



MASTER THESIS | MASTER'S THESIS

Titel | Title

Postoperative Schmerztherapie bei Kindern: Möglichkeiten, Herausforderungen
und die Rolle klinischer Pharmazeut:innen

Eine Analyse von Nebenwirkungen, Wechselwirkungen und Adhärenzproblemen
im klinischen Alltag

verfasst von | submitted by

Mag.pharm. Sophie-Marie König

angestrebter akademischer Grad | in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (Continuing Education) (MSc (CE))

Wien | Vienna, 2025

Studienkennzahl lt. Studienblatt |
Degree programme code as it appears on the
student record sheet:

UA 999 035

Universitätslehrgang lt. Studienblatt |
Postgraduate programme as it appears on the
student record sheet:

Klinische Pharmazie

Betreut von | Supervisor:

Ass.-Prof.in Priv. Doz.in Dr.in Anna Posod PhD

DANKSAGUNG

An erster Stelle möchte ich mich bei meiner Hauptbetreuerin Ass.-Prof.in Priv. Doz.in Dr.in Anna Posod, PhD bedanken. Ohne sie wäre die Fertigstellung dieser Masterarbeit nicht möglich gewesen. Vielen Dank für deine Geduld, deinen Einsatz, dein Interesse, deinen Glauben an dieses Projekt und deine ständige Verfügbarkeit, wenn ich Hilfe benötigt habe.

Auch möchte ich mich bei Susanne Jäger, die die pflegerische Leitung der kinderchirurgischen Station innehat, für ihren Einsatz und ihr Interesse bedanken.

Ein besonderer Dank geht natürlich auch an alle Ärzt:innen, Assistenzärzt:innen und Pfleger:innen der kinderchirurgischen Station, welche sich dankenswerterweise die Zeit genommen haben, um an der Befragung teilzunehmen.

Ich möchte mich auch bei meiner Mama, meinem Freund und meinen Freunden bedanken, die mich stets motiviert und unterstützt haben.

Inhaltsverzeichnis

1	Abkürzungsverzeichnis	1
2	Abbildungsverzeichnis.....	3
3	Tabellenverzeichnis	4
4	Zusammenfassung.....	5
5	Hintergrund und Relevanz des Themas.....	6
6	Theoretische Grundlagen	6
6.1	Physiologie des Schmerzes.....	7
6.2	Nozizeption.....	7
6.3	Postoperativer Schmerz.....	8
6.4	Psychologische Aspekte und Schmerzgedächtnis	9
6.5	Entwicklung der Schmerzwahrnehmung und -äußerung.....	10
6.6	Schmerzerfassung bei Kindern.....	11
7	Schmerzmanagement bei Kindern	15
7.1	Medikamentöse postoperative Schmerztherapie:	16
7.1.1	Pharmakokinetische und pharmakodynamische Besonderheiten	16
7.1.2	Problematische Hilfsstoffe	17
7.1.3	Medikamentöse Therapie	19
7.1.3.1	Nicht-Opioidanalgetika (NOPA).....	20
7.1.3.1.1	Nichtsaure antipyretische Analgetika.....	20
7.1.3.1.2	Nichtsteroidale Antirheumatika	24
7.1.3.2	Opioid-Analgetika:	29
7.1.3.2.1	Schwache Opioide.....	31
7.1.3.2.2	Starke Opioide	33
7.1.3.3	Lokalanästhetika.....	40
7.1.3.4	Co-Analgetika	41
7.1.4	Off-Label-Use	42
7.2	Nicht-medikamentöse Maßnahmen.....	42
7.3	Folgen & Probleme	43
8	Hilfestellungen & Aufgaben eines klinisch- pharmazeutischen Dienstes	45
9	Methodik.....	48
9.1	Design	48
9.2	Zielgruppe.....	48
9.3	Fragebogen	48
9.4	Datenerhebung und -auswertung.....	48

10	Ergebnisse.....	49
11	Diskussion.....	51
11.1	Interpretation der Ergebnisse	51
11.2	Limitationen der Befragung	52
12	Zusammenfassung	53
13	Literaturverzeichnis	55
14	Anhang.....	60
14.1	Fragebogen zur postoperativen Schmerztherapie bei Kindern.....	60

1 Abkürzungsverzeichnis

Abb	Abbildung
AMPA	α -Amino-3-hydroxy-5-methyl-4-isoxazolpropionsäure
AMTS	Arzneimitteltherapiesicherheit
ASS	Acetylsalicylsäure
BNFC	British National Formulary for Children
BSPN	Berner Schmerzscore für Neugeborene
ca.	circa
COX	Cyclooxygenase
CO ₂	Kohlendioxid
CYP	Cytochrom P450
EMA	Europäische Arzneimittel-Agentur
EMLA	Eutectic Mixture of Lidocaine and Prilocaine
Et al.	et alii
FLACC	Face Legs Activity Cry Consolability
g	Gramm
GABA	Gamma-Aminobuttersäure
HWZ	Halbwertszeit
IASP	International Association for the Study of Pain
i.v.	intravenös
kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
L	Liter
LA	Lokalanästhetikum
MAA	4-N-Methylaminoantipyrin
MAO	Monoaminoxidase
mcg	Mikrogramm
mg	Milligramm
ml	Milliliter
M-3-G	Morphin-3-Glukuronid
M-6-G	Morphin-6-Glukuronid
NAC	nurse-controlled analgesia
NK1	Neurokinin 1
NMDA	N-Methyl-D-Aspartat
NOPA	Nichtopioid-Analgetikum
NRS	numerische Ratingskala
NSAR	nicht steroidales Antirheumatikum
ÖGARI	Österreichische Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin

PCA	patient- or parent controlled analgesia (Patienten- bzw. Eltern-kontrollierte Analgesie)
UAE	unerwünschtes Arzneimittelereignis
SALA	sound alike and look alike
SOP	Standard Operating Procedure
Tab.	Tabelle
VAS	visuelle Analogskala
VRS	verbale Ratingskala
WHO	World Health Organisation
z.B.	zum Beispiel
ZNS	zentrales Nervensystem

2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: (1) C-Fasern und A δ -Fasern; (2) Schmerzleitung im aufsteigenden System	8
Abbildung 2: KUSS Skala ³³	12
Abbildung 3: Berner-Schmerzscore ³⁵	13
Abbildung 4: Faces-Pain Scale ³³	14
Abbildung 5: Smiley-Skala ⁴⁰	14
Abbildung 6: VAS (a), NRS (b) und VRS (c) ¹⁷	15
Abbildung 7: WHO-Stufenschema ²⁷	19
Abbildung 8: Einsatz der Wirkstoffklassen in den unterschiedlichen Phasen der postoperativen Schmerztherapie	49
Abbildung 10: Einflussfaktoren bei der Dosisfindung	50
Abbildung 11: Gewünschte Unterstützung durch einen klinisch-pharmazeutischen Dienst	51

3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Dosierungsschema Paracetamol für die Indikation akute und postoperative Schmerzen	22
Tabelle 2: Dosierungsschema Metamizol für die Indikation starke Schmerzen und Fieber	23
Tabelle 3: Dosierungsschema Ibuprofen für die Indikation Schmerzen und Entzündungen	26
Tabelle 4: Dosierungsschema Dexibuprofen für die Indikationen Schmerzen, Fieber und Entzündungen	26
Tabelle 5: Dosierungsschema Diclofenac für die Indikation akute und postoperative Schmerzen	27
Tabelle 6: Dosierungsschema Mefenaminsäure für die Indikation akute und postoperative Schmerzen	28
Tabelle 7: Dosierungsschema Naproxen für die Indikation akute und postoperative Schmerzen	28
Tabelle 8: Dosierungsschema Tramadol für die Indikation akute und postoperative Schmerzen	32
Tabelle 9: Dosierungsschema Nalbuphin für die Indikation akute und postoperative Schmerzen	33
Tabelle 10: Dosierungsschema Fentanyl für die Indikation akute und postoperative Schmerzen	34
Tabelle 11: Dosierungstabelle für Morphin für die Indikation starke Schmerzen bei nicht beatmeten, nicht intensivpflichtigen Kindern	36
Tabelle 12: Dosierungstabelle für Piritramid für die Indikation starke Schmerzen bei nicht beatmeten, nicht intensivpflichtigen Kindern ⁴⁸	36
Tabelle 13: Dosierungstabelle für Hydromorphon für die Indikation akute und postoperative Schmerzen	38
Tabelle 14: Dosierungstabelle für Oxycodon für die Indikation akute und postoperative Schmerzen	39
Tabelle 15: Dosierungsschema Opioide für die Verabreichung mittels PCA-Pumpe	39
Tabelle 16: Dosierungstabelle für Esketamin für die Indikation postoperative Schmerzen	41

4 Zusammenfassung

EINLEITUNG:

Die postoperative Schmerztherapie bei Kindern stellt aufgrund der physiologischen Besonderheiten, der unzureichenden Datenlage und der teilweise erschwerten Schmerzerfassung eine Herausforderung im klinischen Alltag dar. Durch eine multimodale Schmerztherapie soll einer Chronifizierung der Schmerzen nachhaltig entgegengewirkt werden. Ziel dieser Arbeit ist es, die Besonderheiten und aktuellen Empfehlungen der pädiatrischen postoperativen Schmerztherapie darzustellen sowie potenzielle Ansatzpunkte für den Einsatz eines klinisch-pharmazeutischen Dienstes im interdisziplinären Team zu identifizieren.

MATERIAL UND METHODEN:

Es wurde eine umfassende Literaturrecherche zu den Grundlagen des Schmerzgeschehens, den Besonderheiten der Schmerzphysiologie als auch der Pharmakokinetik und Pharmakodynamik im Kindesalter, pharmakologischen Therapieoptionen sowie aktuellen Leitlinien und Handlungsempfehlungen durchgeführt. Ergänzend wurde mittels eines standardisierten Fragebogens eine schriftliche Befragung von Ärzt:innen und Pflegekräften der Kinder- und Jugendchirurgie der tirol kliniken durchgeführt. Die Datenauswertung erfolgte qualitativ und semi-quantitativ, um Einblicke in die bestehende Praxis und mögliche Ansatzpunkte für die klinische Pharmazie zu gewinnen.

ERGEBNISSE:

Die Ergebnisse der Mitarbeiterbefragung mit kinderchirurgischem Fokus an den tirol kliniken zeigen, dass im klinischen Alltag Standards für eine Basisanalgesie herangezogen werden, wobei Paracetamol und NSARs zu den am häufigsten verwendeten Wirkstoffen zählen. Stärkere Wirkstoffklassen werden zurückhaltender eingesetzt. Angaben von Ärzt:innen und Pflegefachkräften unterscheiden sich stark, die Zusammenarbeit mit einem klinisch-pharmazeutischen Dienst wird jedoch von beiden Berufsgruppen stark befürwortet. Am häufigsten werden Unterstützung bei Dosierungsüberprüfungen, Interaktionschecks, Informationen zu i.v.-Kompatibilitäten und Off-Label-Einsätzen sowie Schulungen gewünscht.

DISKUSSION:

Die hohe Zustimmung zur Einbindung klinischer Pharmazeut:innen zeigt, dass deren Expertise zur Erhöhung der Arzneimitteltherapiesicherheit, der Effektivität der Arzneimitteltherapie und einer optimalen Rundumversorgung von Kindern im postoperativen Setting beitragen kann. Eine strukturierte interprofessionelle Zusammenarbeit könnte somit entscheidend zur Verbesserung der Versorgungsqualität und zur Prävention chronischer Schmerzen beitragen.

5 Hintergrund und Relevanz des Themas

Die postoperative Schmerztherapie spielt im Alltag eines jeden Krankenhauses eine große Rolle. Die Behandlung von Kindern im Speziellen stellt das Fachpersonal aufgrund physischer und psychischer Einflussfaktoren immer wieder vor Herausforderungen. Die Veröffentlichung einer Studie 1983 von Mather und Mackie zeigte große Defizite in der schmerztherapeutischen Versorgung von Kindern auf und legte damit den Grundstein für ein gesteigertes Interesse der Forschung in diesem Bereich.¹ Eine weitere Studie von Avian et al. aus dem Jahr 2016 beschreibt die Häufigkeit postoperativer Schmerzen mit einem Score ≥ 4 bei 41% behandelter Kinder und Jugendlicher. Werden diese Schmerzen unzureichend behandelt, kommt es zu einem akuten Leidensdruck und dem Risiko der Entwicklung chronischer Schmerzzustände.²

Eine umfassende und optimale postoperative Schmerztherapie gestaltet sich multimodal und patientenindividualisiert. Eine nicht-systematische Intensitätserfassung von Schmerzen, eine ungeeignete Auswahl und Dosierung von Analgetika, Angst vor Nebenwirkungen und eine teilweise noch unzureichende Datenlage können Ursachen für eine inadäquate Behandlung sein. Durch die Zusammenarbeit von medizinischem Fachpersonal und klinischen Pharmazeut:innen in einem interdisziplinären Team könnten in Zukunft die Qualität der Versorgung gesteigert und somit Spätfolgen gemindert werden.

Ziel dieser Arbeit ist es, die Besonderheiten, Herausforderungen und aktuellen Handlungsempfehlungen der postoperativen Schmerztherapie bei Kindern darzustellen, sowie die Ansatzpunkte der klinischen Pharmazie in diesem Bereich herauszuarbeiten. Durch eine umfassende Literaturrecherche soll der derzeitige Forschungsstand analysiert werden und mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens für medizinisches Personal soll ein Einblick in den klinischen Alltag gewährt werden. Durch eine qualitative Analyse werden Vorschläge erarbeitet, wie die Versorgung optimiert werden kann und welche Rolle klinische Pharmazeut:innen dabei einnehmen können.

6 Theoretische Grundlagen

Die International Association for the Study of Pain (IASP) definiert Schmerz seit 2020 als „Ein unangenehmes Sinnes- und Gefühlserlebnis, das mit einer tatsächlichen oder potenziellen Gewebeschädigung einhergeht oder einer solchen ähnelt.“ Schmerz ist immer subjektiv, wird durch biologische, physiologische und soziale Faktoren beeinflusst und sollte immer ernstgenommen werden. Da sich das persönliche Schmerzempfinden auf das soziale und psychologische Wohlbefinden auswirken kann, sollte immer eine adäquate Therapie angestrebt werden.³ Umgekehrt beeinflussen psychosoziale Faktoren die Wahrnehmung und Verarbeitungen von Schmerzen.⁴ Aufgrund des multifaktoriell bedingten Erlebnisses von Schmerzen eines Individuums, hat sich der Begriff des „bio-psycho-sozialen-Schmerzes“ entwickelt.⁵

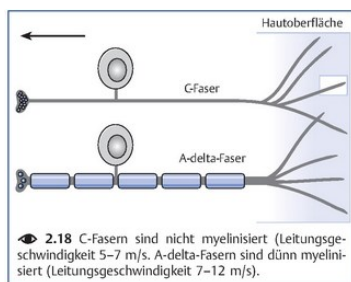
6.1 Physiologie des Schmerzes

Das akute, durch äußere Reize ausgelöste Schmerzempfinden dient allen Lebewesen als Warnsignal, um auf diesen Reiz zu reagieren und sich von einer eventuellen Gefahr in Sicherheit zu bringen.⁵ Um trotz dieser Reize in Notfallsituationen handlungsfähig zu bleiben, verfügt unser Organismus über ein körpereigenes Schmerzhemmsystem (antinozizeptives System).⁶ Verliert dieses körpereigene Schmerzhemmsystem seine volle Funktionsfähigkeit, kann es zu Hyperalgesie, Allodynie und Spontanschmerzen kommen.⁷ Eine Hyperalgesie beschreibt eine gesteigerte Schmerzempfindlichkeit und eine Allodynie tritt auf, wenn das Empfinden von Schmerzen ohne einen Reiz oder in einem von dem Reiz nicht betroffenen Körperareal auftritt.⁸

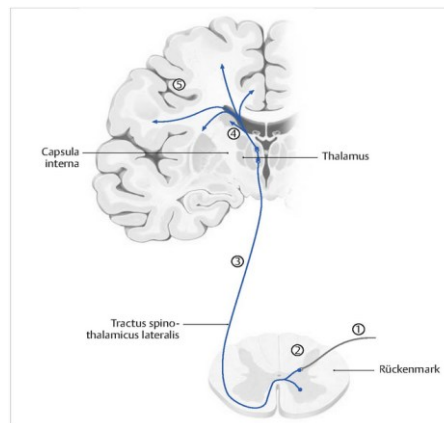
Die Warnfunktion spielt bei chronischen Schmerzen keine Rolle mehr. Per Definition bestehen chronische Schmerzen länger als 3 Monate und können sowohl als eigenständige Erkrankung oder als Folge einer Grunderkrankung auftreten.⁹ Es wird vermutet, dass bei der Chronifizierung des Schmerzes psychologische und soziale Faktoren eine große Rolle spielen.⁵

6.2 Nozizeption

Schmerzen werden in unserem Organismus durch die Erregung von Schmerzrezeptoren, sogenannten Nozizeptoren, ausgelöst. Jene freien Nervenendigungen unseres peripheren Nervensystems werden in Mechanorezeptoren, Thermorezeptoren und polymodale Rezeptoren eingeteilt. Die Erregung dieser Rezeptoren, durch mechanische, chemische oder thermische Reize, setzt Schmerzmediatoren frei, welche zu einer Aktivierung von Ionenkanälen und damit zu einer Auslösung von Aktionspotentialen führen, die dann als Schmerzimpulse zum Rückenmark fortgeleitet werden.^{10,11} Die Weiterleitung erfolgt über dünn myelinisierte, schnell leitende A δ -Fasern, die einen stechenden Schmerz auslösen, und über die nicht-myelinisierten, langsamer leitenden C-Fasern, die für das Empfinden von dumpfen Schmerzen verantwortlich sind.^{12,13} Am Ende dieser Neuronen werden die Neurotransmitter Glutamat und Substanz P ausgeschüttet, die postsynaptisch an α -Amino-3-hydroxy-5-methyl-4-isoxazolpropionsäure (AMPA)-, N-Methyl-D-Aspartat (NMDA)- und Neurokinin 1 (NK1)-Rezeptoren der Rückenmarksneuronen binden, die den Tractus spinothalamicus, eine aufsteigende Faserbahn, bilden.^{14,15} Diese afferenten Fasern leiten die Informationen an den Thalamus weiter, welcher die Informationen filtert und die Verschaltung zu der Großhirnrinde und dem limbischen System übernimmt.¹⁵ Erst ab diesem Zeitpunkt, können wir Schmerz bewusst sensorisch, emotional und kognitiv wahrnehmen.¹⁶ Die Modulation afferenter und efferenter Nervenbahnen im zentralen Nervensystem (ZNS) während dieses gesamten Vorgangs führt zu motorischen und sympathischen Reflexen des Körpers.¹⁴ Durch inhibitorische Neurotransmitter, wie z.B. Gamma-Aminobuttersäure (GABA), Endorphine und Serotonin, können Schmerzreize innerhalb des ZNS moduliert werden.¹⁵



13 (1)



15 (2)

Abbildung 1: (1) C-Fasern und A δ -Fasern; (2) Schmerzleitung im aufsteigenden System

Gerät dieses komplexe endogene System aus seinem Gleichgewicht kann es zu abnormalen Empfindungen des Schmerzes wie Allodynie oder Hyperalgesie kommen. Chronische Schmerzen können die Folge sein.

Efferente Nozizeptorfaseren können an ihrem Ende Neuropeptide wie Substanz P oder Calcitonin-gene-related peptide (CGRP) ausschütten, welche zu einer Entzündungsreaktion führen. In weiterer Folge kommt es zu einer Aktivierung von Immunzellen, einer höheren Durchblutung und Plasmaextravasation im umliegenden Gewebe.¹⁷

Je nach Lokalisation der Nozizeptoren werden Schmerzen spezifischer eingeteilt. Somatische Schmerzen werden durch Erregung der Nozizeptoren auf der Haut, den Muskeln, den Gelenken oder dem Bindegewebe verursacht. Diese Schmerzen können wiederum in Oberflächenschmerzen und Tiefenschmerzen eingeteilt werden. Viszerale Schmerzen haben ihren Ursprung in den inneren Organen des Körpers.¹⁸

Neben den nozizeptiven Schmerzen, deren Ursache und Entstehung bereits erläutert wurde, gibt es auch neuropathische Schmerzen. Jene werden durch eine Läsion oder eine Erkrankung der peripheren oder zentralen Nerven ausgelöst.³ In diesem Fall kommt es nicht zu einer Nozizeptorstimulation, sondern die Schmerzbahnen werden in dem Bereich der Nervenschädigung aktiviert und das Signal weitergeleitet. Neuropathische Schmerzen treten oft in Zusammenhang mit Stoffwechselerkrankungen, Verletzungen der Wirbelsäule oder durch Beeinträchtigung der Nervenbahnen während Operationen auf.⁵

6.3 Postoperativer Schmerz

Durch einen operativen Eingriff kommt es in dem betroffenen Körperareal zu einer Gewebeschädigung und Entzündungsreaktion, welche durch die Aktivierung von Immunzellen hervorgerufen wird. Jene setzen Entzündungsmediatoren, wie Interleukin (IL)-1 β , IL-6 oder den Tumornekrosefaktor alpha (TNF α) frei, welche wiederum Nozizeptoren aktivieren. Durch die Aktivierung des nozizeptiven Systems können darauffolgend wieder Mediatoren freigesetzt werden, welche Immunzellen rekrutieren

und somit den Entzündungsprozess aufrechterhalten.¹⁹ Sowohl die peripheren als auch die zentralen nozizeptiven Neurone werden in so einem Fall durch eine stärkere Erregung sensibilisiert und deren Empfindlichkeit auf die darauffolgenden Reize des betroffenen Gewebes und dessen Umgebung gesteigert. Es kommt zu einer Hyperalgesie – einer Schmerzüberempfindlichkeit. Diese modulierenden Vorgänge im ZNS sollen einer Schonung der verletzten Region und einem dadurch schnelleren Heilungsprozess dienen. Obwohl die auftretenden Schmerzen eine Schutzfunktion des Körpers sind, können sie unbehandelt den Heilungsprozess stark beeinflussen. Sie beeinträchtigen die Erholungsphase indem sie die Mobilität einschränken und die psychische Verfassung der Patient:innen verschlechtern. Eine unzureichend therapierte Hyperalgesie kann auch zu chronisch persistierenden Schmerzen führen.²⁰ Man unterscheidet zwischen der primären und der sekundären Hyperalgesie. Als primäre Hyperalgesie wird das Schmerzgeschehen beschrieben, welches sowohl durch thermische als auch mechanische Reize direkt am geschädigten Gewebe ausgelöst wird. Die sekundäre Hyperalgesie beschreibt eine Überempfindlichkeit auf mechanische Reize im umliegenden, unverletzten Gewebe.²¹

Treten im Rahmen einer Operation neuropathische Schmerzen auf, dienen diese nicht ursprünglich als Schutzfunktion des Körpers. Die durch die Einwanderung von Immunzellen ausgelöste Entzündungsreaktion kann mitverantwortlich für die Entstehung dieser Schmerzen sein.¹⁶ Da einhergehend mit Neuropathien oft Hyperalgesien oder Allodynien auftreten, haben diese Schmerzen großen Einfluss auf die postoperative Rehabilitation und müssen ausreichend therapiert werden.²⁰

Eine weitere Form der Hyperalgesie ist die Opioid-induzierte Hyperalgesie. Das Risiko für dieses Phänomen steigt mit der Dauer der Anwendung und der Dosis des verabreichten Opioids und ist von einer Opioid-Toleranz abzugrenzen. Es werden eine Hochregulierung des NMDA-Rezeptor-Systems und eine darauffolgende Sensibilisierung als zugrundeliegende Ursache vermutet.²²

Neben dem durch die Operation selbst hervorgerufenen Schmerz kommt es zu einer Reihe von physiologischen Reaktionen des Körpers. Die gesteigerte Kortisolausschüttung kann sich negativ auf das Immunsystem auswirken und zu Wundheilungsstörungen führen. Durch die Sympathikusaktivierung kann es zur Tachykardie, einem erhöhten Blutdruck und einer reduzierten Darmmotilität kommen. Mögliche Folgen sind ein erhöhter Sauerstoffverbrauch und gastrointestinale Beschwerden. Das Risiko thromboembolischer Ereignisse steigt durch schmerzbedingte Immobilisation. Das Zusammenspiel der genannten Vorgänge kann den Heilungsprozess beeinträchtigen und betont den Stellenwert eines optimalen Schmerzmanagements.²³

6.4 Psychologische Aspekte und Schmerzgedächtnis

Während des Erlebnisses „Schmerz“ treten sowohl sensorische, z.B. Schmerzintensität, als auch affektive Empfindungen, z.B. Angst, auf, die in einen Zeit-, Ort- und Personen-bezogenen Kontext gesetzt werden können. Die starke Korrelation von Schmerz und

Emotion, welche durch die Vernetzung der betreffenden Hirnareale auf kortikaler Ebene geprägt wird, bestimmt unsere Schmerzerinnerung. So können sich Schmerzerfahrungen und zeitgleich erlebte negative Emotionen besser und zum Teil auch intensiver in unserem Gedächtnis verankern. Dies führt zu schmerzassoziiertem Vermeidungsverhalten, da unser mit Angst verknüpftes Hirnareal durch schmerzbezogene Hinweisreize aktiviert wird und dementsprechende Handlungsinformationen folgen. Darüber hinaus führt diese enge Verknüpfung auch dazu, dass sich Schmerzen während negativer Stimmungen leichter ins Gedächtnis rufen lassen.²⁴ Umgekehrt wird die subjektive Schmerzwahrnehmung durch die emotionale Stimmung beeinflusst. So kann zum Beispiel ein erwarteter Schmerz oft geringer eingestuft werden als plötzlich akut auftretende unerwartete Schmerzen. Fühlt man sich bereits ängstlich oder wird von Sorgen geplagt, werden Schmerzen intensiver wahrgenommen.⁴

Nicht nur, aber besonders bei Kindern können Reize aus dem Umfeld während eines Schmerzerlebnisses die Wahrnehmung beeinflussen. Durch eine erhöhte Aufmerksamkeit und starke Reaktion betreuender Personen kann es zu einem sogenannten Schmerzgewinn kommen. Der Schmerz wird dann rein durch die affektiven Einflüsse intensiver wahrgenommen. Umgekehrt kann durch Ablenkung und das Umleiten der Aufmerksamkeit im Akutfall Schmerz geringer bis nicht mehr wahrgenommen werden.⁵ Schmerzbewältigungsstrategien können ebenfalls von Erziehungsberechtigten erlernt und in das eigene Verhalten nachhaltig integriert werden.²⁵

Das Zusammenspiel aus psychologischen und neurobiologischen Prozessen kann nachhaltig zu einer Modulation unseres physiologischen Schmerzgeschehens führen und die Ausbildung des Schmerzgedächtnisses prägen. Die psychosoziale Komponente im Schmerzgeschehen wird immer weiter erforscht, da sie Einfluss auf die Entstehung, die Aufrechterhaltung und die Ausbildung chronischer Schmerzen hat. Im klinischen Kontext bestimmen psychosoziale Faktoren die Intensität von postoperativen Schmerzen und die Qualität des Heilungsprozesses, was die Relevanz eines multimodalen Schmerzmanagements unterstreicht.⁴

6.5 Entwicklung der Schmerzwahrnehmung und -äußerung

Sehr lange galt die Annahme, dass Früh- und Neugeborene keine Schmerzen empfinden können, da ihre Gehirnstrukturen noch nicht ausgereift sind. Dies führte dazu, dass bis zum Ende des vergangenen Jahrhunderts verschiedenste medizinische Eingriffe ohne Sedierung und Analgesie durchgeführt wurden. Diese Annahme wurde erst Jahrzehnte später durch neuere Forschungsergebnisse widerlegt.²⁶ Föten besitzen ab der ca. 22. Schwangerschaftswoche die anatomischen und physiologischen Voraussetzungen, um Schmerzen wahrzunehmen. Die Myelinscheiden der inhibierenden Nervenbahnen reifen bis zur 37. Schwangerschaftswoche, was zur Herabsetzung der Schmerzschwelle führt. Das bedeutet, dass Frühgeborene sogar mehr Schmerzen empfinden können als reife Neugeborene.²⁷ Bis zur Geburt wird das nozizeptive System vollständig ausgebildet,

jedoch kommt es nachfolgend noch zu Veränderungen des Neurotransmitter-Haushaltes und der Rezeptor-Verteilung und somit können wir von einer veränderten und verstärkten Schmerzreaktion in Säuglingen ausgehen.²⁸ Die Empfindlichkeit des ZNS auf sensorische Impulse ist im Säuglingsalter besonders hoch und resultiert häufig in neuronalen Veränderungen, der sogenannten neuronalen Plastizität. In mehreren Studien wurde untersucht, dass eine dauerhafte oder wiederholte Stimulation der Nozizeptoren zu einer peripheren Sensibilisierung mit gravierenden Langzeitfolgen führen kann, was die adäquate Schmerztherapie bei Früh- und Neugeborenen umso essenzieller macht.²⁹ Ebenso konnte eine Korrelation zwischen dem kindlichen Schmerzempfinden und der Häufigkeit, mit welcher die Kinder im Säuglingsalter schmerzhaften Interventionen ausgesetzt waren, hergestellt werden. Negative Erfahrungen in den ersten Lebensmonaten können ein intensiveres Schmerzerleben und starke emotionale Reaktionen in Verbindung damit hervorrufen.³⁰

Der Umgang mit Schmerzen bei Patienten und Patientinnen ist abhängig von deren Art, Schmerzen mitzuteilen. Mit zunehmendem Alter eines Menschen verändert sich die Art und Weise, Schmerzen Ausdruck zu verleihen. Früh- und Neugeborene zeigen vor allem unspezifische Reaktionen, wie die Veränderung der Mimik und des Muskeltonus, sowie einer Erhöhung der Herz- oder Atemfrequenz oder auch Schreie, die auf Schmerzen oder Stress hinweisen können. Ab dem ca. 3. Lebensmonat reagieren Säuglinge mit Wut und Trauer auf einen schmerzhaften Reiz und die Angst vor Schmerzen entwickeln sie ab ca. 6 Lebensmonaten. Die ersten verbalen Äußerungen können zwischen dem 18. und dem 24. Lebensmonat mit den Worten „aua“ oder „wehtun“ getätigt werden, jedoch kann der Schmerz erst mit 24 bis 36 Lebensmonaten näher beschrieben werden. Die emotionale Komponente kommt erst ab dem 3. Lebensjahr hinzu, und die Intensität kann ab dem ca. 5. Lebensjahr gut differenziert werden. Der Grund für die empfundenen Schmerzen kann zwischen 7 und 10 Jahren beschrieben werden und erst mit 11 Jahren besitzt ein Kind die Fähigkeiten seine Wahrnehmung des Schmerzes in vollem Umfang zu erläutern.³¹

6.6 Schmerzerfassung bei Kindern

Um eine effektive Schmerzbehandlung durchzuführen, muss im ersten Schritt die Erfassung und Dokumentation des Schmerzes erfolgen. Die S-3 Leitlinie „Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen“ gibt vor, dass bereits im perioperativen Setting sowohl somatische als auch psychosoziale Faktoren erfasst werden sollen, da sie postoperativ die Schmerztherapie beeinflussen können. Mit zielgruppenspezifischen und validierten Messinstrumenten sollte individuell in regelmäßigen Zeitabständen eine Evaluierung erfolgen und optimalerweise zwischen Ruhe- und Belastungsschmerzen unterschieden werden. Schmerzmodulierende Faktoren sollten im Verlauf der Therapie erkannt und berücksichtigt werden.²⁰ Da Schmerzen ein multifaktorielles und subjektives Geschehen darstellen, ist die Selbstbeurteilung grundsätzlich der Goldstandard.²⁷ Da Säuglingen und Kindern teilweise die Fähigkeit noch fehlt, ihr Schmerzerlebnis verständlich zu äußern, muss in dieser speziellen Population je nach Alter sowohl die Selbst- als auch die Fremdbeurteilung

herangezogen werden. Die Beurteilung durch außenstehende Personen kann hier zu großen Diskrepanzen führen.¹⁷

Für die Fremdbeurteilung können Vitalparameter, wie Blutdruck, Herz- und Atemfrequenz und Hormonspiegel herangezogen werden, die allerdings sehr unspezifisch für den Schmerz sind.³² Um dennoch eine adäquate Schmerzerfassung durchführen zu können wurden verschieden Skalen entwickelt, die im Folgenden näher erläutert werden.

Die kindliche Unbehagens- und Schmerzskala (KUSS) nach Büttner hat einen hohen Stellenwert im postoperativen Schmerzmanagement von Neugeborenen und Kleinkindern bis zum 4. Lebensjahr. Die fünf Verhaltensmerkmale Weinen, Gesichtsausdruck, Rumpfhaltung, Beinhaltung und motorische Unruhe werden 15 Sekunden lang beobachtet und jeweils mit 0-2 Punkten bewertet. Als “cut-off” Wert gilt eine Gesamtsummenpunktzahl von 4, bei der eine schmerztherapeutische Intervention indiziert ist.¹⁷

KUS-Skala für Kinder von 0–4 Jahren		
Weinen	Gar nicht	0
	Stöhnen, Jammern, Wimmern	1
	Schreien	2
Gesichts-ausdruck	Entspannt, lächelt	0
	Mund verzerrt	1
	Mund und Augen grimassieren	2
Rumpfhaltung	Neutral	0
	Unstet	1
	Aufbäumen, Krümmen	2
Beinhaltung	Neutral	0
	Strampelnd, tretend	1
	An den Körper gezogen	2
Motorische Unruhe	Nicht vorhanden	0
	Mäßig	1
	Ruhelos	2
Summe ▶		

Abbildung 2: KUSS Skala³³

Der **FLACC pain scale** (Face Legs Activity Cry Consolability) bewertet nach einer 5-minütigen Beobachtungszeit die fünf Kategorien Gesicht, Beine, Aktivität, Weinen und Tröstbarkeit ebenfalls mit jeweils 0-2 Punkten. Hier besteht ebenso ab einem Score von 4 Punkten therapeutischer Handlungsbedarf.⁸

Der **Berner Schmerzscore für Neugeborene (BSPN)** wird vor allem für Frühgeborene eingesetzt und enthält drei physiologische und sechs verhaltensorientierte Parameter, die mit 0-3 Punkten eingeschätzt werden. Beide Kategorien können getrennt voneinander bewertet werden.³⁴

Schmerzindikatoren	0	1	2	3	Score
Weinen	Kein Weinen	Kurze Weinphase (weniger als 2 Minuten)	Vermehrtes Weinen (mehr als 2 Minuten)	Vermehrtes und schrilles Weinen (mehr als 2 Minuten)	
Gesichtsmimik	Gesicht entspannt	Vorwiegend entspannt, kurzes Verknäulen des Gesichts	Vermehrtes Verknäulen des Gesichts, aber auch Entspannung möglich	Permanentes Verknäulen des Gesichts	
Körperspannung	Körper entspannt	Vorwiegend entspannt, kurze Anspannung	Vorwiegende Anspannung, aber auch Entspannung möglich	Permanente Anspannung	
Herzfrequenz (bpm) Ruhezustand: _____	Ruhezustand (Ausgangswert)	Zunahme um 20 bpm oder mehr bpm vom Ausgangswert, mit Rückgang zum Ausgangswert innerhalb von 2'.	Zunahme von 20 bpm oder mehr bpm vom Ausgangswert, ohne Rückgang zum Ausgangswert innerhalb von 2'.	Zunahme von 30 bpm oder mehr bpm vom Ausgangswert oder vermehrte Bradykardien innerhalb von 2'.	
Zwischentotal → Zwischentotal ≥ 1: Kontextfaktoren dazu zählen!					
Kontextfaktoren	0	1	2	3	Score
Postmenstruelles Alter (GA + Anzahl Lebenstage)	≥ 37 0/7 Wochen	32 0/7 – 36 6/7 Wochen	28 0/7 – 31 6/7 Wochen	< 28 Wochen	
Verhaltenszustand (Baseline)	Aktiv (wach oder schlafend)	Ruhig (wach oder schlafend)			
Beatmung	Keine Beatmung	Mechanische Beatmung oder CPAP			
Gesamttotal →					
Gesamttotal = Zwischentotal der Schmerzindikatoren + Score der Kontextfaktoren (wenn Zwischentotal ≥ 1).					
Frühgeborene (PMA < 37 Wochen) 0-5 Punkte = Kein Schmerz oder keine beobachtbare Schmerzáusserung ≥ 6 Punkte = Schmerz			Termingeborene (PMA ≥ 37 Wochen) 0-3 Punkte = Kein Schmerz oder keine beobachtbare Schmerzáusserung ≥ 4 Punkte = Schmerz		

Abbildung 3: Berner-Schmerzscore³⁵

Die **COMFORT-Skala** bzw. der **COMFORT-B-Score** (COMFORT-Behaviour-Score) wertet die 8 Parameter Wachsamkeit, Ruhe/Unruhe, Atemmuster, körperliche Bewegung, Muskeltonus und Gesichtsspannung, Herzfrequenz und Blutdruck aus. Die Herzfrequenz und der Blutdruck werden beim COMFORT-B-Score aufgrund ihrer Beeinflussbarkeit durch Interventionen nicht bewertet. Bei beiden Scores gibt es zwischen 0 und 5 Punkten pro Kategorie und eine Summe über 17 Gesamtpunkte indiziert eine angemessene Behandlung der vorliegenden Schmerzen.³⁶

In der S3-Leitlinie „Analgesie, Sedierung, Delirmanagement in der Intensivmedizin“ werden noch der Premature Infant Pain Profile (PIPP) Score und die Neonatal Infant Pain Scale (NIPS) erwähnt, die beide der Beurteilung von Schmerzen während prozeduralen Maßnahmen dienen.³⁶

Ab dem ca. 4. Lebensjahr der Kinder sollten Selbstbeurteilungsskalen herangezogen werden, um eine möglichst subjektive Einschätzung erfassen und eine individuelle Therapie anpassen zu können. Die folgenden Skalen dienen als validierte Messinstrumente. Die Gesichtsskalen kommen vor allem bei jüngeren und kognitiv eingeschränkten Kindern zum Einsatz, wenn gewisse Fähigkeiten zur zuverlässigen Anwendung der analogen Skalen fehlen.³⁷

Die **Faces-Pain Scale revised** nach Hicks zeigt verschiedene Gesichter von einem neutralen Gesichtsausdruck bis hin zu einem schmerzverzerrten Gesicht, die mit 0 bis 10 Punkten bewertet werden. Die Aufklärung der Kinder über die Anwendung der Skala spielt eine große Rolle und Wörter wie „traurig“ oder „glücklich“ sollten vermieden werden, da diese Emotionen nicht zwingend mit dem Schmerzerlebnis gekoppelt sind.³⁸

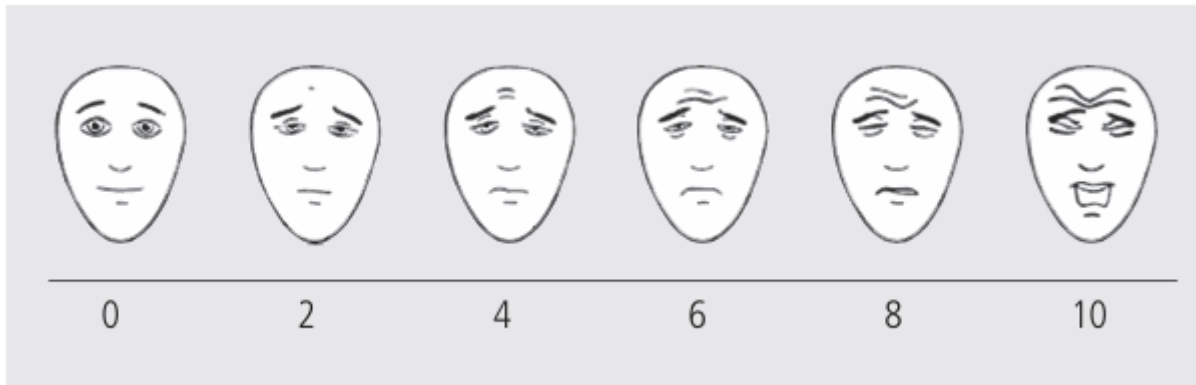


Abbildung 4: Faces-Pain Scale³³

Bei der **Smiley-Skala** wurde dieses Problem häufiger beobachtet, da die Bildersymbole häufig mit Emotionen assoziiert werden.³⁹ Um eine adäquatere Einschätzung der Schmerzen zu gewährleisten, sollte diese Skala durch die Faces-Pain Scale ersetzt werden.



Abbildung 5: Smiley-Skala⁴⁰

Die analogen Skalen sind ab dem ca. 8 Lebensjahr für Kinder validiert, da ein numerisches und die Distanz zweier Punkte betreffendes Verständnis für die Anwendung notwendig sind.³⁶

Die **numerische Ratingskala (NRS)** und die **verbale Ratingskala (VRS)** arbeiten mit den Zahlen von 1 bis 10, die Schmerzintensitäten von „keine Schmerzen“ bis „unerträgliche Schmerzen“ abbilden. Bei der numerischen Skala soll auf einer mit diesen Zahlen unterteilten Linie die Intensität eingezeichnet werden, wobei bei der verbalen Skala der Wert abgefragt wird. Es gibt auch eine verbale Ratingskala, bei der statt Zahlen Worte entlang einer Linie aufgeschrieben werden. Ab einem Wert von 4 besteht ein Interventionsbedarf.^{37,39}

Die **visuelle Analogskala (VAS)** kann ab dem ca. 9. Lebensjahr zur Schmerzerfassung eingesetzt werden. Sie bildet eine 10 cm lange gerade Linie ab, deren Endpunkte „kein Schmerz“ und „stärkster Schmerz“ sind. Das Kind soll seine Schmerzintensität auf dieser Linie einzeichnen. Diese Skala kann auch mit einem Farbverlauf hinterlegt oder statt einer Linie in Form eines immer dicker werdenden Balkens abgebildet werden. Auf der Rückseite werden oft die zugeordneten Zahlen abgebildet, um dann aus medizinischer Sicht eine Einschätzung treffen zu können.^{17,39}

Um den Schmerz optimal bewerten zu können, werden neben der Intensität auch die Lokalität, die Qualität, die Auswirkungen auf alltägliche Funktionen und Faktoren, die das Erlebnis Schmerz und somit dessen Interpretation beeinflussen, erhoben und dokumentiert.⁴¹

Für die einzelnen Skalen gelten bestimmte “cut-off”-Werte, um eine Therapie einzuleiten, jedoch sollten für ein gutes Schmerzmanagement immer die individuellen Bedürfnisse der Kinder miteinbezogen werden.³⁶

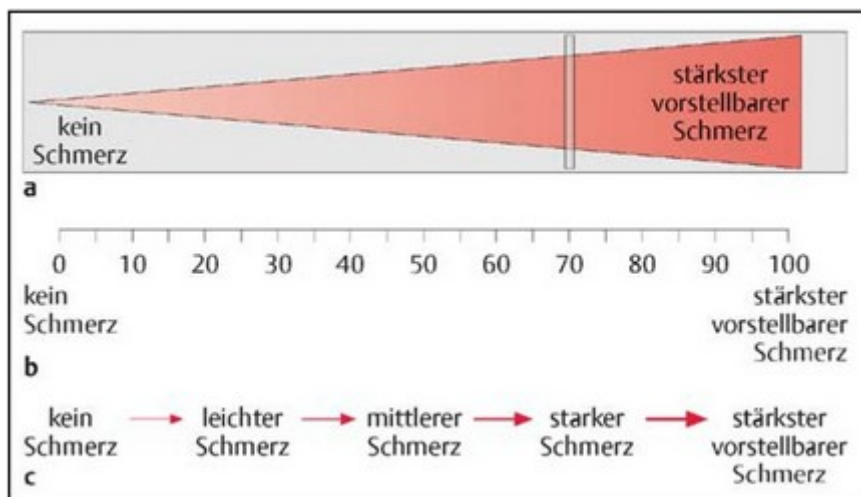


Abbildung 6: VAS (a), NRS (b) und VRS (c)¹⁷

7 Schmerzmanagement bei Kindern

Wie bereits erwähnt sollte eine angepasste Schmerztherapie immer multimodal sein, da das Schmerzerlebnis durch viele Komponenten beeinflusst wird. Das Schmerzgedächtnis, psychologische Faktoren wie Angst und Unsicherheit sowie Erwartungshaltungen können das Ausmaß der postoperativen Schmerzen beeinflussen.²⁷ Daher ist ein umfassendes perioperatives Management, inklusive altersentsprechender Aufklärung und Einbeziehung von Bezugspersonen, für eine optimale Schmerztherapie essentiell. Darüber hinaus sollten Wartezeiten für Eingriffe minimiert werden und die Umgebung kindergerecht gestaltet sein. Als wichtiges Hilfsmittel zählen auch kognitive und verhaltenstherapeutische Methoden.⁴²

Ein optimales Schmerzmanagement umfasst die evidenzbasierte Behandlung perioperativer, postoperativer und prozeduraler Schmerzen. Dies erfolgt durch eine systematische Erfassung, kontinuierliche Dokumentation und regelmäßige Reevaluation des Schmerzverlaufs sowie durch den gezielten Einsatz pharmakologischer und nicht-pharmakologischer Interventionen.

7.1 Medikamentöse postoperative Schmerztherapie:

7.1.1 Pharmakokinetische und pharmakodynamische Besonderheiten

Bei der Planung der medikamentösen Therapie von Kindern muss man auf die pharmakologischen Besonderheiten dieser Population achten. Die Pharmakokinetik verabreichter Substanzen kann sich aufgrund von einer veränderten Resorption, Verteilung, Metabolisierung und Ausscheidung bei Kindern von jener bei Erwachsenen stark unterscheiden.

Bis zu einem Alter von 2-3 Jahren kann der pH-Wert des Magens noch erhöht sein und somit die Resorption von säurelabilen/säurestabilen Wirkstoffen beeinflussen. Auch die Entleerung des Magens und die Motilität des Darms können verlangsamt sein. Deswegen müssen in manchen Fällen oral applizierte Arzneiformen höher dosiert werden um eine ausreichende Wirkung zu erzielen. Fettlösliche Arzneistoffe werden in den ersten Lebenswochen aufgrund einer unzureichenden Produktion von Gallensäuren schlechter resorbiert.⁴³ Durch die relativ große Resorptionsfläche der Haut im Vergleich zum Körpergewicht, eine bessere Perfusion und Hydratation können transdermal applizierte Arzneistoffe stärker resorbiert werden als bei Erwachsenen. Daher muss die Dosis bei transdermalen Applikationsformen angepasst werden und systemische Nebenwirkungen können verstärkt auftreten. Eine weitere Barriere, die Blut-Hirn-Schranke, ist bei Früh- und Neugeborenen noch nicht vollständig entwickelt und somit durchlässiger für ionisierte und wasserlösliche Substanzen. Ebenso ist die Myelinisierung der peripheren Nerven noch nicht vollständig abgeschlossen, diese sind somit empfindlicher.⁴³⁻⁴⁵

Bei Früh- und Neugeborenen ist die Konzentration der Plasmaproteine reduziert und somit können Analgetika, die eine hohe Plasmaproteinbindung haben, eine höhere Wirksamkeit durch einen höheren freien Anteil erzielen. Der Gesamtgehalt des Körperwassers sinkt von ca. 75% eines Neugeborenen auf ca. 50% eines Jugendlichen und der Fettgehalt steigt von ca. 13% eines Neugeborenen auf ca. 20-30% eines Jugendlichen. Dies hat Auswirkungen auf das Verteilungsvolumen der Arzneistoffe. Wird ein sehr hydrophiler Arzneistoff verabreicht, muss die Dosis erhöht werden, da bei einem Neugeborenen der Gesamtwassergehalt in Relation zum Körpergewicht sehr groß ist.^{37,43}

Die Metabolisierung bei Säuglingen und Kindern unterscheidet sich ebenfalls von jener bei Erwachsenen. Die Größe der Leber in Relation zur Körperoberfläche ist bei Kindern, besonders in den ersten Lebensjahren, sehr groß. Allerdings ist deren Durchblutung, vor allem bei Neugeborenen, um bis zu 50% verringert. Die Enzyme für die Phase I- und Phase II-Reaktionen in der Leber sind in den ersten Lebensmonaten unterschiedlich entwickelt und daher kann sich die Halbwertszeit (HWZ) verschiedener Substanzen verlängern. Die Arten der Biotransformationsreaktionen laufen mit unterschiedlicher Häufigkeit ab. So finden bei Neugeborenen mehr Sulfatierungen und Methylierungen, als Demethylierungen und Glucuronidierungen statt. Die renale Exkretion wird durch die Durchblutung der Niere, welche im Laufe des Heranwachsens zunimmt, bestimmt. Dadurch steigt die glomeruläre Filtrationsrate im Laufe des ersten Lebensjahres stark an und erreicht dann die Werte eines Erwachsenen. Bei Neugeborenen ist außerdem auch die Tubulusfunktion noch eingeschränkt.⁴³⁻⁴⁵

Auch pharmakodynamische Unterschiede können bei der Behandlung von Kindern relevant sein. Die Rezeptordichte und die somit vermittelten Wirkmechanismen und Nebenwirkungen können verändert sein. Benzodiazepine zum Beispiel wirken bei Kleinkindern stärker als bei Erwachsenen, was bei der Dosierung beachtet werden muss.⁴⁴ Gewisse Wirkstoffe können bei Kindern Wirkungen entfalten, die man bei Erwachsenen nicht beobachten kann, wie zum Beispiel den Verschluss des Ductus arteriosus durch Ibuprofen.⁴⁶

All diese pharmakokinetischen und pharmakodynamischen Besonderheiten müssen bei der Anwendung von Arzneimitteln bei dieser Patientengruppe berücksichtigt werden.

7.1.2 Problematische Hilfsstoffe

Es gibt eine Reihe von Hilfsstoffen, die bei Kindern und vor allem Säuglingen zu Nebenwirkungen führen können.

Dazu gehören die Süßungsmittel Acesulfam (max. 9 mg/kg/Tag), Aspartam (ab 12 Wochen 40 mg/kg/Tag), Cyclamat (7 mg/kg/Tag), Fructose (max. 140 mg/kg), Saccharin (5 mg/kg/Tag), Sorbitol, Sucralose (15 mg/kg/Tag) und Sucrose. Bei Kindern mit einer hereditären Fructose-Intoleranz oder einer Hypoglykämie dürfen Präparate mit Fructose, Sorbitol und Sucrose nicht angewendet werden. Bei einer hohen Dosierung können Fructose und Sorbitol abführend wirken.^{47,48} Das kariogene Potential von Saccharose, Glucose und Fructose sollte bei oral applizierten Arzneiformen mitgedacht werden.⁴³

Benzylalkohol wird als Lösungsmittel, Konservierungsmittel oder auch als Duftstoff in topischen Arzneimitteln eingesetzt. Es kann bei zu hoher Dosierung, welche nicht genau bekannt ist, oral und parenteral bei Kleinkindern zum "Gaspingsyndrom", einem Atemproblem, kommen.⁴⁹ Bei Kindern unter 3 Jahren sollten Arzneimittel mit diesem Hilfsstoff nicht länger als eine Woche angewendet werden. Neugeborene können die Substanz noch nicht verstoffwechseln, daher wird eine Anwendung vor der 5. Lebenswoche nicht empfohlen. Lokal kann Benzylalkohol Reizungen hervorrufen.⁴⁸

Benzoessäure, ein Abbauprodukt des Benzylalkohols, wird als Konservierungsmittel eingesetzt. Durch die verminderte Abbaurate in den ersten Lebenswochen kann es zu einer Akkumulation kommen, vor allem in Kombination mit der Gabe von einem Benzylalkohol-haltigen Arzneimittel. In Anwesenheit der Benzoessäure wird die freie Bilirubinkonzentration im Blut erhöht und das Risiko für einen Ikterus steigt.⁴⁸

Für Ethanol wurde der Grenzwert der Blutalkoholkonzentration durch eine Einzeldosis auf maximal 0,125 g/L festgelegt. 3 g/kg werden als potenziell tödliche Dosis angesehen. Genaue Volumina-Mengen Tabellen können bei der Behandlung mit Ethanol-haltigen Arzneimitteln hilfreich sein.⁴⁸ Mundspülungen, welche mit Alkohol zubereitet sind, sollten immer kindergesichert verschlossen sein und selbst bei der Anwendung muss Vorsicht geboten werden.⁵⁰ Grundsätzlich sollten orale Zubereitungen für Kinder, falls nicht anders möglich, maximal 5% Ethanol enthalten und eine gesamte Packung eines Arzneimittels die letale Dosis nicht erreichen. Bei einer Intoxikation können Hypoglykämien,

Hypothermie und Koma auftreten. Man vermutet neurologische und kognitive Störungen in der Entwicklung, falls Kinder über einen längeren Zeitraum niedrige Dosen von Ethanol verabreicht bekommen.⁵¹

Propylenglykol wird in der pharmazeutischen Technologie als Lösungsvermittler angewendet. Bei Kindern bis zum 5. Lebensjahr ist die metabolische und renale Clearance geringer und eine Akkumulation der Substanz wahrscheinlicher. Die gefährlichste unerwünschte Wirkung ist eine Depression des zentralen Nervensystems. Bei verletzten Hautstellen kann der Hilfsstoff in nicht vorhersagbarer Konzentration systemisch aufgenommen werden.⁴⁸ Die Grenzwerte liegen altersabhängig bei unter einem Monat bei 1 mg/kg/Tag, ab 1 Monat bis 5 Jahre bei 50 mg/kg/Tag und ab 5 Jahren bei 500 mg/kg/Tag. Bei Kindern unter 5 Jahren muss auch auf gefährliche Wechselwirkungen bei der gleichzeitigen Einnahme von Ethanol-haltigen Produkten geachtet werden.⁵²

Falls junge Kinder eine Lactose-Intoleranz haben, sollten Arzneimittel mit Lactose in größeren Mengen vermieden werden, da es zu Diarrhoe, Dehydratation und metabolischer Azidose kommen kann.⁴⁸

Die als Konservierungsmittel eingesetzten Substanzen Benzalkoniumchlorid und verschiedene Parabene können bei Kindern je nach Applikationsform Reizungen des beteiligten Körperareals auslösen. Die Parabene Methyl-4-hydroxybenzoat und Propyl-4-hydroxybenzoat sollten in der Summe nicht mehr als 10 mg/kg/Tag ausmachen. Propyl-4-hydroxybenzoat alleine sollte die Menge von 2 mg/kg/Tag nicht überschreiten.⁴⁸

Die geplante medikamentöse Schmerztherapie sollte immer auf problematische Hilfsstoffe geprüft werden. Durch eine Kombination der einzelnen Arzneimittel, einer gängigen Verordnungsform in der Analgetikatherapie, kann sich die Menge der Hilfsstoffe bis zu toxischen Werten aufsummieren. Bei den nachstehend erwähnten Präparaten, die derzeit im Handel sind, werden die genannten Problemstoffe nicht mehr einzeln erwähnt, müssen aber immer mitbedacht werden. Darüber hinaus sollte bei jeder medikamentösen Intervention auch auf Hilfsstoffe geachtet werden, die hier nicht erwähnt wurden. Bei der intravenösen (i.v.) Verabreichung müssen auch eventuell angewendete Lösungsvermittler, die separat dazu gegeben werden, geprüft werden.⁴³

7.1.3 Medikamentöse Therapie

Das durch die World Health Organisation (WHO) entwickelte Stufenschema zur Schmerztherapie gilt als Basis für jede schmerztherapeutische Intervention. Ursprünglich für die Behandlung von chronischen Schmerzen entwickelt, wird dieses Schema auch für die Behandlung von postoperativen Schmerzen herangezogen. Im Gegensatz zu einer Auftitrierung der Schmerzmedikation bei unbeherrschbaren Schmerzen wird im postoperativen Setting, in dem häufiger Akutschmerzen auftreten, eher mit höheren Dosen und Analgetika einer höheren Stufe begonnen und im Verlauf eine Reduktion der Dosis und ein Wechsel der Analgetika auf ein weniger potentes angestrebt.²⁷ Um dem postoperativen Schmerz entgegenzuwirken, wird meist bei der Ausleitung des Anästhetikums bereits ein Analgetikum über den intravenösen Zugang verabreicht.⁵³ Bei der Dosierung des Wirkstoffes müssen das Alter, das Gewicht, die Dauer der Therapie, die Maximaldosis, das Dosierungsintervall, die Applikationsform und die Indikation berücksichtigt werden.³⁷

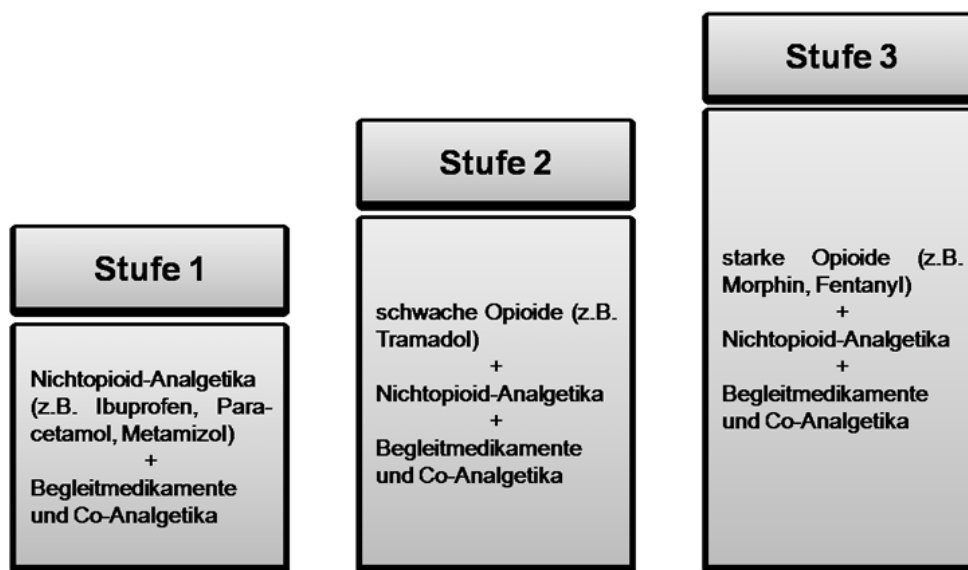


Abbildung 7: WHO-Stufenschema²⁷

Jede Therapie sollte sich an den 5 Grundregeln der medikamentösen Schmerztherapie orientieren.⁵⁴

- “by the ladder“ – Dies bedeutet, dass die Auswahl der Medikamente nach dem oben genannten Schema erfolgen sollte. Jedoch sollte man beim Auftitrieren nicht strikt nach dem Schema vorgehen, wenn Kinder bereits starke Schmerzen haben, sondern diese adäquat therapieren.
- „by the clock“ – Die Verabreichung der medikamentösen Basistherapie sollte nach einem zeitlich festgesetzten Schema erfolgen. Dabei kann bei Schmerzspitzen eine Bedarfsmedikation notwendig sein.

- „by the mouth“ – Die Gabe der Analgetika sollte, falls möglich, oral erfolgen. Gerade bei Kindern ist darauf zu achten so wenig invasive Eingriffe wie möglich durchzuführen.
- „by the child“ – Die Therapie muss immer individuell auf das Kind abgestimmt werden.

Die folgenden Dosierungstabellen wurden, wenn nicht anders gekennzeichnet, von kindermedika entnommen.⁴⁸

7.1.3.1 Nicht-Opioidanalgetika (NOPA)

7.1.3.1.1 Nichtsaure antipyretische Analgetika

Der Wirkmechanismus dieser Arzneistoffe ist noch nicht vollständig bekannt. Sie passieren die Blut-Hirn-Schranke und beeinflussen die Prostaglandinsynthese im ZNS, jedoch nicht in peripher entzündeten Geweben. Daher wirken diese Verbindungen nicht antiphlogistisch, sondern nur analgetisch und antipyretisch.⁶

- **Paracetamol:**

Paracetamol hat eine analgetische und antipyretische, jedoch keine antiphlogistische Wirkung. Es ist das Mittel der Wahl für Kinder jeden Alters bei leichten bis mittelstarken Schmerzen und weist ein günstiges Nebenwirkungsprofil auf, da keine Thrombozytenaggregationshemmung, gastrointestinalen oder renalen Nebenwirkungen nachgewiesen werden konnten.⁵⁵

Die Bioverfügbarkeit ist stark von der Applikationsform abhängig. Bei oraler Gabe werden ca. 63-89% aufgenommen und das Wirkmaximum wird nach ca. 30 Minuten erreicht.^{11,33} Durch gleichzeitige Nahrungsaufnahme können diese Werte beeinträchtigt werden.⁵⁶ Bei rektaler Gabe variiert die Aufnahme zwischen 24-98% und ist somit sehr schlecht steuerbar und das Wirkmaximum wird erst nach 2-3 Stunden erreicht.⁵⁵ Die Gabe von Suppositorien kann bereits bei der Narkoseeinleitung erwogen werden.³⁷ Die exakteste Wirkstoffkonzentration kann bei der intravenösen (i.v.) Gabe erzielt werden und das Wirkmaximum tritt nach 30 Minuten ein.^{11,33} Der Wirkstoff wird in der Leber metabolisiert und über die Niere ausgeschieden. Die Clearance ist bei Früh- und Neugeborenen bis zum 1. Lebensjahr vermindert und die HWZ erhöht.⁵⁵

Bei einer Überdosierung kann es durch eine Erschöpfung der Glutathionreserven und somit zu einer unvollständigen Detoxifizierung des toxischen Metaboliten N-Acetyl-p-Benzochinonimin (NAPQI) in der Leber zu hepatotoxischen Nebenwirkungen kommen, die potentiell letal sein können. Bei Kindern beträgt der Grenzwert >140 mg/kg Körpergewicht. Als Antidot steht N-Acetylcystein zur Verfügung, die Therapie sollte innerhalb von 8-15 Stunden nach der Intoxikation begonnen werden.^{11,48}

Neben einer Überdosierung können auch Begleiterkrankungen, die mit einem reduzierten Glutathionspiegel einhergehen (z.B. Diabetes mellitus), ein genetisch bedingter Enzymmangel, schwere Leberfunktionsstörungen und eine wiederholte, langanhaltende Gabe von 90 mg/kg/Tag bei Kindern zu einer Toxizität führen.⁴⁸

Durch eine dauerhafte Gabe kann es zu Nierenschädigungen kommen und bei einer eingeschränkten Nierenfunktion sollte das Dosierungsintervall von 4 Stunden auf 6 Stunden erhöht werden.⁵⁷ Durch die wiederholte Gabe von Paracetamol kann auch ein Analgetika-induzierter Kopfschmerz auftreten, der nicht durch erhöhte Dosen behandelt werden darf.⁵⁸

Im Handel stehen mehrere Darreichungsformen für Paracetamol zur Verfügung. Dabei muss bei manchen Präparaten auf problematische Hilfsstoffe geachtet werden, vor allem wenn es zu einer Verabreichung höherer Dosen kommt.⁴⁸

- Saft 200 mg/5ml
- Granulat 250 mg/Beutel, 500 mg/Beutel
- Tabletten 500 mg
- Zäpfchen mit 75 mg, 125 mg, 250 mg, 500 mg und 1000 mg
- Infusionslösung mit 10 mg/ml

Tabelle 1: Dosierungsschema Paracetamol für die Indikation akute und postoperative Schmerzen

Alter	Oral	rektal
FG 28-33 Wochen	30 mg/kg/Tag in 3 Dosen	Initial: 20 mg/kg/Dosis Erhaltungsdosis: 40 mg/kg/Tag in 2 Dosen
FG 33-37 Wochen	45 mg/kg/Tag in 3 Dosen	Initial: 30 mg/kg/Dosis Erhaltungsdosis: 40 mg/kg/Tag in 2 Dosen
Neugeborene	60 mg/kg/Tag in 4 Dosen	Initial: 30 mg/kg/Dosis Erhaltungsdosis: 60 mg/kg/Tag in 3 Dosen
1-6 Monate	60 mg/kg/Tag in 4 Dosen	Initial: 40 mg/kg/Dosis, max. 1 g/Dosis
6 Monate – 18 Jahre	90 mg/kg/Tag in 4 Dosen max. 4 g/Tag, max. 1 g/Dosis	Erhaltungsdosis: 90 mg/kg/Tag in 3 - 4 Dosen, max. 4 g/Tag

Alter	Intravenös
FG < 32 Wochen	Initial: 12 mg/kg/Dosis Erhaltungsdosis: 24 mg/kg/Tag in 4 Dosen
FG 32-44 Wochen	Initial: 20 mg/kg/Dosis Erhaltungsdosis: 40 mg/kg/Tag in 4 Dosen
Neugeborene	
1 Monat-18 Jahre	Initial: 20 mg/kg/Dosis, max. 1 g/Dosis Erhaltungsdosis: 60 mg/kg/Tag in 4 Dosen, max. 4 g/Tag, max. 1 g/Dosis

Die Paracetamol-Lösung wird als i.v. Infusion über 15 Minuten verabreicht. Das minimale Intervall zwischen den einzelnen Verabreichungen beträgt 4 Stunden.

Durch die Kombination von Paracetamol und Ibuprofen kann eine bessere analgetische Wirkung erzielt werden als durch die Verabreichung eines Monopräparates.^{20,59}

- **Metamizol**

Metamizol wirkt sowohl analgetisch, antipyretisch, antiphlogistisch als auch spasmolytisch, weshalb es das Mittel der 1. Wahl bei krampfartigen Schmerzen und für Kinder ab 3 Monaten zugelassen ist. Ihm wird die höchste analgetische Potenz unter den Nichtopioiden zugeschrieben.¹¹

Der pharmakologisch wirksame Metabolit 4-N-Methylaminoantipyrin (MAA) hat eine orale Bioverfügbarkeit von ca. 90%, wobei eine gleichzeitige Nahrungsaufnahme keinen Einfluss hat. MAA wird in der Leber weiter metabolisiert und über den Urin ausgeschieden. Bei Kindern konnte eine schnellere Elimination gezeigt werden.⁶⁰ Es kann gelegentlich zu einer Rotfärbung des Harns kommen.⁶¹

Bei einer sehr schnellen i.v. Verabreichung kann es zu einem starken Blutdruckabfall kommen.¹¹ Das Risiko besteht auch bei schon bestehender Hypotonie, Dehydratation, Volumenmangel und einem instabilen Kreislauf.⁴⁸ Metamizol kann zu Überempfindlichkeitsreaktionen, bis hin zum anaphylaktischen Schock führen, vor allem bei Kindern mit einem Analgetika-Asthma-Syndrom. Es kann in seltensten Fällen zu schweren Hautreaktionen wie dem Stevens-Johnson-Syndrom und der toxisch

epidermalen Nekrolyse kommen.⁶⁰ Metamizol hemmt auch die Aktivität der Diaminoxidase, was bei Kindern mit Histaminintoleranz berücksichtigt werden sollte.⁵⁵

Die seltene, aber sehr schwere Nebenwirkung Agranulozytose wird häufig diskutiert. Tritt eine unerwartete Verschlechterung des Allgemeinbefindens (wie Fieber, Schüttelfrost, Halsschmerzen, Schluckbeschwerden), nicht abklingendes oder neu auftretendes Fieber sowie schmerzhaft Schleimhautveränderungen, besonders im Mund-, Nasen- und Rachenraum oder im Genital- oder Analbereich auf, muss die Therapie mit Metamizol sofort abgebrochen werden und eine Analyse des Blutbildes erfolgen.⁶⁰ Laut Studien tritt diese Nebenwirkung bei Kindern jedoch sehr selten auf.^{11,20} Das Risiko für eine Agranulozytose steigt mit der Dauer der Verabreichung. Eine Agranulozytose kann auch erst bis zu 10 Tage nach der Gabe des Analgetikums auftreten und daher müssen Patient:innen immer über diese Nebenwirkung aufgeklärt werden.²⁰

Bei Nierenfunktionsstörungen sollten im Allgemeinen hohe Dosen vermieden werden.⁵⁷ Die gleichzeitige Verabreichung von Metamizol und Acetylsalicylsäure (ASS) kann zu einer verminderten Thrombozytenaggregationshemmung führen, daher sollte auf eine zeitlich versetzte Gabe von ASS mindestens 30 Minuten vor oder 8 Stunden nach Metamizol geachtet werden. Durch die gleichzeitige Gabe von Clozapin oder Methotrexat und Metamizol kann eine erhöhte Toxizität mit schweren Blutbildveränderungen eintreten.⁴⁸

Die folgenden Symptome können bei einer Überdosierung auftreten: Übelkeit, Erbrechen, Schmerzen im Abdominalbereich, Schwindel, Somnolenz, Koma, Krämpfe und Blutdruckabfall bis hin zum Schock und Tachykardie. Es kann auch zu einer Rotfärbung des Urins kommen. Durch resorptionsmindernde Maßnahmen, z.B. Aktivkohle, Magenspülungen oder Hämodialyse und -filtration kann eine Überdosierung behandelt werden.⁶⁰

Die folgenden Darreichungsformen stehen derzeit im Handel zur Verfügung, die problematischen Hilfsstoffe der Handelspräparate müssen bei abweichenden Dosierungen miteinbezogen werden:⁴⁸

- Tropfen 500 mg/ml
- Tabletten 500 mg
- Injektionslösung 500 mg/ml

Tabelle 2: Dosierungsschema Metamizol für die Indikation starke Schmerzen und Fieber

Alter	oral	intravenös
3 Monate-18 Jahre	8 - 16 mg/kg/Dosis, bei Bedarf 4x täglich. max. 4 g/Tag. max. 1g/Dosis	8 - 16 mg/kg/Dosis, bei Bedarf 4x täglich. max. 4 g/Tag. max. 1 g/Dosis Nur für ≥ 15 J. und ≥ 53 kg: max. 2.5 g/Dosis. max. 5 g/Tag

Die i.v.-Gabe sollte mit weniger als 1 ml pro Minute erfolgen.⁶¹

Durch die Kombination mit nichtsteroidalen Antirheumatika (NSARs) kann postoperativ eine Einsparung von Opioiden für eine ausreichende Analgesie erzielt werden.⁵⁵

7.1.3.1.2 Nichtsteroidale Antirheumatika

NSARs werden postoperativ vor allem für die Behandlung von entzündungsbedingten Schmerzen und Schwellungen angewendet. Laut der Österreichische Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin (ÖGARI) sollte möglichst rasch auf eine orale oder rektale Arzneiform nach einer i.v. Applikation umgestellt werden.⁵⁵

Der allgemeine Wirkmechanismus dieser Arzneimittelklasse beruht auf der Hemmung der zwei Isoformen der Cyclooxygenase (COX), die an der Prostaglandinsynthese beteiligt sind. Die COX₂-Hemmung ist dabei vordergründig für den analgetischen Effekt verantwortlich, während die COX₁-Hemmung vor allem Nebenwirkungen verursacht. Die Metabolisierung der Arzneistoffe erfolgt in der Leber und die Elimination über die Niere.⁶

Für alle nachfolgenden Wirkstoffe gilt die niedrigste mögliche Dosierung über einen kurzen Zeitraum anzustreben. Da retardierte Präparate oft mehr Nebenwirkungen hervorrufen, sollte der Einsatz von normalen Arzneiformen in bestimmten Zeitintervallen angestrebt werden.⁶² Die folgenden Nebenwirkungen können für alle nachfolgend aufgelisteten NSARs beschrieben und daher allgemein zusammengefasst werden. Für Kinder mit einer schwerer Nieren-, Leber- oder Herzinsuffizienz sind NSARs kontraindiziert.⁴⁸

Die am häufigsten auftretenden unerwünschten Effekte sind gastrointestinale Nebenwirkungen, welche zum Teil dosisabhängig sind. Es kann zu Magenbeschwerden, Blutungen und Ulzera kommen. Um diese zu verhindern, werden NSARs meistens mit Protonenpumpenhemmern (PPIs) zusammen verschrieben, welche nach Absetzen der Schmerzmedikation oft unnötig weiter verschrieben werden.⁶²

Die renalen Nebenwirkungen, die mit einer verminderten Durchblutung der Niere und einer daraus resultierenden eingeschränkten Nierenfunktion einhergehen, müssen vor allem bei Kindern mit Dehydratation berücksichtigt werden und sind bei bereits eingeschränkter Nierenfunktion kontraindiziert. Durch die verminderte Durchblutung kann es in der Folge zu einer Wasser- und Salzretention kommen, was zu einer Erhöhung des Blutdrucks und Folgeschäden des Herzens führen kann. Daher muss bei jeder Gabe eines NSARs die Nierenfunktion ermittelt und bei Gabe trotz Einschränkung ein Monitoring erfolgen. Darüber hinaus müssen Wechselwirkungen mit anderen nephrotoxischen Wirkstoffen identifiziert werden.^{48,57} Bei einer bestehenden Herzinsuffizienz müssen NSARs mit Vorsicht angewendet werden.⁶³

Falls postoperativ ein erhöhtes Blutungsrisiko besteht, muss der Einsatz von NSARs streng abgewogen werden, da diese zu einer Hemmung der Thrombozytenaggregation führen. Auch die gleichzeitige Gabe von anderen Antikoagulantien oder Glucocorticoiden oder eine Kombination von mehreren NSARs erhöht das Blutungsrisiko. Ist eine gleichzeitige Therapie mit einer niedrig dosierten Acetylsalicylsäure indiziert, sollte die Einnahme des NSARs 2 Stunden später erfolgen.

Erwähnt werden sollte noch das Analgetika-Asthma, das eine Überempfindlichkeitsreaktion auf vor allem ASS, aber auch auf andere NSARs

beschreibt.⁶⁴ Daher zählt schweres Asthma bei Kindern als Kontraindikation.⁵⁵ Es kann auch zu Überempfindlichkeitsreaktionen der Haut bis hin zu anaphylaktischen Reaktionen kommen.⁶⁵

Bei Überdosierungen, die sich durch eine Reihe an Symptomen, wie zum Beispiel Kopfschmerzen, Schwindel oder Benommenheit, Bauchschmerzen, Verdauungsstörungen, Übelkeit, Erbrechen und Blutdruckabfall bemerkbar machen, können absorptionsmindernde Maßnahmen, wie Aktivkohle, herangezogen werden. Ein spezifisches Antidot für die jeweiligen Wirkstoffe gibt es nicht.^{66,67}

- **Ibuprofen:**

Ibuprofen ist für Kinder ab 3 Monaten zugelassen und kann oral, rektal und intravenös verabreicht werden.⁴⁸ Die orale Bioverfügbarkeit liegt zwischen 80-100% und bei oraler Gabe wird das Wirkmaximum nach 1-2 Stunden erreicht.^{61,67} Die Verbindung liegt als Racemat vor, von welchem nur das S(+)-Enantiomer biologisch aktiv ist. Es wird jedoch das R(-)-Isomer fast vollständig in die andere Form umgewandelt und kann somit auch seine Wirkung entfalten.⁶¹

Die Dosierung wird aufgrund des Alters und des Körpergewichts (KG) bestimmt und sollte bei adipösen Kindern mit dem angepassten Körpergewicht evaluiert werden.⁴⁸

Bezogen auf die Wechselwirkungen ist eine Spiegel-Erhöhung von Ibuprofen durch die gleichzeitige Anwendung von Fluconazol oder Voriconazol, welche das am Abbau beteiligte Enzym Cytochrom P450 2C9 (CYP2C9) hemmen, und das Risiko einer Nephro- und Ototoxizität der Aminoglykoside bei gleichzeitiger Gabe zu erwähnen.⁴⁸

Es gibt Hinweise auf eine verzögerte Knochenheilung unter dem längerfristigen Einsatz von Ibuprofen.²⁷ Bei einer Überdosierung kann es zu myoklonischen Anfällen der Kinder kommen.⁴⁸

Die folgenden Darreichungsformen stehen derzeit im Handel zur Verfügung, die problematischen Hilfsstoffe der Handelspräparate müssen bei abweichenden Dosierungen miteinbezogen werden:⁴⁸

- Brausegranulat 400 mg
- Dragees 200 mg, 400 mg, 600 mg
- Filmtabletten 200 mg, 300 mg, 400 mg, 600 mg, 800 mg
- Kapseln 200 mg, 400 mg
- Schmelztabletten 200 mg
- Infusionslösung 4 mg/ml, 6 mg/ml
- Suspension 20 mg/ml, 40 mg/ml
- Zäpfchen 60 mg, 75 mg, 125 mg, 150 mg

Tabelle 3: Dosierungsschema Ibuprofen für die Indikation Schmerzen und Entzündungen

Alter	oral	rektal	intravenös
3 Monate-12 Jahre	7 - 10 mg/kg/Dosis, bei Bedarf 3-4x täglich. max. 30 mg/kg/Tag. max. 400 mg/Dosis. max. 1600 mg/Tag	7 - 10 mg/kg/Dosis, bei Bedarf 3-4x täglich. max. 30 mg/kg/Tag	10 mg/kg/Dosis, bei Bedarf 4x täglich. max. 40 mg/kg/Tag. max. 400 mg/Dosis.
12-18 Jahre	200 - 400 mg/Dosis, bei Bedarf max. 6 x täglich. max. 30 mg/kg/Tag, max. 400 mg/Dosis, max. 1.600 mg/Tag. Kurzzeitig max. 2400 mg/Tag.		400 mg/Dosis, bei Bedarf max. 6x täglich. max. 30 mg/kg/Tag, max. 2.400 mg/Tag. max. 400 mg/Dosis.

Die Kombination von niedrig dosiertem Paracetamol und Ibuprofen kann einen additiven Effekt erzielen und ist postoperativ sehr sinnvoll, um die Gabe von Opioiden einzusparen.²⁰

- **Dexibuprofen**

Dieser Arzneistoff hat eine Zulassung in oraler Form für Kinder ab 8 Jahren.⁴⁸

Dexibuprofen ist das reine S(+)-Enantiomer des Moleküls Ibuprofen.⁶¹

Die folgenden Darreichungsformen stehen derzeit im Handel zur Verfügung, die problematischen Hilfsstoffe der Handelspräparate müssen bei abweichenden Dosierungen miteinbezogen werden:

- Filmtabletten 200 mg, 300 mg, 400 mg
- Pulver zur Herstellung einer Suspension zum Einnehmen 400 mg/Beutel

Tabelle 4: Dosierungsschema Dexibuprofen für die Indikationen Schmerzen, Fieber und Entzündungen

Alter	oral
8-12 Jahre	100 mg/Dosis, bei Bedarf 1-3 x täglich
12-18 Jahre	200 mg/Dosis, bei Bedarf 1-3 x täglich

- **Diclofenac**

Diclofenac ist für die Altersgruppen unter 18 Jahren für die orale und rektale Anwendung erst ab 14 Jahren zugelassen. Die Anwendung bei jüngeren Kindern erfolgt off-label.⁴⁸ Bei oraler Gabe unterliegt die Bioverfügbarkeit starken Schwankungen zwischen 30-80%.⁶¹

Zusätzlich zu den bereits allgemein erwähnten Nebenwirkungen der NSARs sind hier noch Irritationen nach rektaler Applikation, als auch Schmerzen und Irritationen der Einstichstelle, Venenirritationen und Thrombophlebitis bei parenteraler Verabreichung zu nennen.⁴⁸

Die folgenden Darreichungsformen stehen derzeit im Handel zur Verfügung, die problematischen Hilfsstoffe der Handelspräparate müssen bei abweichenden Dosierungen miteinbezogen werden:

- Dragees 50 mg
- Kapseln 50 mg, 75 mg
- Filmtabletten 50 mg
- Lösbare Tabletten 50 mg
- DRS Kapseln 75 mg, 100 mg
- Retardkapseln 100 mg
- Retardtabletten 75 mg, 100 mg, 150 mg
- Retardfilmtabletten 100 mg
- Injektionslösung 25 mg/ml
- Infusionslösung 0,3 mg/ml
- Zäpfchen 50 mg, 100 mg

Tabelle 5: Dosierungsschema Diclofenac für die Indikation akute und postoperative Schmerzen

Alter	oral	rektal	intravenös
3 Monate-18 Jahre	1 - 3 mg/kg/Tag in 2 - 4 Dosen. max. 200 mg/Tag Retardformulierungen nur ≥25kg	1 - 3 mg/kg/Tag in 2 - 4 Dosen. max. 200 mg/Tag	0,3 - 0,5 mg/kg/Dosis, bei Bedarf max. 4x täglich. max. 37,5 mg/Dosis.

- **Mefenaminsäure**

Der Wirkstoff ist für Kinder ab dem 6. Lebensmonat in oraler und rektaler Form zugelassen. Die Anwendungsdauer sollte 7 Tage nicht überschreiten.

Bei einer Überdosierung konnten Krampfanfälle an Kindern beobachtet werden.⁴⁸ Als aufgetretene Nebenwirkungen wurden auch Hyperthermie, Pankreatitis und posteriore reversible Leukoenzephalopathie beschrieben.⁴⁸

Im Handel sind folgende Präparate erhältlich:

- Filmtabletten 500 mg
- Kapseln 250 mg
- Suppositorien 125 mg, 250 mg

Tabelle 6: Dosierungsschema Mefenaminsäure für die Indikation akute und postoperative Schmerzen

Alter	oral	rektal
6 Monate-8 Jahre	19,5 mg/kg/Tag in 3 Dosen. max. 1.000 mg/Tag	12 mg/kg/Dosis, bei Bedarf max. 3 x täglich
8 Jahre– 14 Jahre		
14-18 Jahre	250 - 500 mg/Dosis, bei Bedarf max. 3 x täglich	500 mg/Dosis, bei Bedarf max. 3 x täglich

• Naproxen

Naproxen ist ab 1 Jahr in oraler Form für Kinder zugelassen. Die Einnahme unabhängig von den Mahlzeiten führt zu einer rascheren Wirkung, kann jedoch bei Kindern mit empfindlichen Magen zu Beschwerden führen. Die Anwendung unter einem Jahr erfolgt off-label.⁴⁸ Als Vorteil gegenüber Ibuprofen hat Naproxen auch eine krampflösende Wirkung.⁶⁸

Die folgenden Darreichungsformen stehen derzeit im Handel zur Verfügung, die problematischen Hilfsstoffe der Handelspräparate müssen bei abweichenden Dosierungen miteinbezogen werden:

- Filmtabletten 220 mg, 500 mg, 550 mg
- Tabletten 500 mg
- Suspension zum Einnehmen 250 mg/5 ml

Tabelle 7: Dosierungsschema Naproxen für die Indikation akute und postoperative Schmerzen

Alter	oral	rektal
3 Monate-18 Jahre	10 - 15 mg/kg/Tag in 2 - 3 Dosen. max. 1.000 mg/Tag	10 - 15 mg/kg/Tag in 2 - 3 Dosen. max. 1.000 mg/Tag

7.1.3.2 Opioid-Analgetika:

Die Opioid-Analgetika kommen bei mittelstarken bis starken Schmerzen zum Einsatz, wenn die analgetische Wirkung der nicht-opioiden-Analgetika unzureichend ist. Die Wirkstoffe binden an die körpereigenen μ -, κ - und δ - Rezeptoren des endogenen Opioidsystems, welches für die Schmerzwahrnehmung eine große Rolle spielt. Für die analgetische Wirkung spielt hauptsächlich der μ -Rezeptor eine Rolle. Neben der Analgesie zählen auch Euphorie, Sedierung, Atemdepression, Muskelrigidität, Konvulsionen, Hyperthermie, Blutdrucksenkung, Bradykardie, Juckreiz, verzögerte Magenentleerung und Obstipation, Harnretention und antitussive und emetische Effekte zu den Opioid-Rezeptor-vermittelten Wirkungen, die in der Schmerztherapie zum Teil als unerwünschte Nebenwirkungen auftreten.⁶¹ Eine Begleitmedikation für auftretende unerwünschte Wirkungen sollte immer zeitnah gegeben werden.

In Neugeborenen ist die Zahl der Opioidrezeptoren geringer und die regionale Verteilung im ZNS anders als bei Erwachsenen. Die Rezeptordichte ist in den für die unerwünschten Wirkungen verantwortlichen Regionen höher als in den schmerzmodulierenden Arealen des Gehirns.⁶⁹ Aufgrund dieser und der bereits erwähnten Besonderheiten bei Kindern, sollte immer eine titrierende Gabe, gemessen an der analgetischen Wirkung, gegeben werden.⁵⁵ Bis zum ca. 3 Lebensmonat besteht ein sehr hohes Risiko einer opioid-induzierten Atemdepression, weshalb ein Atemmonitoring innerhalb der ersten 24 Stunden obligat ist. Dies gilt auch für Kinder, die adipös sind, unter Schlafapnoe, kognitiven und körperlichen Einschränkungen leiden oder von einer externen Sauerstoffzufuhr abhängig sind.²⁰ Opioide können die CO_2 -Empfindlichkeit des Atemzentrums herabsetzen und somit die Regulation der Ein- und Ausatmung beeinträchtigen. Es kann zur Abnahme der Atemfrequenz, Atempausen, einem irregulären Atemrhythmus und bei sehr hohen Dosen zu einem Atemstillstand bei Bewusstsein der behandelten Personen führen.⁷⁰ Die Kombination mit einem weiteren Opioid, mit Alkohol oder mit anderen Sedativa erhöht das Risiko einer Atemdepression und sollte vermieden werden.¹¹

Die Opioide unterliegen einem hohen First-Pass-Effekt und werden in der Leber über verschiedene Isoenzyme des CYP450 metabolisiert und anschließend renal ausgeschieden. Genetische Polymorphismen dieses Enzymsystems, als auch diese Enzyme induzierende oder inhibierende Arzneistoffe können die Wirksamkeit und Toxizität einzelner Substanzen beeinflussen.⁷⁰ Die Eliminationsrate nimmt mit zunehmendem Alter der Kinder zu, kann sogar zu gewissen Zeitpunkten auch höher als im Erwachsenenalter sein und erfordert angepasste Dosissteigerungen.⁵⁵

Unter der Opioidgabe kann es zu einer Toleranzentwicklung kommen, die eine Dosissteigerung oder einen Wechsel der Substanz für eine ausreichende Analgesie notwendig macht. Diese Prozesse können bereits in den ersten 12 bis 24 Stunden nach Applikation auftreten.⁶¹ Die Toleranz ist teilweise schwer von der opioid-induzierten Hyperalgesie, einer paradoxen Reaktion, die vor allem bei hohen Dosen auftritt, abzugrenzen.⁶

Unter einer Therapie mit Opioiden kommt es rezeptorvermittelt zur Euphorie, solange die Substanzen im Körper wirken. Dadurch kann sich eine physische und psychische Abhängigkeit ausbilden, die sich durch Entzugssymptome nach dem Absetzen der Medikation bemerkbar macht. Aufgrund dieser Nebenwirkungen der Opiode soll bereits vor dem Ansetzen der Medikamente ein Plan für das Absetzen gemacht werden, um Missbrauch und Abhängigkeit zu vermeiden.⁷¹

Zusammengefasst sollten bei jedem therapeutischen Einsatz von Opioiden gewisse Grundregeln eingehalten werden. Vor Beginn der Therapie muss ein individueller Therapieplan mit festgelegtem Dosisregime entworfen werden. Die Überwachung und Dokumentation der Schmerzintensität und der auftretenden Nebenwirkungen und deren Management muss standardisiert werden. Die Dosisanpassung muss entsprechend dem Gewicht, dem Alter, auftretender Nebenwirkungen, vorhandener Leber- und Niereninsuffizienz oder anderen Komorbiditäten erfolgen. Das betreuende Personal muss dementsprechend geschult werden.⁵⁵ Für den Fall einer Überdosierung muss Naloxon zur i.v.-Verabreichung zur Verfügung stehen.⁷²

Im Allgemeinen ist die orale Verabreichung immer zu bevorzugen.²⁰ Jedoch gibt es auch für die Verabreichung der Opiode die Möglichkeit der patienten-kontrollierten Analgesie (PCA). Dabei können die Patienten und Patientinnen sich selbst durch Knopfdruck über einen i.v.-Zugang das Schmerzmittel verabreichen, was zu einer höheren Zufriedenheit derer und vor allem weniger Nebenwirkungen führt. Die Anwender und Anwenderinnen müssen gut geschult werden. Bei kleineren Kindern kann in Sonderfällen auch eine Eltern- oder Krankenschwester- kontrollierte Analgesie angewandt werden (“parent-controlled-analgesia” - PCA und “nurse-controlled analgesia” - NCA). Um Dosierungsfehler zu vermeiden wird eine Maximalmenge und ein zeitliches Sperrintervall festgelegt und es erfolgt eine vollständige Dokumentation.^{55,73}

Durch die Kombination eines Opioids mit einem NOPA kann in der postoperativen Schmerztherapie eine Opioid-Einsparung ermöglicht und somit das Risiko für Nebenwirkungen herabgesetzt werden.²⁰ Die Gabe von Opioiden ist bei Kindern mit Schädel-Hirn-Traumen, eingeschränkter Atemfunktion, schweren gastrointestinalen Problemen und schweren Leberschädigungen kontraindiziert.⁴⁸

Durch ein individuelles Ansprechen auf die unterschiedlichen Opiode muss in manchen Fällen ein Wechsel der verabreichten Substanz durchgeführt werden- eine Opioidrotation. Solch eine Umstellung muss dann stattfinden, falls keine ausreichende Analgesie trotz Dosiserhöhung der aktuellen Therapie erreicht werden kann (Toleranzentwicklung), die Nebenwirkungen zu stark sind oder eine opioid-induzierte Hyperalgesie auftritt. Die Dosierung der neu verwendeten Substanz muss mit Hilfe von Tabellen, die die äquianalgetischen Dosen der Opiode enthalten, errechnet werden. Diese Werte sollten nur als Anhaltspunkte dienen und eine Therapie dann mit einer um 25-30% geringeren Dosierung begonnen und bei Bedarf auftitriert werden.⁷⁴

7.1.3.2.1 Schwache Opiode

Bei diesen Substanzen kann ein "Ceiling-Effekt" beobachtet werden. Mit dem Erreichen einer gewissen Wirkstärke kann durch eine weitere Dosiserhöhung keine höhere Analgesie mehr erreicht werden.¹¹

- **Tramadol**

Die analgetische Potenz beträgt das 0,1-0,2fache von Morphin.¹¹ In oraler und intravenöser Form ist der Wirkstoff für Kinder ab 1 Jahr zugelassen.⁴⁸ Neben der agonistischen Wirkung an den Opioidrezeptoren trägt auch die Wiederaufnahme-Hemmung des Noradrenalins und des Serotonins aus dem synaptischen Spalt zur Analgesie bei.⁶⁸ Tramadol hat zusätzlich eine antitussive Wirkung und im Gegensatz zu Morphin kaum atemdepressive und kardiovaskuläre Effekte.^{11,48}

Nach oraler Aufnahme liegt die Bioverfügbarkeit unabhängig von der Nahrungsaufnahme bei ca. 70%. In der Leber wird der aktive Metabolit O-Desmethyltramadol durch das Enzym CYP2D6 gebildet und nach weiterer Metabolisierung durch CYP3A4 zum größten Teil renal ausgeschieden. Die Eliminationshalbwertszeit beträgt ca. 6 Stunden. Die Enzymaktivität erreicht erst mit 1 Jahr das Niveau eines Erwachsenen, wodurch in den ersten Lebensmonaten weniger des aktiven Metaboliten gebildet wird. Jedoch kann dieser Metabolit akkumulieren, da die Nierenfunktion vor allem in den ersten Wochen nach der Geburt noch nicht ausgereift ist und somit die Elimination verringert. Bei Kindern unter 8 Jahren hat man eine höhere Variabilität der Pharmakokinetik als bei Erwachsenen beobachten können. Ein häufig vorkommender genetischer Polymorphismus des CYP2D6 kann die Wirkung von Tramadol stark beeinflussen.⁴⁸

Zu den häufigsten Nebenwirkungen zählen Schwindel, Übelkeit, Kopfschmerzen und Schwitzen. Vor allem bei einer raschen intravenösen Gabe kann es zu Erbrechen kommen, daher sind kontinuierliche Dauerinfusionen zu bevorzugen.²⁷ Bei einer längeren Gabe kann Tramadol auch zu Obstipation führen. Tramadol darf nicht gleichzeitig mit Monoaminoxidase (MAO)-Hemmern angewendet werden oder wenn eine akute Vergiftung mit Alkohol oder anderen Sedativa besteht. Falls eine bestehende Epilepsie nicht ausreichend kontrolliert behandelt ist, stellt das eine Kontraindikation für die Einnahme von Tramadol dar.⁷⁵ Retardierte Präparate sind bei Kindern unter 12 Jahren kontraindiziert.¹¹

Die folgenden Darreichungsformen stehen derzeit im Handel zur Verfügung, die problematischen Hilfsstoffe der Handelspräparate müssen bei abweichenden Dosierungen miteinbezogen werden:

- Kapseln 50 mg
- Filmtabletten 50 mg
- Retardtabletten 100 mg, 150 mg, 200 mg, 300 mg
- Schmelztabletten 50 mg
- Tropfen zum Einnehmen 100 mg/ml
- Injektionslösung 50 mg/ml

Die Einnahme der Tropfen erfolgt am besten mit etwas Wasser oder aufgetropft auf einen Würfelzucker.⁴⁸

Tabelle 8: Dosierungsschema Tramadol für die Indikation akute und postoperative Schmerzen

Alter	oral	intravenös
≥1 Jahr		1-2 mg/kg/Dosis. max. 8 mg/kg/Tag Dauerinfusion: 1-2 mg/kg über 30 min, dann 0,1-0,15 mg/kg/h als Erhaltungsdosis
1-12 Jahre	1 - 2 mg/kg/Dosis max. 4x täglich. max. 8 mg/kg/Tag bzw. 400 mg/Tag. max. 100 mg/Dosis.	1-2 mg/kg/Dosis. max. 8 mg/kg/Tag. max 400 mg/Tag Dauerinfusion: 0,5-1 mg/kg als Bolus, dann 0,1-0,25 mg/kg/h als Erhaltungsdosis
12-18 Jahre	50 - 100 mg/Dosis max. 4x täglich. max. 400 mg/Tag	50-100 mg/Dosis. max. 400 mg/Tag Dauerinfusion: 0,5-1 mg/kg als Bolus, dann 0,1-0,25 mg/kg/h als Erhaltungsdosis

Falls 8 mg/kg/Tag keine ausreichende schmerzstillende Wirkung mehr erzielen, muss auf ein anderes Präparat gewechselt werden. Durch die kombinierte Gabe mit Metamizol kann bei viszerale Schmerzen eine gute Wirkung erzielt werden.³⁷

- **Nalbuphin**

Nalbuphin hat eine analgetische Potenz von 0,5 - 1 und ist als intravenöse Infusion bei mittelstarken bis starken Schmerzen für alle Altersgruppen zugelassen.⁴⁸ Es wirkt antagonistisch am μ -Rezeptor und stark agonistisch am κ -Rezeptor. Dieser Wirkmechanismus kann für die Antagonisierung einer postoperativen Atemdepression, ausgelöst durch ein intraoperativ verabreichtes Opioid, bei gleichzeitiger Analgesie von Vorteil sein.¹¹ Durch den Ceiling-Effekt kann die Wirksamkeit des Wirkstoffes ab einer Dosis von 0,3–0,4 mg/kg KG nicht mehr gesteigert werden. Durch den Agonismus am κ -Rezeptor kann eine analgetische, sedierende und bei zu rascher Infusion auch dysphorische Wirkung erzielt werden. I.v.-Einzelinfusionen sollten daher maximal mit 5 mg langsam appliziert erfolgen. Die Bioverfügbarkeit beträgt bei Kindern 12% (Erwachsene 46,3%). Nach i.v.-Applikation tritt die Wirkung innerhalb von 3 Minuten ein und dauert ca. 120 Minuten an. Der Wirkstoff wird hepatisch metabolisiert und renal eliminiert.⁷⁶

Nalbuphin hat deutlich weniger atemdepressive, kardiovaskuläre, urogenitale und gastrointestinale Nebenwirkungen als andere Opioide. Es hat ein sehr gutes Sicherheitsprofil, wirkt jedoch bei sehr starken Schmerzen oft unzureichend. Falls postoperativ zuerst eine Behandlung mit Morphin oder einem anderen μ -Rezeptor-Agonisten erfolgt, sollte keine Umstellung auf Nalbuphin erfolgen. Die gleichzeitige Anwendung von Nalbuphin und reinen μ -Agonisten, wie Morphin, ist kontraindiziert.⁷⁷

Im Handel ist eine Injektionslösung 10 mg/ml erhältlich. Gelegentlich auftretende Injektionsschmerzen können durch den Zusatz von 2%-igen Lidocain im Verhältnis 1:1

gelindert werden.⁷⁶ Die subkutane und intramuskuläre Verabreichung ist sehr schmerzhaft und sollte daher bei Kindern vermieden werden. Die nasale Anwendung wird derzeit noch erforscht und könnte in Zukunft als weitere Applikationsform Anwendung finden.⁷⁸

Die maximale Einzeldosis beträgt 0,25 mg Nalbuphinhydrochlorid/kg Körpergewicht; die maximale Tagesdosis beträgt 2,0 mg Nalbuphinhydrochlorid/kg Körpergewicht.⁷⁷

Tabelle 9: Dosierungsschema Nalbuphin für die Indikation akute und postoperative Schmerzen

Alter	intravenös
0 Monate-18 Jahre	0,1 - 0,2 mg/kg/Dosis bei Bedarf alle 3-6 Stunden wiederholen

7.1.3.2.2 Starke Opiode

- **Fentanyl**

Fentanyl hat eine 125fach höhere analgetische Potenz als Morphin und ist in parenteraler und transdermaler Form für Kinder ab 2 Jahren zugelassen. Die nasale Applikation und die Behandlung unter 2 Jahren fallen in die Off-Label-Anwendungen.⁴⁸ Seine starke analgetische Potenz erreicht der Wirkstoff über den Agonismus am μ -Rezeptor. Die hohe Lipophilie erleichtert die Passage der Blut-Hirn-Schranke und führt zu einem schnellen Anfluten im ZNS und einer analgetischen Wirkung innerhalb von 5 Minuten nach intravenöser Gabe, die ca. 30 Minuten andauert.⁷⁹ Durch eine kontinuierliche Infusion kann es zu einer Kumulation des Fentanyls im Gewebe kommen und die kontextsensitive Halbwertszeit steigt mit der Dauer der Gabe an, sodass nach einer 8-stündigen i.v.-Zufuhr die HWZ ca. 5 Stunden beträgt.¹¹

Bei Kindern wurden Bewegungsstörungen, außerordentliche Reizempfindlichkeit und opiatentzugsartige Symptome nach einer länger andauernden Infusion beobachtet. Die opioid-vermittelten Nebenwirkungen korrelieren mit der applizierten Dosismenge. Nach einer Behandlung mit niedrigdosiertem Fentanyl kann bei Kindern unter 2 Jahren insbesondere bei rascher Applikation eine Brustwandrigidität auftreten. Falls die Anwendung in der ersten Lebenswoche erfolgt, muss aufgrund einer nahezu nicht existenten Clearance zu diesem Zeitpunkt eine niedrig dosierte und langsame Verabreichung erfolgen.⁴⁸

Die Anwendung von transdermalen Pflastern ist bei Kindern für die Behandlung von akuten oder postoperativen Schmerzzuständen kontraindiziert, da keine Dosistitration erfolgen kann. Die intranasale Anwendung kann sehr schnell zur Abhängigkeit führen und ist daher für die Akutschmerztherapie ungeeignet.^{11,48} Aufgrund der narkotischen Eigenschaften, wird Fentanyl oft schon während der Operation gegeben.⁷⁹

Falls ein transdermales Pflaster in Folge einer Operation über einen längeren Zeitraum bei Kindern angewendet werden muss, sollte man dieses auf eine unerreichbare Stelle des Rückens aufkleben. Auf eine vorschriftsgemäße Entsorgung der Pflaster ist stets zu achten. Dabei sollte das Pflaster zuerst gefaltet werden, sodass sich die Seite mit dem Wirkstoff innen befindet, und anschließend in der Originalverpackung entsorgt werden.⁸⁰

Es steht für die Anwendung von Fentanyl auch eine nicht invasive PCA zur Verfügung. Hierbei wird das Fentanyl mit 40 mcg über 10 Minuten iontophoretisch über ein transdermales Patch appliziert.⁴⁸

Im Handel sind folgende Präparate erhältlich:

- Injektions-/Infusionslösung 50 mcg/ml
- Transdermale Pflaster 12 mcg/h, 25 mcg/h, 37,5 mcg/h, 50 mcg/h, 75 mcg/h, 100 mcg/h, 150 mcg/h
- Nasenspray-Lösung 50 mcg, 100 mcg, 200 mcg, 400 mcg

Die Infusionslösungen können unverdünnt oder verdünnt mit 0,9%-iger Natriumchlorid-Lösung oder 5%-iger Glucose-Lösung im maximalen Verhältnis 1:25 verabreicht werden.⁷⁹

Tabelle 10: Dosierungsschema Fentanyl für die Indikation akute und postoperative Schmerzen

Alter	intravenös
Neugeborene	Initialdosis: 0,5 - 3 mcg/kg/Dosis Erhaltungsdosis: 0,5 - 2 mcg/kg/h
1 Monat-2 Jahre	Initialdosis: 1 - 2 mcg/kg/Dosis Erhaltungsdosis: 1 mcg/kg/h
2 Jahre-18 Jahre	1,25 mcg/kg/Dosis alle 30-45 Minuten. alternativ: Dauerinfusion 1 mcg/kg/h

• Morphin

Morphin gilt als Referenzsubstanz aller Opiode mit der analgetischen Potenz 1. Es ist für starke Schmerzen in oraler Form ab 1 Jahr und intravenös ab 7 Monaten zugelassen. Die Anwendung bei jüngeren Kindern erfolgt off-label.⁴⁸ Üblicherweise wird Morphin für chronische Schmerzzustände, vor allem auf der Onkologie, eingesetzt.³⁷

Die Bioverfügbarkeit nach oraler Gabe liegt bei ungefähr 30%. Der Wirkstoff wird in der Leber durch die Uridyl-Diphosphat-Glucuronyl-Transferase zu Morphin-3-Glukuronid (M-3-G) und Morphin-6-Glukuronid (M-6-G) metabolisiert.⁸¹ M-6-G und Morphin wirken an den μ -Rezeptoren stark analgetisch, wohingegen M-3-G deren Effekte abschwächen kann. Die Stärke der analgetischen Wirkung ist daher vom Verhältnis der Metabolite abhängig und somit von der Reifung des Enzymsystems. Exponentiell zu ihrem

Körpergewicht reift dieses in den ersten 3 Lebensjahren der Säuglinge, wobei bei Früh- und Neugeborenen die Metabolisierung sehr variieren kann. Morphin und seine Metabolite werden renal ausgeschieden.⁴⁸ Daher kann es bei einer eingeschränkten Nierenfunktion durch Akkumulation des M-6-G zu stark atemdepressiven und sedierenden Effekten kommen und eine Dosisanpassung muss vorgenommen werden.⁵⁵

Durch die Hydrophilie des Morphins flutet es im ZNS zwar langsamer an, kann aber seine Wirkung über einen längeren Zeitraum entfalten. Nach oraler Gabe kommt es nach ca. 20 Minuten, bei retardierten Präparaten nach 30-90 Minuten zu einer Analgesie, welche dann 4 bzw. 8 Stunden anhält.⁸²

Unter der Einnahme von Morphin treten die typischen opioid-vermittelten Nebenwirkungen, wie gastrointestinale und urogenitale Beschwerden und Atembeschwerden bei Überdosierungen auf. Besonders zu erwähnen ist der stark ausgeprägte histaminvermittelte Juckreiz, der sich nur unvollständig mit Histamin-Rezeptorblockern behandeln lässt.⁶

Die folgenden Darreichungsformen stehen derzeit im Handel zur Verfügung, die problematischen Hilfsstoffe der Handelspräparate müssen bei abweichenden Dosierungen miteinbezogen werden:

- Orale Lösung 5 mg/mL (Morphinhydrochlorid-Trihydrat)
- Filmtabletten 10 mg, 20 mg (Morphinsulfat)
- Retard-Filmtabletten 10 mg, 30 mg, 60 mg, 100 mg, 200 mg (Morphinsulfat, Morphinhydrochlorid-Trihydrat)
- Retardkapseln 30 mg, 60 mg, 120 mg, 200 mg (Morphinsulfat)
- Injektions-/Infusionslösung 10 mg/mL, 20 mg/mL (Morphinhydrochlorid-Trihydrat)

Die angegebenen Stärken beziehen sich jeweils auf die Morphin-Verbindung. Es entsprechen 10 mg Morphinsulfat 7,5 mg Morphin und 10 mg Morphinhydrochlorid-Trihydrat 7,6 mg Morphin.⁴⁸

Retardkapseln dürfen geöffnet und die Pellets direkt geschluckt oder auf kalte, weiche Speisen aufgestreut werden.⁴⁸ Der Inhalt darf nicht zerstoßen oder aufgelöst werden.⁸³ Wird die Retardtablette zerbrochen oder geteilt, wird das Morphin 20-25% schneller freigesetzt. Das Risiko für starke Nebenwirkungen steigt und daher sollte eine Retardtablette immer im Ganzen geschluckt werden.⁴⁸

Tabelle 11: Dosierungstabelle für Morphin für die Indikation starke Schmerzen bei nicht beatmeten, nicht intensivpflichtigen Kindern

Alter	oral	rektal	intravenös
Neugeborene	0,3 - 0,6 mg/kg/Tag in 6 Dosen	0,6 - 1,2 mg/kg/Tag in 6 Dosen	Initialdosis: 50 - 100 mcg/kg/Dosis über 60 min Erhaltungsdosis: 3 - 20 mcg/kg/h
1 Monat-3 Jahre	0,6 - 1,8 mg/kg/Tag in 6 Dosen Retardformulierungen ≥6 J.: 0,4 - 1,6 mg/kg/Tag in 2 Dosen	1,2 - 1,8 mg/kg/Tag in 6 Dosen	Initialdosis: 10-50 mcg/kg/Dosis Erhaltungsdosis: 4-9 kg: 10-15 mcg/kg/h 10-15 kg: 15-20 mcg/kg/h Bei Bedarf bis max. 40 mcg/kg/h
3-18 Jahre	Initial 60 mg/Tag		Initialdosis: 10-50 mcg/kg/Dosis Erhaltungsdosis: 10-40 mcg/kg/h

- **Piritramid**

Piritramid ist für Kinder ab 1 Monat als intravenöse oder subkutane Injektion und ab 5 Jahren als intramuskuläre Injektion zugelassen.⁴⁸ Es hat eine ca. 0,7fache analgetische Wirkung von Morphin und wirkt stärker sedierend als dieses. Zu den Vorteilen zählen eine geringere emetische, kreislaufdepressive und euphorische Wirkung und keine relevante Auswirkung auf die Histaminfreisetzung.^{11,27}

Bereits nach 1-2 Minuten tritt nach intravenöser Gabe und nach 10-15 Minuten bei subkutaner oder intramuskulärer Gabe die schmerzstillende Wirkung ein und hält 6-8 Stunden an. Bei Kindern kann die schmerzstillende Wirkung allerdings teilweise erst nach 24 Stunden eintreten.⁴⁸ Neugeborene weisen eine viel längere HWZ und Kinder eine viel schnellere Elimination des Wirkstoffes als Erwachsene auf. Daher muss die Gabe der analgetischen Wirkung individuell angepasst werden.⁸⁴

Piritramid ist als Injektionslösung 7,5 mg/ml im Handel erhältlich.⁸⁵

Tabelle 12: Dosierungstabelle für Piritramid für die Indikation starke Schmerzen bei nicht beatmeten, nicht intensivpflichtigen Kindern⁴⁸

Alter	intravenös
1 Monat-3 Jahre	Initialdosis: 10-50 mcg/kg/Dosis Erhaltungsdosis: 4-9 kg: 10-15 mcg/kg/h 10-15 kg: 15-20 mcg/kg/h Bei Bedarf bis max. 40 mcg/kg/h
3-18 Jahre ≥15kg	Initialdosis: 10-50 mcg/kg/Dosis Erhaltungsdosis: 10-40 mcg/kg/h

Aufgrund von Stabilitätsproblemen sollte Piritramid nicht gleichzeitig in Kombination mit anderen Arzneimitteln i.v. verabreicht werden.²⁷

- **Hydromorphon**

Hydromorphon ist für Kinder ab 12 Jahren bei starken Schmerzen für die orale, intravenöse und subkutane Applikation zugelassen. Unter dieser Altersgrenze wird der Wirkstoff off-label angewendet.⁴⁸ Die Hauptwirkung wird über den Agonismus am μ -Rezeptor vermittelt und es hat eine analgetische Potenz von 7,5 im Vergleich zu Morphin.⁶¹

Die orale Bioverfügbarkeit beträgt ca. 50% und durch die Metabolisierung in der Leber entsteht der aktive Metabolit Dihydromorphin und der inaktive Metabolit M-3-G, welche auch bei eingeschränkter Nierenfunktion nicht akkumulieren können.⁶¹

Die Nebenwirkungen entsprechen denen des Morphins, zudem kann es zu Appetitlosigkeit führen.⁸⁶

Die folgenden Darreichungsformen stehen derzeit im Handel zur Verfügung, die problematischen Hilfsstoffe der oralen Handelspräparate müssen bei speziellen magistralen Anfertigungen miteinbezogen werden:⁴⁸

- Kapseln 1,3 mg, 2,6 mg
- Retardkapseln 2 mg, 4 mg, 8 mg, 16 mg, 24 mg
- Retardtabletten 4 mg, 8 mg, 16 mg, 24 mg
- Injektions-/Infusionslösung 2 mg/ml, 10 mg/ml, 20 mg/ml, 50 mg/ml

Retardkapseln können geöffnet werden, die Pellets dürfen jedoch nicht zermahlen oder zerstoßen werden. Um Schluckschwierigkeiten zu umgehen, kann der Inhalt der Kapsel auf kalte, weiche Speisen aufgestreut oder in wenig Wasser dispergiert und innerhalb von 30 Minuten eingenommen werden.⁸⁶

Infusionen sollten langsam über einen Mindestzeitraum von 2-3 Minuten verabreicht werden.⁴⁸

Tabelle 13: Dosierungstabelle für Hydromorphon für die Indikation akute und postoperative Schmerzen

Alter	oral	intravenös
≥ 1 Monat ≤ 10kg	10 - 20 mcg/kg/Dosis alle 3-4h	Initialdosis: 3 - 5 mcg/kg/Dosis alle 3-4h Erhaltungsdosis: 1 - 2 mcg/kg/h
≥ 1 Monat 10-50kg	30 - 80 mcg/kg/Dosis alle 3-4h max. 2,6 mg/Dosis	Initialdosis: 10 - 15 mcg/kg/Dosis alle 3-4h Erhaltungsdosis: 3 - 5mcg/kg/h
≥ 1 Monat ≥50kg	Retardpräparate sollten auf 2 Dosen aufgeteilt werden	Initialdosis: 1 - 1,5 mg/Dosis alle 3-4h Erhaltungsdosis: 3 - 5 mcg/kg/h max. 450 mcg/h

- **Oxycodon**

Oxycodon hat eine doppelt so hohe analgetische Potenz wie Morphin und ist in oraler Form erst ab 12 Jahren zugelassen. Die Anwendung bei jüngeren Kindern erfolgt off-label. Die Wirkungen und Nebenwirkungen sind vergleichbar mit denen des Morphins.⁴⁸

Die folgenden Darreichungsformen stehen derzeit im Handel zur Verfügung, die problematischen Hilfsstoffe der oralen Handelspräparate müssen bei speziellen magistralen Anfertigungen miteinbezogen werden:

- Filmtabletten 5 mg, 10 mg
- Retardtabletten 5 mg, 10 mg, 20 mg, 40 mg, 80 mg
- Retardtabletten „uno“ 10 mg, 20 mg, 40 mg, 80 mg
- Injektions-/Infusionslösung 10 mg/ml

Retardpräparate müssen als Ganzes eingenommen werden und dürfen nicht zerkleinert werden. Die Einnahme kann mit oder unabhängig von den Mahlzeiten erfolgen.⁸⁷

Tabelle 14: Dosierungstabelle für Oxycodon für die Indikation akute und postoperative Schmerzen

Alter	oral	intravenös
6-12 Jahre	0,6 - 1,2 mg/kg/Tag in 4 - 6 Dosen. max. 5 mg/Dosis Retardpräparate: 0,6 - 1,2 mg/kg/Tag in 2 Dosen	
12-18 Jahre	20 - 30 mg/Tag in 4 - 6 Dosen Retardpräparate: 20 mg/Tag in 2 Dosen	Initialdosis: 1 - 10 mg/Dosis über 1-2 Minuten. Bei Bedarf alle 4h Erhaltungsdosis: 2 mg/h

Die Dosierungen für die PCA-Pumpen sind der Einfachheit halber in einer Tabelle zusammengefasst:^{48,88}

Tabelle 15: Dosierungsschema Opioide für die Verabreichung mittels PCA-Pumpe

Opioide	Bolusdosis	Sperrintervall	Dauerinfusion
Fentanyl	0,3-0,4 mcg/kg	5-7 Minuten	
Morphin	15-20 mcg/kg	10 Minuten	0-15 mcg/kg/h max. 100 mcg/kg/h
Piritramid	15-20 mcg/kg	10 Minuten	0-15 mcg/kg/h max. 100 mcg/kg/h
Hydromorphin (10-50kg)	3 - 4 mcg/kg	5-10 Minuten	3-5 mcg/h
Hydromorphon (≤50kg)	200 mcg/kg	5-10 Minuten	3-5 mcg/h
Oxycodon	30 mcg/kg	Mind. 5 Minuten	

7.1.3.3 Lokalanästhetika

Für die Schmerztherapie können auch lokal- und regionalanästhetisch wirksame Verfahren eingesetzt werden. Lokalanästhetika hemmen reversibel die Erregung der schmerzleitenden Nervenfasern.⁶ Die präventive Analgesie durch Anästhetika hat einige Vorteile. Die Gabe erfolgt dann bereits vor einem chirurgischen Schmerzreiz und mindert intraoperative Schmerzreize. Dadurch können die Erholungsphase verkürzt und der Analgetikabedarf postoperativ gesenkt werden.⁸⁹ Die Single-Shot-Technik wird am häufigsten angewendet. Für Operationen, bei denen postoperativ sehr starke Schmerzen erwartet werden steht auch die Kathetertechnik mit der Möglichkeit einer kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Gabe zur Verfügung.⁹⁰

Auf einige Besonderheiten bei der Anwendung von Lokalanästhetika bei Kindern ist zu achten. Da deren Wirbelkörper in der frühen Lebensphase noch nicht vollständig ausgebildet sind, müssen Punktionen sehr vorsichtig durchgeführt werden. Durch die noch nicht vollständig myelinisierten Nervenfasern bis zum Ende des 2. Lebensjahres, kann mit geringen Dosen bereits ein ausreichender Effekt erzielt werden. Am besten eignen sich langwirksame Lokalanästhetika. Da das Herzzeitvolumen bei Säuglingen höher als bei Erwachsenen ist, werden die Wirkstoffe schneller resorbiert und verteilt. Die gemessenen Plasmaspiegel können bei Säuglingen aufgrund der geringeren Plasmaproteinbindung relativ hoch sein und durch eine verminderte Metabolisierungsrate kann es bei Dauerinfusionen oder mehrmaliger Verabreichung zur Akkumulation der Wirkstoffe kommen.⁶⁹

Für die Wundinfiltration wird meistens Bupivacain mit einer maximalen Dosis von 2,5 mg/kg verwendet. Dieses Verfahren ist sehr risikoarm und sollte immer zum Einsatz kommen, falls sich keine andere Möglichkeit der Anästhesie anbietet.⁹⁰

Die folgenden Verfahren sind für Operationen im abdominellen Bereich vorgesehen. Innerhalb der Periduralanästhesie gibt es verschiedene Möglichkeiten. Für die Kaudalanästhesie, die vor allem bei kleinen Kindern angewendet wird, oder die lumbale/thorakale Periduralanästhesie wird am häufigsten Ropivacain appliziert. Ropivacain zeigt eine kürzere motorische Blockade nach einer äquivalenten Dosis und hat ein geringeres Toxizitätspotential bei einer Dauerinfusion als Bupivacain. Die maximale Einmaldosis ist 3 mg/kg.^{69,90}

Die Ilioinguinalis-Iliohypogastrikus-Blockade, eine Art der Bauchwandblockade, wird bevorzugt bei älteren Kindern angewendet. Die Applikation des Lokalanästhetikums erfolgt mit Hilfe von Ultraschall. Hierbei werden unangenehme Folgen der Punktion vermieden.⁵⁵

Die Anwendung von Lokalanästhetika für die postoperative Analgesie ist grundsätzlich sehr nebenwirkungsarm. Jedoch kann es zu Brennen und Juckreiz an der Einstichstelle, Katheterinfektionen, Nervenschädigungen, Blutdruckabfall und Harnverhalt kommen. In sehr seltenen Fällen kann es zur Intoxikation durch Überdosierung oder systemische Injektion kommen.⁹¹

Die Oberflächenanästhesie ist ein hilfreiches Mittel, um prozedurale und oberflächliche chirurgische Schmerzen zu verhindern. Das am meisten verwendete Produkt ist die EMLA-Salbe, ein Gemisch der Wirkstoffe Lidocain (25 mg/g) und Prilocain (25 mg/g). Sie ist für Kinder jeden Alters zugelassen und wird altersabhängig dosiert, sollte jedoch nicht bei Frühgeborenen oder im Genitalbereich bei Kindern unter 12 Jahren angewendet werden. Bei Überdosierung kann als Nebenwirkung eine Methämoglobinämie auftreten. Neben der Creme gibt es auch ein EMLA-Pflaster mit demselben Wirkstoffgehalt.^{48,92}

7.1.3.4 Co-Analgetika

Diese Substanzen haben an sich keine schmerzstillende Wirkung, können jedoch in Kombination mit Analgetika deren Wirkung verstärken oder ergänzen.

- **S-Ketamin**

Der Wirkstoff, der Anästhetikum mit analgetischer Komponente gilt, ist für Kinder jeden Alters intravenös für die zusätzliche postoperative Analgesie zugelassen. Für die prozedurale Analgesie und Sedierung wird das Arzneimittel off-label angewendet. Durch die NMDA-Rezeptor-Blockade kann es der Opioid-induzierten Hyperalgesie und der Entwicklung chronischer Schmerzen entgegenwirken. Der Analgetikaverbrauch in der frühen postoperativen Phase kann durch eine perioperative Ketamingabe verringert werden. Eine erhöhte Speichelproduktion, eine Stimulation der Herzfrequenz, Laryngospasmen und Halluzinationen oder unangenehme Träume können als Nebenwirkungen auftreten. Die Toxizität bei Neugeborenen ist noch nicht vollständig untersucht.⁴⁸ Eine zu schnell verabreichte i.v.-Dosis kann zu einer Atemdepression führen.⁹³ Üblicherweise wird Esketamin mit Midazolam und Atropin kombiniert gegeben.³⁷

Tabelle 16: Dosierungstabelle für Esketamin für die Indikation postoperative Schmerzen

Alter	intraoperativ	postoperativ
Bis 18 Jahre	Initialdosis: 0,5-1 mg/kg/Dosis Erhaltungsdosis: 0,25-0,5 mg/kg/Dosis alle 10 - 15 Minuten oder 0,5-3 mg/kg/h als Dauerinfusion.	Initialdosis: 0,25 mg/kg/Dosis Erhaltungsdosis: 0,2-0,5 mg/kg/h als Dauerinfusion

- **α_2 - Agonisten**

Clonidin und Dexmedetomidin können durch die intraoperative Gabe den Analgetikaverbrauch in der postoperativen Phase einschränken. Die anxiolytische und sedierende Wirkung kann von Vorteil sein. Zusätzlich verlängern sie die Wirkdauer von Opioiden und LA und verbessern somit die analgetische Wirkung.³⁷ Sie hemmen die Adrenalinausschüttung.⁶ Clonidin wird mit 2-4 mcg/kg und Dexmedetomidin mit 0,15-2 mcg/kg dosiert.⁵⁵

- **Kortikosteroide**

Dexamethason kann bei gewissen Eingriffen intraoperativ verabreicht werden, um den postoperativen Analgetikabedarf zu senken. Diese Anwendung fällt immer unter Off-Label-Use. Die Literatur zu diesem Thema ist sehr heterogen und es gibt keine konkreten Anweisungen und Dosierung in der Kinderchirurgie.^{37,94}

7.1.4 Off-Label-Use

Der Begriff "Off-Label-Use" beschreibt die Anwendung eines Arzneimittels außerhalb seiner Zulassung, bezogen auf die Indikation, die Dosis, die Applikationsform und das Alter. Dies ist gesetzlich erlaubt. Für die angewendeten Arzneimittel liegen Erfahrungsberichte und ausreichende Evidenz in der Literatur vor und die meisten werden schon jahrelang außerhalb ihrer Zulassung angewendet.⁹⁵ Die Verantwortung trägt immer der behandelnde Arzt und die Kinder und die Erziehungsberechtigten müssen über die Anwendung vor Therapiebeginn aufgeklärt werden. In der Pädiatrie ist die therapeutische Anwendung von nicht zugelassenen Arzneimitteln sehr häufig unvermeidbar, um einen optimalen Therapieerfolg zu erzielen. Um diese Lücke im Gesundheitssystem zu schließen, wurden bereits regulatorische Maßnahmen der Europäische Arzneimittel-Agentur (EMA) geschaffen, um die Sicherheit und Effektivität therapeutischer Maßnahmen für Kinder zu verbessern. In Europa werden bei Kindern stationär zwischen 13% und 69% der Arzneistoffe off-label angewendet. Die Daten wurden aus mehreren Studien zusammengefasst, in denen die Werte oft stark variieren.⁹⁶

7.2 Nicht-medikamentöse Maßnahmen

Zusätzlich zur medikamentösen Therapie der postoperativen Schmerzen sollten nicht-pharmakologische Maßnahmen angewendet werden, um die Schmerzintensität zu verringern. Nicht für alle Maßnahmen kann bisher ein evidenter Nutzen nachgewiesen werden, jedoch reicht eine subjektive Verbesserung der Situation als Rechtfertigung für die Anwendung aus.

Grundsätzlich beginnt das Schmerzmanagement schon beim ersten Kontakt mit dem Kind. Krankenhausaufenthalte und Operationen lösen oft Ängste und Unbehagen aus, was sich negativ auf das Schmerzempfinden auswirken kann.^{37,55,97} Deswegen ist es wichtig, dass die betreuenden Personen eine Beziehung zu dem Kind aufbauen, indem sie ihm ihre Aufmerksamkeit schenken, diesem zuhören und Sicherheit vermitteln.²⁰ Die Bezugspersonen sollten das Kind bestmöglich begleiten und vor allem während präoperativen Interventionen und im Aufwachraum anwesend sein. Diese emotionale Zuwendung, inklusive physischer Interaktionen, wie Händehalten, Umarmen und Streicheln sind von enormer Bedeutung für das Verarbeiten der Schmerzen und des gesamten Klinikaufenthaltes.³⁷ Die Aufklärung der Kinder selbst über alle kommenden Maßnahmen, unterstützend zum Beispiel durch kindergerechte Bücher, sollte immer

erfolgen, um deren Ängste zu mindern. Eine Reihe von Ablenkungsstrategien, die je nach Alter variieren, stehen pflegenden Personen zur Verfügung. Dazu gehören Schnuller, teilweise mit Glukose getränkt, Schaukeln und Musik für Säuglinge, Geschichten erzählen, Spiele spielen, Seifenblasen fliegen lassen für Kleinkinder, Konzentrations- und Rechenspiele, ablenkende Gespräche, Apps, Filme und Videos für ältere Kinder. Die aufgezählten Strategien zeigen nur eine Auswahl an Möglichkeiten und es sollte immer auf die individuellen Charakteristika der Patienten und Patientinnen eingegangen werden.^{37,97} Die Leitlinien empfehlen auch Entspannungstechniken, wie autogenes Training, progressive Muskelrelaxation, Hypnose und kognitiv behaviorale Techniken, wie das Erlernen von Schmerzbewältigungsstrategien für ältere Kinder.²⁰

Neben den psychologischen und verhaltensbasierten Interventionen bilden die physikalischen Maßnahmen die zweite Säule der nicht-pharmakologischen Schmerztherapie. Hierzu gehört die Physiotherapie, die Lymphdrainage, Massagetherapien, die transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS), welche bei Kindern unter drei Jahren nicht angewendet werden darf, Kälte- oder Wärmetherapien, spezielle Lagerungstechniken und Akkupunktur.^{20,36}

Um das postoperative Schmerzmanagement zu unterstützen, sollten je nach Operation und Charakteristika der Kinder nicht medikamentöse Maßnahmen in die Therapie miteinbezogen werden. Sie helfen die Zufriedenheit zu steigern, negative emotionale Reaktionen und die Intensität der Schmerzen zu mindern. Dadurch kann der Genesungsprozess beschleunigt und der Analgetikaverbrauch gesenkt werden. Hürden, um diesen Bereich optimal abdecken zu können, können spezielle notwendige Fähigkeiten, die interdisziplinäre Kommunikation, soziale Fertigkeiten beim Umgang mit Kindern und Eltern, die Kostenübernahme und der Zeitfaktor sein. Diese gilt es zu adressieren und für die Zukunft zu überkommen.³⁷

7.3 Folgen & Probleme

Unzureichend behandelte Schmerzzustände haben einen Einfluss auf das aktuelle Verhalten als auch auf die nachhaltige Entwicklung der Kinder. Sie können akut Schlaf, Appetit, Stimmung und Spielverhalten negativ beeinflussen und im operativen Setting den Heilungsprozess verlangsamen. Längerfristig können Schmerzen zu einer Ausbildung des Schmerzgedächtnisses und chronischen Schmerzen führen.⁹⁸ Mit einer ausreichenden Akutschmerztherapie kann somit einer Chronifizierung der Schmerzen vorgebeugt werden.⁹⁹ Mittlerweile weiß man, dass schmerzhafte Eingriffe bei Früh- und Neugeborenen zu nachhaltigen Veränderungen des nozizeptiven Systems und der Opioid-Rezeptoren führen können. Diese können in weiterer Folge zu Empfindungsstörungen, wie Hyperalgesie oder Allodynie führen.²⁷

Früh- und Neugeborene auf der Intensivstation werden pro Tag zwischen 7 und 17 schmerzhaften Eingriffen ausgesetzt, welche oft nicht ausreichend medikamentös begleitet werden. Durch diese Schmerzerlebnisse kann die Morbidität und Mortalität

gesteigert werden.¹⁰⁰ Bekannt ist auch, dass je höher die Anzahl an frühen Schmerzerlebnissen, desto stärker werden Schmerzen im Laufe des Lebens empfunden.²⁵ Laut der IASP haben Kinder, die schon in jungen Jahren mit starken, nicht adäquat behandelten Schmerzen konfrontiert sind, ein höheres Risiko chronifizierte Schmerzzustände, Depressionen und Angststörungen zu entwickeln.¹⁰⁰

Wie schon erwähnt sind prozedurale Schmerzen ebenfalls im Schmerzmanagement miteinzubeziehen. Hier dürfen Nadelstiche, vor allem in Form von Impfungen oder Blutabnahmen, die jedes Kind betreffen, nicht unerwähnt bleiben. Durch die Erinnerung an den Einstichschmerz vergangener Nadelstiche entwickeln viele Kinder eine Angst vor Impfungen und medizinischen Untersuchungen, welche in weiterer Folge zu einer geminderten Durchimpfungsrate und zur Vermeidung von Arztbesuchen führen kann.¹⁰⁰

Es gibt mehrere Gründe, warum Kinder oft nicht ausreichend therapiert werden. Eine große Hürde bei der Therapieauswahl ist das Erfassen der Schmerzen. Gerade bei Säuglingen und Kleinkindern, die sich selbst oft nicht verbal verständlich ausdrücken können und eine Fremdeinschätzung notwendig ist, wird die Intensität der Schmerzen häufig geringer eingeschätzt als sie tatsächlich ist. Dies führt zu mangelhaften therapeutischen Interventionen.²⁷ Sind die Kinder schon etwas älter, wollen sie oft tapfer sein und „spielen ihren Schmerz hinunter“ und „halten ihn aus“. Eine altersgerechte Aufklärung ist von großer Bedeutung und Floskeln wie „Ein Indianer kennt keinen Schmerz“ fehlt am Platz. Auch elterliche Ängste und Unwissen, verstärkt durch mangelnde Aufklärung oder Fehlinformationen, tragen dazu bei, dass es zu einer vom Therapieplan abweichenden Verabreichung der Medikamente an ihre Kinder kommt. Sie fürchten sich oft vor Nebenwirkungen und Langzeitfolgen und setzen sich für geringe Dosierungen ein.²⁵

Die Adhärenz spielt bei der Therapie von Schmerzen bei Kindern eine sehr große Rolle. Alle invasiven Maßnahmen sind oft mit negativen Emotionen verbunden und sollten, wenn möglich, gemieden werden. Sobald es postoperativ möglich ist, sollten orale Arzneiformen bevorzugt werden.²⁰ Bei diesen kann der Geschmack, Schluckbeschwerden bei Tabletten oder die Menge an einzunehmenden Säften zu Problemen während der Therapie führen. Auch Unwissenheit, Nachlässigkeit und Probleme mit der Handhabung, z.B. bei Dosierspritzen, der erziehungsberechtigten Personen erschweren eine korrekte Einnahme.⁴³

Neben den physiologischen und psychologischen Aspekten, spielt auch der ökonomische Aspekt eine Rolle. Durch fehlerhafte Therapien, welche zu behandlungsdürftigen Problemen und wiederholten Arztbesuchen und Krankenhausaufenthalten führen, fallen enorme Kosten im Gesundheitssystem an. Durch eine gute Therapie, vor allem im Kindesalter, können Spätfolgen oft verhindert und somit nachhaltig Einsparungen erzielt werden.¹⁰¹

Die Ursachen und Auswirkungen von unzureichend behandelten Schmerzen sind vielfältig und sollten daher durch ein effektives perioperatives Schmerzmanagement verhindert werden.

8 Hilfestellungen & Aufgaben eines klinisch-pharmazeutischen Dienstes

Im Laufe einer Behandlung können viele Hürden und Fehlerquellen auftreten, welche es bestmöglich zu minimieren gilt. Im interdisziplinären Team können klinische Pharmazeut:innen einen wertvollen Beitrag dazu leisten eine optimale Versorgungsqualität bei hoher Arzneimitteltherapiesicherheit (AMTS) zu gewährleisten. Um jene zu garantieren, müssen mögliche Medikationsfehler verhindert werden. Die EMA definiert jene wie folgt: „Ein Medikationsfehler ist ein unbeabsichtigter Fehler im medikamentösen Behandlungsprozess, der zu einer Schädigung des Patienten führt oder führen kann. Fehler bei der Verschreibung, Abgabe, Lagerung, Zubereitung und Verabreichung eines Arzneimittels sind die häufigste vermeidbare Ursache für unerwünschte Nebenwirkungen in der Medikationspraxis und stellen eine erhebliche Belastung für die öffentliche Gesundheit dar.“¹⁰²

Eine Reihe von Studien in unterschiedlichsten Ländern bestätigt den Vorteil einer klinisch-pharmazeutischen Visite für die Therapie der Patient:innen.¹⁰³

Die bestehenden Herausforderungen und kritische Versorgungsschritte, bei denen der klinisch pharmazeutische Dienst hilfreich zur Seite stehen kann, sollen im Folgenden näher abgehandelt werden.

Sowohl die Aufnahme als auch die Entlassung im Kontext eines Krankenhausaufenthalts sind wichtige Schnittstellen der Behandlungs- und Versorgungskette. Bei der Aufnahme muss anschließend an die Anamnese die bereits bestehende Arzneimitteltherapie an die von der Arzneimittelkommission erarbeitete, krankenhausinterne Hausliste angepasst werden, wobei vor allem Äquivalenzdosen und die Austauschbarkeit von Wirkstoffen im Mittelpunkt steht. Im Zuge des Entlassungsmanagements sind kritische Punkte wie die Aufklärung und Informationsübermittlung, die Dokumentation und die Erstellung eines praktikablen und ökonomischen Medikationsplans zu beachten.^{43,104} Ein formales Verfahren namens „Medication Reconciliation“ wurde entwickelt, um Dokumentationsfehlern, Diskrepanzen zwischen Verordnungsplänen und unerwünschten Arzneimittelereignissen vorzubeugen. Dabei wird die bestmögliche Medikamentenanamnese durchgeführt und diese mit der Aufnahmeverordnung abgeglichen und eventuelle Diskrepanzen schnellstmöglich im interdisziplinären Team erörtert und behandelt.¹⁰⁵

Im Rahmen einer Medikationsanalyse kann die aktuelle, bereits bestehende Medikation von Patient:innen analysiert und auf potenzielle Wechselwirkungen mit der perioperativen Medikation geprüft werden. Das Detektieren von Interaktionen und die Beurteilung der Relevanz jener ermöglichen einen reibungsloseren Ablauf der stationären und ambulanten Therapie und können unerwünschte Arzneimittelereignisse (UAE) verhindern. Es wird zwischen dem Akut-Management und dem Management der Weiterbehandlung im niedergelassenen Bereich unterschieden. Zum Akut-Management

zählen Änderungen des Dosierungsschemas, Gaben einer Komedikation, Empfehlungen zu alternativen Arzneimitteln und Monitorings, wie zum Beispiel Plasmakonzentrationsmessungen.⁴³ Studien zufolge liegt der Anteil an Krankenhauseinweisungen, die auf UAE zurückzuführen sind, bei 5-10%. Dies verdeutlicht auch die Dringlichkeit einer Prüfung der Entlassungsmedikation, um Wiederaufnahmen aufgrund von UAE zu vermeiden.¹⁰⁶

Zu den täglichen Herausforderungen auf jeder Station zählt die individuelle Dosisfindung für jeden Patienten und jede Patientin. Da auf den pädiatrischen Stationen sowohl pharmakodynamische als auch pharmakokinetische Besonderheiten in die Dosierungen miteinbezogen werden müssen, verlangt dieses Patientenkollektiv eine präzise und dynamische Dosisfindung, bei der klinisch pharmazeutisches Fachpersonal hilfreich zur Seite stehen kann. Neben umfassenden Recherchen zu Nutzen-Risiko-Verhältnissen bei Off-Label-Einsätzen können auch Themen wie Äquivalenzdosen bei Wechsel eines Arzneimittels, Stabilitäten und Sondengängigkeit bearbeitet werden.⁴³

Da die verfügbare Zeit pro Patient:in im alltäglichen Krankenhauseschehen oft limitiert ist, können sich Flüchtigkeitsfehler mit großer Auswirkung während der Behandlung einschleichen. Mit jeder zusätzlichen Überprüfung durch eine weitere Person kann die Fehlerquote minimiert werden. Zu Beginn jeder Verabreichung eines Arzneimittels sollte die 6-R-Regel überprüft werden. Dabei steht das R immer für "richtig" und muss auf den Patienten, das Medikament, die Dosierung, den Zeitpunkt, die Applikation und die Dokumentation zutreffen.¹⁰⁷ Ein großes Risiko bei der Verabreichung von Medikamenten sind die sogenannten "sound alike & look alike" (SALA) - Medikamente. Zu solchen gehören verwechselbare Wirkstoff- oder Handelsnamen und sehr ähnlich aussehende Verpackungen und Etiketten.¹⁰⁶ Durch das Vier-Augen-Prinzip und eine geeignete Produktauswahl im Einkauf kann diesem Risiko entgegengewirkt werden.¹⁰⁸

Verordnete Medikamente in der richtigen Dosierung können ihre Wirkung nur bei korrekter Einnahme entfalten. Die Adhärenz, oder Therapietreue, wird von der WHO als "Das Ausmaß, in dem das Verhalten eines Patienten mit den Empfehlungen übereinstimmt, die gemeinsam mit dem Therapeuten vereinbart wurden." definiert. Es werden fünf Dimensionen beschrieben, die Einfluss auf die Adhärenz haben können. Dazu zählen soziale und ökonomische Faktoren, systembezogene Faktoren, krankheitsbezogene Faktoren, therapiebezogene Faktoren und patientenbezogene Faktoren.¹⁰⁹

Mitarbeiter:innen des Gesundheitssystems spielen bei den systembezogenen Faktoren eine große Rolle und können durch eine gute Gesprächsführung, ausreichende Aufklärung, genügend Zeit und Zuwendung und eine ausgezeichnete Kompetenz in der Praxis positiv zur Adhärenz beitragen. Sowohl die verbale, als auch die non-verbale Kommunikation sind maßgeblich für den Gesprächserfolg. Im Kontakt mit den Patienten und Patientinnen und deren Angehörigen zählen Empathie, aktives Zuhören und eine verständliche Sprache zu den nötigen Kompetenzen des Fachpersonals.^{43,104} Auch bei diesem Punkt bilden Kinder ein spezielles Patientenkollektiv ab, bei welchem auch die Erziehungsberechtigten miteinbezogen werden müssen. Durch kindergerechte Bücher und Spiele kann man kleinen Kindern das Konzept eines Krankenhauses schon früh

näherbringen. Kliniken bieten immer wieder Tage der offenen Tür oder Workshops an, um bereits Kindern einen Einblick zu gewähren. Speziell in Innsbruck wird einmal jährlich die Teddybärenklinik geöffnet, bei der Kinder ihre kranken Kuscheltiere medizinisch versorgen dürfen und ihnen somit die Angst vor dem Krankenhaus genommen werden soll.^{110,111} Für ältere Kinder gibt es auch Erklärvideos oder Begleithefte, zum Beispiel vom deutschen Kinderschmerzszentrum, die vor allem chronische Schmerzen adressieren.²⁴

Um das Vertrauen zwischen den Kindern und den behandelnden Personen zu stärken, kann man für schmerzhaftes Prozeduren ein Codewort einführen. Damit können Kinder ihre Grenzen klar kommunizieren und fühlen sich sicherer.²⁵

Zu den therapiebezogenen Faktoren zählen zum Beispiel die Applikationsart oder Anwendungstechnik, welche die Therapietreue maßgeblich beeinträchtigen können.¹⁰⁹ Speziell im pädiatrischen Bereich fehlen immer wieder geeignete Darreichungsformen der benötigten Arzneimittel oder die benötigte Dosierung gibt es nicht als fertige Arzneiform auf dem Markt und erschwert somit den Ablauf der Therapie. Mit dem pharmazeutisch-technischen Wissen kann im Labor nach Lösungen gesucht und die Herstellung individueller Rezepturen in der bevorzugten Darreichungsform ermöglicht werden. Ebenfalls kann durch die Bereitstellung von Alternativen, Vorschlägen zu Schluckhilfen und Einnahmehinweisen zur Therapie beigetragen werden. Darüber hinaus können Anwendungsschulungen abgehalten und somit eine gute Praxis des Gesundheitspersonals bzw. der Patient:innen selbst sichergestellt werden. Bei Problemen mit Dosierungsintervallen und Einnahmezeitpunkten, oder der Komplexität des Therapieplans können ebenfalls Hilfestellungen bei der individuellen Therapieanpassung geleistet werden.^{112,113}

Für einen reibungsloseren Ablauf der Versorgung von Patient:innen und die Erhöhung der Behandlungs- und Arzneimitteltherapiesicherheit sind Leitlinien, Standard Operating Procedures (SOPs), Kommissionen, Arbeitskreise und Weiterbildungen unverzichtbar. In all diesen Bereichen können klinische Pharmazeut:innen im interdisziplinären Team mitwirken und somit eine bestmögliche Versorgung im medizinischen Bereich anstreben. Da die Bedeutung der klinischen Pharmazie immer mehr zunimmt, haben sich auch bereits eine Reihe an Gesellschaften und Fachkreisen gebildet, die sich auf relevante Themen spezialisieren. Eine der größten ist die European Society of Clinical Pharmacy, die den Nutzen und die Wirkung klinisch pharmazeutischer Dienstleistungen aufzeigt und versucht die Entwicklung der klinischen Pharmazie zu fördern.¹¹⁴ Speziell in Österreich setzt sich die „Austrian Association of Hospital Pharmacists“ (AAHP) für eine Förderung von interdisziplinärer Zusammenarbeit und Forschung, sowie für berufliche Weiterbildungen ein.¹¹³

Der Aufgabenbereich der klinischen Pharmazie ist breit gefächert und kann an die aktuellen Anforderungen in einem Krankenhaus angepasst werden. Durch umfassendes Wissen, Recherche in unterschiedlichsten Datenbanken und Beurteilung der Relevanz und der Evidenz der gesammelten Informationen, Beachtung der individuellen und ökonomischen Faktoren bei Medikationsplänen, Schulungen und Informationsweitergabe zur Handhabung besonderer Arzneimittel und Auskunft über Wechsel- und Nebenwirkungen können klinische Pharmazeut:innen einen wertvollen

Beitrag für die Arzneimitteltherapiesicherheit und die optimale auf die Patient:innen abgestimmte multifaktorielle Behandlung im stationären Setting beitragen.^{43,112,113}

9 Methodik

9.1 Design

Um einen Einblick in den klinischen Alltag und die aktuelle Vorgehensweise bei der postoperativen Schmerztherapie zu bekommen wurde ein teilstandardisierter Fragebogen auf der Kinder- und Jugendchirurgie Innsbruck der tirol kliniken in Papierform abgegeben. Dieser wurde durch die Mitarbeiterbefragungskommission genehmigt und in dem Zeitraum vom 25. September 2025 bis zum 25. November 2025 zur Beantwortung aufgelegt.

9.2 Zielgruppe

Für die Befragung wurden ausschließlich leitenden Ärzte und Ärztinnen, Assistenzärzt:innen und Pflegepersonal, welche als Landesbeamte angestellt sind, eingeschlossen. Die Teilnehmenden wurden vor der Befragung schriftlich über den Inhalt des Fragebogens, die Anonymität, den Umgang der erhobenen Daten und die Rücktrittsmöglichkeiten aufgeklärt.

9.3 Fragebogen

Der Fragebogen wurde auf Basis des Theorieteils der Masterarbeit erarbeitet und enthält sowohl geschlossene, offene als auch Hybridfragen. Eine Mehrfachauswahl bei den geschlossenen Fragen ist teilweise möglich.

Die Fragen wurden in 7 Unterkategorien eingeteilt:

- Allgemeine Angaben
- Altersgruppe der behandelten Kinder
- Strukturelle Rahmenbedingungen
- Schmerzerfassung
- Medikamentöse Schmerztherapie inklusive der Neben- und Wechselwirkungen
- Entlassungsmanagement
- Klinisch-pharmazeutischer Dienst

Der Fragebogen wurde in Papierform zusammen mit einer verschlossenen Einwurfbox direkt in der kinderchirurgischen Station der tirol kliniken abgegeben.

9.4 Datenerhebung und -auswertung

Die Datenerhebung erfolgte manuell durch die Eingabe in ein Excel-Sheet.

10 Ergebnisse

Mit dem Fragebogen wurden insgesamt 22 Personen befragt. Davon waren 6 Assistenzärzt:innen (27,3%) und 16 Personen Angehörige des diplomierten Pflegepersonals (72,7%). 9 Personen haben weniger als 5 Jahre, 4 Personen zwischen 5 und 10 Jahren und 9 Personen mehr als 10 Jahre Berufserfahrung. Die Oberärzt:innen nahmen an der Befragung nicht teil.

Bei der Schmerzerfassung geben 50% der Befragten an, dass diese in einem Intervall von 2-3 Stunden erfolgt, wobei diese Angabe ausschließlich von Pflegepersonal gegeben wird. Assistenzärzt:innen erfassen die Schmerzintensität eher nach individuellem Bedarf.

Die Befragung zu den eingesetzten Schmerzmitteln zeigt, dass Paracetamol im perioperativen Setting das Mittel der 1. Wahl ist, sowohl während des Aufenthaltes als auch bei der Entlassung. NSARs werden ebenfalls häufig als Entlassungsmedikation verschrieben (59%), im Gegensatz zu Metamizol und den Opioiden (0%). Metamizol spielt für die Medikation während des Aufenthaltes eine größere Rolle (72%). Opioiden sind laut dieser Befragung für den Aufwachraum und selten für den Aufenthalt von Bedeutung. Auffallend bei dieser Auswertung ist, dass Assistenzärzt:innen vorwiegend Paracetamol einsetzen und nur vereinzelt Angaben zu den anderen Substanzklassen vorliegen.

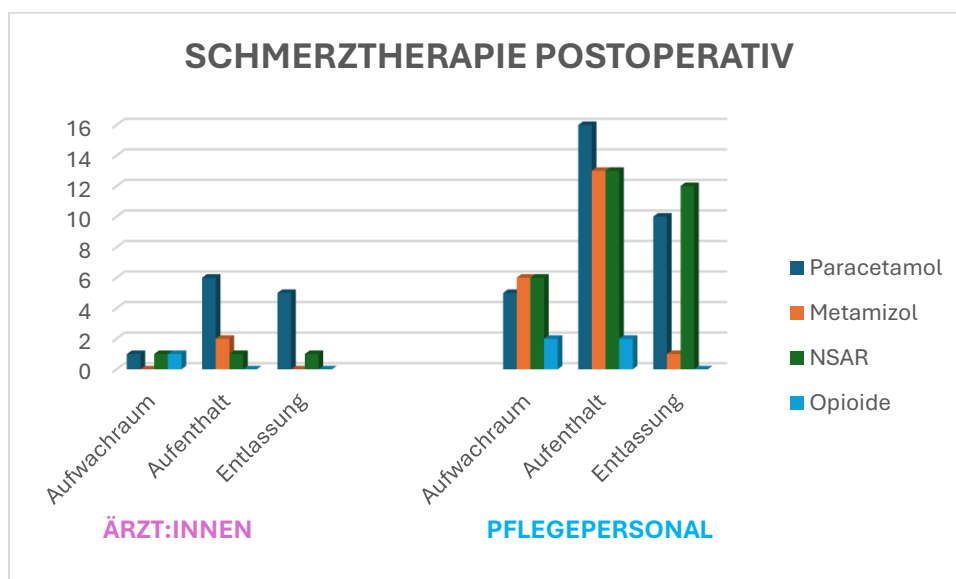


Abbildung 8: Einsatz der Wirkstoffklassen in den unterschiedlichen Phasen der postoperativen Schmerztherapie; links: Angaben der Ärztinnen; rechts: Angaben des Pflegepersonals

95% der Befragten geben an, dass Opioiden nur bei unzureichendem Ansprechen auf Nicht-Opioid-Analgetika gegeben werden. 5 von 6 Assistenzärzt:innen orientieren sich bei der initialen Dosierung an klinikinternen Leitlinien. Für eine individuelle Dosisfindung werden vor allem das Gewicht und das Alter herangezogen.

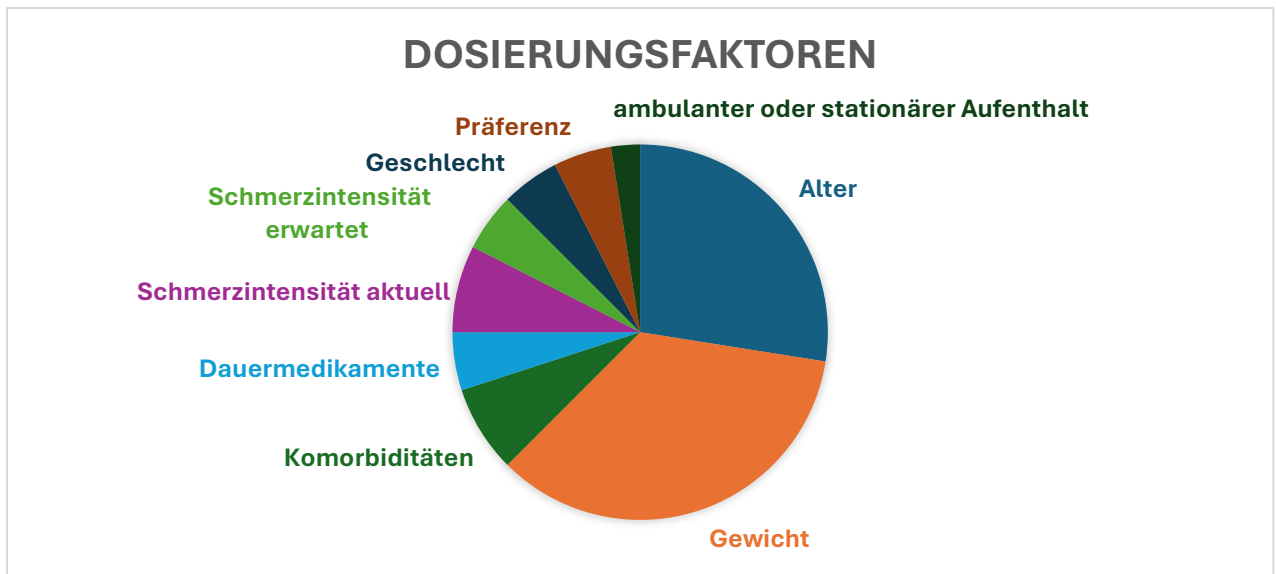


Abbildung 9: Einflussfaktoren bei der Dosisfindung

Eine Prüfung auf Arzneimittelwechselwirkungen wird nur von 3 Personen bestätigt, 10 Personen enthalten sich, und 3 geben an, dass dies selten durchgeführt wird.

Die beobachteten Nebenwirkungen werden vor allem für Nalbuphin und Morphin beschrieben, wobei am häufigsten Müdigkeit, Obstipation und Atemprobleme angegeben werden. Für Paracetamol wurde keine Nebenwirkung genannt und für Ibuprofen wurde von einer Person Unruhe erwähnt.

Die am häufigsten erwähnten Kombinationen sind Paracetamol und Ibuprofen, sowie die Dreifachkombination von Paracetamol, Ibuprofen und Metamizol.

Unterdosierungen werden von mehr als der Hälfte (54,6%) sehr häufig bis häufig beobachtet, wobei 27,3% keine Antwort gaben. Weniger häufig (22,7%) werden Überdosierungen beobachtet, welche eher selten bis nie (31,8%) festgestellt werden. 45,5% enthielten sich ihrer Stimme.

Aus assistenzärztlicher Sicht wird sich am meisten Unterstützung bei der Überprüfung der Dosierung, der Information bei Off-Label-Einsätzen und dem Interaktionscheck gewünscht. Schulungen, Unterstützung bei der Aufklärung von Eltern oder der Entlassung wurden nicht ausgewählt. Die Pflege würde ebenfalls Unterstützung bei der Dosierungsüberprüfung und der Off-Label-Behandlung befürworten, als auch Schulungen, Informationen zu i.v.-Kompatibilitäten und die Herstellung magistraler Rezepturen.

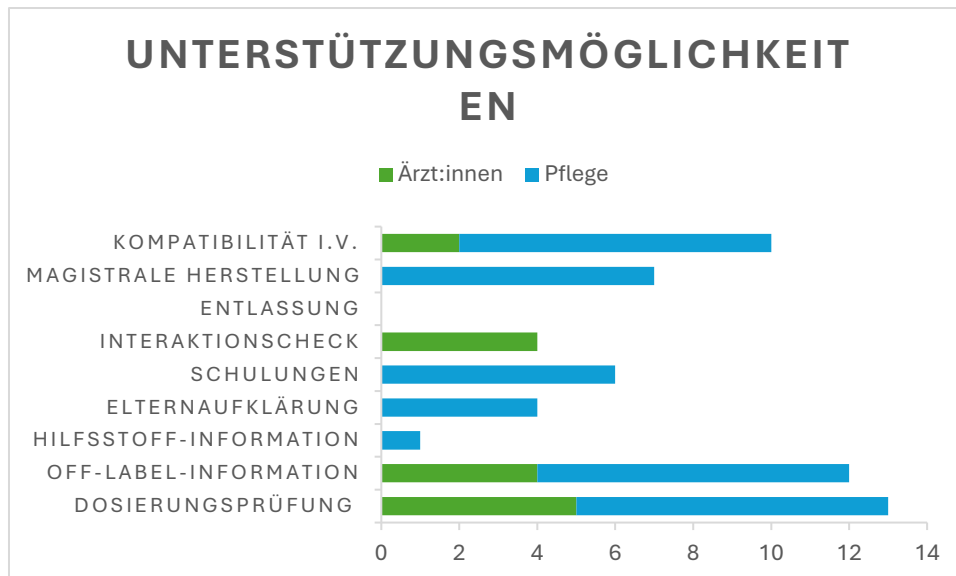


Abbildung 10: Gewünschte Unterstützung durch einen klinisch-pharmazeutischen Dienst

83,3% der Assistenzärzt:innen beurteilen die Relevanz eines klinisch-pharmazeutischen Dienstes als sehr wichtig und 100% jener könnten sich eine Zusammenarbeit vorstellen. 68,8% des Pflegepersonals ordnen den klinisch-pharmazeutischen Dienst als eher wichtig bis wichtig ein und 81,3% würden einer Zusammenarbeit zustimmen.

11 Diskussion

11.1 Interpretation der Ergebnisse

Die Auswertung des Fragebogens liefert einen praxisorientierten Einblick in die postoperative Schmerztherapie auf der Kinder- und Jugendchirurgie Innsbruck der Tiroler Kliniken. Die Ergebnisse zeigen, dass es strukturierte Vorgehensweisen und etablierte Standards gibt, sich jedoch das ärztliche und pflegerische Agieren in der Praxis unterscheiden können. Zuerst muss betont werden, dass die Angaben der Oberärzte von großer Bedeutung für eine umfassende Auswertung gewesen wären. Leider sind trotz wiederholter persönlicher Nachfrage keine Fragebögen zur Auswertung eingelangt. Das Pflegepersonal hat einheitlich beschlossen, dass die Fragestellungen zu den Dosierungen nicht in ihren Aufgabenbereich fallen und daher keine Beantwortung erfolgen soll.

Das Intervall der Schmerzerfassung wird vom Pflegepersonal mit 2-3 Stunden angegeben, während die Ärzt:innen die Erfassung eher situativ vornehmen. Gründe dafür könnten sein, dass sich die Aufgabenprofile unterscheiden oder die interprofessionelle Abstimmung unzureichend ist. Die regelmäßige Überprüfung der Schmerzintensität ist für eine optimale Schmerztherapie essenziell. Zudem sollte auch nach jeder schmerzverursachenden Prozedur und nach jeder Analgetikagabe analog zur Wirkzeit

eine Abfrage der Schmerzen durchgeführt werden.²⁰ Zeit- und Personenmangel können häufige Messungen zudem erschweren.

Wie auch in den Leitlinien beschrieben, stellt Paracetamol im klinischen Alltag die 1. Wahl für die postoperative Schmerztherapie dar. Auch die Kombination von Paracetamol und Ibuprofen bzw. die Kombination von Ibuprofen und Metamizol werden in den Leitlinien für die Einsparung der Opioid-Gabe empfohlen.²⁰ Es fällt auf, dass Assistenzärzt:innen fast ausschließlich Angaben zu Paracetamol machten. Die Angst vor möglichen Nebenwirkungen der anderen Analgetika könnte ein Grund dafür sein.

Eine Überprüfung der Wechselwirkungen wird nur in seltenen Fällen durchgeführt. Neben Zeitmangel könnte ein weiterer Grund sein, dass die Notwendigkeit bei Kindern wegen geringer vorhandener Dauermedikation noch nicht so stark gegeben ist. Die Notwendigkeit einer Analgesie bei postoperativen Schmerzen könnte auch dazu führen, dass kein regelmäßiger Wechselwirkungscheck durchgeführt wird, da das Nutzen-Risiko-Verhältnis abgewogen wird. Als Mittel der 1. Wahl weist Paracetamol nur vereinzelte Wechselwirkungen auf, daher entfällt die Relevanz der Überprüfung bei dem Einsatz dieses Wirkstoffes. Nichtsdestotrotz birgt der fehlende Interaktionscheck ein Risiko, welches durch klinische Pharmazeut:innen minimiert werden könnte.

Interessanterweise wurden häufiger Unterdosierungen als Überdosierungen beobachtet. Mögliche Gründe könnten eine unzureichende Schmerzerfassung oder auch die Angst vor Überdosierung sein. Weiters können die pharmakokinetischen Besonderheiten einen Einfluss auf die Unter- bzw. Überdosierung haben. Als Beispiel kann bei den gängigen Wirkstoffen Paracetamol und Ibuprofen eine höhere Initialdosis im ersten Lebensjahr notwendig sein, um eine ausreichende analgetische Wirkung zu erzielen.¹¹⁵ Es ist verständlich, dass die medikamentöse Therapie in der Pädiatrie mit Vorsicht durchgeführt wird, jedoch dürfen keine unnötigen Schmerzerlebnisse der Kinder die Folge sein.

Bei der Auswertung der Möglichkeiten von unterstützenden Tätigkeiten der klinischen Pharmazeut:innen fällt auf, dass die Ärzt:innen und die Pflege sich in unterschiedlichen Bereichen ein Mitwirken wünschen würden. Da die Aufgabe der Pflege nicht bei der Dosierung und Auswahl der Analgetika liegt, liegt eine Unterstützung durch Schulungen, bei der Aufklärung der Eltern, der Herstellung geeigneter magistraler Darreichungsformen und die Information zu i.v.-Kompatibilitäten in deren Interesse. Ein Mitwirken bei der Dosierungsüberprüfung, dem Interaktionscheck und Informationen zu Off-Label-Therapien wird aus ärztlicher Sicht gewünscht. Diese Auswertung bestätigt, dass die Aufgaben breit gefächert sind und Bedarf an einer interdisziplinären Zusammenarbeit besteht. Die hohe Zustimmung zur Zusammenarbeit lässt darauf schließen, dass die flächendeckende Einführung eines klinisch-pharmazeutischen Dienstes auf große Akzeptanz stoßen würde.

11.2 Limitationen der Befragung

Bei der Auswertung des Fragebogens sind mehrere Limitationen zu berücksichtigen, die die Aussagekraft der Ergebnisse einschränken.

Die Stichprobengröße ist mit 22 Personen limitiert und die Verteilung der professionellen Disziplinen war nicht ausgeglichen, da überwiegend Pflegepersonal an der Befragung teilnahm. Dies könnte dazu führen, dass die ärztliche Perspektive unterrepräsentiert ist. Zudem wäre eine Einschätzung der Oberärzt:innen von großer Relevanz. Weiters lag keine Genehmigung für die Befragung der Bundesbediensteten von Seiten der Medizinischen Universität Innsbruck vor und somit konnten ausschließlich Landesbedienstete an der Befragung teilnehmen.

Manche Fragestellungen erfordern eine subjektive Einschätzung der Befragten. Diese Methode ist anfällig für Wahrnehmungsunterschiede (z.B. bei auftretenden Nebenwirkungen) und soziale Erwünschtheit (z.B. Dosierung nach Vorschrift). Durch die unterschiedliche Aufgabenverteilung können auch hier die Angaben verzerrt werden.

Die wichtigsten Themen werden in dem Fragebogen breit abgedeckt, jedoch erschwert das Design der Fragestellung eine klare Auswertung. Die Möglichkeit der Mehrfachauswahl, offene und Hybridfragen erhöhen die Wahrscheinlichkeit unvollständiger oder ungenauer Angaben und der individuellen Interpretation der Fragestellung.

Der Fragebogen wurde in Papierform ausgelegt, somit können Unleserlichkeit, Übertragungsfehler, Schwund und unvollständig ausgefüllte Angaben limitierend sein.

Trotz dieser Limitationen erlauben die erhobenen Daten einen wertvollen Einblick in die Versorgungspraxis und identifizieren relevante Bereiche für die Etablierung eines klinisch-pharmazeutischen Dienstes.

12 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit bietet einen strukturierten Überblick über die Entstehung und Klassifizierung von Schmerz, die Besonderheiten und multimodale Versorgung der pädiatrischen postoperativen Schmerztherapie, die medikamentösen Möglichkeiten und die Auswirkung unzureichend behandelter Schmerzzustände. Zusätzlich bietet sie einen Einblick in die derzeitige Praxis auf der Kinder- und Jugendchirurgie Innsbruck der tirol kliniken. Sowohl die Schmerzerfassung als auch die medikamentöse Basistherapie sind Teil der Routineversorgung, jedoch zeigen die Angaben der Ärzt:innen und der Pflege Diskrepanzen, welche es näher zu untersuchen gäbe. Laut Studien leiden mehr als die Hälfte der Kinder an postoperativen Schmerzen bzw. entwickeln chronische postoperative Schmerzen.^{116,117} Der vorrangige Einsatz von Paracetamol und der zurückhaltende Einsatz stärker wirksamer Analgetika der Ärzt:innen und die Angabe von häufigen Unterdosierungen unterstreichen die Möglichkeit einer unzureichenden Schmerztherapie.

Die hohe Zustimmung einer Zusammenarbeit mit dem klinisch-pharmazeutischen Dienst ist hervorzuheben und unterstreicht die Relevanz für eine optimale Versorgungsqualität. Durch Prüfungen der Dosierungen, Interaktionschecks, Schulungen, Herstellung

geeigneter Darreichungsformen und Informationen zu i.v.-Kompatibilitäten könnte ein Mehrwert im interdisziplinären Team geboten werden.

Abschließend lässt sich sagen, dass die postoperative Schmerztherapie in der Pädiatrie durch die Zusammenarbeit der einzelnen Professionen in Zukunft noch weiter optimiert werden kann. Die Implementierung eines klinisch-pharmazeutischen Dienstes sollte forciert werden, um in Zukunft jedem Patienten und jeder Patientin eine umfassende Versorgung bieten zu können und die Effizienz und Sicherheit der Arbeitsabläufe innerhalb eines klinischen Settings zu verbessern. Eine durchgeführte Interviewstudie der Leopold-Franzens-Universität-Innsbruck führte zu einer Festlegung eines klinisch-pharmazeutischen Kompetenzrahmens für Krankenhausapotheker:innen und kann als ein weiterer Schritt in Richtung Zusammenarbeit gesehen werden, auf welchem weiter aufgebaut werden kann.

13 Literaturverzeichnis

1. Mather, Laurence & Mackie, Josephine. *Pain*. 1983;15:271-282
2. Avian A, et al. *International journal of nursing studies*. 2016;62:36-43
3. IASP-International Association for the Study of Pain. Available at: <https://www.iasp-pain.org/>. Accessed August 3, 2025
4. Eich W, et al. *Schmerz (Berlin, Germany)*. 2023;37:159-167
5. Deutsche Schmerzgesellschaft e.V. Available at: <https://www.schmerzgesellschaft.de/>. Accessed August 3, 2025
6. Mutschler E, et al. *Mutschler Arzneimittelwirkungen: Pharmakologie - Klinische Pharmakologie - Toxikologie*. 11., völlig neu bearbeitete Auflage. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2020
7. Bernatzky G. *Der Mediziner*. 2009;7-8:18-20
8. Psychrembel online. Available at: <https://www.psychrembel.de/>. Accessed August 3, 2025
9. DEGAM S1-Handlungsempfehlung-"Chronischer nicht tumorbedingter Schmerz – Erläuterungen und Implementierungshilfen"; 2023
10. Meßlinger K. *Manuelle Medizin*. 2002;40:13-21
11. Karow Thomas. *Allgemeine und Spezielle Pharmakologie und Toxikologie*. 24th ed. Köln; 2016; 557-597
12. Locher H, et al., eds. *Spezielle Schmerztherapie der Halte- und Bewegungsorgane*. Stuttgart: Thieme; 2011
13. Handwerker HO, et al., eds. *Neurowissenschaft*; 2006
14. Bernatzky G. *Der Mediziner*. 2009; 4:36
15. Kugler M, ed. *Neuromodulation in der Schmerztherapie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2014
16. Seidel S ST. *Journal für Neurologie Neurochirurgie und Psychiatrie*. 2011; 12(2):136-140
17. Pogatzki-Zahn EM, et al., eds. *Postoperative Schmerztherapie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2008
18. Rößler S. *Perioperative Schmerztherapie*. [Dissertation]. Graz: Medizinische Universität Graz; 2016
19. Starkl P, et al. *bioRxiv : the preprint server for biology*. 2023
20. AWMF S3-Leitlinie "Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen"; 2021
21. Becker M, et al. *Postoperative Schmerztherapie : Pathophysiologie, Pharmakologie und Therapie / by: Pogatzki-Zahn, Esther M., Aken, Hugo K. <van>, Zahn, Peter K*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2008
22. Jungmayr P. *Deutsche Apotheker Zeitung*. August 8, 2023
23. Kainzwaldner V. *Die Qualität der perioperativen Schmerztherapie im Rahmen eines anaesthesiologischen Akutschmerzdienstes - eine Evaluation von 1000 Patienten am Klinikum Großhadern der LMU München*. [Dissertation]. München: Ludwig-Maximilians-Universität zu München; 2012
24. Deutsches Kinderschmerzszentrum. Available at: <https://www.deutsches-kinderschmerzszentrum.de/>. Accessed August 4, 2025
25. Zander A. *Praxis Handreha*. 2023; 4:36-39
26. Cignacco Müller E. *Hebamme*. 2017;30:109-116
27. Wallstabe E. *Evaluation der postoperativen Schmerztherapie in der Kinderchirurgie Jena mit Hilfe des QUIPSI-Fragebogens*. [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität Jena; 2013
28. Walker SM. *British journal of anaesthesia*. 2008;101:101-110
29. Walker SM, et al. *Experimental neurology*. 2016;275 Pt 2:253-260

30. Lara Bittigkoffer. *Korrelation zwischen Schmerzempfindung und Vagotonus bei Früh- und Neugeborenen*. [Dissertation]. Homburg/Saar: Medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes; 2017
31. Schwarzbach-Tibbe D. *Evaluation der postoperativen Schmerztherapie bei Kindern unter vier Jahren an der Uniklinik Köln*. [Dissertation]. Köln: Universität zu Köln; 2024
32. Büttner W, et al. *Paediatric anaesthesia*. 2000;10:303-318
33. ÖGARI. Available at: oegari.at. Accessed August 6, 2025
34. Jorch G, et al., eds. *Neonatologie: Die Medizin des Früh- und Reifgeborenen*. Kartonierte Sonderausgabe. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag; 2015
35. Berner Fachhochschule. Available at: www.bfh.ch/de/. Accessed August 6, 2025
36. AWMF. *S3-Leitlinie "Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin"*; 2020
37. Zernikow B. *Schmerztherapie bei Kindern*. 3. Auflage. Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2005
38. Hicks CL, et al. *Pain*. 2001;93:173-183
39. Bächle-Helde B. *JuKiP*. 2013;2:164-167
40. Rheumahelden. Available at: <https://rheumahelden.de/>. Accessed August 6, 2025
41. Voepel-Lewis T. Available at: europeanpainfederation.eu
42. Zernikow B, et al. *Deutsches Arzteblatt international*. 2008;105:511-21; quiz 521-2
43. Jaehde U, et al. *Klinische Pharmazie: Grundlagen und Anwendung*. 4th ed.: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart; 2017; 389-399, 449-537
44. Toni I, et al. In: Schröder H, et al., eds. *Arzneimittel-Kompass 2022: Qualität der Arzneimittelversorgung*. Berlin, Heidelberg: Springer Open; 2022:97-112
45. Schulze CR. *Entwicklung und Validierung eines Algorithmus zur Identifizierung von arzneimittelbedingten stationären Aufnahmen in der Pädiatrie*. [Dissertation]. Erlangen-Nürnberg: Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg; 2022
46. Jasani B, et al. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2022;12:CD010061
47. European Medicines Agency. *Information for the package leaflet regarding fructose and sorbitol used as excipients in medicinal products for human use*; 2014
48. Kindermedika. Available at: www.kindermedika.at. Accessed August 6, 2025
49. Gershanik J, et al. *The New England journal of medicine*. 1982;307:1384-1388
50. Shulman JD, et al. *Pediatric dentistry*. 1997;19:404-408
51. European Medicines Agency. *Questions and Answers on Ethanol in the context of the 4 revision of the guideline on 'Excipients in the label and 5 package leaflet of medicinal products for human use'*; 2014
52. European Medicines Agency. *Questions and answers on propylene glycol used as an excipient in medicinal products for human use*; 2017
53. Zernikow B. *Schmerztherapie bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2009
54. Garten L. *Schmerztherapie in der Pädiatrie*
55. Messerer B. *ÖGARI Information Kompakt „perioperative Schmerztherapie-Kinder“*; 2019. https://www.oegari.at/web_files/cms_daten/periop._schmerzth_kinder_messerer.final.pdf
56. Marcher SW. *Der WHO-Stufenplan und seine sinnvolle Anwendung in der allgemeinmedizinischen Praxis*. [Dissertation]. Graz: Medizinische Universität Graz; 2012
57. Dosing. Available at: www.dosing.de. Accessed August 8, 2025
58. Accord Healthcare B.V. Available at: <https://aspregister.basg.gv.at/aspregister/faces/aspregister.jspx>. Accessed August 8, 2025
59. Castagno E, et al. *Italian journal of pediatrics*. 2024;50:223

60. Opella Healthcare Austria GmbH. Available at: <https://aspregrister.basg.gv.at/aspregrister/faces/aspregrister.jspx>. Accessed August 16, 2025
61. Aktories K, et al. *Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie: Für Studenten der Medizin, Veterinärmedizin, Pharmazie, Chemie und Biologie sowie für Ärzte, Tierärzte und Apotheker ; mit 305 Tabellen ; [Plus im Web, mediscript.* 11., überarb. Aufl. München: Elsevier Urban & Fischer; 2013; 212-229
62. Kraft B. ÖGARI Information Kompakt "Nichtopioide". https://www.oegari.at/web_files/cms_daten/periop.schmerzth_nicht-opioide_kraft.final.pdf
63. Arznei-Telegramm. *Arznei-Telegramm.* 2000; 5
64. Randerath W, et al. *Deutsches Ärzteblatt.* 2007; 46:3178-3181
65. Bellutti Enders F, et al. *Paediatrica.* 2022;33
66. Infectopharm Arzneimittel und Consilium GmbH. *SmPC Naproxen Infectopharm 50 mg/ml Suspension zum Einnehmen;* 2024. <https://aspregrister.basg.gv.at/aspregrister/faces/aspregrister.jspx>. Accessed August 16, 2025
67. Teva B.V. *Ibuprofen ratiopharm 4 % Sirup für Kinder;* 2025. <https://aspregrister.basg.gv.at/aspregrister/faces/aspregrister.jspx>. Accessed August 8, 2025
68. Spahic L. *Analgetika im Kindesalter – pharmakokinetische und pharmakodynamische Aspekte.* [Dissertation]. Graz: Medizinische Universität Graz; 2016
69. Kretz F-J, et al., eds. *Anästhesie und Intensivmedizin bei Kindern.* s.l.: Thieme; 2007
70. Standl T, et al., eds. *Schmerztherapie: Akutschmerz ; Chronischer Schmerz ; Palliativmedizin.* 2. Aufl. s.l.: Georg Thieme Verlag KG; 2010
71. Langford AV, et al. *The Medical journal of Australia.* 2023;219:80-89
72. Freye E. *Opioide in der Medizin.* 8. Aufl. 2010. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2009
73. Jaksch W. *Information Kompakt "Patientenkontrollierte Analgesie (PCA).* Wien; 2019
74. Häuser W, et al. *Opioirotation;* 2020. <https://www.awmf.org/>
75. ratiopharm GmbH. *SmPC Tramadol-ratiopharm 50 mg/150 mg/200 mg® Retardkapseln.* <https://www.ratiopharm.de/assets/products/de/label/Tramadol-ratiopharm%2050%20mg150%20mg200%20mg%20Retardkapseln%20-%207.pdf?pzn=3931650>. Accessed August 9, 2025
76. Schultz-Machata A-M, et al. *Der Anaesthesist.* 2014;63:135-143
77. Amomed Pharma GmbH. *SmPC Nalbuphin Amomed 10 mg/ml Injektionslösung;* 2011. <https://aspregrister.basg.gv.at/aspregrister/faces/aspregrister.jspx>. Accessed August 16, 2025
78. Kuznetsov IE TVG. *Journal of Basic and Clinical Pharmacy.* 2023:290-293
79. Hameln Pharma GmbH. *SmPC Fentanyl-hameln 50 Mikrogramm/ml Injektionslösung;* 2008. <https://aspregrister.basg.gv.at/aspregrister/faces/aspregrister.jspx>. Accessed August 9, 2025
80. 1A Pharma GmbH. *SmPC Fentanyl 1A Pharma 25 µg/h - transdermales Matrixpflaster;* 2024. <https://aspregrister.basg.gv.at/aspregrister/faces/aspregrister.jspx>. Accessed August 9, 2025
81. ratiopharm GmbH. *SmPC Morphin-ratiopharm Injektionslösung;* 2023. <https://www.ratiopharm.de/assets/products/de/label/Morphin-ratiopharm%20Injektionslosung%20-%205.pdf?pzn=868164>
82. Aubrun F, et al. *British journal of anaesthesia.* 2012;108:193-201
83. mundiPharma. *Fachinformation Substitol® 30/60/100/200 mg Hartkapseln, retardiert;* 2024. <https://www.fachinfo.de/fi/pdf/020580/substitol-r-30-mg-60-mg-100-mg-200-mg-hartkapseln-retardiert>
84. Hinrichs M, et al. *Der Schmerz.* 2017; 4
85. Hameln Pharma GmbH. *SmPC Piritramid-hameln 7,5 mg/ml Injektionslösung;* 2021. <https://aspregrister.basg.gv.at/aspregrister/faces/aspregrister.jspx>. Accessed August 11, 2025

86. Mundipharma Gesellschaft m.b.H. *SmPC Hydral retard 16mg Kapseln*.
<https://aspregrister.basg.gv.at/aspregrister/faces/aspregrister.jspx>. Accessed August 11, 2025
87. G.L. Pharma GmbH. *Oxycodon G.L. 10mg-Retardtabletten*.
<https://aspregrister.basg.gv.at/aspregrister/faces/aspregrister.jspx>. Accessed August 11, 2025
88. Mauch J, et al. Available at:
<https://sop.klifairs.ch/sop/sop/kinderanaesthesie/perioperativ/patient-controlled-analgesia-pca-bei-kindern/>. Accessed August 11, 2025
89. Kretz F-Jea. In: Kretz F-J, et al., eds. *Anästhesie und Intensivmedizin bei Kindern*. s.l.: Thieme; 2007:S.126-128
90. Wissenschaftlicher Arbeitskreis Kinderanästhesie. Available at:
<https://www.bda.de/docman/alle-dokumente-fuer-suchindex/oeffentlich/empfehlungen/589-handlungsempfehlungen-1/file.html>. Accessed August 11, 2025
91. Jöhr M. *Anästh Intensivmed*. 2019; 60:533-543
92. Orifarm GmbH. *SmPC Emla 5%-Creme*.
<https://aspregrister.basg.gv.at/aspregrister/faces/aspregrister.jspx>. Accessed August 11, 2025
93. Pfizer Corporation Austria GmbH. *SmPC Ketanest S 25mg/ml-Ampullen*.
<https://aspregrister.basg.gv.at/aspregrister/faces/aspregrister.jspx>. Accessed August 11, 2025
94. Michalek-Sauberer A. *ÖGARI Information Kompakt "Glucocorticoide in der perioperativen Schmerztherapie"*; 2024
95. Becke-Jakob K, et al. *S2k-Leitlinie "Medikamentensicherheit in der Kinderanästhesie"*; 2021
96. Male C, et al. *Monatsschr Kinderheilkd*. 2022;170:207-216
97. Llerena GE, et al. *Cureus*. 2024;16:e52006
98. Zang S. *JuKiP*. 2019;08:20-23
99. Wolfinger S. *Schmerz Nachr*. 2022;22:13
100. IASP-International Association for the Study of Pain. Available at: <https://www.iasp-pain.org/resources/fact-sheets/pain-in-children-management/>. Accessed August 11, 2025
101. Wager, J., Zernikow, B. Pädiatrische stationäre interdisziplinäre multimodale Schmerztherapie in Deutschland. *Schmerz* 38, 99–106 2024
102. EMA. Available at: www.ema.europa.eu. Accessed August 13, 2025
103. Ludewig T, et al. *Deutscher Apothekerverlag. Krankenhauspharmazie* 2018;39:467–74
104. Da Alves Costa F. *The Pharmacist Guide to Implementing Pharmaceutical Care*. Cham: Springer; 2019
105. Huckels-Baumgart S, et al. *Implementierungshandbuch "Handlungsempfehlung zu Medication Reconciliation"*. Bonn; 2015
106. Schurig AM, et al. *Deutsches Ärzteblatt international*. 2018;115:251-258
107. Petri A, ed. *Fehlervermeidung in der Kinderheilkunde*. 1. Aufl. s.l.: Georg Thieme Verlag KG; 2014
108. Universitätsklinikum und Medizinische Fakultät Tübingen. Available at:
<https://www.medizin.uni-tuebingen.de/de/patientensicherheit/sicherheitskultur>
109. Fischer J, et al. *Pneumologie (Stuttgart, Germany)*. 2013;67:406-414
110. Teddybärkrankenhaus Innsbruck. Available at: <https://teddybaerkrankenhaus-ibk.at/>. Accessed August 16, 2025
111. Berufsverband der Kinder- und Jugendärzt*innen e. V. Available at: <https://www.kinderaerzte-im-netz.de/>. Accessed August 16, 2025
112. Österreichische Apothekerkammer. *Verordnung der Österreichischen Apothekerkammer betreffend die Weiterbildung zur Fachapothekerin oder zum Fachapotheker für*

- Krankenhauspharmazie*. Available at: <https://www.apothelerkammer.at/> . Accessed November 30, 2025
113. Austrian Association of Hospital Pharmacists. Available at: <https://www.aahp.at/> . Accessed November 30, 2025
114. ESCP. Available at: <https://escpweb.org/>. Accessed August 16, 2025
115. Semlitsch A. *Pharmakokinetische Aspekte in der perioperativen Schmerztherapie bei Neugeborenen und Säuglingen* [Dissertation]. Graz: Medizinische Universität Graz; 2014
116. Fang J, et. al. *PAIN* 2023;164(9):2029-2035
117. Helm J. *Akute postoperative Schmerzen und weitere Faktoren als Ursache für die Entwicklung chronischer Schmerzen bei Kindern und Jugendlichen* [Dissertation]. Graz: Medizinische Universität Graz; 2020

14 Anhang

14.1 Fragebogen zur postoperativen Schmerztherapie bei Kindern

Fragebogen zur postoperativen Schmerztherapie bei Kindern

Sehr geehrte Ärztinnen, Ärzte und Pflegekräfte,

herzlichen Dank, dass Sie sich die Zeit nehmen, an dieser Befragung teilzunehmen. Mein Name ist Sophie König, ich bin Studierende der klinischen Pharmazie und schreibe meine Abschlussarbeit im Bereich postoperativer Schmerztherapie. Ziel dieses Fragebogens ist es, einen Einblick in die aktuelle Praxis, das Wissen und die Herausforderungen zur postoperativen Schmerztherapie bei Kindern zu gewinnen. Die Teilnahme an der Befragung erfolgt freiwillig und anonym und kann jederzeit ohne Angaben von Gründen abgebrochen werden. Es werden keine personenbezogenen Daten erhoben oder gespeichert. Die Erhebung und Auswertung der Daten erfolgt ausschließlich zu wissenschaftlichen Zwecken im Rahmen der Masterarbeit im Studiengang Klinische Pharmazie. Die Daten werden nach Abschluss der Auswertung pseudonymisiert auf einem gesicherten Server der Medizinischen Universität Innsbruck (Österreich) gespeichert. Eine Weitergabe an Dritte erfolgt nicht. Die Ergebnisse der Studie werden ausschließlich in aggregierter Form veröffentlicht, sodass keine Rückschlüsse auf Einzelpersonen möglich sind. Die Bearbeitung des Fragebogens wird 10-15 Minuten Ihrer Zeit in Anspruch nehmen.

Vielen Dank für Ihre wertvolle Unterstützung!

Einwilligungserklärung:

Ich bin ausreichend über den Ablauf der Studie aufgeklärt worden und erkläre mich mit dem Ausfüllen und dem Einwerfen des Fragebogens in die bereitgestellte Box zur Teilnahme an der Studie zu den oben beschriebenen Rahmenbedingungen einverstanden.

1. Allgemeine Angaben

Berufsgruppe:

☐ Ärztin / Arzt

☐ <5 Jahre Berufserfahrung

☐ 5-10 Jahre Berufserfahrung

☐ > 10 Jahre Berufserfahrung

☐ Pflegefachkraft

☐ <5 Jahre Berufserfahrung

☐ 5-10 Jahre Berufserfahrung

☐ > 10 Jahre Berufserfahrung

Station:

Gibt es einen Akutschmerzdienst, der für Ihre Station zuständig ist?

☐ Ja

☐ Nein

☐ Weiß ich nicht

2. Altersgruppe der behandelten Kinder

Bitte jene Altersgruppe ankreuzen, die überwiegend behandelt wird. (Mehrfachauswahl möglich)

☐ Neugeborene (0–28 Tage)

☐ Säuglinge (1–12 Monate)

☐ Kleinkinder (1–3 Jahre)

☐ Vorschulkinder (4–6 Jahre)

☐ Schulkinder (7–12 Jahre)

3. Strukturelle Rahmenbedingungen in Ihrem Wirkungsbereich

Sind standardisierte SOPs (Standard Operating Procedures) zur postoperativen Schmerztherapie vorhanden?

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ keine Angabe

Werden diese SOPs regelmäßig aktualisiert?

- ☐ Ja, jährlich
- ☐ Ja, alle 2–3 Jahre
- ☐ Nein
- ☐ keine Angabe

4. Schmerzerfassung

Wie häufig erfolgt die Schmerzerfassung postoperativ üblicherweise?

- ☐ Nach festen Intervallen
 - ☐ Bitte geben sie das Intervall an: _____
- ☐ nach jeder therapeutischen Intervention
- ☐ Bei Bedarf (z.B. auf Patient:innen-Wunsch)
- ☐ Einmalig (nur im Aufwachraum)
- ☐ Keine Regel

Welche Hilfsmittel verwenden Sie standardmäßig zur Erfassung der Schmerzintensität?

5. Medikamentöse Schmerztherapie, Neben- und Wechselwirkungen

Welche Wirkstoffklasse stellt für Sie in der jeweiligen Phase der postoperativen Schmerztherapie bei Kindern in der Regel die 1. Wahl dar?

Wirkstoffklasse	Aufwachraum	Während dem Aufenthalt	Bei Entlassung (rezeptiert)
Paracetamol			
Metamizol			
NSARs			
Opioide			
Lokal-/ Regionalanästhetika			
Keine Angabe			

Welche Rolle spielen Opioide in Ihrem postoperativen Schmerzregime bei Kindern? (Mehrfachauswahl möglich)

- ☐ standardmäßiger Einsatz, um starke Schmerzen zu vermeiden
- ☐ Nur bei unzureichendem Ansprechen auf Nicht-Opioide-Analgetika
- ☐ Nur bei bestimmten Eingriffen (Welche? _____)
- ☐ Nur bei stationären Aufenthalten
- ☐ Möglichst zu vermeiden / werden selten eingesetzt
- ☐ Keine Anwendung
- ☐ Andere: _____

Welche Strategie verfolgen Sie bei der initialen Dosierung?

- ☐ möglichst niedrig, um Nebenwirkungen zu minimieren
- ☐ möglichst hoch, um Schmerzen rasch zu kontrollieren
- ☐ Dosierung nach Leitlinie
- ☐ individuell je nach klinischer Situation (Kriterien: _____)

Welche der folgenden Faktoren berücksichtigen Sie bei der Festlegung der Dosis?

- ☐ Alter
- ☐ Gewicht
- ☐ Komorbiditäten
- ☐ Dauermedikamente
- ☐ aktuelle Schmerzintensität
- ☐ erwartete Schmerzintensität
- ☐ Geschlecht
- ☐ individueller Präferenz der Patient:innen/ Erziehungsberechtigten
- ☐ ambulanter oder stationärer Aufenthalt
- ☐ Andere: _____

Wird vor Gabe der ersten Schmerzmedikation systematisch auf potenzielle Arzneimittelwechselwirkungen geprüft?

- ☐ ja, immer (mit welchem Tool? _____)
- ☐ manchmal
- ☐ selten/nie
- ☐ keine Angabe

Welche Nebenwirkungen und Wechselwirkungen beobachten Sie in Ihrer Praxis bei folgenden Substanzen am häufigsten?

Substanz	Nebenwirkungen	Wechselwirkungen
Paracetamol		
Ibuprofen		
Nalbuphin		
Morphin		

Welche Kombinationen von Schmerzmedikationen setzen Sie in der postoperativen Versorgung bei Kindern am häufigsten ein? Bitte auch ggf. Reihenfolge und Ziel beschreiben:

Wie häufig beobachten Sie folgende Dosierungsabweichungen?

	Unterdosierung	Überdosierung
Sehr häufig		
Eher häufig		
selten		
nie		
Keine Angabe		

6. Entlassungsmanagement und Adhärenz

Wie häufig werden Schmerzmittel bei der Entlassung verschrieben?

- ☐ sehr häufig, fast 100%
- ☐ relativ häufig, zwischen 70 und 90%
- ☐ ca. 50%
- ☐ sehr variabel, zwischen 20-30%
- ☐ sehr selten, 0-10%

Wie ist das Entlassungsmanagement organisiert? (Mehrfachauswahl möglich)

- ☐ Schriftliche Anleitung für Patient:in/ erziehungsberechtigter Person
- ☐ Aufklärungsgespräch mit Patient:in/ erziehungsberechtigter Person
- ☐ Übergabe an Haus-/Kinderarzt schriftlich
- ☐ Übergabe an Haus-/Kinderarzt mündlich
- ☐ Keine Regelung
- ☐ Andere: _____

7. Klinisch-pharmazeutischer Dienst

Wie wichtig ist ein klinisch-pharmazeutischer Dienst aus Ihrer Sicht?

- ☐ Sehr wichtig
- ☐ Eher wichtig
- ☐ Weniger wichtig
- ☐ Nicht notwendig

In welchem Bereich würden Sie sich Unterstützung von einem klinisch-pharmazeutischen Dienst wünschen? (Mehrfachnennung möglich)

- ☐ Dosierungsprüfung
- ☐ Off-Label-Beratung
- ☐ Hilfsstoff-Infos
- ☐ Elternaufklärung
- ☐ Schulungen
- ☐ Interaktionscheck
- ☐ Entlassungsunterstützung
- ☐ Herstellung geeigneter Darreichungsformen
- ☐ Kompatibilitätsüberprüfung bei i.v. - Anwendungen
- ☐ Andere: _____

Könnten Sie sich eine Zusammenarbeit mit einem klinisch-pharmazeutischen Dienst auf ihrer Station vorstellen?

- ☐ ja
- ☐ nein
- ☐ keine Angabe

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!