

Peter P. Schmittenebeher
Dirk W. Sommerfeldt *Hrsg.*

Praxis der Kinder- und Jugend- traumatologie

2. Auflage

Praxis der Kinder- und Jugendtraumatologie

Peter P. Schmittenebeher · Dirk W. Sommerfeldt
(Hrsg.)

Praxis der Kinder- und Jugendtraumatologie

Mitherausgeber der 1. Auflage: Hans-Georg Dietz,
Peter Illing, Teddy F. Slongo

2. Auflage

 Springer

Hrsg.

Peter P. Schmittbecher
Kinderchirurgische Klinik
Klinikum, Karlsruhe
Karlsruhe, Deutschland

Dirk W. Sommerfeldt
Kinder- u. Jugendtraumatologie
AKK Altonaer, Kinderkrankenhaus gGmbH
Hamburg, Deutschland

ISBN 978-3-662-67352-2 ISBN 978-3-662-67353-9 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-67353-9>

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

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer-Verlag GmbH, DE, ein Teil von Springer Nature 2011, 2024

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Fritz Kraemer

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Wenn Sie dieses Produkt entsorgen, geben Sie das Papier bitte zum Recycling.

Vorwort zur 2. Auflage

Die erste Auflage der „Praxis der Kinder- und Jugendtraumatologie“ liegt 12 Jahre zurück. Das Werk ist im Kreis der kindertraumatologisch Aktiven gut angenommen worden, hat im Deutschen Ärzteblatt eine sehr positive Kritik erhalten und im Jahr 2013 die Georg-Friedrich-Stromeyer-Medaille der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) verliehen bekommen. Da man davon ausgeht, dass sich in der Medizin im Laufe eines Jahrzehnts relevante Veränderungen ergeben haben, halten wir den Zeitpunkt für gekommen, das Buch teils zu überarbeiten, teils neu zu konzipieren und den Lesern als 2. Auflage vorzulegen. Im vergangenen Jahrzehnt sind einige unserer Mit-Herausgeber und unserer Autoren in den Ruhestand gewechselt und/oder haben sich zurückgezogen, andere sind in die zweite Reihe gerückt, wieder andere sind unverändert und mit großem Engagement dabei, zudem wurde eine Reihe neuer Autoren integriert. Allen Autoren sei an dieser Stelle herzlich für Ihre Mitarbeit gedankt. Darüber hinaus bedanken sich die Herausgeber besonders bei den Senior-Herausgebern für die Beratung und Unterstützung bei der Konzeption der neuen Auflage.

Das Gros der Autoren entstammt der **Sektion Kindertraumatologie der DGU**. In dieser Sektion sind kindertraumatologisch interessierte Unfallchirurgen, traumatologisch interessierte Kinderchirurgen und im Traumabereich aktive Kinderorthopäden zum wissenschaftlichen und klinischen Austausch versammelt. Die Sektion ist die klinisch-wissenschaftliche Heimat der deutschen Kindertraumatologen und geht zurück auf die 1972 gegründete Arbeitsgemeinschaft (AG) Kindertraumatologie der DDR. Diese wurde seinerzeit von Kinderchirurgen und Unfallchirurgen gemeinsam ins Leben gerufen und galt als AG beider Fachgebiete. Nach der Wende wurde die AG von der DGU aufgenommen. Die von den Mitgliedern wiederholt gewünschte Verankerung in beiden Fachgesellschaften wurde leider nicht realisiert, es entstand zunächst zusätzlich eine eigene AG Kindertraumatologie in der Deutschen Gesellschaft für Kinderchirurgie (DGKCH), die jedoch später zugunsten einer Zusammenarbeit in der Sektion Kindertraumatologie der DGU ruhte. So entwickelte sich in der Sektion eine interdisziplinäre kollegiale Zusammenarbeit. Die Herausgeber haben die Sektion von 2009-2021 geleitet, die Autoren haben an vielen Stellen die Ergebnisse der Diskussionen und Publikationen der Sektion und vor allem ihres wissenschaftlichen Arbeitskreises in die Kapitel einfließen lassen.

Berufspolitisch hat die zuletzt beschlossene Novellierung der Musterweiterbildungsordnung keine substantielle Klärung der Frage erbracht, was einen **Kindertraumatologen** auszeichnen sollte. Der ursprüngliche Antrag der DGKCH auf Einrichtung einer Zusatzweiterbildung Kindertraumatologie, zu erwerben als Facharzt für Unfallchirurgie oder als Facharzt für Kinderchirurgie, wurde von der DGU wegen der drohenden zu großen Zahl an Zusatzweiterbildungen und dem Problem, hierfür auch die entsprechenden Weiterbildungsbefugnisse erhalten zu können, nicht unterstützt und in der Folge zurückgezogen. Danach waren die Kindertraumatologen beider Seiten jedoch weiterhin der Meinung, dass ein Qualifikationsnachweis über besondere kindertraumatologische Kenntnisse und Erfahrungen vorteilhaft sei. So wurde mit Unterstützung beider Fachgesellschaften das Konzept eines Zertifikats mit einem Curriculum geschaffen, das aus sechs zweitägigen Seminaren besteht und das in Verbindung mit einem OP-Katalog und einer mündlichen Prüfung zur Verleihung des

Zertifikats durch DGU und DGKCH führt. Die Jahre 2022 und 2023 sind geprägt worden durch die erstmalige Realisierung des gesamten Curriculums, wobei sich die Kursleiter und Instruktoren aus dem engen Kreis der Sektion rekrutierten. Erste Zertifikatsverleihungen stehen kurz bevor. Natürlich führt ein solches Zertifikat nicht zu einer Neu- oder Umverteilung von Patienten, es macht zunächst nur die intensive Beschäftigung des Zertifizierten mit den besonderen Herausforderungen der Kindertraumatologie deutlich. Ob es in der Folge Anerkennungen durch Landesärztekammer(n) oder Kostenträger geben wird, ist noch offen.

Gesundheitspolitisch stehen die Kindermedizin und damit auch die Kindertraumatologie nur selten im Fokus. Die Interessen der nicht wahlberechtigten und zahlenmäßig überschaubaren Klientel fließen vielleicht hier und da in die sprichwörtlichen Sonntagsreden ein, führen aber bisher nicht zu einer erkennbaren Akzeptanz der erforderlichen strukturellen und instrumentellen Vorhaltung für verschiedenste Altersgruppen. Die aufwändigere Betreuung und Pflege in der Kindermedizin und die differenzierte fachliche Qualifikation der Pflegenden erfordern eine kindgerechte und trotzdem kostendeckende ambulante und stationäre Abrechnungssystematik. Kindertraumatologen müssen hier den Schulterschluss mit den Kinderärzten und anderen kinderspezifischen Bereichen wie Kinderorthopädie oder Kinderradiologie suchen, um die Grundbedingungen für eine gute Behandlung ihrer Patienten immer wieder anzumahnen und einzufordern.

Basis guter Behandlung müssen dabei kindgerechte diagnostische Algorithmen, konservative und operative Vorgehensweisen und flexible Nachbetreuungskonzepte sein. Dieses Buch hat in der 2. Auflage erneut das Ziel verfolgt, nach der Darstellung der Grundlagen im Abschnitt I in den folgenden Abschnitten die Körperhöhlen- und Stammverletzungen (II) ebenso darzulegen wie die Verletzungen der oberen (III) und unteren Extremität (IV) und im Abschnitt V auf besondere Verletzungsmodalitäten einzugehen.

Die Umsetzung dieser Inhalte ist sicher flächendeckend (noch) nicht ausreichend erfolgt und die Realisierung kindgerechten Vorgehens (noch) nicht überall verbreiteter Standard. Vorgehensweisen mit dem Argument eines lange geübten und immer erfolgreichen Verfahrens übersehen, dass es im Kindesalter auch um die Möglichkeiten der wachstumsbedingten Spontankorrektur einerseits (keine Osteosynthese ist besser als eine überflüssige) sowie der Zugangsinvasivität andererseits (eine minimal-invasive Osteosynthese ist besser als eine maximal-invasive) geht. Zweifelsfrei sind bei Adoleszenten viele Verfahren der Erwachsenentraumatologie indiziert und sachgerecht, aber je jünger das Kind, umso weiter entfernt sind individuelle Wachstumsdynamik und Heilungsvoraussetzungen von der Erwachsenenmedizin. Entsprechende Hinweise sind durchgängig im Buch vorhanden und sollen helfen, die Behandlung unserer Patienten so effektiv und schonend wie möglich zu gestalten.

Kindertraumatologie ist Kindermedizin. Wie kaum ein anderer Bereich der Kindermedizin muss die Kindertraumatologie die zum Unfallzeitpunkt relevante Wachstumsdynamik des individuellen Organismus wahr- und ernst nehmen und in die Indikationsstellung und Therapie einfließen lassen. Die Entscheidungen und ihre Folgen müssen für ein langes Leben tragen. Um diese Entscheidungen möglichst optimal treffen zu können, bedarf es immer wieder der Orientierung. Diese zu geben haben sich die Herausgeber und Autoren der 2. Auflage der „Praxis der Kinder- und Jugendtraumatologie“ zur Aufgabe gemacht, um die Versorgungsqualität unserer Patienten kontinuierlich zu verbessern.

Abschließend ist es uns wichtig festzustellen, dass sich Herausgeber und Autoren der Vielfalt der Geschlechterrollen bewusst sind und diese respektieren. Allein die Kriterien der besseren Lesbarkeit haben uns nach langer Überlegung dazu bewogen, auf konsequentes Gendern zu verzichten und das generische Maskulinum zu verwenden.

P. P. Schmittenbecher
D. W. Sommerfeldt

Inhaltsverzeichnis

Teil I Grundlagen

1	Kinder und Jugendliche im Krankenhaus	3
	Hans-Georg Dietz	
2	Notfallmaßnahmen am Kind	9
	Markus Lehner, Clemens Silbereisen und Florian Hoffmann	
3	Grundlagen der Schmerzbehandlung des Kindes	27
	Martina Heinrich und Heike Kunze-Kronawitter	
4	Wachstumsphänomene und Korrekturmechanismen des wachsenden Skeletts	35
	Peter P. Schmittenbecher	
5	Grundlagen der konservativen Knochenbruchbehandlung	57
	Klaus Dresing	
6	Repositionstechniken	71
	Theddy F. Slongo	
7	Grundlagen der operativen Frakturbehandlung	103
	Ingo Marzi	
8	Bildgebung und Klassifikation von Verletzungen	121
	Theddy F. Slongo und Enno Stranzinger	

Teil II Schädel, Körperhöhlen, Stamm

9	Schädel-Hirn-Trauma	147
	Hans Christoph Bock und Steffen Berger	
10	Thoraxtrauma	171
	Philipp Szavay, Tobias Jhala und Hans-Georg Dietz	
11	Abdominaltrauma	197
	Justus Lieber und Jörg Fuchs	
12	Polytrauma und Mehrfachverletzungen	233
	Peter P. Schmittenbecher	

13	Wirbelsäule	245
	Paul F. Heini und Moritz C. Demel	
14	Beckenverletzungen	275
	Peter C. Strohm und Wolfgang Schlickewei	
15	Acetabulumverletzungen, Hüftluxation und Schenkelhalsfrakturen	289
	Theddy F. Slongo und Kai Ziebarth	
Teil III Obere Extremität		
16	Schultergürtel	329
	Ralf Kraus und Norbert M. Meenen	
17	Proximaler Oberarm und Schaft	341
	Hauke Rüter und Stephan David	
18	Distaler Humerus	357
	Dirk W. Sommerfeldt	
19	Proximaler Unterarm	401
	Peter P. Schmittenbecher	
20	Unterarmschaft	413
	Mike Oberle und Peter P. Schmittenbecher	
21	Distaler Unterarm	431
	Miriam Adrian und Lucas Wessel	
22	Hand	443
	Daniel M. Weber und Dirk W. Sommerfeldt	
Teil IV Untere Extremität		
23	Oberschenkelschaft	471
	Erol Gercek und Sven-Oliver Dietz	
24	Kniegelenk	483
	Francisco Fernandez, Oliver Loose und Stephan Rose	
25	Unterschenkel	529
	Hagen Schmal und Peter Illing	
26	Oberes Sprunggelenk	555
	Dorien Schneidmüller	
27	Fuß	569
	Philipp Schwerk, Peter Illing und Stefan Rammelt	

Teil V Sonstiges

28 Thermische Verletzungen	597
Ingo Königs und Clemens Schiestl	
29 Weichteilverletzungen	619
Isabelle Schnyder	
30 Körperliche Kindesmisshandlung	637
Christian Karpinski, Teddy F. Slongo und Guido Fitze	
31 Geburtstrauma	651
Benjamin Liniger und Martin M. Kaiser	
32 Pathologische Frakturen	663
Alexander S. Spiro	

Teil I
Grundlagen



Kinder und Jugendliche im Krankenhaus

1

Hans-Georg Dietz

Inhaltsverzeichnis

1.1	Einleitung	3
1.2	Team	4
1.3	Umfeld	4
1.4	Kommunikation	5
1.5	Eindrücke	6
1.6	10-Punkte-Programm »Das Kind im Krankenhaus«	6
	Literatur	7

Zusammenfassung

Ein Krankenhausaufenthalt bedeutet immer eine außergewöhnliche physische und psychische Belastung für Patienten und Angehörige. Während Erwachsene die Situation durchaus intellektuell verarbeiten können, stellt die Aufnahme in eine Klinik insbesondere in Notfällen für Kinder und Jugendliche eine außergewöhnliche Belastung dar. Auch wenn in einem 10-Punkte-Programm der europäischen Konvention von 1988 ein strukturelles Gerüst skizziert worden war, wie eine Kinderklinik auf die Bedürfnisse ausgerichtet sein sollte, ist dies leider häufig auch heute noch nicht realisiert beziehungsweise wird sogar konterkariert. Es ist die Aufgabe einer modernen und aufgeklärten Gesellschaft und deren gewählter Vertreter, diese strukturellen Voraussetzungen für Krankenhäuser zu schaffen, damit eine kindgerechte Versorgung durch Spezialisten ermöglicht wird. In kurzen Abschnitten werden die Grundvoraussetzungen formuliert, die Eingang in die Krankenhausplanung der Zukunft finden müssen. Bedauerlicherweise hat auch heute die klinische stationäre Versorgung von Kindern und Jugendlichen noch nicht den Stellenwert, der ihr gebührt!

1.1 Einleitung

Während erwachsene Patienten nach Unfällen die ungewohnte und zum Teil sogar bedrohliche Atmosphäre eines Krankenhauses intellektuell begreifen und verarbeiten können, ist dies für jüngere Kinder nahezu unmöglich. Zu der physischen und psychischen Ausnahmesituation des Unfalls, der Verletzung und der Schmerzen kommt nun die völlig ungewohnte Umgebung eines Krankenhauses mit all seinen Strukturen auf das verletzte Kind zu. Um auch die Belastung für die Psyche des Kindes so gering wie möglich zu halten, ist ein perfekt strukturiertes **Krankenhaus für Kinder und Jugendliche** mit allen modernen Optionen der Versorgung, Betreuung und Unterhaltung von außerordentlicher Wichtigkeit. Eine unverzügliche und vollständige Einbindung der Eltern oder der nächsten Bezugspersonen ist in der psychisch schwierigen Aufnahmesituation ebenso wie in der extrem belasteten perioperativen Phase von herausragender Bedeutung. Jedes Fernhalten der Eltern oder Bezugspersonen während diagnostischer Maßnahmen und therapeutischer Manipulationen muss vermieden werden, denn diese produzieren Angst und führen zu bleibenden negativen Erinnerungen an den Krankenhausaufenthalt.

Während wir, die Autoren und Herausgeber, zum Zeitpunkt der Drucklegung der 1. Auflage dieses Buches noch der Meinung waren, dass sich die Situation der Krankenhäuser und dann vor allem auch die Situation für Kinder in den Kliniken Schritt für Schritt verbessern und optimieren würde, ist dies in der Realität bisher leider nicht gesche-

H.-G. Dietz (✉)
Deisenhofen, Deutschland
E-Mail: Hans-Georg.Dietz@med.uni-muenchen.de

hen. Gesellschaftliche, politische und ökonomische Vorgaben und Zwänge haben sogar zu einer Verschlechterung der Versorgungssituation geführt. Es wird die Aufgabe für die Zukunft sein, diesbezüglich Korrekturen und Verbesserungen anzumahnen, zu fordern und zu gestalten. Ein Stillstand in der Innovation führt zu Qualitätsverlust, der inakzeptabel ist.

1.2 Team

Die Behandlung von unfallverletzten Kindern und Jugendlichen muss durch Spezialisten der Kinder- und Jugendtraumatologie erfolgen. Sowohl Kinderchirurgen als auch Unfallchirurgen sind nach Weiterbildung und spezifischer Fortbildung in der Lage, verletzte Kinder zu behandeln und sie zusammen mit deren Familien zu betreuen. Seit 2022 gibt es hierzu das Zertifikat „Kindertraumatologie“, das gemeinsam von den beiden Fachgesellschaften Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) und Deutsche Gesellschaft für Kinderchirurgie (DGKCH) verliehen wird. Als weitere ärztliche Spezialisten sind Kinderneurochirurgen, Kinderorthopäden, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen, HNO-Ärzte und Augenärzte mit in das Behandlungsteam einzubeziehen.

Eine herausragende Bedeutung kommt den Kinderanästhesisten zu. Da auch heute noch eine strukturierte Weiterbildung für Kinderanästhesie fehlt, haben sich an den führenden Zentren der Kindermedizin Kollegen der Anästhesie spezialisiert und sind somit hervorragend geeignet, die **verunfallten Kinder und Jugendlichen** zu betreuen.

Eine wesentliche Rolle spielen auch die Kollegen der Kinderradiologie (Röntgen, CT, Kernspintomographie und Nuklearmedizin). Hier muss eine kindgerechte Geräteausstattung unter dem wesentlichen Aspekt des Strahlenschutzes vorliegen und qualifiziertes Personal (Ärzte, MTRA) vorhanden sein, das die Möglichkeiten und Notwendigkeiten der modernen Diagnostik kennt, um exakte Diagnosen unter Berücksichtigung der Besonderheiten des Kindesalters zu stellen.

Unabdingbar ist in einem traumatologisch aktiven Zentrum für Kindermedizin auch die spezifische Intensivmedizin, die in unterschiedlichen Organisationsstrukturen von Kinderchirurgen, Pädiatern, Kinderanästhesisten oder interdisziplinär verantwortet wird. Während in der Versorgung des schwerverletzten Kindes die Zusammenarbeit mit Pädiatern verschiedenster Subspezialisierung (z. B. Kinderneurologie, Kinderkardiologie u. a.) zwingend erforderlich ist, kann die kindertraumatologische Grund- und Regelversorgung durchaus auch an Krankenhäusern ohne Pädiatrie erfolgen.

Ein weiterer Garant für die optimale Versorgung der Kinder ist die Pflege, und auch hier ist eine Spezialisierung



Abb. 1.1 Klinik-Clowns am Krankenbett helfen, die Stresssituation zu überwinden

weiterhin vorzuhalten. Hervorragend für die Pflege der Kinder waren die Gesundheits- und Kinderkrankenpflegekräfte nach ihrer dreijährigen Ausbildung geeignet. Die bereits jetzt erkennbaren Verschlechterungen nach der Einführung der generalistischen Pflegeausbildung mit deutlich reduzierter pädiatrischer Fachlehre auch in der sogenannten pädiatrischen Vertiefung der Ausbildung werden leider die Pflegequalität einschränken. Für die Pflege schwerverletzter Kinder ist mindestens der strukturierte Erfahrungserwerb über die pädiatrische Vertiefung hinaus zu fordern.

Eine kindgerechte Physiotherapie ist ebenfalls unabdingbar, da hier spezielle Konzepte gefordert sind. Der vor Ort tätige Sozialdienst sorgt für die Einleitung einer kindgerechten Rehabilitation. Bei Schulunfällen soll frühzeitig der seit einiger Zeit etablierte Reha-Manager der zuständigen Unfallkasse oder Berufsgenossenschaft eingeschaltet werden.

Abgerundet wird die Betreuung durch Beschäftigungstherapie, Spieltherapie, Krankenhausschule und evtl. Klinik-Clowns (Abb. 1.1).

1.3 Umfeld

Im Weißbuch der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie zur Schwerverletztenversorgung ist der Begriff des „Kindertraumatologischen Referenzzentrums“ verankert worden, damit die schwerverletzten Kinder von Anfang an kindgerecht und „aus einer Hand“ behandelt und betreut werden. Entsprechend wurden im Bereich der Berufsgenossenschaften auch die Verletzungsartenverfahren VAV und SAV mit kinderspezifischen Differenzierungen versehen.

Grundsätzlich müssen Kliniken, die verletzte Kinder und Jugendliche behandeln, den medizinischen Notwendigkei-



Abb. 1.2 Narkoseeinleitung eines Säuglings in Anwesenheit der Mutter

ten, aber unbedingt auch den allgemeinen Bedürfnissen der zu behandelnden Kinder gerecht werden.

Bereits die Notaufnahme ist so zu gestalten, dass neben den Möglichkeiten, alle Altersstufen entsprechend behandeln zu können, auch für Eltern ausreichend Raum geschaffen ist, ihre Kinder bei allen diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen, die nicht in Allgemeinnarkose stattfinden, zu begleiten. Selbstverständlich sind entsprechende Raumkonzepte auch auf den Stationen vorzuhalten; wünschenswert sind die gemeinsame Unterbringung der jeweiligen Altersgruppen, um dort deren spezifische Kommunikation zu fördern, dazu Spielzimmer für die Jüngeren.

Wichtige Bereiche im Operationstrakt sind Einleitungs- und Aufwachräume. Diese sind so zu gestalten, dass Eltern ihre Kinder zur Narkoseeinleitung begleiten und in der Phase des Aufwachens aus der Narkose bereits neben ihren Kindern am Krankenbett verweilen können (Abb. 1.2 und 1.3). Notwendig sind weiterhin Aufenthalts- und Warterräume für Eltern, deren Kinder gerade operiert werden (Abb. 1.4).

1.4 Kommunikation

Ein entscheidender Faktor in der Kinderklinik ist die altersadäquate Kommunikation. Die Information der Kinder und deren Eltern entsprechend dem Alter und der Verständigungsmöglichkeit sind von herausragender Bedeutung für einen positiven Verlauf. Informationen über die immer dringlich gebotene initiale Schmerztherapie helfen, hier ein Grundvertrauen zu schaffen. Die Mitteilung über die weiteren Maßnahmen und die durchzuführenden operativen Eingriffe mit deren möglichen Risiken und Alternativen im Rahmen eines ausführlichen Aufklärungsgesprächs haben



Abb. 1.3 Aufwachraum: in entspannter Atmosphäre mit Krankenschwester und Eltern die postoperative Phase erleben



Abb. 1.4 Wartezimmer einer Kinderklinik mit entsprechendem Mobiliar und Spielzeug

leider nicht immer den hohen Stellenwert, der diesen Maßnahmen zukommen müsste. Immer ist so früh wie möglich über die Prognose der Verletzung mit den Kindern und den Eltern zu sprechen, um hier nicht falsche oder nicht zu erfüllende Erwartungen entstehen zu lassen.

1.5 Eindrücke

Die Bewältigung des Krankenhausaufenthaltes für Kinder ist auch Gegenstand von sehr wichtigen Publikationen gewesen (Frank 1995, 1997; Siegl 1988). Das Ausmaß der Bewältigung der Gesamtsituation von Unfallereignis und stationärem Aufenthalt bis zur Entlassung hängt von „Coping“-Strategien und der Genauigkeit der Informationen ab. Das Trauma des Unfallereignisses bzw. auch der Krankenhaussituation kann bereits während des stationären Aufenthaltes durch Motivation und Hilfestellung durch das psychosoziale Team bearbeitet werden. Abb. 1.5 zeigt die bildliche Verarbeitung des Unfallgeschehens durch Kinder im Alter von 6–12 Jahren.

Eine beachtenswerte Studie zu den Wünschen und Bedürfnissen der Kinder im Krankenhaus stammt von M. Foster et al. (2019). In dieser Untersuchung an 193 schulpflich-

tigen Kindern wurden die wichtigsten Bedürfnisse kranker Kinder und Jugendlicher formuliert:

1. „Zu wissen, dass ich in Sicherheit bin und versorgt werde.“
2. „Nachts schlafen zu können.“
3. „Krankenhauspersonal, das mir zuhört“
4. „Orte für Eltern, an denen sie essen und trinken können.“
5. „Meine Mutter, meinen Vater oder meine Familie da zu haben, damit sie sich um mich kümmern können.“

1.6 10-Punkte-Programm »Das Kind im Krankenhaus«

Die erste europäische »Kind im Krankenhaus«-Konferenz hat 1988 ein 10-Punkte-Programm verabschiedet, das ein Kinderkrankenhaus unbedingt erfüllen sollte:



Abb. 1.5 Kinder malen ihre Unfälle. **a** Fahrradsturz in Unterführung, 13 Jahre alt. **b** Fahrradsturz, 7 Jahre alt. **c** Schlittenunfall, 9 Jahre alt. **d** Sturz beim Skifahren, 13 Jahre alt

1. Kinder sollen nur dann in ein Krankenhaus aufgenommen werden, wenn die medizinische Behandlung, die sie benötigen, nicht ebenso gut zu Hause oder in einer Tagesklinik erfolgen kann.
2. Kinder im Krankenhaus haben das Recht, ihre Eltern oder eine andere Bezugsperson jederzeit bei sich zu haben.
3. Bei der Aufnahme eines Kindes ins Krankenhaus soll allen Eltern die Mitaufnahme angeboten werden, und ihnen soll geholfen und sie sollen ermutigt werden zu bleiben. Für Eltern sollen keine zusätzlichen Kosten oder Einkommenseinbußen entstehen. Um an der Pflege ihres Kindes teilnehmen zu können, sollen Eltern über die Grundpflege und den Stationsalltag informiert werden. Ihre aktive Teilnahme daran soll unterstützt werden.
4. Kinder und Eltern haben das Recht, in angemessener Art ihrem Alter und ihrem Verständnis entsprechend informiert zu werden. Es sollen Maßnahmen ergriffen werden, um körperlichen und seelischen Stress zu mildern.
5. Kinder und Eltern haben das Recht, in alle Entscheidungen, die ihre Gesundheitsfürsorge betreffen, einbezogen zu werden. Jedes Kind soll vor unnötigen medizinischen Behandlungen und Untersuchungen geschützt werden.
6. Kinder sollen gemeinsam mit Kindern betreut werden, die von ihrer Entwicklung her ähnliche Bedürfnisse haben. Kinder sollen nicht auf Erwachsenenstationen aufgenommen werden. Es soll keine Altersbegrenzung für Besucher von Kindern im Krankenhaus geben.
7. Kinder haben das Recht auf eine Umgebung, die ihrem Alter und ihrem Zustand entspricht und die ihnen umfangreiche Möglichkeiten zum Spielen, zur Erholung und Schulbildung gibt. Die Umgebung soll für Kinder geplant, möbliert und mit Personal ausgestattet sein, das den Bedürfnissen von Kindern entspricht.
8. Kinder sollen von Personal betreut werden, das durch Ausbildung und Einfühlungsvermögen befähigt ist, auf die körperlichen, seelischen und entwicklungsbedingten Bedürfnisse von Kindern und ihren Familien einzugehen.
9. Die Kontinuität in der Pflege kranker Kinder soll durch ein Team sichergestellt sein.
10. Kinder sollen mit Takt und Verständnis behandelt werden und ihre Intimsphäre soll jederzeit respektiert werden.

Literatur

<http://www.kindergesundheit-info.de>

- Foster M, Whitehead L, Arabiat D (2019) Development and validation of the needs of children questionnaire: an instrument to measure children's selfreported needs in hospital. *J Adv Nurs* 75(10):2246–2258
- Frank R (1995) Kinderärztliche, kinderpsychiatrische Untersuchungen an misshandelten und vernachlässigten Kindern und deren Familien. Eine prospektive Untersuchung an einer Kinderklinik. Unveröffentlichte Habilitationsschrift, München
- Frank R (1997) Soziale Aspekte – Das Kind im Krankenhaus. In: Dietz HG, Schmittenbecher P, Illing P (Hrsg) *Intramedulläre Osteosynthese im Wachstumsalter*. Urban & Schwarzenberg, München
- Siegl LJ (1988) Measuring childrens adjustment to hospitalisation and to medical procedures. In: Karoly P (Hrsg) *Handbook of child health assessment*. Wiley series on health psychology. Wiley, New York, S 265–302



Notfallmaßnahmen am Kind

2

Markus Lehner, Clemens Silbereisen und Florian Hoffmann

Inhaltsverzeichnis

2.1	Einführung	10
2.2	Grundprinzipien der präklinischen pädiatrischen Notfallmedizin	10
2.3	Notfallmedizinische Maßnahmen und Hilfsmittel	11
2.3.1	Klinische Untersuchung	11
2.3.2	Prähospitales Atemwegsmanagement	11
2.3.3	Medikamentöse Therapie im Notfall	14
2.3.4	Kreislaufmanagement	15
2.3.5	Lagerung und Schienung	20
2.3.6	Auswahl der Zielklinik	20
2.3.7	Transport	20
2.4	Spezielle Notfallmedizin im Kindesalter	22
2.4.1	Schädel-Hirn-Trauma	22
2.4.2	Thoraxverletzungen	22
2.4.3	Abdominalverletzungen	23
2.4.4	Extremitätenverletzungen	23
2.4.5	Polytraumaversorgung	23
2.4.6	Thermische Verletzungen	24
	Literatur	25

Zusammenfassung

Unfälle sind die häufigste Ursache für Invalidität oder Tod im Kindesalter, obwohl das Risiko für Kinder, im Straßenverkehr zu verunfallen, gesunken ist. Die adäquate Notfallversorgung von Kindern erfordert nicht nur vom Rettungsdienstpersonal, sondern auch von den behandelnden Notärzten ein spezielles Fachwissen. Die Anlage eines peripher-venösen Zugangs, die Applikation von Medikamenten und nicht zuletzt die endotracheale Intubation bereiten einem Notarzt in dieser Altersgruppe nicht selten erhebliche Probleme. Es ist das Ziel, das

schwerverletzte Kind unter Sicherstellung einer ausreichenden Oxygenierung und eines ausreichenden Organperfusionsdruckes rasch in ein pädiatrisches Notfallzentrum zu bringen. Dabei folgen die Sicherung des Atemweges (Maske, Larynxmaske) und die Stabilisierung der Herz-Kreislauf-Funktion spezifischen pädiatrischen Algorithmen. Unverzichtbar ist hierzu ein parenteraler Zugang. Die erforderliche Analgesie nach Trauma ist ab dem Schulkindalter die häufigste Indikation für einen Notarzteeinsatz beim Kind. Hier kommt der intranasalen Verabreichung von Analgetika ein hoher Stellenwert zu. Zielgrößen der präklinischen Volumentherapie sind eine warme und offene Peripherie mit einer Rekapillarierungszeit von weniger als zwei bis drei Sekunden, ein altersentsprechend normaler Blutdruck sowie die Normalisierung der schockbedingten Tachykardie. Die initiale Volumentherapie erfolgt durch kristalloide Lösungen wie z. B. Vollelektrolyt-Lösung, Ringer-Acetat etc. Die häufigste Ursache für eine Reanimationssituation im Kindesalter ist ein respiratorisches Versagen. Die Bergung des Trauma-Patienten erfolgt achsengerecht ggf. mittels

M. Lehner (✉)

Luzerner Kantonsspital, Luzern, Schweiz

E-Mail: markus.lehner@luks.ch

C. Silbereisen · F. Hoffmann

Dr. von Haunersches Kinderspital, München, Deutschland

E-Mail: clemens.silbereisen@med.uni-muenchen.de

F. Hoffmann

E-Mail: Florian.Hoffmann@med.uni-muenchen.de

Schaukeltrage. Die Behandlung schwerverletzter Kinder sollte in einem überregionalen Traumazentrum erfolgen, das über eine spezielle Expertise für Kinder und eine Kinderintensivstation verfügt.

2.1 Einführung

Die Neugeborenensterblichkeit ist in den Industrieländern im Verlauf der vergangenen Jahrzehnte deutlich zurückgegangen. Somit sind Unfälle die häufigste Ursache für Invalidität oder Tod im Kindesalter. Etwa 13,9 % der in Deutschland lebenden Kinder unter 15 Jahren ziehen sich jährlich eine Unfallverletzung zu, die ärztlich versorgt werden muss (Robert Koch-Institut 2019). Die aktuellen Erhebungen des Statistischen Bundesamtes zeigen, dass bei Kindern Unfälle im Straßenverkehr in den letzten knapp 50 Jahren deutlich zurückgegangen sind: Im Jahr 1978 – hier liegen erstmals Zahlen für Gesamtdeutschland vor – verunglückten mehr als dreimal so viele Kinder wie im Jahr 2021 und 30-mal so viele starben. Von 22.540 im Jahr 2021 im Straßenverkehr verunglückten Kindern < 15 Jahren kamen 49 ums Leben. Das Risiko für Kinder, im Straßenverkehr zu verunfallen, ist von 468 auf 194/100.000 Kinder gesunken, das Sterberisiko für Kinder unter 15 Jahren von 94 auf 4 Kinder/1 Mio. Einwohner (Statistisches Bundesamt 2023).

Bezogen auf das gesamte Einsatzaufkommen im Notarztendienst handelt es sich in etwa 5 % der Fälle um Notfälle bei Kindern (Bernhard et al. 2011). Nach aktuellen Zahlen liegen die Kindernotfälle in der Luftrettung mit 10 % etwas höher (Eimer et al. 2023). Die traumatologischen Notfälle im Kindesalter betragen im Kindernotarztendienst München 12,6 % der Einsätze (Bayerl 2007).

- Gerade diese relativ seltenen Notfälle mit Kindern stellen die behandelnden Rettungsteams immer wieder vor große Herausforderungen.

Pädiatrische Patienten sind die anspruchsvollste Patientengruppe im Rettungsdienst. Die adäquate Notfallversorgung von Kindern erfordert nicht nur vom Rettungsdienstpersonal, sondern auch von den behandelnden Notärzten ein spezielles Fachwissen, besondere Fertigkeiten und einen routinierten Umgang mit den jungen Patienten und nicht zuletzt auch mit deren Eltern. Erschwerend kommt hinzu, dass ein stabiler Zustand plötzlich und ohne Vorwarnung dekomensieren kann. Die kardio-respiratorischen Reserven sind umso geringer (im Vergleich zu einem Erwachsenen), je jünger die Patienten sind.

- Durch das kompensationsfähige Gefäßsystem können bis zu einem Blutverlust von 25 % noch tabellarische Norm-

werte von Herzfrequenz, Blutdruck und Sauerstoffsättigung gemessen werden, ehe »plötzlich das manifeste und schwer beherrschbare Vollbild des Volumenmangelschocks eintritt« (Kretz und Beushausen 2002).

Während die Versorgung eines atem- und kreislaufinsuffizienten Erwachsenen eine Routineaufgabe im Rettungsdienst darstellt, gilt die Reanimation eines Kleinkindes oder gar eines Neugeborenen für den einzelnen Notarzt als extreme Ausnahmesituation. Selbst ein in der Notfallversorgung erfahrener Notarzt kann daher nur selten auf einen eigenen umfassenden Erfahrungsschatz in der pädiatrischen Notfallmedizin zurückgreifen (Eich et al. 2009; Landsleitner et al. 2022).

2.2 Grundprinzipien der präklinischen pädiatrischen Notfallmedizin

Die Anlage eines peripher-venösen Zugangs, die Applikation von Medikamenten und nicht zuletzt die endotracheale Intubation bereiten einem Notarzt in dieser Altersgruppe nicht selten erhebliche Probleme. Diese Maßnahmen erfordern sehr viel Training, über das auch ein in der Kindermedizin tätiger Arzt nur verfügt, wenn er in der pädiatrischen Intensivmedizin, Kinderanästhesie, Neonatologie oder institutionellen Kinderchirurgie tätig ist. Gerade unter den mitunter schwierigen Bedingungen der prähospitalen Notfallmedizin ist und bleibt die endotracheale Intubation auch bei großer Routine insbesondere im Kindesalter eine anspruchsvolle Maßnahme, welche gut abgewogen werden muss und nur von entsprechend geschulten und erfahrenen Notärzten durchgeführt werden sollte (Hansen et al. 2016).

Trotz der sehr geringen Fallzahlen sollten verunfallte Kinder mit einem Höchstmaß an medizinischem Wissen und Fertigkeiten notfallmedizinisch versorgt und transportiert werden. Im Jahre 2020 konnte die erste interdisziplinär konsenterte Leitlinie zur Polytraumaversorgung im Kindesalter publiziert werden (Schmittenebecher et al. 2020). In dieser S2k-Leitlinie („Polytraumaversorgung im Kindesalter“) finden sich für die Präklinik Versorgungsstrategien, welche dem jeweiligen Rettungsmittel Freiheiten in der Versorgung hinsichtlich der jeweiligen (Team-)Ressourcen lassen.

Ziel ist es, das schwerverletzte Kind unter Sicherstellung einer ausreichenden Oxygenierung und eines ausreichenden Organperfusionsdruckes rasch in ein pädiatrisches Notfallzentrum zu bringen. Hypoxie und Hypotonie sind die beiden Faktoren, die das Outcome insbesondere beim Schädel-Hirn-Trauma entscheidend negativ beeinflussen können (Kannan et al. 2018; Spaite et al. 2017).

2.3 Notfallmedizinische Maßnahmen und Hilfsmittel

- ▶ Die Sicherung des Atemweges und die Stabilisierung der Herz-Kreislauf-Funktion folgen spezifischen pädiatrischen Algorithmen.

Abgesehen hiervon sollte die Abfolge der Behandlung beim (Poly-)Trauma-Patienten vergleichbar mit der für das Erwachsenenalter propagierten Abfolge nach dem ABCDE-Schema erfolgen (Schmittbecher et al. 2020). Sie unterscheiden sich lediglich durch die Größenverhältnisse der Patienten. Jede einzelne der ab Abschn. 2.3.1 ff. aufgeführten Notfallmaßnahmen setzt deren exakte Durchführung sowie Kenntnis über alternative Verfahren und Hilfsmittel voraus.

2.3.1 Klinische Untersuchung

Zu Beginn der Notfallversorgung steht neben der Erfassung einer kurzen Anamnese unter Berücksichtigung des Unfallmechanismus die klinische Untersuchung. Je jünger das Kind ist, desto schwieriger ist die direkte Kommunikation. Über die Beobachtung der Spontanmotorik ergeben sich Hinweise auf mögliche Verletzungen. Die klinische Untersuchung umfasst im Rahmen der Evaluation nach dem ABC-Algorithmus (Abb. 2.1) die Erhebung der Vitalparameter: Herzfrequenz, Atemfrequenz und Sauerstoffsättigung im Blut. Die nichtinvasive Blutdruckmessung gestaltet sich insbesondere bei Kleinkindern und Säuglingen schwierig, da häufig nicht die richtige Manschettengröße zur Verfügung steht und die Kinder während der Messung ihre Extremität bewegen.



Abb. 2.1 ABC-Algorithmus zum Vorgehen beim kritisch kranken Kind

- ▶ Deshalb kommt der Beurteilung der Rekapillarierungszeit („Rekap-Zeit“) große Bedeutung zu, um eine rasche Aussage über die Kreislaufsituation zu erhalten.

Die Rekapillarierungszeit – gemessen nach Ausdrücken der Fingerbeere oder Druck prästernal oder über der Stirn – sollte unter zwei Sekunden betragen. Spätestens ab einer Rekapillarierungszeit größer als drei Sekunden kann von einem manifesten Schockgeschehen ausgegangen werden. Im Anschluss daran muss beim stabilen Patienten eine standardisierte Untersuchung durchgeführt werden, die neben der Inspektion auch Auskultation und Palpation der Organsysteme beinhaltet. Der instabile Patient wird gemäß dem ABCDE-Schema „*treat first what kills first*“ evaluiert und behandelt. Für die spätere Einschätzung des Verletzungsausmaßes in der Klinik ist es entscheidend, den ersten klinischen Befund einschließlich GCS/AVPU-Score und Pupillomotorik exakt auf dem Notarzteinsatzprotokoll zu dokumentieren.

2.3.2 Prähospitales Atemwegsmanagement

- ▶ Das Ziel aller notärztlichen AB-Maßnahmen muss sein, in der Klinik ein stabiles Kind mit guter Sauerstoffsättigung und normwertigem $p\text{CO}_2$ zu übergeben. In der Regel lässt sich dieses Ziel mittels nichtinvasiver Maßnahmen erreichen.

Die meisten respiratorischen Notfälle sind mit Inhalation von Sauerstoff und Beta-Mimetika sowie oraler oder rektaler Medikamentenapplikation beherrschbar. Dennoch kann es zu Situationen kommen, in denen invasives Atemwegsmanagement erforderlich ist (Tab. 2.1).

- ▶ Da ein fehlgeschlagenes Atemwegsmanagement rasch zu Hypoxie, Bradykardie und Kreislaufstillstand führt, müssen Risiko und Nutzen der Maßnahmen gegeneinander abgewogen werden.

Bei Ärzten, die keine Routine in der endotrachealen Intubation (ETI) haben, sind nur ca. 66 % der Intubationsversuche erfolgreich (Bernhard et al. 2012).

- ▶ Daher soll die endotracheale Intubation primär nur von Personen angestrebt werden, die hierfür ausgebildet wurden und als Experten gelten.

Nach derzeit vorliegenden Studiendaten zur Lernkurve und zu dem Erfolg einer Intubation müssen mindestens 100 ETI zum Erlernen der Technik unter Aufsicht durchgeführt und dokumentiert worden sein. Nachfolgend sind mindestens

Tab. 2.1 Mögliche Indikationen für invasives Atemwegsmanagement

- Respiratorische Insuffizienz, mit konservativen Maßnahmen nicht beherrschbar
- Verlust der Schutzreflexe, Aspirationsgefahr
- Gestörtes Atemmuster (Status epilepticus, CO₂-Retention nach SHT, Intoxikation)
- Gestörte Atemmechanik (Pneumothorax, Zwerchfellruptur bei Trauma)
- Drohende Verlegung der Atemwege (Schwellung bei Inhalationstrauma, Anaphylaxie, Verbrühung/Verbrennung im Gesicht)
- SHT III°, Polytrauma-Patient mit AB-Problem
- Reanimation

zehn ETI pro Jahr zum Aufrechterhalten der Qualifikation erforderlich (Timmermann et al. 2019).

Somit ist im Atemwegsmanagement beim kritisch kranken, verunfallten Kind der Stellenwert der alleinigen **Maskenbeatmung und der Einsatz der Larynxmaske** als supraglottische Atemwegshilfe (SGA) zu betonen, da diese Maßnahmen mit weniger Risiko ermöglichen, die Ziele Oxygenierung und suffiziente Ventilation zu erreichen.

2.3.2.1 Maskenbeatmung, Larynxmaske

Neben der Beutel-Masken-Beatmung (Plan A) hat sich für das erweiterte Atemwegsmanagement der Einsatz der Larynxmaske als Plan B etabliert. Wie bei der Intubation sind auch hier die Einleitung einer Narkose und eine Relaxierung obligat, wofür dringend die Anwendung von Notfalltabellen (Medikamentendosierung? Maskengröße?) empfohlen wird.

Bei Kindern führt eine Maskenbeatmung mit optimierter Lagerung (Abb. 2.2), doppeltem C-Griff (2-Personen-Maskenbeatmung) mit beidhändigem Esmarchgriff (Abb. 2.3), passendem Guedeltubus (Anpassung der Größe; Abb. 2.4), hohem FiO₂ und sanfter Deflation des Ambubeutels zum Erfolg.

Gemäß der S1-Leitlinie „Prähospitaler Atemwegsmanagement“ gilt die Maskenbeatmung als Plan A und der supraglottische Atemweg (SGA) als Plan B (Timmermann et al. 2019). Zur Frage, ob Larynxmaske (LMA) oder Larynxtrachealtubus beim Kind verwendet werden sollen, äußern sich die Fachgesellschaften eindeutig:

- ▶ Aufgrund der wissenschaftlichen Datenlage, der großen klinischen Erfahrung mit der LMA und der Unwirtschaftlichkeit einer Doppelvorhaltung kann derzeit nur die Larynxmaske empfohlen werden (Keil et al. 2016).

Vor einem Einsatz im Notfall sollen mindestens 45 extraglottische Atemwege an Patienten unter kontrollierten Bedingungen und unter Anleitung zum Erlernen der Technik



Abb. 2.2 Maskenbeatmung mit optimierter Lagerung



Abb. 2.3 2-Personen-Maskenbeatmung mit doppeltem C-Griff und beidhändigem Esmarchgriff

realisiert werden (Abb. 2.5 und 2.6). Die Technik soll jährlich mindestens dreimal rekapituliert werden, um den Erfahrungsstand aufrecht zu erhalten.



Abb. 2.4 Guedeltubus (Anpassung der Größe: Schneidezähne bis Kieferwinkel)



Abb. 2.6 Nachdem die Larynxmaske bis zum Erreichen eines federnden Widerstands vorgeschoben wurde, ist die Beatmung sofort möglich



Abb. 2.5 Einführen der Larynxmaske, ggf. muss die Spitze nach kaudal dirigiert werden

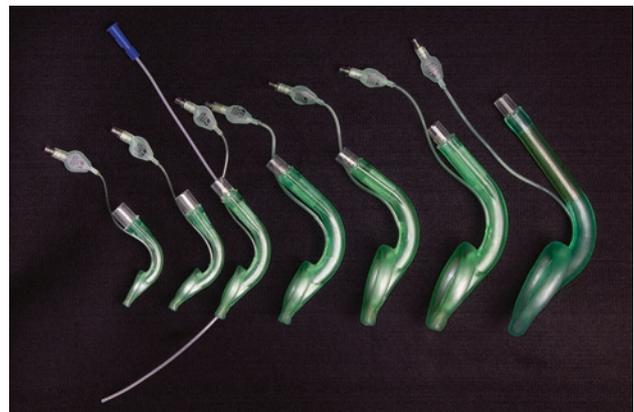


Abb. 2.7 Larynxmasken in verschiedenen Größen mit gastraler Absaugmöglichkeit

Prähospital soll ein Modell mit gastraler Absaugmöglichkeit verwendet werden (2. Generation) (Abb. 2.7).

Die LMA kann in der Regel so, „wie sie aus der Verpackung kommt“, eingelegt werden und muss nicht entblockt oder nachgeblockt werden. Im Gegensatz zum Tubus wird die Größe nicht nach Alter, sondern nach Gewicht ausgewählt (Tab. 2.2). Schon bei Frühgeborenen ab eineinhalb Kilogramm kommt die Beatmung mit einer LMA infrage.

Wichtig beim Einlegen der Larynxmaske ist, dass diese einen erheblichen Reiz darstellt und deshalb – gerade beim Kind mit Schädel-Hirn-Trauma – obligat die Einleitung einer Narkose und Relaxierung wie bei einer Intubation erfordert. Dies erleichtert die suffiziente Beatmung und reduziert die Gefahr der Regurgitation und Aspiration sowie des Anstiegs des Hirndrucks durch Pressen.

2.3.2.2 Endotracheale Intubation (ETI)

Bei vorhandener Kompetenz und Routine sowie zweifelsfreier Indikation kann in Einzelfällen auch die ETI den „Plan A“ darstellen. Entgegen der Situation mit Atemstillstand und daraus folgendem Kreislaufstillstand ist bei erhaltener Spontanatmung zuvor eine medikamentöse Narkoseeinleitung indiziert (Abschn. 2.3.5 ff.). Während der Vorbereitung der Materialien und Medikamente soll das Kind mit der höchstmöglichen Sauerstoffkonzentration präoxygeniert werden (Abb. 2.8).

Zur Größenauswahl müssen keine Formeln eingepreßt oder nachgeschlagen werden, denn auf der Rückseite der Tubusverpackung ist das geeignete Alter angegeben. Ab drei kg KG ist ein gecuffter (blockbarer) Tubus zugelassen und zu verwenden, denn so ist ein optimaler Aspirationschutz gewährleistet, und es wird keine Umintubation wegen Undichtigkeit erforderlich (Tab. 2.3 und 2.4).

Tab. 2.2 Größen LMA

Gewicht	Größe LMA
1,5–5 kg	1
5–10 kg	1,5
10–20 kg	2
20–30 kg	2,5
30–40 kg	3
Erwachsene Frauen	4
Erwachsene Männer	5

**Abb. 2.8** Präoxygenierung mit Reservoirmaske

Nach Narkoseeinleitung, Relaxierung und sanfter Zwischenbeatmung soll die Intubation mittels Videolaryngoskop erfolgen.

Es ist ein gerader Spatel (Säuglinge) und ab ca. einem Jahr ein gebogener Spatel (McIntosh-Spatel) zu verwenden, da im Gegensatz zu einem hyperangulierten Spatel auch eine direkte Sicht auf die Stimmbänder möglich ist, falls die Linse des Videolaryngoskops durch Sekret oder Blut verschmutzt ist. Immer muss der Beatmungserfolg klinisch (Thoraxexkursion, auskultatorisch seitengleiche Belüftung) und apparativ (Pulsyoxymeter und Kapnographie) verifiziert werden.

2.3.2.3 Medikamentöse Narkoseeinleitung beim Kind

Unverzichtbar ist ein parenteraler Zugang. Da prähospital die Entscheidung zur Narkoseeinleitung nur bei akuter vitaler Bedrohung gestellt werden soll, besteht nach Vorgaben

Tab. 2.3 Größen Endotrachealtuben

Alter	Tubusgröße
Frühgeborene	Gestationswoche geteilt durch 10, ungecufft
Reifgeborene, bis 9 Monate	3,0 mit Cuff
9 Monate–2 Jahre	3,5 mit Cuff
2–4 Jahre	4,0 mit Cuff
4–6 Jahre	4,5 mit Cuff
6–8 Jahre	5,0 mit Cuff
8–10 Jahre	5,5 mit Cuff
10–12 Jahre	6,0 mit Cuff

des German Resuscitation Councils (GRC) die Indikation, eine intraossäre Punktion durchzuführen (ERC 2021), falls die Erfolgchancen für einen i. v.-Zugang als gering erscheinen, bereits zwei Versuche erfolgten oder bereits mehr als fünf Minuten vergangen sind.

Optimale Intubationsbedingungen werden nur beim vollständig relaxierten Kind erreicht, daher sollte keinesfalls auf die Relaxation verzichtet werden (Tab. 2.5). Die bestmöglichen Bedingungen sind gewährleistet, wenn es weder zu Husten, Pressen oder Würgen noch zu einem Laryngospasmus aufgrund zu flacher Narkose und unzureichender Relaxierung kommt (Handlungsempfehlung zur RSI im Kindesalter 2007).

2.3.3 Medikamentöse Therapie im Notfall

Bei respiratorischen Notfällen ist meist eine inhalative Gabe von Sauerstoff und von Adrenalin und anderen β -Mimetika über eine Verneblereinheit ausreichend. Steroide, schwache Analgetika und Antipyretika können rektal verabreicht werden. Zur Durchbrechung von Krampfanfällen ist die nasale, bukkale und intramuskuläre Gabe von Benzodiazepinen möglich. Nachfolgend soll im Hinblick auf die Kindertraumatologie insbesondere die Schmerztherapie erläutert werden.

Analgo-Sedierung

Die erforderliche Analgesie nach Trauma (z. B. nach Fraktur oder Verbrühung) ist ab dem Schulkindalter die häufigste Indikation für einen Notarzteinsatz beim Kind.

Um überhaupt eine Schmerztherapie beginnen zu können, stellt sich die Frage nach der Verabreichungsart von Medikamenten, dem Legen eines i. v.-Zugangs und der gewichtsadaptierten Medikamentendosierung. Venen sind bei Kindern häufig schlecht sichtbar und Agitiertheit, Abwehrbewegungen, Unruhe oder vorangegangene Kühlung bei Verbrühungen erschweren das Legen eines i. v.-Zugangs.

Tab. 2.4 Vorbereitung und Durchführung der Narkoseeinleitung und Atemwegssicherung

- Oberkörper erhöht gelagert, Kopf unterpolstert (verbesserte Jackson-Position), falls Stiff-Neck angelegt wurde: Helfer öffnet ggf. bei erschwelter Mundöffnung Verschluss und gewährleistet während der Maßnahmen In-line-Stabilisierung der HWS
- Sicherer i.v.-Zugang; wenn nicht innerhalb von fünf Minuten und/oder zwei PVK-Versuchen anzulegen: i.o.-Zugang.
- Präoxygenierung mit möglichst dicht sitzender Reservoirmaske (Abb. 2.8)
- Monitoring etablieren. Ansonsten Priorität beim „lebhaften“ Kind: Sättigung > RR-Messung > EKG. Beim beatmeten Kind obligat: Kapnographie
- Sauger funktionsfähig und griffbereit.
- Frühzeitige Absprache über Einleitungsmedikamente, Dosierung, Verdünnung und Spritzengröße, LMA-, Masken-, Spatel- und Tubusgröße, Biegung Führungsstab (Abb. 2.9, 2.10).
- Zügiges Spritzen der Medikamente, um schnell eine tiefe Narkose zu gewährleisten.
- Präpubertär – trotz „Rapid Sequence Induction“ (RSI) – immer sanfte Zwischenbeatmung, bis die Intubationsbedingungen ideal sind. Aber auch bei älteren Kindern gilt: Oxygenierung geht vor Aspirationsschutz!
- Einlage der LMA bzw. videolaryngoskopische Intubation (Abb. 2.9, 2.10), Blocken des Cuffs
- Auskultation, Kapnographie, Kontrolle des Cuff-Drucks (15-20 cm H₂O)



Abb. 2.9 Optimale Sicht auf den Larynx mit Videolaryngoskop



Abb. 2.10 Endotracheal platzierter Tubus

- In diesen Situationen kommt der intranasalen Verabreichung von Analgetika ein hoher Stellenwert zu.

Die Spritze (idealerweise mit Luer-Lock-Gewinde) mit den vorbereiteten Medikamenten wird mit einem Aufsatz versehen und ermöglicht über Zerstäubung (Abb. 2.11) eine schnelle Aufnahme über die Nasenschleimhaut. Der Inhalt wird auf beide Nasenlöcher verteilt (Abb. 2.12). Um möglichst wenig Volumen applizieren zu müssen, sollen hochkonzentrierte Lösungen verwendet werden (Tab. 2.6). Der Wirkungseintritt ist vergleichbar schnell wie nach intravenöser Medikamentengabe. Falls überhaupt notwendig, kann

nach initialer nasaler Analgesie später beim ruhigeren Kind ein i. v.-Zugang etabliert und das Medikament „nachtitriert“ werden.

2.3.4 Kreislaufmanagement

Neben der Sicherung des Atemweges steht an zweiter Stelle die Kontrolle der Kreislauffunktion. Hierfür wird zu Beginn die Pulskontrolle an der A. brachialis oder der A. carotis durchgeführt. In der präklinischen Notfallmedizin hat sich im Säuglings- und Kindesalter die Überprüfung der

Tab. 2.5 Intravenöse Narkoseeinleitung: Medikamenten- und Dosierungsvorschlag

Dosierungsvorschlag zur i.v. Narkoseeinleitung bei bestehender oder drohender Kreislaufinstabilität oder Schädelhirntrauma

Esketamin 3mg/kg KG + Rocuronium 1mg/kg KG



Abb. 2.11 Zerstäuben der Medikamentenlösung über Spritzenaufsatz



Abb. 2.12 Intranasale Medikamentenapplikation

peripheren Rekapillarierungszeit als bester Parameter bewährt, um den Volumenstatus und die Herz-Kreislauf-Funk-

tion abzuschätzen. Sie liegt bei kreislaufsuffizienten Patienten an den Akren unter zwei Sekunden.

Klinische Schockzeichen wie Blutdruckabfall, Tachykardie und graues Hautkolorit treten erst nach Volumenverlusten von etwa 25 % auf.

Reanimationsmaßnahmen

Die häufigste Ursache für eine Reanimationssituation im Kindesalter ist ein **respiratorisches Versagen**.

- ▶ Nach der Feststellung eines Atem-/Kreislaufstillstandes muss unverzüglich mit fünf Atemzügen beatmet werden.

Hierbei soll während der fünf initialen Beatmungen auf Lebenszeichen wie Husten, Würgen oder Körperbewegungen geachtet werden. Finden sich keine Lebenszeichen, muss sofort mit Thoraxkompressionen fortgefahren werden. Anschließend erfolgt eine rasche Reevaluation hinsichtlich eines vorhandenen oder eben nicht nachweisbaren Spontankreislaufs. Auch professionelle Helfer können bis zu 10 s für das Palpieren eines Pulses der A. brachialis oder A. carotis benötigen. Wenn nur geringste Unsicherheiten bezüglich des Vorliegens eines Pulses vorhanden sind, muss sofort mit der **Herz-Lungen-Wiederbelebung** begonnen werden.

- ▶ Die Leitlinien schreiben bei der professionellen Reanimation ein Verhältnis Herzdruckmassage: Beatmung von 15: 2 vor.

Der Druckpunkt liegt für jedes Lebensalter in der unteren Sternumhälfte. Die Drucktiefe sollte im ersten Lebensjahr vier Zentimeter, danach fünf Zentimeter betragen. Es ist auf eine volle Entlastung des Thorax zu achten und Unterbrechungen sind zu minimieren.

Nach der EKG-Analyse wird entschieden, ob ein defibrillierbarer Rhythmus vorliegt.

Da Kinder – auch beim Polytrauma – zumeist über eine Hypoxie, seltener über ein Schockgeschehen in eine Reanimationssituation kommen, überwiegt der nichtdefibrillierbare Rhythmus (zumeist Asystolie, selten pulslose elektrische Aktivität [PEA]). In diesem Fall hat die schnellstmögliche Verabreichung von Adrenalin i. v. oder i. o. höchste Priorität.

- ▶ Adrenalin wird in einer Dosierung von 10 µg/kg KG intravenös oder intraossär appliziert. Dies entspricht 0,1 ml/

Tab. 2.6 Applikation von Analgetika intranasal, Vorschlag

Zwei Vorschläge zur intranasalen Behandlung starker Schmerzen (NAS >4):

Fentanyl 2µg/kg KG, dann weiter nach Wirkung

oder

Esketamin 2mg/kg KG, dann weiter nach Wirkung, ggf. kombiniert mit Midazolam 0,2mg/kg KG

CAVE: jeweils nur mit Monitoring und Möglichkeit der Intervention

kg KG der 1:10.000 verdünnten Adrenalinlösung (Adrenalin 1 mg = 1 ml ad 10 ml NaCl 0,9 %).

Im Rahmen der Reanimationsmaßnahmen von Kindern soll ausschließlich die verdünnte Adrenalinlösung verwendet werden. Nach jeweils zwei Minuten sollte eine Reevaluation, nach jeder zweiten Reevaluation die erneute Applikation von Adrenalin erfolgen. Das Zeitintervall zwischen den Adrenalin Dosen beträgt laut aktuellen Leitlinien drei bis fünf Minuten.

Ein defibrillierbarer Rhythmus mit der Notwendigkeit der schnellstmöglichen **Defibrillation** ist im Kindesalter selten. Bei nachgewiesenem Kammerflimmern oder pulsloser ventrikulärer Tachykardie (PVT) wird bei Kindern mono- oder biphasisch mit vier Joule/kg Körpergewicht defibrilliert. Bis zu einem Alter von acht Jahren werden Kinderelektroden eingesetzt, wenn sie vorhanden sind. Nach zwei Minuten erfolgt auch hier jeweils eine Reevaluation. Sollte der defibrillierbare Rhythmus weiter bestehen, erfolgt alle zwei Minuten eine erneute Defibrillation mit vier Joule/kg. Nach dem dritten und fünften Schock werden Adrenalin zehn Mikrogramm/kg KG und Amiodaron fünf Milligramm/kg als Bolus verabreicht. Ab dem sechsten Schock kann die Dosis auf acht Joule/kg verdoppelt werden.

Bei frustranter Reanimation kann beidseits ein Spannungspneumothorax vorliegen, weshalb in den Algorithmen jetzt eine bilaterale Nadel-Thorakozentese im vierten ICR in der vorderen Axillarlinie vorgeschlagen wird.

Im Rahmen des Kreislaufmanagements müssen externe Blutungen gestoppt werden. Beim stumpfen Beckentrauma ist eine Beckenschlinge zu erwägen. Algorithmen zum Vorgehen bei traumatischem Kreislaufstillstand erwähnen bei offenen Thoraxverletzungen die Möglichkeit der Notfall-Thorakotomie („Clamshell-Thorakotomie“), welche aber im Kindesalter nach Meinung der Autoren insbesondere der innerklinischen Versorgung im Schockraum mit erfahrenem und geschultem Personal vorbehalten bleibt.

Ein modifizierter Algorithmus wurde von Vassallo et al. (2018) publiziert (Abb. 2.13).

Insgesamt ist das **Outcome** der Reanimation im Kindesalter besonders nach Traumen, welche mit einem sehr gro-

ßen Blutverlust verbunden sind, schlecht. Die Entscheidung zur Beendigung der Reanimation muss immer individuell und im Team erfolgen. Ein rascher Transport unter laufender Reanimation wird häufig angestrebt, da auch nach Reanimationszeiten von über einer Stunde noch Erfolge mit gutem neurologischem Outcome im Kindesalter beschrieben sind. Dies gilt insbesondere für Ertrinkungsunfälle mit deutlicher Hypothermie der Patienten (Kannan et al. 2018; Spaite et al. 2017).

Intravenöser Zugang

Die Anlage eines intravenösen Zugangs stellt sowohl an die Ausrüstung als auch an die Fertigkeiten des Notarztes hohe Ansprüche (Sefrin et al. 2004). In der Regel sind bei Säuglingen und Kleinkindern – insbesondere im Rahmen eines Schockzustandes – lediglich Zugänge mit einer Größe von 24 G durchführbar. Diese können an Handrücken, Fußrücken, Handgelenkinnenseite oder Kopfvenen mithilfe von Pflasterverbänden fixiert werden. Kanülen mit Zuspritzrichtung haben den Nachteil, dass diese bei kleinen Kindern nicht gut fixiert werden können, da die Auflagefläche zu groß ist. Als Zuspritzmöglichkeit sollte ein 3-Wege-Hahn verwendet werden, der über eine kurze Verlängerung an die Venenverweilkanüle konnektiert wird (Abb. 2.14). Die maximale Einlaufgeschwindigkeit über die 24-G-Kanüle beträgt für wässrige Infusionslösungen 22 ml/min (1320 ml/h), über die 22-G-Kanüle 36 ml/min (2160 ml/h). Somit sind mit diesen Größen bei Kindern bis zu einem Körpergewicht von 40 kg ausreichende Volumenmengen problemlos zu applizieren (Tab. 2.7).

Intraossärer Zugang

Der intraossäre Zugang stellt die Alternative für den intravenösen Zugang dar. An einigen Zentren – so auch im Rahmen des Kindernotarzteinsatzteams München – wird bei der Versorgung akut lebensbedrohlicher Zustände primär der intraossäre Zugang angelegt. Hierfür sind unterschiedliche mechanische Systeme auf dem Markt, welche ein problemloses Platzieren der Kanüle in den Markraum der proximalen Tibia distal der Tuberositas tibiae ermöglichen. Die Kanülenlänge muss bei Kindern bis zum fünften Lebensjahr mindestens zehn Millimeter, bei älteren Kindern min-

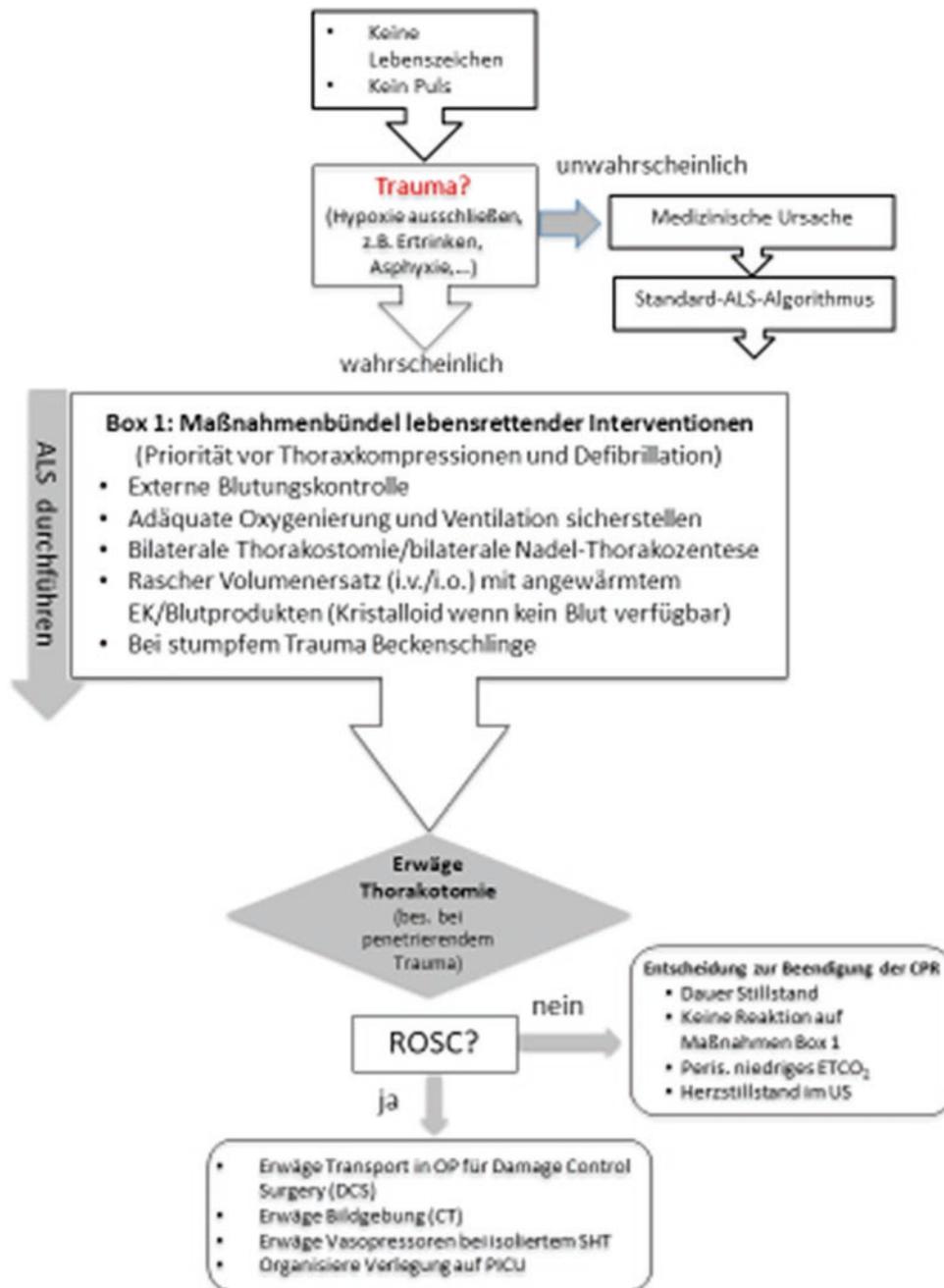


Abb. 2.13 Algorithmus zum Vorgehen beim traumatisch bedingten Atemkreislaufstillstand. (Modifiziert nach Vassallo et al. 2018)



Abb. 2.14 Venenverweilkanüle mit Zuleitung und 3-Wege-Hahn



Abb. 2.15 Intraossäre Kanüle proximale Tibia mit Zuleitung und 3-Wege-Hahn

Tab. 2.7 Farbkodierung und Durchflussrate der Venenverweilkanülen in Abhängigkeit der Größe

Größe [Gauge]	24 G	22 G	20 G	18 G	17 G	16 G	14 G
Farbe	Gelb	Blau	Rosa	Grün	Weiß	Grau	Orange
Außendurchmesser [mm]	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,2
Durchflussrate [ml/min]	22	36	61	96	128	196	343

destens 15 mm betragen. Für Erwachsene sind Kanülen von 25 mm Länge auf dem Markt. Die sicherste Erfolgskontrolle ist der Nachweis der Knochenmarksaspirations. Dies gelingt jedoch in der Notfallsituation in bis zu 50 % der Fälle nicht. Dennoch wird über den gut sitzenden Zugang die medikamentöse Notfallversorgung durchgeführt. Kommt es zu einem Paravasat, so muss die Kanüle an anderer Stelle (anderer Röhrenknochen) neu platziert werden.

Der intraossäre Zugang ist einem zentralvenösen Zugang gleichzustellen (Nicolai und Hoffmann 2009). Die Dosierung der Medikamente im Rahmen der Notfallversorgung unterscheidet sich nicht von der intravenös zu applizierenden. Nach Medikamentengabe ist darauf zu achten, mit fünf bis zehn Milliliter physiologischer Kochsalzlösung nachzuspielen, um ein sofortiges Auswaschen aus dem Knochenmark zu erzielen. Die Infusion erfolgt mittels Druckbeutel (Abb. 2.15).

- ▶ Keinesfalls sollte eine intraossäre Injektion von Lidocain zur endostalen Analgesie erfolgen.

Sollte man sich für einen intraossären Zugang entschieden haben, hat in der Nutzen-Risiko-Analyse die Schmerzstillung nur wenig Bedeutung.

Volumentherapie

Der traumatisch bedingte hämorrhagische Schock führt nach einer schweren Verletzung zu einer Verminderung des zirkulierenden Blutvolumens und somit des arteriellen Blutdruckes. Schon in der Initialphase der Verletzung resultiert eine verminderte Mikrozirkulation mit Anhäufung von sauren Stoffwechselprodukten, mangelnder Sauerstoffversorgung der Organe und damit Beginn des Multiorganversagens. Die Zielgrößen der präklinischen Volumentherapie sind eine warme und offene Peripherie mit einer Rekapilarisierungszeit von weniger als zwei bis drei Sekunden, ein altersentsprechend normaler Blutdruck sowie die Normalisierung der schockbedingten Tachykardie.

Kristalloide Die initiale Volumentherapie erfolgt durch kristalloide Lösungen wie z. B. Vollelektrolyt-Lösung, Ringer-Acetat etc. Der initiale Bolus beträgt 10–20 ml/kg KG intravenös oder intraossär. Zeigt sich keinerlei Wirkung, kann der Bolus wiederholt werden. Bei Verdacht auf hämorrhagischen Schock sollte spätestens nach dem zweiten Volumenbolus wegen der Gefahr der Dilution zurückhaltend agiert werden. Hier sollte dann ein frühzeitiger Einsatz

von Katecholaminen erwogen werden, um die hämodynamische Situation zu stabilisieren. Eine Empfehlung zur im Erwachsenenalter propagierten „permissiven Hypotonie“ bei hämorrhagischem Schock kann für das Kindesalter aufgrund des schwierig zu messenden Blutdrucks nicht getätigt werden. Es sollte aber auch vermieden werden, den Blutdruck in hochnormale Bereiche zu therapieren.

► Wichtig

Für die i. v.- oder i. o.-Katecholamintherapie kann man sich folgende Dosierhilfe merken:

Adrenalin: 1 mg (=1 ml) auf 50 ml NaCl 0,9 %

Körpergewicht (kg): 3 = Infusionsrate (ml/h) = 0,1 µg/kg/min

Beispiel: Kind 9 kg = 9 kg: 3 = 3 ml/h = 0,1 µg/kg/min

Die gewichtsadaptierten Dosierungen aller in der Erstversorgung eingesetzten Medikamente sollten mittels Notfalltabellen verifiziert werden, um relevante Fehldosierungen zu verhindern. Als ein Beispiel dient hier die Notfallkarte des ÄLRD (Ärztliche Leiter Rettungsdienst) Bayern (www.aelrd-bayern.de) (Abb. 2.16).

Kinderadaptierte eiweiß- und zuckerhaltige Infusionslösungen haben mittlerweile in der Notfallmedizin keinerlei Berechtigung mehr.

Kolloidale Lösungen Der große Vorteil von kolloidalen Infusionslösungen ist ihr volumenexpansiver Effekt. Bei geringer Infusionsmenge erzielen sie durch ihre kolloidale Wirkung einen größeren Volumeneffekt als das infundierte Volumen. Besteht anhaltend hoher Volumenbedarf bei hämorrhagischem Schock, können gelatinehaltige kolloidale Lösungen in Betracht gezogen werden. Der klinische Effekt dieser Plasmaexpander lässt sich für etwa drei bis vier Stunden nachweisen. Die Initialdosis beträgt zehn Milliliter/kg KG i. v. oder i. o. Bei Neugeborenen dürfen diese Lösungen aufgrund der Unreife der Nieren nicht verwendet werden.

2.3.5 Lagerung und Schienung

Die Bergung des Trauma-Patienten soll achsengerecht ggf. mittels **Schaukeltrage** erfolgen. Die Versorgung von Extremitätenverletzungen soll weitere Schäden vermeiden, darf die Gesamtrettungszeit beim Polytrauma aber nicht verlängern (Schmittenebecher et al. 2020).

- Nach der klinischen Untersuchung und Erhebung eines unauffälligen klinisch-neurologischen Untersuchungsbefundes kann auf eine immobilisierende Zervikalstütze verzichtet werden.

Beim bewusstlosen Trauma-Patienten soll die Halswirbelsäule immobilisiert werden. Dies kann z. B. durch Anlage einer Zervikalstütze erfolgen (Abb. 2.17).

- Liegt ein (schweres) Schädel-Hirn-Trauma vor, so sollte auf die Anlage der Zervikalstütze verzichtet werden, um die venöse Drainage des Gehirns durch eine unkontrollierte Kompression der Halsvenen nicht zu gefährden.

Hier kann stattdessen die Vakuummatratze entsprechend anmodelliert werden. Insgesamt ist die Passform der Zervikalstützen bei Kindern unter dem fünften Lebensjahr eher ungenügend, sodass auf alternative Maßnahmen zurückgegriffen werden muss.

2.3.6 Auswahl der Zielklinik

- Die Behandlung schwerverletzter Kinder sollte in einem überregionalen Traumazentrum erfolgen, das über eine spezielle Expertise für Kinder und eine Kinderintensivstation verfügt (Schmittenebecher et al. 2020).

Jeder Patient mit einem höhergradigen Schädel-Hirn-Trauma und einem Glasgow-Coma-Score <12 oder Patienten, bei denen der Verdacht auf ein Polytrauma vorliegt, soll primär in eine Klinik der Maximalversorgung mit interdisziplinärer Versorgung in den Fächern Kinderchirurgie, (Kinder-)Neurochirurgie, Kinderanästhesie, Kinderradiologie und Kinderintensivmedizin gebracht werden.

- Je jünger die verunfallten Patienten sind, desto eher bedürfen diese eine altersgerechte Überwachung auf der Kinderintensivstation (Jakob et al. 2009). Somit stellt das Vorhandensein einer kinderintensivmedizinischen Überwachung einen hohen Stellenwert dar in Hinblick auf die Auswahl der geeigneten Zielklinik.

2.3.7 Transport

Um einen sicheren Transport zu gewährleisten, soll eine minimale Monitorüberwachung mittels EKG, Pulsoxymetrie und nichtinvasiver Blutdruckmessung erfolgen. Ist der Patient intubiert, ist die Messung des endexpiratorischen CO₂ zu fordern. Vor Abfahrt/Abflug müssen Ausgangsbefund der körperlichen Untersuchung und Vitalparameter erhoben und dokumentiert werden. Die Tiefe der Analgosedierung sollte nochmals überprüft und ggf. ausgedehnt werden, um unnötige artifizielle Dislokationen von Venenverweilkanülen, Schienen oder gar des Tubus durch Unruhe des Kindes zu

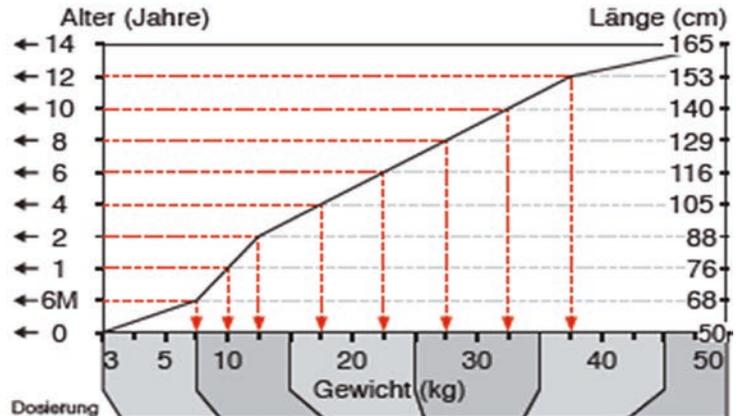
ÄLRD Pädiatrische Notfallkarte

© F. Hoffmann, München; O. Heinzel, Tübingen, ÄLRD Bayern

Alle Dosierungen wurden nach bestem Wissen und Gewissen sorgfältig recherchiert und hier aufgeführt, verbinden jedoch den Anwender nicht davon, die Dosierungen vor der Anwendung zu überprüfen bzw. an den Zustand des Patienten anzupassen. Es kann keine Gewähr für die Richtigkeit übernommen werden. Einige der aufgeführten Medikamente sind bzgl. Indikation, Dosierung oder Applikationsweg nicht zugelassen.

Larynxmaske	ET-Tubus	
Größe #	Länge oral (cm)	Größe ID (mm)
3,0	20	7,0*
3,0	19	6,5*
3,0	18	6,0*
2,5	16	5,5*
2,5	15	5,0*
2,0	14	4,5*
2,0	13	4,0*
1,5	12	3,5*
1,5	11	3,0 ohne Cuff
1,0	9	3,0 ohne Cuff

*Tubus mit kleinem distalen Cuff, Druckmessung obligat (max. 20 cm H₂O)
Tubus ohne Cuff ½ Nummer größer wählen.



Kategorie	Medikation	Dosierung							
		0,01 mg/kg	0,5 ml	1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml	
Reanimation	Adrenalin (1 ml = 1 mg + 9 ml NaCl) i.v.	0,01 mg/kg	0,5 ml	1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml	
	Adrenalin-Perfusor (1 ml = 1 mg + 49 ml NaCl) i.v.	0,1 µg/kg/min	1-2 ml/h	3 ml/h	6 ml/h	9 ml/h	12 ml/h	15 ml/h	
	Amiodaron (150 mg/3 ml) als Bolus i.v.	5 mg/kg	0,5 ml	1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml	
Anaphylaxie	Defibrillation (Einzelschock)	4 J/kg	20 J	40 J	80 J	120 J	160 J	200 J	
	Adrenalin pur (1 ml = 1 mg) i.m.	0,01 mg/kg	0,1 ml	0,1 ml	0,2 ml	0,3 ml	0,4 ml	0,5 ml	
	Dimetinden (4 mg/4 ml) i.v.	0,1 mg/kg	0,5 ml	1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml	
Volumen	Prednison rektal	100 mg-Supp.	altersunabhängig 100 mg						
	Prednisolon (250 mg/5 ml) i.v.	2 mg/kg	0,2 ml	0,4 ml	0,8 ml	1,2 ml	1,6 ml	2 ml	
	Balanzierte VEL (Bolus) i.v.	20 ml/kg	100 ml	200 ml	400 ml	600 ml	800 ml	1000 ml	
Analgosedierung	HAES 6% i.v.	5 ml/kg	25 ml	50 ml	100 ml	150 ml	200 ml	250 ml	
	Esketamin (1 ml = 25 mg + 9 ml NaCl) i.v.	0,5 mg/kg	1 ml	2 ml	4 ml	6 ml	8 ml	10 ml	
	Fentanyl (50 µg/ml) i.v.	1,0 µg/kg	0,1 ml	0,2 ml	0,4 ml	0,6 ml	0,8 ml	1 ml	
Krankheitsanfall	Midazolam (1 ml = 5 mg) + 4 ml NaCl i.v.	0,1 mg/kg	0,5 ml	1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml	
	Esketamin* (25 mg/ml) nasal	2 mg/kg	0,5 ml	0,9 ml	1,7 ml	2,5 ml	3,3 ml	4,1 ml	
	Fentanyl* (50 µg/ml) nasal	1,5 µg/kg	0,3 ml	0,4 ml	0,7 ml	1 ml	1,3 ml	1,6 ml	
Narkose	Midazolam* (15 mg/3 ml) nasal	0,3 mg/kg	0,4 ml	0,7 ml	1,3 ml	1,9 ml	2,5 ml	3,1 ml	
	Midazolam (1 ml = 5mg) + 4 ml NaCl i.v.	0,1 mg/kg	0,5 ml	1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml	
	Midazolam* (5 mg/ml) nasal	0,2 mg/kg	0,3 ml	0,5 ml	0,9 ml	1,3 ml	1,7 ml	2,1 ml	
Atemwegs-obstruktion	Esketamin (25 mg/ml) i.v.	1 mg/kg	0,2 ml	0,4 ml	0,8 ml	1,2 ml	1,6 ml	2 ml	
	Fentanyl (50 µg/ml) i.v.	3 µg/kg	0,3 ml	0,6 ml	1,2 ml	1,8 ml	2,4 ml	3 ml	
	Midazolam (15 mg/3 ml) i.v.	0,2 mg/kg	0,2 ml	0,4 ml	0,8 ml	1,2 ml	1,6 ml	2 ml	
Sonst.	Propofol 1% (10 mg/ml) i.v.	3 mg/kg	1,5 ml	3 ml	6 ml	9 ml	12 ml	15 ml	
	Propofol 1% (10 mg/ml) Perfusor i.v.	6 mg/kg/h	3 ml/h	6 ml/h	12 ml/h	18 ml/h	24 ml/h	30 ml/h	
	Rocuronium (50 mg/5 ml) i.v.	1 mg/kg	0,5 ml	1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml	
Sondierung	Succinylcholin (100 mg/5 ml) i.v.	1,5 mg/kg	0,4 ml	0,8 ml	1,6 ml	2,4 ml	3,2 ml	4 ml	
	Vecuronium (1 mg/ml) i.v.	0,1 mg/kg	0,5 ml	1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml	
	Adrenalin pur (1 mg = 1 ml) inhalativ ggf. wdh.	3-5 ml	3 ml	4 ml	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml	
Sondierung	Prednisolon (250 mg/5 ml) i.v.	2 mg/kg	0,2 ml	0,4 ml	0,8 ml	1,2 ml	1,6 ml	2 ml	
	Prednison rektal	100 mg	altersunabhängig 100 mg						
	Salbutamol – Fertiginhalat (1,25 mg/2,5 ml) inhalativ ggf. wdh.	3-5 ml	2,5 ml	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml	
Sondierung	Ceftriaxon (2 g/20 ml) i.v. (Meningitisdosis)	max 100 mg/kg	5 ml	10 ml	20 ml	20 ml	20 ml	20 ml	
	Glukose 40% i.v.**	200-400 mg/kg	5 ml	10 ml	20 ml	30 ml	30 ml	30 ml	

* über MAD* (LMA Deutschland), 0,1 ml Füllungsvolumen bereits eingerechnet
** verdünnt anwenden



Version 07-2017

Abb. 2.16 Notfallkarte des ÄLRD (Ärztliche Leiter Rettungsdienst) Bayern (www.aelrd-bayern.de)



Abb. 2.17 Stabilisierung der Halswirbelsäule mit korrekt angepasster Zervikalstütze

vermeiden. Darüber hinaus sollten alle verfügbaren medizinischen Informationen und ein Elternteil mit auf den Transport genommen werden. Vor Abfahrt/Abflug muss die Zielklinik über die erwartete Transportdauer und den kardiorespiratorischen Zustand des Patienten informiert werden. Ein luftgebundener Transport bringt in der Regel ab einer zu erwartenden Transportzeit von über 30 min. Fahrzeit Vorteile.

2.4 Spezielle Notfallmedizin im Kindesalter

Der Organismus des Kindes befindet sich noch im Wachstum. Hieraus ergeben sich andere Verletzungsmuster als beim erwachsenen Patienten und somit auch andere Vorgehensweisen bei Verletzungen.

2.4.1 Schädel-Hirn-Trauma

Neben den Extremitätenverletzungen spielt das Schädel-Hirn-Trauma bei Verletzungen im Kindesalter die wesentliche Rolle. Die Abstufung des SHT kann am Unfallort schwierig sein. Kinder erleiden im Rahmen der Polytraumatisierung zu einem höheren Anteil ein schweres Schädel-Hirn-Trauma als Erwachsene. Neben dem **Unfallmechanismus** können folgende Kriterien auf ein höhergradiges Schädel-Hirn-Trauma oder auf eine Polytraumatisierung des Kindes hinweisen:

- Das Fahrzeug hat sich überschlagen.
- Es wurde eine weitere Person aus dem Fahrzeug geschleudert.
- Die Person wurde eingeklemmt.
- Ein anderer Insasse eines Fahrzeuges ist zu Tode gekommen.

- Ein Sturz ist aus einer Höhe von etwa dem Dreifachen der Körpergröße erfolgt.
- ▶ Insbesondere bei Kindern unter 2 Jahren muss bei unklarem oder nicht nachvollziehbarem Unfallmechanismus die Möglichkeit einer Kindesmisshandlung mit in die Differenzialdiagnose einbezogen werden.

Als indirekte Schwerezeichen gelten Bewusstseinsverlust, Amnesie, rezidivierendes Erbrechen und Kopfschmerzen. Am Unfallort muss eine orientierende **neurologische Untersuchung** erfolgen, die insbesondere den Pupillenstatus und den auf Kinder zugeschnittenen Glasgow-Coma-Score (Tab. 2.8) oder den AVPU-Score (Tab. 2.9) beinhaltet. Diese Befunde müssen auf dem Notarzteinsatzprotokoll dokumentiert werden und sind insbesondere wichtig für die Prognoseabschätzung im Verlauf.

Darüber hinaus weisen Galea-, Monokel- oder Brillenhämatom sowie Otorhinoliquorrhoe auf eine Schädel-Basis-Fraktur hin. Liegt ein relevantes Schädel-Hirn-Trauma vor, so sollte der Patient kardiorespiratorisch stabilisiert und in eine entsprechende Klinik der Maximalversorgung verbracht werden. Kriterien für ein erweitertes Atemwegsmanagement sind die inadäquate Oxygenierung mit Sauerstoffsättigung unter 90 % sowie ein GCS von < neun mit fehlenden Schutzreflexen. Eine supraglottische Atemwegshilfe oder die Maskenbeatmung ist auch beim SHT der endotrachealen Intubation ebenbürtig.

Nach achsengerechter Bergung soll der Transport in Kopfmittelstellung mit 30°-Oberkörperhochlagerung erfolgen.

2.4.2 Thoraxverletzungen

Thoraxverletzungen spielen bei etwa 20 % der höhergradig verletzten Kinder eine Rolle. Der knöcherne Thorax im Kindesalter ist noch sehr elastisch, sodass äußere Verletzungszeichen fehlen können. Im Vordergrund stehen Kontusionen der Lunge. Liegt allerdings ein **instabiler Thorax (Rippenserienfrakturen)** vor, so ist von einer erheblichen Gewalteinwirkung mit möglichem Hämato-/Pneumothorax oder Herzbeutelamponade auszugehen. Klinische Zeichen hierfür sind eine angestrengte Atmung mit Nasenflügeln, Atemnot, Schmerzen über dem betreffenden Hemithorax, Halsvenenstauung sowie weitere Schocksymptome.

Die Notfalldiagnostik konzentriert sich auf die Auskultation, die Palpation und die Perkussion. Im Anschluss an die Basismaßnahmen ist ein Spannungspneumothorax zu antizipieren.

- ▶ Wenn der Pneumothorax klinisch nicht auszuschließen ist, ist die Dekompression durch Punktion im vierten ICR in der vorderen Axillarlinie mithilfe einer 14-G-Venenverweilkanüle durchzuführen.

Tab. 2.8 Glasgow-Coma-Scale für Kinder (pGCS)

Punkte	>5 Jahre	>1 Jahr	<1 Jahr
Augenöffnung			
4	Spontan		
3	Auf Anruf		
2	Auf Schmerzreiz		
1	Fehlend		
Beste motorische Antwort			
6	Befolgt Aufforderungen	Spontanbewegungen	
5	Orientierte Reaktion	Orientierte Reaktion	
4	Zurückziehen auf Schmerz	Zurückziehen auf Schmerz	
3	Flexion auf Schmerz	Flexion auf Schmerz	
2	Extension auf Schmerz	Extension auf Schmerz	
1	Fehlend	Fehlend	
Beste verbale Antwort			
5	Orientiert	Verständliche Worte	Plappern
4	Verwirrt	Unverständliche Laute	Weinen, kann beruhigt werden
3	Wortsalat	Andauerndes Weinen	Kann nicht beruhigt werden
2	Unverständlich	Stöhnen	Stöhnen
1	Fehlend	Fehlend	Fehlend

Tab. 2.9 AVPU-Score im Vergleich zum GCS-Wert

	Klinischer Zustand	pGCS-Korrelat
A: alert	Spontan wach	14–15
V: vocal stimuli	Reaktion auf Ansprache	10–13
P: painful stimuli	Reaktion auf Schmerz	4–9
U: unresponsive	Keine Reaktion	3

Die Luft wird dann über eine Spritze abgesaugt und anschließend ein Magenablaufbeutel ohne Ventil konnektiert. Für diese Maßnahme ist eine adäquate Analgosedierung erforderlich.

2.4.3 Abdominalverletzungen

Die parenchymatösen Oberbauchorgane sind im Kindesalter durch das tiefstehende Zwerchfell und die Größe der Organe nicht ausreichend durch den knöchernen Thorax geschützt. Insbesondere bei Stürzen vom Fahrrad, aber auch

durch Verkehrsunfälle kann es zu relevanten intraabdominellen Verletzungen kommen. An erster Stelle steht hier die Verletzung der Milz, gefolgt von Nieren- und Leberverletzungen. Es handelt sich hier um potenziell lebensbedrohliche Verletzungen, insbesondere aufgrund des Blutverlustes. Dieser kann schon in der Initialphase am Unfallort bis zu 40 % des zirkulierenden Blutvolumens betragen. Da die präklinischen diagnostischen Möglichkeiten des stumpfen Bauchtraumas auf die klinische Untersuchung beschränkt sind, sofern keine präklinische Sonographie zur Verfügung steht, ist die Eruiierung des Unfallmechanismus von entscheidender Bedeutung, um auf mögliche intraabdominelle Verletzungen schließen zu können. Typische klinische Zeichen sind Gurtverletzungen bei PKW-Insassen oder Lenkerabdrücke bei Fahrradstürzen, aber auch Hämatome durch Skistöcke und Turngeräte. Durch Dezelerationstraumen kann es zu Nierenverletzungen und Gefäßeinrissen kommen. Führende klinische Symptome in diesem Zusammenhang sind abdominelle Schmerzen, gefolgt von einer zunehmenden Distension des Abdomens mit begleitender Kreislaufinstabilität.

- ▶ Hämodynamisch instabile Patienten mit relevanten Abdominalverletzungen müssen rasch durch intravenöse Volumensubstitution mit kristalloiden und kolloidalen Lösungen versorgt und im »Load-and-go«-Prinzip in die nächstmögliche Klinik gebracht werden.

2.4.4 Extremitätenverletzungen

Bei Verletzungen der Extremitäten sind Durchblutung, Motorik und Sensibilität zu prüfen. Die betroffene Extremität wird nach adäquater Analgesie möglichst achsengerecht auf einer Schiene oder im Vakuumverband ruhiggestellt.

Eine Reposition am Unfallort ist nur sinnvoll bei erheblicher Weichteilkomprimierung (Abb. 2.18). In diesem Fall soll nach Durchführung einer Analgesie mit Midazolam und Ketanest S die anatomische Achse wiederhergestellt werden.

Liegt z. B. eine Sprunggelenksluxation mit offensichtlicher erheblicher Fehlstellung vor, so soll nach adäquater Analgesie ein Repositionsmanöver durchgeführt werden. Dieses ist obligat, wenn distal der Fraktur kein Puls zu tasten ist. Hierfür muss unter kräftigem Zug eine Reposition in die anatomische Achse mit anschließender Ruhigstellung erfolgen (Abb. 2.19).

2.4.5 Polytraumaversorgung

Die präklinische Versorgung des polytraumatisierten Kindes ist eine Kombination aus dem oben Genannten. Im Vordergrund der Behandlung steht neben einer kompletten körper-