



Thieme

Memorix Kinderanästhesie

Karin Becke
Christoph Eberius
Christian Siebert
Franz-Josef Kretz

33 Abbildungen
31 Tabellen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart · 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.

Wichtiger Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe **dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

© 2011 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
Deutschland
Telefon: +49/(0)711/8931-0
Unsere Homepage: www.thieme.de

Printed in Germany

Lektorat: Brigitte Söllner, Erlangen
Zeichnungen: Gay & Sender, Bremen
Umschlaggestaltung: Thieme Verlagsgruppe
Umschlaggrafik: Martina Berge, Erbach
Satz: Hagedorn Kommunikation GmbH,
Viernheim, gesetzt aus 3B2
Druck: Stürtz GmbH, Würzburg

ISBN 978-3-13-147231-1 1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:
eISBN (PDF) 978-3-13-166141-8

Geschützte Warennamen (Warenzeichen) werden **nicht** besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt. Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Vorwort

Nur die wenigsten Anästhesisten arbeiten täglich mit Kindern, entsprechend groß ist daher die Verunsicherung bei der Betreuung dieser Patienten. Die anatomischen und physiologischen Besonderheiten sowie das ungewohnte „Handling“ sind für viele Anästhesisten häufig mit erheblichen Ängsten verbunden. Gleichwohl belegen die gut besuchten – häufig überfüllten – Veranstaltungen zum Thema Kinderanästhesie das große Weiterbildungsbedürfnis vieler Anästhesisten. Im Gegensatz hierzu steht die geringe Anzahl deutschsprachiger Lehrbücher zum Thema Kinderanästhesie, ein wirklich „kitteltaschentaugliches“ Buch existiert bislang überhaupt nicht. Diese Lücke soll nun durch den vorliegenden Memorix-Band geschlossen werden.

Dieses Taschenbuch kann ein ausführliches (Kinder-)Anästhesiebuch nicht ersetzen, vielmehr ist es als Quintessenz des Lehrbuches „Anästhesie und Intensivmedizin bei Kindern“ zu verstehen. Ziel war es, den Anästhesisten, die nicht tagtäglich Kinder betreuen, ein handliches, stets verfügbares Nachschlagewerk mit Tipps und Tricks zur Verfügung zu stellen. Die darin beschriebenen Verfahren und Techniken orientieren sich an gesicherten Erkenntnissen und Empfehlungen des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie der DGAI – sie erheben jedoch keinen Anspruch darauf, die „einzig richtigen“ zu sein. Durch die Rubrik „So machen wir's“ sollen vielmehr praxisnahe Hinweise vermittelt werden, die auf den Erfahrungen der Autoren beruhen.

Mit entsprechender Erfahrung, Vorbereitung und Wissen ist die Kinderanästhesie ein äußerst sicheres und befriedigendes Teilgebiet der Anästhesie. Wir hoffen, mit dem vorliegenden Buch vielen Kollegen ein wenig von ihrer Verunsicherung nehmen zu können, ohne jedoch den Respekt vor diesem anspruchsvollen Gebiet zu verlieren.

Unser Dank gilt Frau Engeli, Frau Addicks und Frau Dr. Beucher aus dem Thieme Verlag, die die Umsetzung des Memorix-Konzeptes und Realisierung des Buches tatkräftig unterstützt haben, sowie Frau Söllner für die gründliche redaktionelle Bearbeitung des Manuskripts.

Nürnberg und Stuttgart, im Juni 2011

Karin Becke
Christoph Eberius
Christian Siebert
Franz-Josef Kretz

Anschriften

Dr. med. Karin Becke
Cnopf'sche Kinderklinik – Klinik Hallerwiese
Abteilung Anästhesie und Intensivmedizin
St.-Johannis-Mühlgasse 19
90419 Nürnberg

Dr. med. Christoph Eberius
Klinikum Stuttgart - Olgahospital
Klinik für Anästhesiologie und
operative Intensivmedizin
Bismarckstr. 8
70176 Stuttgart

Prof. Dr. med. Franz-Josef Kretz
Klinikum Stuttgart - Olgahospital
Klinik für Anästhesiologie und
operative Intensivmedizin
Bismarckstr. 8
70176 Stuttgart

Dr. med. Christian Siebert
Cnopf'sche Kinderklinik - Klinik Hallerwiese
Abteilung Anästhesie und Intensivmedizin
St.-Johannis-Mühlgasse 19
90419 Nürnberg

Abkürzungen

AEP	akustisch evozierte Potenziale
AF	Atemfrequenz
AMV	Atemminutenvolumen
AT	Adenotomie
BE	base excess
BIS	bispektraler Index
BPD	bronchopulmonale Dysplasie
BZ	Blutzucker
CK	Kreatinkinase
CPAP	Beatmung/Spontanatmung mit kontinuierlich positivem Druck
DBS	double burst
EK	Erythrozytenkonzentrat
EMLA	eutektische Mischung von Lokal-Anästhetika
ERCP	endoskopische retrograde Cholangiopankreatikographie
F	French (Maß für den Außendurchmesser von Kanülen und Kathetern), 1 F \triangleq 0,33 mm
FFP	fresh frozen plasma
FG	Frühgeborenes
FiO ₂	inspiratorische O ₂ -Konzentration
FRC	funktionelle Residualkapazität
G	Gauge (Maß für den Außendurchmesser von Kanülen)
HAES	Hydroxyethylstärke
ICP	intrakranieller Druck
IPPV	Beatmung mit intermittierend positivem Druck
KK	Kleinkind
LA	Lokalanästhetikum
MAT	maschinelle Autotransfusion
MEPs	motorisch evozierte Potenziale
MF	Median-Frequenz
NG	Neugeborenes
NI	Narkotrend-Index
PC	Parazentese
PCA	patientenkontrollierte Analgesie
PCEA	patientenkontrollierte intravenöse Epiduralanästhesie

PCIA	patientenkontrollierte intravenöse Analgesie
PCN	perkutane Nephrostomie
PCV	druckkontrollierte Beatmung
$P_{et}CO_2$	endtidales Kohlendioxid
PDA	Periduralanästhesie
PDK	Periduralkatheter
PONV	postoperative Übelkeit und Erbrechen
PRIS	Propofol-Infusionssyndrom
PTC	posttetanic count
PTT	partielle Thromboplastinzeit
PTZ	Prothrombinzeit, Quick-Test
PVR	pulmonaler Widerstand
Rco	Ristocetin-Cofaktor
RSI	rapid sequence induction
$S_{cv}O_2$	zentralvenöse Sauerstoffsättigung
SDA	Spinalanästhesie
SEF 95	spektrale Eckfrequenz 95
SG	Säugling
SK	Schulkind
SSEPs	somatosensorisch evozierte Potenziale
TE	Tonsillektomie
TIVA	totale intravenöse Anästhesie
TK	Thrombozytenkonzentrat
TOF	train of four
TT	Tonsillotomie
UCN	Ureterozystoneostomie
VACTERL-Assoziation	vertebral, anal, cardiac, tracheo-esophageal, renal, limb abnormalities
vWF	von-Willebrand-Faktor
ZVD	zentralvenöser Druck
ZVK	zentraler Venenkatheter

Inhalt

1	Physiologische Besonderheiten im Kindesalter	1
1.1	Psychologische Entwicklung	1
1.2	Atmung	2
1.3	Herz-Kreislauf-System	2
1.4	Wasser- und Elektrolythaushalt	5
1.5	Zentrales und peripheres Nervensystem	5
1.6	Niere, Leber	6
1.7	Thermoregulation	6
2	Medikamente	8
2.1	Sedativa, Hypnotika, intravenöse Anästhetika	8
2.2	Inhalationsnarkotika	12
2.3	Muskelrelaxanzien	16
2.4	Opiode	20
2.5	Nichtopioid-Analgetika	22
2.6	Antiemetika	24
2.7	Perioperative Antibiotika, Endokarditisprophylaxe	25
2.8	Notfallmedikamente (in alphabetischer Reihenfolge)	29
3	Monitoring	33
3.1	Standardmonitoring	33
3.2	Erweitertes Monitoring	35
4	Praxis der Kinderanästhesie	42
4.1	Präoperative Evaluation	42
4.2	Vorbereitungen zur Narkoseeinleitung	48
4.3	Narkoseeinleitung	50
4.4	Atemwegssicherung	52
4.5	Narkoseaufrechterhaltung	60
4.6	Beatmung	61
4.7	Extubation	62
4.8	Verlegung aus dem Aufwachraum	62
4.9	Schmerztherapie	63
4.10	Postoperative Übelkeit und Erbrechen (Postoperative Nausea and Vomiting, PONV)	64
4.11	Ambulante Operationen	66
4.12	Regionalanästhesie	68

4.13	Infusion und Transfusion	85
4.14	Kinderanästhesiologische Notfälle	90

5 Anästhesie bei Kindern mit Begleiterkrankungen 103

5.1	Herzerkrankungen	103
5.2	Pulmonale Erkrankungen	105
5.3	Neuromuskuläre Erkrankungen	110
5.4	Onkologische Erkrankungen	112
5.5	Diabetes mellitus	114
5.6	Aufmerksamkeitsdefizit-(Hyperaktivitäts-)Syndrom, AD(H)S	115
5.7	Seltene Erkrankungen	115
5.8	Zerebrale Behinderung, Anfallsleiden	124
5.9	Sepsis	125
5.10	Gerinnungsstörungen (Von-Willebrand-Syndrom, Hämophilie)	125
5.11	Sichelzellkrankheit, G6PDH-Mangel	127

6 Anästhesie bei speziellen Eingriffen 129

6.1	Kinderchirurgie	129
6.2	Kinderurologie	139
6.3	Eingriffe im Hals-Nasen-Ohren-Bereich	150
6.4	Augenchirurgische Eingriffe	153
6.5	Kinderorthopädie/-traumatologie	154
6.6	Neurochirurgie	159
6.7	Minimalinvasive Chirurgie	162
6.8	Sedierung für diagnostische/interventionelle Eingriffe	164
6.9	Spezielle Eingriffe in kinderchirurgischen/ kinderanästhesiologischen Zentren	167

7 Anhang: Materialien und Medikamente 174

Katheter, Tuben, Masken	174
Anästhetika, Medikamente	176

8 Links zu Handlungsempfehlungen, Guidelines etc. 185

9 Literaturverzeichnis 186

10 Quellenverzeichnis 190

11 Sachverzeichnis 191

1 Physiologische Besonderheiten im Kindesalter

Definition Lebensalter:

- Frühgeborene (FG): Geburt \leq 37. Schwangerschaftswoche
- Neugeborene (NG): 0.–28. Lebenstag
- Säuglinge (SG): 2.–12. Lebensmonat
- Kleinkinder (KK): 2.–5. Lebensjahr
- Schulkinder (SK): 6.–14. Lebensjahr

1.1 Psychologische Entwicklung

Bei der anästhesiologischen Versorgung sind die speziellen Merkmale der psychologischen Entwicklungen der jeweiligen Altersklassen zu beachten. In allen Altersklassen ist es essenziell, Ängste bei Kindern und Eltern bereits beim Vorgespräch anzusprechen und durch Information, Aufklärung und Vertrauensbildung auszuräumen, um einen möglichst reibungslosen perioperativen Ablauf vorzubereiten.

1.1.1 Neugeborene, Säuglinge unter 6 Monaten

Neugeborene und Säuglinge unter 6 Monaten lassen sich in der Regel unproblematisch von den Bezugspersonen trennen, wenn die Umgebung freundlich, ruhig und warm ist und wenn die Kinder durch Einhalten der Nüchternzeiten (4 Stunden für Milch/-Nahrung, 2 Stunden für klare Flüssigkeiten) nicht allzu hungrig sind. Eltern junger Kinder sind häufig sehr ängstlich, ihnen muss daher bereits im Vorfeld einer Anästhesie erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden, um eine solide Vertrauensbasis herzustellen.

1.1.2 Säuglinge über 6 Monate, Kleinkinder

Säuglinge über 6 Monate beginnen zu fremdeln, das heißt, sie differenzieren ihre Umwelt in vertraut (Eltern, Bezugspersonen) und fremd (z. B. Krankenhauspersonal). Eine Prämedikation erscheint ab diesem Alter von Vorteil, um Trennungsängste bzw. -traumata zu verhindern.

Kinder im Kindergarten-/Vorschulalter sind noch nicht in der Lage, die kausalen Zusammenhänge zwischen Krankenhaus, Operation/Anästhesie und „Heilung“ zu verstehen, die Krankenhaussituation kann daher eine starke emotionale Belastung darstellen. Sie orientieren sich stark am Verhalten der Bezugsperson, eine Trennung von ihr kann einen kompletten Kontrollverlust bedeuten. Die Empfindungen der Bezugsperson werden im Gegenzug stark auf das Kind übertragen: Elterliche Angst bedeutet auch Angst beim Kind.

1.1.3 Schulkinder

Schulkinder haben bereits ein einfaches Verständnis von Gesundheit und Krankheit, sie verstehen bedingt den Zusammenhang zwischen medizinischen Maßnahmen und ihrer Erkrankung. Entscheidend in dieser Altersgruppe sind die altersgerechte Aufklärung

und Erklärung aller Maßnahmen sowie das Miteinbeziehen der Kinder in den Ablauf. Das Verständnis für abstrakte Erklärungen fehlt größtenteils noch.

1.2 Atmung

Das respiratorische System des Kindes unterscheidet sich relevant von dem der Erwachsenen: Kinder haben einen hohen Sauerstoffverbrauch und gleichzeitig kleine Sauerstoffspeicher. Dies führt zu einer geringen Apnoetoleranz mit rascher Hypoxiegefahr.

- ! Im Kindesalter sind respiratorische Komplikationen während einer Anästhesie führend!

Anatomische Besonderheiten:

- hochstehender Kehlkopf
- große U-förmige Epiglottis
- engste Stelle der Trachea liegt subglottisch
- vulnerable Schleimhäute, Gefahr von Schwellung/Blutung nach Manipulation

Physiologische Besonderheiten:

- Sauerstoffbedarf ↑
 - NG: 6 ml/kg KG/min (zum Vergleich: Erwachsene 3 ml/kg KG/min)
- alveoläre Ventilation ↑ : hohe Atemfrequenz
- funktionelle Residualkapazität ↓
- Closing Capacity ↑ : frühzeitige Atelektasenbildung
- Compliance thorakal ↑ , pulmonal ↓ : hohe Elastizität mit Gefahr von Lungenkollaps sowie Volu-/Barotrauma
- Lungenvolumen bezogen auf Körperoberfläche niedrig: kaum „Reserve“
- zentrale Atmungssteuerung bei FG/NG über $p_a\text{CO}_2$ -Veränderungen, kaum über $p_a\text{O}_2$!

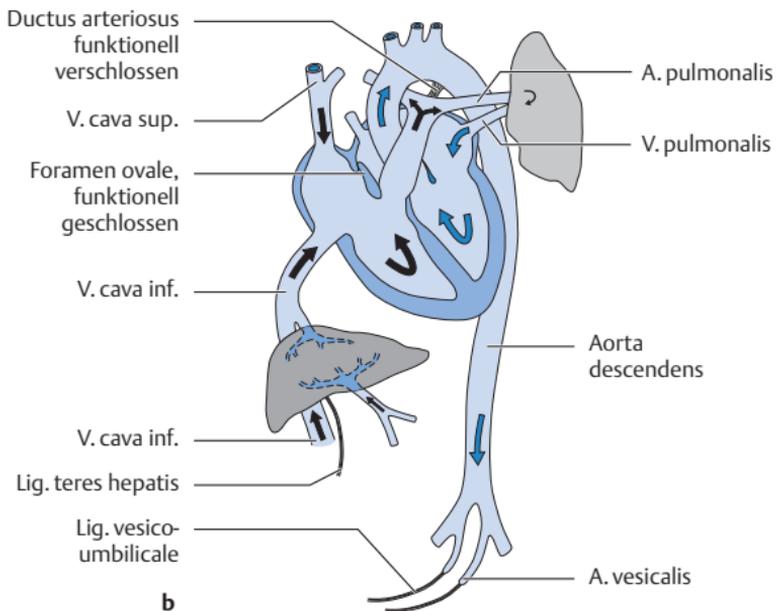
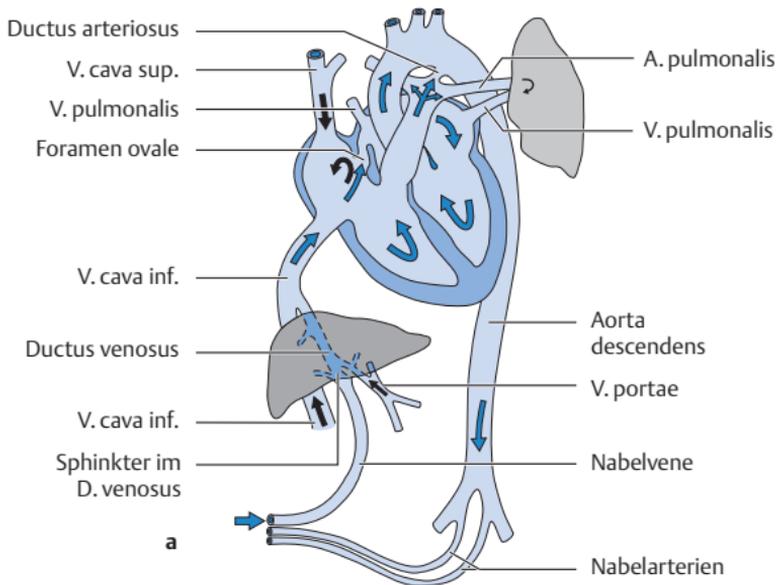
1.3 Herz-Kreislauf-System

Mit der Geburt erfolgt die Umstellung vom fetalen, parallel geschalteten Kreislauf auf den postnatalen Kreislauf mit seriellem Fluss. Die Kreislaufverhältnisse passen sich in den ersten Lebensstunden und -tagen entsprechend an (Abb. 1.1a und b):

- funktioneller Verschluss des Ductus arteriosus Botalli ca. 10 Minuten nach der Geburt, permanenter Verschluss (Fibrosierung) nach 2–4 Wochen
- Herzzeitvolumen: hohes HZV, HZV-Steuerung stark abhängig von der Herzfrequenz (Tab. 1.1), kaum Reserven für eine Steigerung der Kontraktilität
- Blutdruck: allgemeine Richtwerte für einen ausreichenden Blutdruck im Wachzustand (Tab. 1.2)

Abb. 1.1 Umstellung des fetalen auf den postnatalen Kreislauf
(Quelle: Segerer, in: Kretz et al. 2007).

- a Kreislauf des Fetus.
- b Kreislauf des Neugeborenen.



Tab. 1.1 Herzfrequenz im Kindesalter.

Alter	Unterer Grenzwert (min ⁻¹)	Mittelwert (min ⁻¹)	Oberer Grenzwert (min ⁻¹)
Neugeborene	90	120	170
1–12 Monate	80	120	160
2 Jahre	80	110	130
4 Jahre	80	100	120
6 Jahre	75	100	115
8 Jahre	70	90	110
10 Jahre	70	90	110

Tab. 1.2 Blutdruck im Kindesalter.

Alter	Systolischer Blutdruck (mmHg)	Diastolischer Blutdruck (mmHg)
Frühgeborene	50 ± 3	30 ± 3
Neugeborene	75 ± 8	50 ± 8
6 Monate	90 ± 29	60 ± 10
1 Jahr	95 ± 30	65 ± 25
6 Jahre	100 ± 15	55 ± 8
12 Jahre	110 ± 16	60 ± 9

- klinische Parameter für eine normale periphere Perfusion:
 - Rekapillarierungszeit < 2 Sekunden
 - normale Urinproduktion (1–2 ml/kg KG/h)
 - warme Extremitäten (Hypovolämie = Kreislaufzentralisation)
- Blutvolumen: bis zum Kleinkindalter haben Kinder ein höheres Blutvolumen in Relation zum Körpergewicht als Erwachsene:
 - FG: 100 ml/kg KG
 - NG: 90 ml/kg KG
 - SG, KK: 80 ml/kg KG
 - SK: 70 ml/kg KG

- Hämoglobin: fetales HbF: verbesserte O_2 -Aufnahme durch Linksverschiebung der Sauerstoffbindungskurve bei niedrigerem O_2 -Angebot in der Plazenta. Ersatz durch adultes Hämoglobin HbA bis zum 3.–6. Monat („Trimenon-Anämie“).
 - NG (1. Woche): 16–20 g/dl
 - NG (2.–4. Woche): 13–16 g/dl
 - Trimenon-Anämie (2.–3. Monat): 10–12 g/dl (bei FG auch deutlich niedrigere Werte möglich)
 - KK: 11–13g/dl
 - SK: 12–14 g/dl

1.4 Wasser- und Elektrolythaushalt

Kinder bis zum vollendeten 1. Lebensjahr haben im Vergleich zu Erwachsenen einen erhöhten Wasseranteil des Körpers, vor allem den Extrazellulärraum betreffend (Abb. 1.2). Entsprechend höher ist auch der Wasserbedarf; er liegt bei Neugeborenen zwischen 100 und 150 ml/kg KG/d, später bei 80–120 ml/kg KG/d.

Der tägliche Natriumbedarf beträgt 3–4 mmol/kg KG, der Kaliumbedarf liegt bei 2 mmol/kg KG.

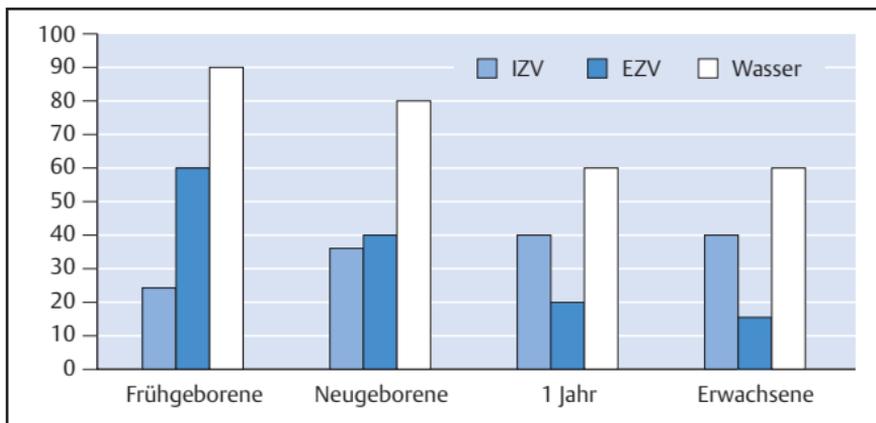


Abb. 1.2 Wassergehalt des Körpers (IZV = Intrazelluläres Volumen, EZV = extrazelluläres Volumen).

1.5 Zentrales und peripheres Nervensystem

Die Ausreifung des ZNS ist zum Zeitpunkt der Geburt noch lange nicht abgeschlossen, sie befindet sich in vollem Gang.

- **Schmerz:** Bereits ab der 22. SSW kann der Fetus Schmerz empfinden. Wiederholte schmerzhaft Impulse können zu neurobiologischen Veränderungen auf verschiedensten Ebenen des Schmerzsystems führen und sind von Geburt an konsequent zu vermeiden.
- Die **Blut-Hirn-Schranke** ist unvollständig ausgebildet und anfällig für Störungen.