ (venöses Pooling, arteriolarer Tonusverlust): Sepsis, Anaphylaxie, Addison, AGS, Salzverlustsyndrom

#### ■ Septischer Schock: Meningokokkensepsis, gramnegative Sepsis (Neugeborene), Staphylokokken-Schock-Syndrom, SIRS (Systemic Inflammatory Response Syndrome)

#### ■ Kardiogener Schock: Kardiomyopathie, Myokarditis, Herzfehler – besonders Neugeborene: alle Arten von LVOTO (Left Ventricular Outflow Tract Obstruction) inkl. hypoplastisches Linksherzsyndrom (HLH), Rhythmusstörung, pulmonalhypertensive Krise, Perikardtamponade, Spannungspneu, Überblähung bei Beatmung; besonders bei Neugeborenen, jungen Säuglingen: Aortenisthmusstenose, kritische Aortenstenose (großes Herz im RöTx), selten ALCAPA- (Atypical Left Coronary Artery from Pulmonary Artery-)Syndrom = BWG- (Bland-White-Garland-)Syndrom (Infarkt-EKG beim Kind!)

### ■ Diagnostik

- Klinik: RR oben/unten, Amplitude? Herzfrequenz, Pulse an allen vier Extremitäten, Rekap-Zeit, Atemfrequenz,  $S_pO_2$ , Belüftung der Lungen bei Beatmung: ausreichende Exspirationszeit (besonders bei obstruktiven Lungenerkrankungen)? Hals-



venenstauung? Lebergröße, Dehydratation?, Temperatur, Urinmenge

- Labor: Basislabor, CRP, BK, Elektrolyte, Laktat, Eiweiß, LDH, Quick, PTT, Fibrinogen, AT III, arterielle Blutgase, arterielle und zentralvenöse Sättigung ( $S_aO_2$ ,  $SvO_2$ ), Amylase, Lipase, D-Dimere, GOT, GPT, CK, CK-MB, Troponin, Diff-BB
- EKG (z.B. SVT-Infarkt bei ALCAPA)
- Infektiologie: Suche nach Osteomyelitis, Otitis, innerer Blutung etc.; Urinstatus (Katheter): Stix, spezifisches Gewicht, Bakteriologie, Antigendirektnachweis (Latexagglutination); Stuhl: Virologie (Rota-, Norfolk-Viren), Bakteriologie etc. je nach Klinik
- Bildgebung: RöTx, UKG, Sono Abdomen, Abdomen-Leeraufnahme je nach Klinik
- Je nach Klinik: LP, Antigendirektnachweis (Latexagglutination) und Gram-Färbung, Cortisol,  $fT_3$ ,  $fT_4$ , TSH, Hydroxyprogesteron, Pyruvat

Weitere Untersuchungen zur Infektionsquelle, Blutungsursache je nach Klinik

#### ■ **Intensivstation**

#### ■■ **Monitoring**

Intensivmonitoring. RR alle 5–10 min (Normalwerte □ Tab. 16.1)

#### ► **CAVE**

**RR bei nicht-invasiver Messung evtl. falsch-normal; deshalb möglichst Arterie (RR-Normalwerte □ Tab. 16.1)**

- Neurostatus, GCS, Kapillarperfusion (Warm-Kalt-Grenze markieren), Rekap-Zeit: stündlich (normal: <3 sec)
- ZVK → ZVD!
- Blasenkatheter → Bilanz (Einfuhr, Ausfuhr, mind. 6-stündig)
- Magenablaufsonde → pH, Blut?

**Therapie**

- Entscheidend ist die Korrektur der intravasalen Hypovolämie!
- Rasch orientierendes UKG (Funktion, Stenosen, AV-Klappeninsuffizienz, Abschätzung des Drucks im RV über TI), aber Therapie nicht verzögern
- Septischer Schock: ► Kap. 10.1
- Ursache rasch klären!
- O<sub>2</sub>

**Sonst fast immer:**

- Schocklagerung: i.v.-Zugang, evtl. intraossär
- Volumengabe: NaCl 0,9% (je nach Indikation Albumin 5%, Serum, Blut, Ringer)
 

Bei Verwendung von Plasmaexpandern kommt man bei Kindern rasch an eine Dosisgrenze, so dass oft Albumin unumgänglich wird. Bei großen Mengen (50 ml/kg und mehr) an Verdünnungseffekte denken, entsprechend evtl. FFP, Thrombozytenkonzentrate oder Albumin 20% geben

  - Menge: rasch 20 ml/kg als Bolus aus der Hand; evtl. nach 10–20 min, evtl. auch mehrfach wdh., bis 60–100–150 ml/kg/h, je nach RR, Kapillarperfusion, HF! Anwärmen der i.v.-Flüssigkeit!
- Ggf. Bicarbonat, Elektrolyte: Korrektur der Azidose, Blutzucker
- Nach Kreislaufschock an Hypothermiebehandlung denken (► Kap. 14, Techniken)!
- Beatmung: nach klinischer Indikation, aber eher **früh** (Zwerchfellaktivität verbraucht viel O<sub>2</sub> und HZV!). Indikationen: S<sub>a</sub>O<sub>2</sub>-Abfälle, persistierende Schockzeichen, Koma – im Schock meist indiziert!
  - Normo- oder mäßiges Hyperventilieren: pCO<sub>2</sub> etwa 30–35 mmHg, Azidose/Elektrolyte korrigieren!
- Herz groß im RöTx: dilatative Kardiomyopathie/Myokarditis → ungünstig Volumentherapie bei kardiogenem Schock, aber bei DD Perikardtamponade → Volumen indiziert **und** rasche Punktion!
- Arrhythmie: wenn nicht durch Minderperfusion/O<sub>2</sub>-Mangel, Elektrolytstörung, Medikamente sekundär entstanden (► Kap. 1.6, Herzrhythmusstörungen)
  - Bei breitem QRS und Tachykardie meist Kammerflattern: Defibrillation 1–5 J/kg



- Bei Asystolie/Bradykardie nach Herz-OP trotz guter Beatmung:  
Isoprenalin (Isuprel) 0,1–1(–2) µg/kg/min, sonst Pacer (extern/transvenös/intern)
- Antibiotika: bei Sepsis rasch (► Kap. 10.1) nach Kulturenabnahme

**Wenn nach Volumenloading und Korrektur einer Arrhythmie noch nicht stabil:**

- Dobutamin: 5–15(–20) µg/kg/min; manchmal Tachykardie, RR-Abfall → dann zusätzlich Volumen und/oder Noradrenalin
- Milrinon: 0,3–1 µg/kg/min; bei schlechter Ventrikelfunktion und eher hohem peripheren Widerstand (Myokarditis)
- Adrenalin (= Suprarenin): 0,05–0,1 µg/kg/min
- Noradrenalin (= Arterenol): 0,05–1,0 µg/kg/min, z.B. bei septischem Schock; Oligurie ist keine Kontraindikation!
- Alternativ Dopamin vasokonstriktiv ab 5–20 µg/kg/min
- Arginin-Vasopressin (bei niedrigerem diastol. Blutdruck/Vasodilatation nicht reagierend auf Noradrenalin): 0,0005–0,002 E/kg/min

#### ► CAVE

**Wenn Herz groß, peripher kalt = Systemwiderstand hoch und wird durch Katecholamine noch weiter erhöht! Wenn möglich, Vor- und Nachlastsenkung (Furosemid, Milrinon, Nitrate [ISD], s.u.)**

#### ■ **Zusätzliche Maßnahmen**

- Antipyrese bei Temperatur >39,5°C: z.B. Paracetamol, Ibuprofen
- Sedierung: Midazolam 0,1 mg/kg/h, Fentanyl 2–5 µg/kg/h, wenn intubiert
- Furosemid: 1–3-mg/kg-Dosis bei Oligurie (Hypovolämie ausschließen (Leberdruckzeichen!), wenn RR und peripherie Perfusion gut, Flüssigkeitsbolus ohne Effekt
- Bei hohem Systemwiderstand: peripherie Vasodilatation mit z.B. Nitraten (ISD: 0,5–1–2 µg/kg/min) oder Milrinon bei zusätzlicher schlechter Ventrikelfunktion

#### ► CAVE

**Volumen bereithalten (evtl. + Noradrenalin) wg. peripherer Vasodilatation!**

- Bei V.a. Protein-C-Mangel: 100 E/kg i.v. blind, dann nach Spiegel, sonst bei Schock keine nachgewiesene Wirkung
- Ranitidin: wenn Magen-pH < 4,5 → 4 mg/kg/Tag i.v. in 4 ED oder Omeprazol über Magensonde (**CAVE**: Long-QT)
- EK: Ziel-Hb bei zyanotischem Herzfehler ca. 13 g%; an Verdünnungseffekt nach Volumentherapie denken; sonst: Hb > 7 g%
- iNO bis 20 ppm: wenn pulmonale Hypertonie zu einem »low cardiac output« führt
- OP: bei Blutungsschock, Milzruptur
- Endoskopie: bei oberer GI-Blutung
- Glukose: < 10 Jahre: 6–8 mg/kg/min; > 10 Jahre: 4–5 mg/kg/min; sonst nach BZ (keine Hyperglykämie)
- Kalorien: < 10 kg: 55–75 kcal/kg/Tag; > 10 kg: 45–55 kcal/kg/Tag

#### ■ **Seltene Ursachen einer generellen Minderperfusion**

Supraventrikuläre Tachykardie (SVT) als Schockursache selten! Wird von Kindern meist lange toleriert. Diagnostik: Adenosinbolus (► Kap. 1.6, Herzrhythmusstörungen).

DD: symptomatische Sinustachykardie bei Sepsis bzw. bei absolutem oder relativem Volumenmangel, Herzinsuffizienz. Hypertone Krise mit akuter linksventrikulärer Insuffizienz bei Neuroblastom, thyreotoxische Krise, Phäochromozytom. Akute Hypervolämie bei HUS. Addison-Krise.

#### ■ **Sonstiges**

Protein C: bei V.a. Protein-C-Mangel 100 E/kg i.v. blind, dann nach Spiegel; Entzündungsmediator-Antagonisten, Antioxidanzien: nicht gesicherte Therapieverfahren

#### ■ **Erfolgsmonitoring**

- Blutdruck, Herzfrequenz, Kältegrenze, Kapillarperfusion, Neurostatus, Anstieg der gemischtvenösen Sättigung,  $S_aO_2$
- BGA: metabolische Azidose und Laktat rückläufig
- Nierenperfusion: Urinmenge > 1 ml/kg/h

### 1.1.1 Kardiogener Schock

Arrhythmien, Hypoxie, Elektrolytstörungen beseitigen, arterielle Drucküberwachung, BGA und Laktat im Verlauf, rechtzeitig ZVK und Blasenkatheter legen (s.o.).

Bestimmung des HZV, z.B. Pulmonalkatheter (Swan-Ganz), Puls-konturanalyse (PiCCO®).

Therapie		
<ul style="list-style-type: none"><li>Beatmung allgemein: günstig zur Entlastung des linken Ventrikels, ungünstig für den rechten Ventrikel durch Erhöhung der RV-Afterload</li><li><b>CAVE:</b> Bei zu hohem PEEP (Erhöhung außerhalb der funktionellen Residualkapazität ► Überbähung), besonders bei Patienten mit passivem diastolischen Lungenfluss, z.B. Fontan-Zirkulation!</li><li>Bei Lungenödem oder Fontan: Oberkörper des Pat. 30–45° hoch-lagern</li><li>Morphin: 0,1 mg/kg (0,05 mg/kg, wenn nicht beatmet) V.a. beim Absaugen o.Ä. (Auslöser von pulmonalhypertensiven Krisen)</li><li>Vorlast durch Furosemidgaben: 1–3(–5) mg/kg i.v. senken, ggf. als DTI</li><li>Neben den Katecholaminen (s.o.) auch an Vasodilatatoren (Nach-last) denken: z.B. bei überdehntem linken Ventrikel mit erhöhtem Wedge-Druck (Druck im linken Vorhof = Vorlast) &gt;12 cmH<sub>2</sub>O, kühler Peripherie (erhöhter Systemwiderstand) und A.e. links-seitigen Stenose (z.B. Aortenisthmus-/Aortenklappenstenose):<ul style="list-style-type: none"><li>Milrinon (Corotrop®): 0,3–1,0 µg/kg/min, ggf. mit Bolusgabe als Inodilatator</li><li>Sonst mit Nitraten: z.B. ISD (= Isosorbiddinitrat [Isoket®]) 10 ml=10 mg, 0,5–3 µg/kg/min</li><li>Medikamente vor Vasodilatatorengabe aufgezogen bereithalten!: Volumen, Vasopressoren wie Noradrenalin/Dopamin, evtl. auch Adrenalin</li></ul></li><li>Auch an Levosimendan (Simdax®) 0,2–0,3 ug/kg/h denken (teuer); keine Daten aus der Pädiatrie vorliegend</li><li>Tachykardien/Rhythmusstörungen?: Amidarontherapie, Beta-blockertherapie</li><li>Rechtzeitig diskutieren, ob eine Hypothermiebehandlung sinnvoll und/oder ventrikuläres Unterstützungssystem infrage kommt (»assist device«/ECMO)</li></ul>		

## ■ Bemerkungen

Milrinon wirkt inotrop und hypotensiv durch Nachlastsenkung (= Inodilatator) → evtl. mit Suprarenin/Noradrenalin (Dopamin) kombinieren und Volumen bereithalten.

Intubation/Beatmung → mittlerer intrathorakaler Druck wird erhöht → linksventrikuläre Auswurfleistung wird verbessert, ungünstig für den rechten Ventrikel durch Erhöhung der RV-Afterload (ZVD muss ansteigen).

## ■ Sondersituationen/Komplikationen

- Perikardtamponade: sofort unter Echo-Kontrolle → Drainieren (► Kap. 14.3, Katheter) und Volumengabe
- Infusoperikard: Diagnostik: Glukose im Punktat? Katheterlage, Röntgen mit KM?
- Spannungspneu, Pneumoperikard: sofort großblumige Drainage, evtl. vor Röntgen
- Aorten- oder Isthmusstenose beim Neugeborenen:
  - Prostaglandin (PG)E1 = Minprog®, alternativ auch PGE2 möglich): 0,01–0,1 µg/kg/min (= 10–100 ng/kg/min). Über Ductus arteriosus Botalli wird untere Körperhälfte perfundiert → Urinausscheidung steigt! Bei Prostaglandin NW (wie Fieber, Apnoen) beachten, Volumen und Beatmung bereithalten

## 1.2 Myokarditis, Kardiomyopathie

Warme, ruhige Umgebung, Stress reduzieren. Allgemeine Diagnostik und Therapie ► Kap. 10.1 (Schock) und Kap. 1.1 (Kreislaufinsuffizienz).

### Therapie bei Myokarditis, dilatativer Kardiomyopathie (wie bei Schock/Präschock)

- Katecholamine, Phosphodiesterasehemmer, Nitrate: ► Kap. 1.1 (Dobutamin niedrig dosiert kann auch initial über peripheren Zugang gestartet werden)
- Volumen: evtl. 3–5-ml/kg-Boli über 10 min; sehr vorsichtig bei dilatativer Kardiomyopathie!
- Furosemid i.v.
- Immunglobuline (IgG, z.B. Gammavenin): 1 g/kg/Tag für 2 Tage, möglicherweise Vorteil initial bei akuter Myokarditis

## ➤ CAVE

**Möglichst keine zu ausgeprägte Tachykardie erzeugen, deshalb mit  $\beta$ -Mimetika vorsichtig!**

**Nachlast nicht erhöhen, deshalb mit  $\alpha$ -Mimetika vorsichtig!**

**Extrem vorsichtig bei der Sedierung (Vasodilatation mit Blutdruckabfall)**

**Rechtzeitig: EKG-Monitoring, zentralvenöser Zugang, arterielle Blutdrucküberwachung, Blasenkatheter**

## ■ Bemerkungen

Antikoagulation bei EF <30%, wenn kein Blutungsrisiko (Heparin: 5.000–10.000 E/m<sup>2</sup>/Tag, d.h. PTT-wirksam).

ACE-Hemmung (Captopril: Zieldosis 2–3 mg/kg/d in 3 ED), Lisinopril: Zieldosis 0,2 mg/kg/d in 1 ED); langsam steigern (RR: überschießend senkend? → engmaschig kontrollieren).

Betablockertherapie: Cavedilol 0,1–0,2 mg/kg/d in 2 ED.

Evtl. Digitalis: keine Aufsättigung, mit Erhaltungsdosis beginnen, aber Vorsicht: Arrhythmien nehmen zu (Digitalisspiegel gerne unter 1,0  $\mu$ g/l), Diuretika.

Arrhythmien therapieren. EKG zur Klärung der Frage, ob primäre Rhythmusstörung; bei ST-Senkung/Infarktbild an Bland-Garland-White-Syndrom (ALCAPA, s.u.) denken. Bei totalem AV-Block transvenöser Pacer.

Chronische Kardiomyopathie mit akuter Dekompensation: evtl. Intubation, Beatmung und Katecholamintherapie; rechtzeitig ECMO/»assist device« als »bridge for recovery« besprechen oder Herztransplantation.

Nach Stabilisierung → besonders bei Säuglingen ist der »cardiac output« frequenzabhängig (Erfordernistachykardie).



**Bei Symptombild einer dilatativen Kardiomyopathie und bei Säuglingen immer auch eine kritische Aortenstenose und Bland-Garland-White-Syndrom (ALCAPA) in der Differenzialdiagnostik der LV-Dysfunktion berücksichtigen**

**Im Akutstadium einer viralen Myokarditis keine Steroidgabe**

## ■ Sonderform: Hypertrophe Kardiomyopathie

Propranolol, Volumen.

Keine Adrenergika! Kein Digitalis, keine Nachlastsenker, Vorsicht bei Diuretika!

Bei zusätzlicher subvalvulärer Aortenstenose an OP denken.

## 1.3 Pulmonale Hypertonie

Ruhige Umgebung, Stress reduzieren (v.a. beim Absaugen). Allgemeine Diagnostik und Therapie ► Kap. 1.1 (Schock, Kreislaufinsuffizienz)

Therapie		
<ul style="list-style-type: none"> <li>— O<sub>2</sub>-Vorlage: möglichst p<sub>a</sub>O<sub>2</sub> &gt;100 mmHg, S<sub>a</sub>O<sub>2</sub> &gt;95%</li> <li>— Morphin: 0,05–0,1-mg/kg-Dosis, ggf. auch Fentanyl</li> <li>— Sedierung: z.B. Midazolam, Diazepam, Clonidin</li> <li>— pH &lt;7,4, metabolische Azidose? → Bicarbonat, evtl. bis pH = 7,5; oder, wenn beatmet, indirekt über Hyperventilation. Ziel: PCO<sub>2</sub> 30 (kurzfristig)–35 mmHg</li> <li>— Vorsicht beim endotrachealen Absaugen: zuvor sedieren und 100% O<sub>2</sub>!</li> <li>— Relaxierung erwägen</li> <li>— Hypovolämie vermeiden: ZVD, besser PAP monitoren (UKG, Swan-Ganz-Katheter)</li> <li>— Pulmonale Vasodilatation: <ul style="list-style-type: none"> <li>– NO: bis 20(–40) ppm, ► Kap. 14.5.9 (NO-Beatmung)</li> <li>– Iloprost- (Ilomedin®-)Inhalation: Ilomedin® 1 A = 0,5 ml = 50 µg Iloprost verdünnen mit 5 ml NaCl 0,9%, dann: 1 ml = 10 µg, davon 0,1 µg/kg ad 2 ml NaCl 0,9% alle 4 h über US-Vernebler (Partikelgröße ca. 2 µg, z.B. Aeroneb®-Inhaliergerät); allmählich steigen; kumulative Gesamtdosis 1 µg/kg/Tag, RR-Kontrolle (systemische Vasodilatation möglich)!</li> <li>– Sildenafil: 2 mg/kg/d in 3–4 ED</li> <li>– Erwägen: ISD, Isoket® 0,5–3 µg/kg/min i.v.; Nifedipin: 0,2–2 mg/kg/d in 3 ED (<b>CAVE:</b> Arterielle Hypotension!), Inodilatoren wie Milrinon, Dobutamin</li> <li>– Versuchsweise Adenosin: 50–200 µg/kg/min i.v.</li> <li>– Evtl. Salbutamol p.i.: ► Kap. 15.1, Medikamentenliste</li> </ul> </li> </ul>		

### ■ Bemerkungen

Längerfristige Therapie: Bosentan 2 mg/kg/d in 2 ED p.o. (Leberenzyme initial und alle 4 Wochen monitoren).

Chronische Therapie mit Antikoagulation (Marcumar, Coumadin) bei primärer pulmonaler Hypertonie.

## 1.4 Hypertensive Krise

Warme, ruhige Umgebung, Stress reduzieren.

Klinische Diagnose anhand von Endorgansymptomen, z.B.: Enzephalopathie, Linksherzinsuffizienz, Lungenödem, Nierenversagen. Allgemeine Diagnostik und Therapie ► Kap. 1.1 (Schock, Kreislaufinsuffizienz).

Therapie		
Ziel: Mitteldruck um 20–25% senken bzw. auf 95. Perzentile in 3–4 Tagen, dabei in den ersten 24 h nicht mehr als 1/3 der angestrebten Senkung, d.h. keine abrupte RR-Senkung! Besser allmählich über mehrere Stunden.		
<b>CAVE:</b> RR-Senkung bei erhöhtem ICP, arterielle Drucküberwachung empfohlen!		
Orale Medikation, wenn keine Organdysfunktion durch Hypertonie, sonst: ABC, Monitor, i.v.-Zugang, evtl. Arterie legen:		
<ul style="list-style-type: none"><li>— Vasodilatatoren (s.o.), Sedierung (Midazolam), Schmerztherapie (Morphin)</li><li>— Urapidil (Ebrantil<sup>®</sup>): 1–3 mg/kg/h initial, dann 0,2–3,3 mg/kg/h; Säuglinge: 2 mg/kg/h initial, dann 1 mg/kg/h (potenter Alpha-Rezeptorantagonist); Wirkeintritt in wenigen Minuten, Volumen bereithalten.</li></ul>		
<b>Bei Erfolglosigkeit:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>— Nicardipin (Antagonil<sup>®</sup>): 1–3 µg/kg/min (Ca-Antagonist) i.v.; Wirkeintritt in ca. 15 min; Vorsicht bei Long-QT!, sonst auch Nifidipin (Adalat<sup>®</sup>)</li><li>— Dihydralazin (Nepresol<sup>®</sup>): 0,2–0,8 mg/kg i.v., alle 4–6 h</li></ul>		
<b>Ergänzende Medikation:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>— ACE-Hemmung: Captopril: 0,1–2 mg/kg/d in 3 ED p.o. (max. ED 50 mg); v.a. bei Neugeborenen mit geringer Dosis starten und nur langsam steigern, oder Enalapril (Xanef<sup>®</sup>): 0,2–2,0 mg/kg, 1–2 ED (max. 40 mg) täglich p.o.</li><li>— Furosemid: 1–3(–5) mg/kg i.v., bes. wenn Flüssigkeitsüberladung vorliegt</li></ul>		

**Spezielle Situationen:**

- Phentolamin: bei Phäochromozytom: einmalig 0,1 mg/kg, dann 5–50 µg/kg/min i.v.
- Bei Kokainintoxikation (► Kap. 11.1), hypertensiver Krise und Thoraxschmerzen: keine Betablocker!

## 1.5 Fallot-Krise

---

**■ Klinik**

Typisch bei Fallot-Tetralogie (TOF), aber auch bei anderen komplexen Vitien mit Subpulmonalstenose und Ventrikelscheidewanddefekt:

- Oft in Ruhe bei sonst guter Sättigung (sog. »pink Fallot«) oder bei bereits zyanotischen Patienten (»blue Fallot«); Anfälle meist aus dem Schlaf heraus, nach einer Mahlzeit und bei Aufregung, Pressen, Volumenmangel, warmem Bad
- Klinik: Unruhe, Erregtheit, Hyperventilation, zunehmende Zyanose, Tachykardie, Verschwinden des Systolikums (fehlendes pulmonales Austreibungsgeräusch), Lethargie, fahlgraues Hautkolorit. Bewusstseinstrübung/-verlust, Krampfäquivalente mit spontanem Erwachen nach Sekunden bis Minuten (»... nach dem Weinen eingeschlafen«)
- Dauer meist Sekunden bis wenige Minuten, aber auch letal bei prolongierter Krise

**■ Pathophysiologie**

Abnahme des pulmonalen Blutflusses durch:

1. Spasmus des rechtsventrikulären Infundibulums (Erhöhung des RVOT-Widerstands, Lungenhypoperfusion)
2. Tachykardie, Verminderung des venösen Rückflusses, d.h. der Vorlast
3. Abnahme des systemarteriellen Widerstands, d.h. der Nachlast (→ Zunahme des Rechts-Links-Shunts über den VSD)

**Stufentherapie****1. Stufe:**

- Kind beruhigen, evtl. flach auf den Arm nehmen und Knie gegen Thorax (»Hockstellung«, »Klappmesser-Griff«) führen, um den Systemwiderstand zu erhöhen
- O<sub>2</sub>-Vorlage; wenn kein Effekt:
  - Diazepam: 5–10 mg rektal, oder
  - Chloralhydrat: 1–2 Rektiolen

**2. Stufe:**

- Morphin: 0,1 mg/kg s.c. oder 0,2 mg/kg p.o., Morphindosis ggf. wdh. (**CAVE:** Atmung)
- i.v.-Zugang legen (kann alleine schon einen Anfall auslösen), Volumen: z.B. NaCl 0,9%: rasch 10–20 ml/kg (evtl. Albumin 5%), evtl. wiederholen!
- Anfallsdauer >10 min:
  - Natriumbicarbonat: 1 mmol/ml (= 1 ml/kg), 1:1 verdünnen mit Aqua, über 30 min
  - Wenn Blutgase bekannt: 0,3×BExkg (mmol/l) über 30 min, Dosis wdh. über 4 h
  - Evtl. Etilefrin (Effortil): 0,02–0,03 mg/kg/min

**3. Stufe (► prolongierter Anfall):**

- Esmolol (Brevibloc): 0,05–0,1 mg/kg langsam i.v., dann evtl. wdh. über 5 min, max. 1 mg
- EK: 10 ml/kg erwägen, Beatmung vorbereiten
- Narkose (Fentanyl, Midazolam, Relaxierung, 100% O<sub>2</sub>), führt aber auch zur peripheren Vasodilatation, daher Volumenbolus ggf. mit Noradrenalin gegensteuern (Erhöhung des Systemwiderstands)
- Not-OP (Shunt oder Korrektur) einleiten

**■ Weiteres Vorgehen**

- Notfall-Therapiezettel ans Bett

**CAVE**

**Blutdruckabfall, EKG- und RR-Monitoring, Beatmungsbereitschaft!**  
**Ein Blausuchtsanfall reicht als OP-Indikation (Shunt, Korrektur, dringlich)!**

## 1.6 Herzrhythmusstörungen

→ Stabile Perfusion? Ausreichender AZ? Oder dekompensiert → dringliche Therapie!

Diagnostik		
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Frequenz, Rekap-Zeit, <math>S_aO_2</math>, Herzgröße, Bewusstseinslage, Temperatur, Lebergröße, Halsvenen, evtl. Warm-Kalt-Grenze bei Zentralisierung</li> <li>■ Basislabor mit <math>K^+</math>, <math>Ca^{2+}</math>, <math>Mg^{2+}</math>, Digitalis? (Medikamenten-/Drogenanamnese?)</li> <li>■ EKG mit Brustwandableitungen, evtl. RöTx (ZVK-Lage?), UKG, ZVD, Arterie nach Indikation</li> <li>■ Urinmenge, Bilanz</li> </ul>		

### 1.6.1 Tachykardie

! Immer zunächst an eine »Sinustachykardie« – eine sekundäre Tachykardie denken!

#### ■ Ursachen

Fieber, Schmerzen, Stress, Volumenmangel, Medikamenteneffekt (Atropin, Adrenergika, Theophyllin).

Elektrolytstörung, Azidose, Hypoxie, ZVK-Lage am Sinusknoten/Vorhof/Ventrikel? intrakardiale Raumforderung (z.B. Thromben, Tumoren), Krampfanfall.

Therapie		
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ursache beseitigen, Normothermie, Volumengabe probatorisch, sedieren (<b>CAVE</b>: Verstärkung der Hypovolämie!)</li> <li>■ <math>O_2</math> hoch halten, evtl. → mäßige Hyperventilation, Alkalose!</li> </ul>		

#### ■ Supraventrikuläre Tachykardien

Echte primäre supraventrikuläre Tachyarrhythmie: wird meist lange toleriert → keine übereilten Therapieentscheidungen!

»Schmalkomplex«-Tachykardie – QRS-Breite normal → Elektrolytstörung, Azidose, Hypoxie, Volumenmangel beseitigen; p-Welle sichtbar

immer an QRS gekoppelt? Im Zweifel Versuch mit Adenosin (s.u.; kurzfristige Blockierung der AV-Überleitung unter laufendem EKG führt zur Demaskierung von Vorhofflimmern).

- ! **Alle therapeutischen Maßnahmen nur unter mitlaufendem EKG  
Nie ambulant behandeln → Bradykardie, Asystolie nach Therapie möglich  
Beurteilung mit Vorstellung des EKGs durch einen Kinderkardiologen**

Therapie		
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Vagusmanöver; kooperatives Kind: Valsalva für 10–15 sec, sonst:</li> <li>— Eisbeutel (Plastiktüte mit <math>\frac{1}{3}</math> Anteil Eis und <math>\frac{2}{3}</math> Anteilen Wasser) auf Stirn und Gesicht, 10–20 sec</li> <li>— Rachenspatel, Magensonde; kein Bulbusdruck! Einseitiger Druck auf Carotis (nur vom Geübten), Thoraxkompression (Säuglinge)</li> <li>— Adenosin (Adrekar<sup>®</sup>): 0,1 mg/kg (max. 3 mg/ED) initial schneller i.v.-Bolus (nachspülen), dann bei Bedarf alle 2 min um 0,1 mg/kg (bei Erwachsenen Beginn mit 3 mg, falls kein Erfolg → dann auf 6–12 mg absolut) erhöhen, bis max. 0,3 mg/kg (max. 18 mg)</li> <li>— Kardioversion: 1–2(–5) J/kg, synchronisiert! Alternativ: transösophageale Schrittmacherüberstimulation (»overdrive pacing«)</li> </ul> <p><b>Kein Erfolg:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Esmolol (Brevibloc<sup>®</sup>): 0,5 mg/kg über 1 min, dann 50 µg/kg/min für 4 min; wenn keine Wirkung: wdh. 0,5 mg/kg, dann 50–200 µg/kg/min bis zu 48 h</li> </ul>		

➤ **CAVE**

**Verapamil kontraindiziert bei Kindern <12 Monate, nicht gemeinsam mit Betablockern!**

- **Weitere Maßnahmen**
- Adenosin: demaskiert evtl. Vorhofflimmern/-flimmern auf, terminiert eine AV-Reentrytachykardie, wirkt auch bei manchen ventrikulären Arrhythmien. NW: Wärmegefühl, selten RR-Abfall, Asthmaanfall
- $\beta$ -Blocker: Propanolol (Dociton<sup>®</sup>) 0,5–2 mg/kg/d in 3 ED
- Digoxin bei Säuglingen: meist reicht es, mit Erhaltungsdosis zu beginnen

- Amiodarone: 10 mg/kg/24 h i.v.; v.a. bei instabilen Patienten vorzugsweise einzusetzen
- Andere Antiarrythmika nach Rücksprache mit dem Kardiologen: Chinidin, Propafenon

#### ■ **Sonderform: SVT mit verbreiterten QRS-Komplexen**

»Breitkomplex«-Tachykardien bei AV-Reentrytachykardien mit antidromer Reizleitung. Schwierig von ventrikulären Arrhythmien zu unterscheiden. Wird meist besser toleriert als ventrikuläre Tachykardie. Therapie s.o.

#### ■ **Sonderformen mit abnormer P-QRS-Kopplung (Kardiologe!)**

- Ektopie Vorhof-Foci mit wechselnder Überleitung (eine oder mehrere P-Morphologien, QRS-Komplexe schmal). Wenn HF >170/min → evtl. RR instabil! Kardioversion meist nicht erfolgreich, medikamentös schwierig zu therapieren
- JET (junktionale ektopie Tachykardie nach Herz-OP): QRS-Komplexe schmal, dissoziiert von P-Welle (Kammeraktion i.d.R. schneller als Vorhof). Wenn HF >170/min → evtl. RR instabil! Oft post-op; Therapie sehr schwierig, reagiert nicht auf Standardtherapie (s.u.)

Therapie			
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Katecholamine reduzieren und abstellen!</li> <li>■ Intubation, Beatmung, Analgosedierung, Relaxierung</li> <li>■ Kühnen auf 34–35°C (Eisbeutel etc.), evtl. zusätzlich</li> <li>■ Amiodaron: reduziert die Frequenz</li> <li>■ Verschwindet meist nach 24–72 h → alle 12 h Wiedererwärmungsversuch!</li> <li>■ Digitalis, Propafenon, Magnesium (Kardiologe)</li> <li>■ K<sup>+</sup> hoch normal halten (4,5–5,0 mmol/l)</li> <li>■ Kardioversion, meist nicht erfolgreich</li> <li>■ Evtl. schnelleres Vorhof-Pacing zur besseren Ventrikelfüllung (auch »inverses Pacing« mit speziellem Schrittmacher)</li> </ul>			

### 1.6.2 Ventrikuläre Tachykardie

QRS-Komplexe verbreitert! → wird rasch zum Notfall!

Bei Kindern selten, z.B. postoperativ kardiochirurgisch oder Rhabdomyome (UKG), Williams-Beuren-Syndrom.

Therapie		
(immer unter ICU-Bedingungen)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Ursachen beseitigen: Elektrolyte, Stress etc.</li> <li>— Klärung der Herzfunktion</li> <li>— Auf eine Reanimation vorbereiten</li> <li>— Reduzierte Bewusstseinslage und RR vermindert → sofort:           <ul style="list-style-type: none"> <li>– Elektrische Kardioversion: 1–2(–5) J/kg, synchronisiert! Rasch steigern!</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Sonst:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Adenosin zur DD bei breiten QRS und stabilem Kreislauf (A.e. Reentrytachykardie)</li> <li>— Amiodaron: 5 mg/kg langsam i.v. über 20 min, dann Infusion           <ul style="list-style-type: none"> <li>– 10 mg/kg/d; oder</li> </ul> </li> <li>— Lidocain: 1 mg/kg (0,1 ml/kg der 1%igen Lsg.) über 2 min, dann 15–50 µg/kg/min</li> </ul>		
Weitere Therapie nach EKG (Kardiologe!)		

#### ■ Ventrikuläre Extrasystolen

Behandlungsbedürftig, wenn: R auf T, jeweils >3 als Salven direkt hintereinander, multifokal, >3/min. Dokumentieren, ggf. Langzeit-EKG; Therapie mit Kardiologen besprechen, z.B. β-Blocker.

Torsade de Pointes = an- und abschwellende QRS-Amplitude.

Ventrikuläre Tachykardie mit sich drehender elektrischer Achse bei Long-QT-Syndrom; angeboren (z.B. Romano-Ward-Syndrom; Klinik: unklare Synkopen, evtl. Schwerhörigkeit!), erworben meist durch Antiarhythmika (Verapamil, Procainamid, Chinidin etc.).

Prophylaxe: Propranolol oder antitachykarder Pacemaker (ICD-Schrittmacher).

Therapie		
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Hoch normale Kaliumwerte (ggf. Kaliumgabe durch Inzolen®)</li> <li>— Magnesiumsulfat: 20 mg/kg über 15–30 min, weiter mit 0,5 mg/kg/h</li> </ul>		
Weitere Therapien mit dem Kardiologen besprechen (Dosen ► Kap. 15.1, Medikamentenliste)		