

Aus der Klinik für Anästhesiologie
mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Vergleich von Kaudalanästhesie und dorsalem Peniswurzelblock hinsichtlich des
Opioidbedarfs im Kindesalter

Zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Susanne Stegmeier
aus Hamburg

Gutachter: 1. Prof. Dr. med. C. Spies
 2. Prof. Dr. med. F. Eckoldt
 3. Priv.-Doz. Dr. med. Ro. Metzger

Datum der Promotion: 23.06.2013

für meine Großeltern Lisa & Karl-Heinz Mönning

1	Abkürzungsverzeichnis	7
2	Einleitung	9
2.1	<i>Intra- und postoperative Schmerztherapie im Kindesalter</i>	9
2.2	<i>Kaudalanästhesie und Peniswurzelblock.....</i>	11
2.3	<i>Fragestellung.....</i>	13
3	Methodik.....	14
3.1	<i>Studienkonzept.....</i>	14
3.2	<i>Studienaufbau.....</i>	14
3.3	<i>Studienpopulation.....</i>	14
3.4	<i>Erhobene Merkmale</i>	15
3.5	<i>Anästhesiologischer Ablauf.....</i>	17
3.5.1	<i>Prämedikation und Allgemeinanästhesie.....</i>	17
3.5.2	<i>Regionalanästhesieverfahren als perioperative Schmerztherapie.....</i>	17
3.5.3	<i>Aufwachraum.....</i>	22
3.6	<i>Statistische Methoden.....</i>	25
4	Daten und Ergebnisse.....	26
4.1	<i>Studienpopulation.....</i>	27
4.2	<i>Piritramidgabe</i>	30
4.3	<i>Regressionsanalysen mit der Zielvariabel Piritramidgabe</i>	32
4.4	<i>Schmerzbeurteilung.....</i>	34
4.5	<i>Weitere Merkmale.....</i>	36
4.6	<i>Piritramidgabe versus Schmerzbeurteilung</i>	38
4.7	<i>Weitere Merkmale bezüglich der Piritramidgabe</i>	40
4.8	<i>Operative Eingriffe</i>	41
4.9	<i>Lachgasgabe.....</i>	41

4.10	<i>Ausbildungsstand des Arztes</i>	42
4.11	<i>Emergence Delirium</i>	43
5	Diskussion	46
5.1	<i>Studienpopulation</i>	47
5.2	<i>Versagerquote des dorsalen Peniswurzelblock und der Kaudalanästhesie</i>	48
5.2.1	Emergence Delirium.....	48
5.2.2	Schmerzen und das Emergence Delirium.....	50
5.2.3	Regionalanästhesieverfahren.....	51
5.2.4	Ärztliche Ausbildung.....	53
5.2.5	Andere Analgetika.....	54
5.2.6	Schmerzbeurteilung.....	55
5.2.7	Altersabhängige Schmerzwahrnehmung.....	57
5.3	<i>Nebenwirkungen und weitere Merkmale</i>	58
5.3.1	Regionalanästhesieverfahren.....	58
5.3.2	Piritramidgabe.....	59
5.3.3	Lachgasgabe.....	60
5.3.4	Operative Eingriffe.....	61
5.4	<i>Ansätze zur Verbesserung des Analgesiekonzepts</i>	62
5.4.1	Regionalanästhesieverfahren.....	62
5.4.2	Schmerzerhebung.....	67
5.4.3	Emergence Delirium.....	68
5.5	<i>Klinischer Ausblick</i>	69
5.6	<i>Limitationen</i>	70
5.7	<i>Schlussfolgerung</i>	71
6	Zusammenfassung	72
7	Anhang	74
7.1	<i>Literaturverzeichnis</i>	74
7.2	<i>Abbildungsverzeichnis</i>	82

7.3	<i>Tabellenverzeichnis</i>	83
7.4	<i>Lebenslauf</i>	84
7.5	<i>Danksagung</i>	85
7.6	<i>Eidesstattliche Erklärung</i>	86

1 Abkürzungsverzeichnis

AWR	Aufwachraum
ca.	circa
DPWB	dorsaler Peniswurzelblock
ED	Emergence Delirium
EMLA	eutektische Mischung aus Lokalanästhetika (Lidocain und Prilocain)
ESIN	Elastischer stabiler intramedullärer Nagel
FA	Facharzt
HF	Herzfrequenz
ICC	induction compliance checklist (Checkliste der Compliance bei Narkoseeinleitung)
ITN	Intubationsnarkose
ITS	Intensivstation
KDA	Kaudalanästhesie
kg KG	Kilogramm Körpergewicht
KUSS	Kindliche Unbehagens- und Schmerzskala
LA	Lokalanästhetikum
LJ	Lebensjahr
m	männlich
max	maximal
min	Minute(n)
n	Anzahl der Fälle
NiBP	non-invasive blood pressure (Nicht invasiver Blutdruck)
NSAR	nichtsteroidale Antirheumatika

OP	Operation
p	Wahrscheinlichkeit des (Alpha)-Fehlers
PAED	pediatric anesthesia emergence delirium (kindliches anästhesiologisches Agitations- und Aufwachdelir)
RA	Regionalanästhesie
SAS	Smiley-Analogskala
SOP	Standard Operating Procedure (Standardarbeitsanweisung)
SpO ₂	partielle Sauerstoffsättigung
Sz.	Schmerzen
VAS	visuelle Analogskala
vs.	versus (gegenüber gestellt)
VQ	Versagerquote
w	weiblich

2 Einleitung

2.1 Intra- und postoperative Schmerztherapie im Kindesalter

Kinder und Jugendliche können - insbesondere verbunden mit Angst - erhebliche Schmerzen empfinden. Die negativen Folgen einer unzureichenden Schmerztherapie können in der weiteren Einwicklung eines Kindes durch Traumatisierung und die Ausbildung eines Schmerzgedächtnisses mit Chronifizierung von Schmerzen sehr weitreichend sein [72]. Wird bei nur einem einzigen schmerzhaften Eingriff eine ausreichende Schmerzprävention versäumt, führt dies bei Folgeeingriffen zu einem höherem Analgetikabedarf, vermehrtem Stress und Schmerz, sowie einem größeren Anteil an frustranen Analgosedierungen [56, 57]. Aus diesen medizinischen und ethischen Gründen sollten Schmerzen mit allen Anstrengungen vermieden beziehungsweise konsequent behandelt werden [65].

Für die peri- und postoperative Schmerztherapie stehen Opiode, Nicht-Opioid-Analgetika und Regionalanästhesieverfahren (RA-Verfahren) mit Lokalanästhetika zur Verfügung. Im Sinne einer multimodalen Schmerztherapie werden häufig Nicht-Opioid-Analgetika mit einem RA-Verfahren oder einem Opioid kombiniert. Dabei gewinnen die RA-Verfahren zunehmend an Bedeutung. In randomisierten Studien konnte nachgewiesen werden, dass periphere Nervenblockaden analgetisch effektiver sind als eine rein systemische Analgesie mit Opioiden und diese Kinder weniger Analgetika benötigen [22, 43, 59]. Hierbei zeichnet sich eine erfolgreiche RA dadurch aus, dass absolut keine Schmerzen empfunden werden sollten. Eine gute Ausbildung hinsichtlich anatomischer Kenntnisse und manueller Fertigkeiten, sowie die konsequente Anwendung von Guidelines minimieren Komplikationen und begründen RA-Verfahren für ein sicheres und hoch qualitatives Schmerzmanagement. Dementsprechend sind sie in jeder Altersklasse der Kinderanästhesie als Standardverfahren zur Analgesie mit wenig Nebenwirkungen und hohen Erfolgsraten etabliert [27, 43, 61].

Ein Monoverfahren der Regionalanästhesie sollte dabei anders als beim Erwachsenen auch aus psychologischer Sicht eher vermieden werden [49]. Eine so genannte „Kombinationsanästhesie“ mit Vollnarkose, in der das Regionalverfahren die intra- und postoperative Analgesie erzielt, wird meist bevorzugt [18]. Es ermöglicht eine „oberflächlichere Allgemeinanästhesie“, eine Optimierung der intra- und postoperativen Analgesiequalität und eine ruhigere, schmerzärmere Aufwachphase im Aufwachraum.

Es können sowohl Narkotika als auch Opioide eingespart werden, wodurch Risiken wie zum Beispiel Atemdepression und Übelkeit vermindert werden. Diese Vorteile können die Aufwachzeiten und die Verweildauer im Aufwachraum gegenüber einer reinen Allgemeinanästhesie verkürzen [61]. Besonders unter den Bedingungen ambulanter Anästhesien führt dies zu einer Verbesserung der Abläufe und einer höheren Patienten- und Elternzufriedenheit.

Ist die Durchführung eines RA-Verfahrens nicht erfolgreich, ist eine zusätzliche Schmerztherapie mit Opioiden notwendig. Dabei ist es vor allem bei jüngeren Kindern eine Herausforderung, einzuschätzen, ob und in welcher Intensität sie tatsächlich Schmerzen empfinden oder ob sie aus anderen Gründen unruhig und untröstlich sind. Für die verschiedenen Altersstufen und die ihnen eigenen Unterschiede der Eigen- oder Fremdbeurteilbarkeit, wurden im deutschsprachigen Raum verschiedene Schmerzska-len etabliert [12, 29]. Für eine optimale postoperative Schmerztherapie ist eine in der Routine zuverlässige Schmerzmessung unentbehrlich.

Als wichtige Differentialdiagnose zu Schmerzen bei postoperativen Unmutsäußerungen ist das Delirium zu nennen. Die Einführung von neueren kurzwirksamen Wirkstoffen, wie zum Beispiel Sevofluran als Inhalationsnarkotikum, scheint vor allem bei Kindern die Problematik einer postoperativen Agitation als viel beschriebenes Phänomen des Emergence Delirium (ED) im Alltag des Aufwachraumes verschärft zu haben [31, 32, 68]. Es äußert sich durch Unruhe, außergewöhnliche körperliche Aktivität, Halluzinationen, Schreien, Weinen und Um-sich-Schlagen. Die Kinder reagieren inadäquat auf Zuwendung und sind oft auch durch die eigenen Eltern nicht zu beruhigen [2, 4, 68]. Ein ED tritt typischerweise innerhalb der ersten 30 Minuten nach einer Vollnarkose und – in Abhängigkeit von unterschiedlichen Einflussfaktoren und Definitionen – mit einer Häufigkeit von 11,5-55% auf [2, 15, 35, 37, 63]. Dabei limitiert es sich oft nach 4-30 Minuten spontan von selbst [17, 60, 68]. Diese Eigenschaften machen es zu einer Herausforderung einen Schmerzzustand von einem ED zu unterscheiden [41]. Sikich und Lerman entwickelten 2004 den Score um ein ED zu diagnostizieren und von einem Schmerzzustand zu unterscheiden [51]. Bei einem unruhigen und untröstlichen Kind sollte stets differentialdiagnostisch an Delir, Schmerz, Hunger, Übelkeit, Wunsch nach Zuwendung beziehungsweise sonstige Grundbedürfnisse gedacht werden.

2.2 Kaudalanästhesie und Peniswurzelblock

Die Kaudalanästhesie (KDA) und der dorsale Peniswurzelblock (DPWB) sind zwei RA-Verfahren, die sehr häufig in der Kinderanästhesie zur intra- und postoperativen Analgesie eingesetzt werden. Die Durchführung mit hohen Erfolgsraten kann bei beiden Verfahren schnell und sicher adäquat erlernt werden [47, 48]. Die Versagerquote (VQ) variiert in der Literatur für einen DPWB je nach Technik zwischen 0-8% und für eine KDA zwischen 4-20% [19, 26, 47, 48, 49, 62].

Absolute Kontraindikationen stellen eine fehlende Zustimmung der Eltern beziehungsweise eine Verweigerung durch das Kind, Infektionen in der Nähe der Punktionsstelle, Sepsis, Allergien auf das Lokalanästhetikum (LA) und eine nicht korrigierbare Hypovolämie dar. Bei relativen Kontraindikationen wie neurologischen Erkrankungen oder Wirbelsäulendefekten (Spina bifida), erfolgt eine Nutzen-Risiko-Abwägung [40].

Der Kaudalblock garantiert eine zuverlässige Schmerzausschaltung für alle abdominalen und urogenitalen Eingriffe unterhalb des Rippenbogens sowie für Leisteneingriffe und Operationen der unteren Extremitäten. Durch die Injektion des Lokalanästhetikums in den Epiduralraum des Spinalkanales werden die aus dem Rückenmark austretenden Nervenwurzeln anästhesiert. Eine KDA kann bei Kindern unter 25 Kilogramm Körpergewicht (kg KG) und jünger als sechs Jahren angewendet werden. Ab einem Alter von sechs Jahren ist das zu punktierende Ligamentum sacrococcygeum im Hiatus sacralis des Kreuzbeines häufig verkalkt und macht dann eine KDA nicht mehr möglich.

Als häufigste Nebenwirkungen oder Komplikation treten bei einer KDA eine verzögerte erste Miktion, motorische Blockaden und eine Injektionen in das subcutane Gewebe mit Hautschwellung auf [26, 42, 62]. Geringer sind die Risiken einer Durapunktion mit eventueller Spinalanästhesie, vaskuläre Punktionen mit Tachykardien und Herzrhythmusstörungen sowie toxische Reaktionen auf das Lokalanästhetikum einzuschätzen. Anatomische Varianten des Hiatus sacralis oder Übergewicht mit folgender Erfolglosigkeit beim Auffinden des Hiatus sacralis können vorkommen [27, 40, 61, 69]. Es ist anzunehmen, dass bei der KDA Übelkeit und Erbrechen infolge von Blutdruckabfällen häufiger als nach einem DPWB auftreten [62, 66].

Der periphere DPWB ist ein sehr sicheres Verfahren mit wenig Nebenwirkungen und Komplikationen. Er ermöglicht in jedem Alter eine optimale Analgesie für Zirkumzision, Operation der Hypospadias coronaria und Meatotomie bei Urethralstenose [26, 49, 52]. Durch die Injektion eines Lokalanästhetikums in den subpubischen Bereich unterhalb der Buck'schen Fascie werden die paarig angelegten Nervi dorsales penis anästhesiert. Sie versorgen die dorsale und laterale Seite des Penischafts, zumeist einschließlich des Präputiums, der Glans penis und des Frenulums [19, 70]. Durch seine einfache Technik ermöglicht er gegenüber einer KDA eine kürzere Zeitspanne zwischen der Anästhesieeinleitung und dem Schnitt des Operateurs, sowie aufgrund der unterschiedlichen Nebenwirkungsprofile eine frühere Krankenhausentlassung [66].

In einer retrospektiven Erhebung von 3909 DPWB wurde bei einem sehr großen Benefit und wenigen Nebenwirkungen kein bleibender Schaden erfasst [52]. Selten können Hämatome durch Verletzung der unpaarigen Vena dorsalis penis, Schwellkörperverletzungen (Corpus cavernosum) oder ein mildes Ödem auftreten. Bei Anwendungen von zu großen Volumina können die Nervi dorsales penis verletzt werden. Weiter kann es zu Fehlinjektionen durch eine falsche Technik oder Medikamentenverwechslungen kommen [23, 49, 52]. Vereinzelt berichten Fallberichte schwere Komplikationen nach einer versehentlichen Applikation von Adrenalin mit folgender Nekrose des Endstromgebietes [8].

Beide Verfahren zeigen im Vergleich unter Studienbedingungen keinen signifikanten Unterschied in der Effizienz der Analgesie [66]. Der DPWB ermöglicht eine Analgesie bis zu 24 Stunden [19]. Die Wirkdauer eines Kaudalblocks beträgt circa 4-8 Stunden und zeigt trotz Gebrauch eines lang wirkenden Lokalanästhetikums wie Bupivacain eine relativ kurze Dauer der postoperativen Analgesie [62]. Eine Erhöhung der Konzentration steigert zwar die Analgesiedauer, jedoch erhöht sich auch das Risiko der Toxizität [69]. In der Kaudalanästhesie können zusätzlich applizierte Adjuvantien wie Clonidin die Analgesiedauer um 3-6 h verlängern. Zwar sind Nebenwirkungen wie zum Beispiel Sedierung und Blutdrucksenkung beschrieben, dennoch wird Clonidin aufgrund dieser Wirkverlängerung häufig verwendet [1]. Bei Frühgeborenen, ehemaligen Frühgeborenen und Neugeborenen erhöht epidural verabreichtes Clonidin die Gefahr einer Apnoe und wird deshalb in der Regel erst ab dem 8.-12. Lebensmonat beziehungsweise ab 10 kg KG empfohlen [1, 16]. Die ergänzende rektale Gabe von Diclofenac verlängert die Wirkdauer einer KDA mit Bupivacain [24]. Auch ist bekannt,

dass S-Ketamin deutlich effektiver als Clonidin die Wirkdauer einer KDA verlängert [1, 16, 42]. Der Gebrauch von Diclofenac und zusätzlich Ketamin als Adjuvanz zur KDA mit Bupivacain zeigt sogar eine längere Wirkdauer als ein DWPB [42], jedoch zeigen Tierversuche mit repetitiver intrathekalen Gabe histologische Zeichen der Neurotoxizität und lassen derzeit eine generelle Empfehlung für S-Ketamin nicht zu [40, 64].

Gerade für Anästhesisten, die sich nur gelegentlich mit Anästhesien im Kindesalter befassen und nicht in kinderanästhesiologischen Zentren arbeiten, ist ein DWPB einfach und sicher anwendbar und trägt aufgrund der guten und lang andauernden Analgesie mit wenig Nebenwirkungen, sowie einer schnellen Krankenhausentlassung zur Patientenzufriedenheit bei [40, 62]. Bei kleinen ambulanten chirurgischen Eingriffen am Penis scheint der DPWB als peripheres Verfahren gegenüber einer rückenmarksnahen KDA vorteilhaft zu sein.

2.3 Fragestellung

Im subjektiven Erfahrungsschatz der Kinderanästhesie der Charité Universitätsmedizin Berlin, Campus Virchow-Klinikum, wurde im Gegensatz zur bislang publizierten Studienlage beim DPWB im Vergleich zur KDA eine auffällig erhöhte VQ mit einem vermehrten Bedarf des Opioids Piritramid beobachtet.

Das Ziel dieser retrospektiven Analyse ist die Beschreibung der VQ des DPWB und der KDA in dieser Klinik anhand des intra- und postoperativen Opioidbedarfes. Zusätzlich soll anhand der Auswertung von Schmerz- und Delirium-Scores die Fehlinterpretation eines Deliriums als postoperative Schmerzen mit folgender Piritramidgabe aufgedeckt und in den Berechnungen zur VQ der RA-Verfahren ausgeschlossen werden.

Im weiteren Verlauf soll erörtert werden, ob sich Ansätze zur Verbesserung des Analgesiekonzepts ergeben.

3 Methodik

3.1 Studienkonzept

Bei dieser Studie handelt es sich um eine retrospektive Analyse mit dem Ziel den postoperativen Opioidbedarf von zwei RA-Verfahren (KDA und DPWB) zu vergleichen. Ausgewertet wurden die Anästhesie- und Delirium-Protokolle von Kindern, die im Zeitraum vom 1.1.2006 bis 4.9.2007 in der Kinderanästhesie der Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin des Campus Virchow-Klinikum der Charité Universitätsmedizin Berlin behandelt wurden.

3.2 Studienaufbau

Die Studie basiert auf dem Archivmaterial der Behandlungsakten. Wurde eine KDA oder ein DPWB durchgeführt, wurden die dokumentierten Patientendaten aus den Anästhesieprotokollen und den verschiedenen Scores, die perioperativ von den jeweils verantwortlichen Anästhesisten und einem Team aus langjährig im Aufwachraum (AWR) tätigen Fachpflegekräften erhoben worden waren, von der Doktorandin in die Datenbank übernommen.

3.3 Studienpopulation

Es wurden folgende **Einschlusskriterien** verwendet:

- Elektive oder dringliche Operation in Kombinationsanästhesie (Allgemeinanästhesie und Regionalverfahren (KDA oder DPWB)) im Kinderoperationssaal des Campus Virchow-Klinikum der Charité Universitätsmedizin Berlin
- Eingriffe durchgeführt im Zeitraum vom 1.1.2006 bis zum 4.9.2007
- Alter zum Zeitpunkt der Operation (OP) ≥ 2 Jahre
- Atemwegssicherung im Rahmen der Allgemeinanästhesie mit Larynxmaske
- Operationszeit ≤ 40 Minuten (min)

Es wurden folgende **Ausschlusskriterien** definiert:

- Neurologisch oder psychiatrisch vorerkrankte Kinder
- Analgesiebereich des RA-Verfahrens deckt das Operationsfeld nicht ab
- Atemwegssicherung im Rahmen der Allgemeinanästhesie mit Endotrachealtubus
- Postoperative KDA- oder DPWB-Anlage mit direkter Überweisung auf die Intensivstation (ITS)

3.4 Erhobene Merkmale

In die Datenbank aufgenommen wurden die Anästhesieprotokollbögen der präoperativen Visite, das intraoperative Narkoseprotokoll, das Aufwachraumprotokoll sowie die ausgefüllten Erhebungsbögen des Delirium-Scores. Die erhobenen Daten werden folgend aufgeführt.

Persönliche Merkmale

- Alter
- Geschlecht
- RA-Verfahren
- Operativer Eingriff (Eingriffslokalisierung)

Primäre Zielgrößen

- Opioidgabe (Piritramid: Dipidolor®, Firma Janssen-Cilag, Neuss) während der OP nach der Schnittfreigabe sowie im AWR
- Schmerzniveau im AWR (näheres im Kapitel 3.5.3.1)
- Delirium im AWR (näheres im Kapitel 3.5.3.2)

Weitere Punkte

- Ausbildungsstand der das RA-Verfahren durchführenden Ärzte
- Dauer der OP (Schnitt-Naht-Dauer) (min)
- Art der Narkose (Narkosegas, insbesondere Einsatz von Lachgas als Ko-Analgetikum)
- Herzfrequenz/Minute (HF/min) und nichtinvasive Blutdruckmessung (NiBP) nach Schnittfreigabe im OP und im AWR
- Bewusstsein bei Aufnahme in den AWR (wach, erweckbar, keine Reaktion)
- Sauerstoffgatedauer im AWR (min)
- Verweildauer im AWR (min)
- Stationäre oder ambulante Behandlung

Anästhesie-Verlaufsbeobachtungen im AWR

- motorischen Unruhe
- Zittern
- Aktivität (keine Aktivität, 2 Extremitäten, 4 Extremitäten)
- Atmung (uneingeschränkt, Luftnot, Beatmung)
- Hautfarbe (rosig, blass, zyanotisch)

3.5 Anästhesiologischer Ablauf

Zur Übersicht wird im Folgenden der anästhesiologische Behandlungsablauf von Kindern mit einem RA-Verfahren gemäß den hausinternen Standard Operating Procedures (SOP) dargestellt.

3.5.1 Prämedikation und Allgemeinanästhesie

Die orale Prämedikation der Patienten erfolgt mit Midazolam Saft (Midazolam Ratiopharm®, Ratiopharm GmbH, Ulm) in einer Dosierung von 0,5 bis 0,8 mg/kg KG, bis zu einer Maximaldosis von 15 mg bis spätestens 30 Minuten vor Narkosebeginn.

Die Überwachung der Vitalparameter erfolgt über ein Elektrokardiogramm (EKG), einer Pulsoxymetrie zur Messung der partiellen Sauerstoffsättigung (SpO₂) und eine nichtinvasive Blutdruckmessung (NiBP)

Die Narkoseeinleitung erfolgte inhalativ über eine Gesichtsmaske mit Sevofluran (Sevofluran®, Firma Abbott, Wiesbaden). Anschließend werden die Atemwege mit einer Larynxmaske gesichert. Die Narkoseaufrechterhaltung erfolgt mit Sevofluran oder Desfluran (Suprane®, Firma Baxter, Unterschleißheim) in Lachgas/ Sauerstoff (Niontix®, Linde Gas Therapeutics GmbH, Unterschleißheim) beziehungsweise Luft/ Sauerstoff als Low-Flow-Narkosen (Narkosen mit niedrigem Frischgasfluss unter 1 L/min).

3.5.2 Regionalanästhesieverfahren als perioperative Schmerztherapie

Zur intra- und postoperativen Analgesie werde je nach Art des operativen Eingriffes eine KDA oder ein DPWB nach den hausinternen SOP durchgeführt.

Nach der RA-Anlage erhalten alle Kinder zur postoperativen Analgesie rektal und gewichtsadaptiert die nichtsteroidale Antirheumatika (NSAR) Paracetamol (Paracetamol Ratiopharm®, Ratiopharm GmbH, Ulm) oder Diclofenac (Voltaren®, Novartis Pharma, Nürnberg).

3.5.2.1 Kaudalanästhesie

Eine KDA ist bei Kindern bis einschließlich des sechsten Lebensjahres und bis zu 25 kg KG bei allen Operationen unterhalb des Rippenbogens mit einer Anästhesieausbreitung von kaudal bis zum thorakalen Segment sieben (Th7) möglich.

Das Kind wird in Seitenlagerung gebracht, die Beine werden angezogen. Die Spinae iliacae posteriores superiores bilden mit dem Hiatus sacralis ein gleichschenkliges Dreieck (Abbildung 1 und 2). Nach dem Aufsuchen der Spinae mit Daumen und Mittelfinger der linken Hand wird mit dem Zeigefinger der Hiatus zwischen den Cornua sacralia palpirt. Die Einstichstelle befindet sich am kranialen Ende des Hiatus, der sich zwischen den Cornua als V-förmige Knochenstruktur darstellt. Nach chirurgischer Desinfektion um die Einstichstelle und sterilem Abdecken mit dem Loch Tuch erfolgt ein erneutes Aufsuchen der anatomischen Landmarks und die Punktion unmittelbar kaudal des palpierenden Zeigefingers nach kranial. Nach Durchstechen der Haut und des Ligamentum sacrococcygeale im 45°-Winkel wird die Nadel (Epican Paed Caudal®) (25 Gauge x 30mm) abgesenkt und in einem Winkel von circa 20-30° noch einige Millimeter vorgeschoben (Abbildung 1 c).

Veröffentlichung der hier eingefügten Bilder ist aus rechtlichen Gründen leider nicht möglich.

Abbildung 1: a-c: Kaudalblock.

a: Anatomische Orientierungspunkte

b: Durchstechen der Haut und des Ligamentums

c: Nach Penetration durch das Ligamentum wird

die Richtung geändert und flach zur Längsachse (20-30°) 3-5 mm weitergeschoben

(aus Frei, Kinderanästhesie. Berlin: Springer; 4. Auflage, April 2009, Seite 197)

Veröffentlichung des hier eingefügten Bildes ist aus rechtlichen Gründen leider nicht möglich.

Abbildung 2: Anatomische Strukturen der Kaudalanästhesie. (aus Theodoridis, Spinal Injection Techniques. Stuttgart: Thieme; 1. Auflage, April 2009)

Nach negativem Aspirationstest zum Ausschluss einer intravasalen oder intraossären Lage erfolgt die Injektion einer Testdosis mit Adrenalin (Tabelle 1). Diese dient dem Ausschluss einer intravasalen Fehllage der Nadelspitze. Das Adrenalin in der Testdosis würde in diesem Fall eine deutliche Tachykardie hervorrufen, das Lokalanästhetikum T-Wellen-Erhöhungen.

Testdosis	0,2 ml/kg Bupivacain 0,25% (50mg/ 20ml) mit Adrenalin 1:200 000 (Sensorcaine, internationale Apotheke)
------------------	---

Tabelle 1: Testdosis der KDA (SOP, Charité - Universitätsmedizin Berlin)

Bei Ausbleiben der genannten EKG-Veränderungen innerhalb einer Minute erfolgt die Injektion des Lokalanästhetikums. In Abhängigkeit der gewünschten Blockadehöhe werden **1,0** bis max. **1,5 ml/kg KG** der in der Tabelle 2 aufgeführten Lösungen injiziert. Nach dem Entfernen der Nadel ist die Prozedur beendet.

Gewicht [kg KG]	Lokalanästhetikum
< 5	Ropivacain 0,2% (Naropin® 2 mg/ml, Astra Zeneca GmbH, Wedel)
5 – 10	Bupivacain 0,125% (Charité-Apotheke, Berlin)
> 10	Bupivacain 0,125% mit 1 - 2 µg/ml Clonidin (Ratiopharm®)

Tabelle 2: Lokalanästhetika der KDA (SOP, Charité - Universitätsmedizin Berlin)

3.5.2.2 Dorsaler Peniswurzelblock

Ein DPWB ist in jedem Alter und Gewicht bei Zirkumzisionen und anderen operativen Eingriffen am Penis indiziert. Es findet die Methode nach Dalens Anwendung (Abbildung 3) [19]. Das Kind wird in Rückenlagerung gebracht. Nach Fixierung des Penis mit einem unsterilen Pflaster wird das Punktionsareal mit Sprühdesinfektion gereinigt. Nach dem Aufsuchen der Peniswurzel wird subpubisch jeweils eine Nadel (Neonatal Lumbar Puncture Needle Thin Wall® 25 Gauge, Becton Dickinson, Franklin Lakes, NJ, USA) pro Seite paramedian in medial-/ kaudaler Stichrichtung vorgeschoben bis beide Schichten der oberflächlichen Faszien der Abdominalwand überwunden sind (Abbildung 4).

Veröffentlichung des hier eingefügten Bildes ist aus rechtlichen Gründen leider nicht möglich.

Abbildung 3: Dorsaler Penisblock angelehnt an Dalens [19]: Zwei paramediane Einstiche, 10-20° medial und kaudal gerichtet. Heftpflaster fixiert den Penis an die Oberschenkel. (aus Jöhr M. Kinderanästhesie. München: Urban & Fischer Verlag; 7. Auflage, 2009, Seite 195)

Veröffentlichung des hier eingefügten Bildes ist aus rechtlichen Gründen leider nicht möglich.

Abbildung 4: Anatomische Strukturen des dorsalen Peniswurzelblocks nach Dalens [19]. Der Sagittalschnitt durch das Perineum zeigt die anatomischen Beziehungen zur Nadelführung beim subpubischen dorsalen Peniswurzelblock. (aus Frei, Kinderanästhesie. Berlin: Springer; 4. Auflage, April 2009, Seite 202)

Dann werden die Mandrins beider Nadeln entfernt und nach negativer Aspiration Bupivacain 0,75 % in einer Dosis von 0,1 ml/kg pro Seite (insgesamt 0,2 ml/kg) in den subpubischen Raum injiziert. Bei richtiger Lage ist die Injektion leichtgängig. Nach dem Entfernen der Nadel ist die Prozedur beendet.

Injektionsdosis 0,2 ml/kg KG Bupivacain 0,75% (Bucain®)

Tabelle 3: Injektionsdosis des DPWB (SOP, Charité - Universitätsmedizin Berlin)

3.5.3 Aufwachraum

Nach Narkoseausleitung und Entfernung der Larynxmaske werden die Kinder in den AWR gebracht. Die Anwesenheit eines Elternteils war üblicherweise erlaubt.

Zur Aufnahme und bei der Verlegung erfasste das Fachpflegepersonal Ereignisse wie motorische Unruhe, die Aktivität der Extremitäten, Zittern, die Hautfarbe und das Bewusstsein. Kontinuierlich werden Übelkeit und Erbrechen, die Herzfrequenz, die Gabe von Medikamenten, Luftnot und Beatmung, sowie bei Verlegung die Verweildauer im AWR dokumentiert.

Des Weiteren erfolgt die Beurteilung der Kinder hinsichtlich ihres Schmerzzustandes und eines Deliriums anhand der in den folgenden Kapiteln beschriebenen diagnostischen Verfahren.

3.5.3.1 Schmerzzerhebung

Die Schmerzdokumentation erfolgt bei der Aufnahme und Entlassung des Kindes aus dem AWR. Bei den Kindern bis zur Vollendung des 4. Lebensjahres (LJ) wird durch eine Fremdbeurteilung des Schmerzes unterschieden zwischen „ohne Schmerzen“, „mäßigen Schmerzen“ und „starken Schmerzen“ (Schmerztherapie notwendig). Eine Selbstbeurteilung der Schmerzen findet ab einem Alter von fünf Jahren mittels der Smiley-Analog-Skala (SAS) (Abbildung 5) beziehungsweise bei älteren Kindern mit der visuellen Analogskala (VAS) statt. Der erste lächelnde Smiley stellt keine Schmerzen dar und erhält 0 Punkte. Für jeden weiteren Smiley werden 2, 4, 6, 8 und 10 Punkte vergeben. Ein Maximalwert von 10 entspricht dem stärksten vorstellbaren Schmerz. Ab einem Wert von 4 ist eine Schmerztherapie indiziert. Mit der VAS wird auf einer linearen Zahlenachse von 0 bis 10 ohne graphische Darstellung von Smileys ein dem subjektiven Schmerz entsprechender Wert gewählt.

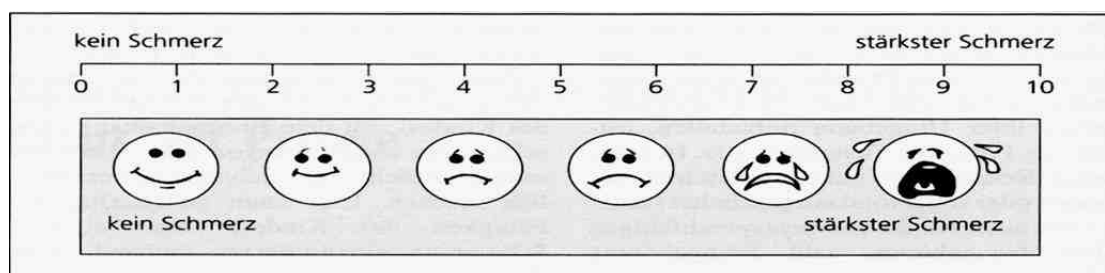


Abbildung 5: Kinder ≥ 5 Jahre: Protokollierung postoperativer Schmerzen mittels einer Smiley-Analog-Skala (SAS)

Alter	Verfahren	Dokumentation der Schmerzintensität		
0 - 4 Jahre	Fremdbeurteilung durch die Fachpflegekräfte im AWR	ohne	mäßig	stark
≥ 5 Jahre	Selbstbeurteilung mit Smiley- bzw. visuellen Analogskala	0 bis 10		

Tabelle 4: Schmerzprotokollierung im AWR. 0 = kein Schmerz, 10 = stärkster vorstellbarer Schmerz

3.5.3.2 Emergence Delirium-Diagnostik

Die Beurteilung des „pediatric anaesthesia emergence delirium“ (PAED-Score, Kindliches anästhesiologisches Agitations- und Aufwachdelir) erfolgt nach Sikich und Lerman [51]. Die Punktwerte werden postoperativ ein erstes Mal 10 Minuten nach dem Öffnen der Augen erhoben, anschließend nach weiteren 15, 30, 45 und 60 Minuten.

Mit einer maximalen Summe von 20 Punkten vergibt der PAED-Score für fünf Merkmale jeweils 0-4 Punkte (Tabelle 5 und 6). Ab einem Punktwert von ≥ 10 wird ein ED angenommen. Man bewertet allein den höchsten der alle 15 Minuten erhobenen Punktwerte.

1	Augenkontakt	Kind nimmt Augenkontakt zur Schwester/Pfleger auf.
2	Zielbewusstsein	Die Aktionen des Kindes sind gerichtet.
3	Umgebung	Das Kind nimmt die Umgebung wahr.
4	Unruhig	Das Kind ist unruhig.
5	Untröstlich	Das Kind ist nicht zu trösten.

Tabelle 5: Merkmale des PAED-Scores nach Sikich und Lerman 2004

	0 Punkte	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte	4 Punkte
1 Augenkontakt	extrem	sehr viel	mittelmäßig	ein wenig	gar nicht
2 Zielbewusstsein					
3 Umgebung					
4 Unruhig	gar nicht	ein wenig	mittelmäßig	sehr viel	extrem
5 Untröstlich					

Tabelle 6: Punktvergabe des PEAD-Scores nach Sikich und Lerman 2004

3.6 Statistische Methoden

Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe des Statistik-Programms SPSS 15.0 für Windows (Statistical Package for the Social Science) durchgeführt.

Für den Vergleich zweier Gruppen wurde für kategoriale Variablen der Chi-Quadrat-Test angewandt, wobei bei einer Fallzahl < 5 der Fisher-Exact-Test zum Einsatz kam. Zur Prüfung der Normalverteilung der Stichproben wurde der Kolmogoroff-Smirnov-Test angewandt. Aufgrund der überwiegend nicht normalverteilten Daten fand für Korrelationsbetrachtungen der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman-Rho zur Abschätzung signifikanter Unterschiede Verwendung.

Zur Überprüfung der Einflüsse auf eine Piritramidgabe erfolgte eine schrittweise vorwärts durchgeführte logistische Regressionsanalyse. Aufgrund der Inhomogenität des Patientenkollektives bezüglich des Alters wurde, um diesen Einfluss zu kontrollieren, das Alter in einem zweiten Block in die Analyse eingeschlossen. Der PAED-Score und der VAS-Score wurden aufgrund ihrer geringen Fallzahl nicht in die Regressionsanalyse mit einbezogen.

Eine Signifikanz wird bei einem $p \leq 0,05$ angenommen.

Kategoriale Variablen werden als Zahlen in Prozent aufgeführt. Aufgrund der Schiefe der Datenverteilung werden kontinuierliche Daten anhand der statistischen Kenngrößen des Median mit Minimum und Maximum dargestellt.

4 Daten und Ergebnisse

Für den Zeitraum vom 1.1.2006 bis 4.9.2007 wurden die Daten von 507 Patienten erhoben, die in der Kinderanästhesie der Klinik für Anästhesiologie mit dem Schwerpunkt operative Intensivmedizin des Campus Virchow-Klinikums eine KDA oder einen DPWB erhielten.

Dieses Patientenkollektiv zeigt im Vergleich beider RA-Verfahren eine große Inhomogenität im Alter der Kinder, der Größe und Dauer der operativen Eingriffe und in der Art des Allgemeinanästhesie-Verfahrens. Um die Vergleichbarkeit und Aussagequalität der Ergebnisse zu gewährleisten, wurden gemäß dem im Kapitel 3 beschriebenen Ein- und Ausschlusskriterien 358 Patienten nicht in die weiteren Berechnungen mit aufgenommen. Das Flow-Chart der Abbildung 6 erläutert die ein- und ausgeschlossenen Patienten, sowie die Vollständigkeit der Daten bezüglich des Schmerz- und Deliriumscores.

4.1 Studienpopulation

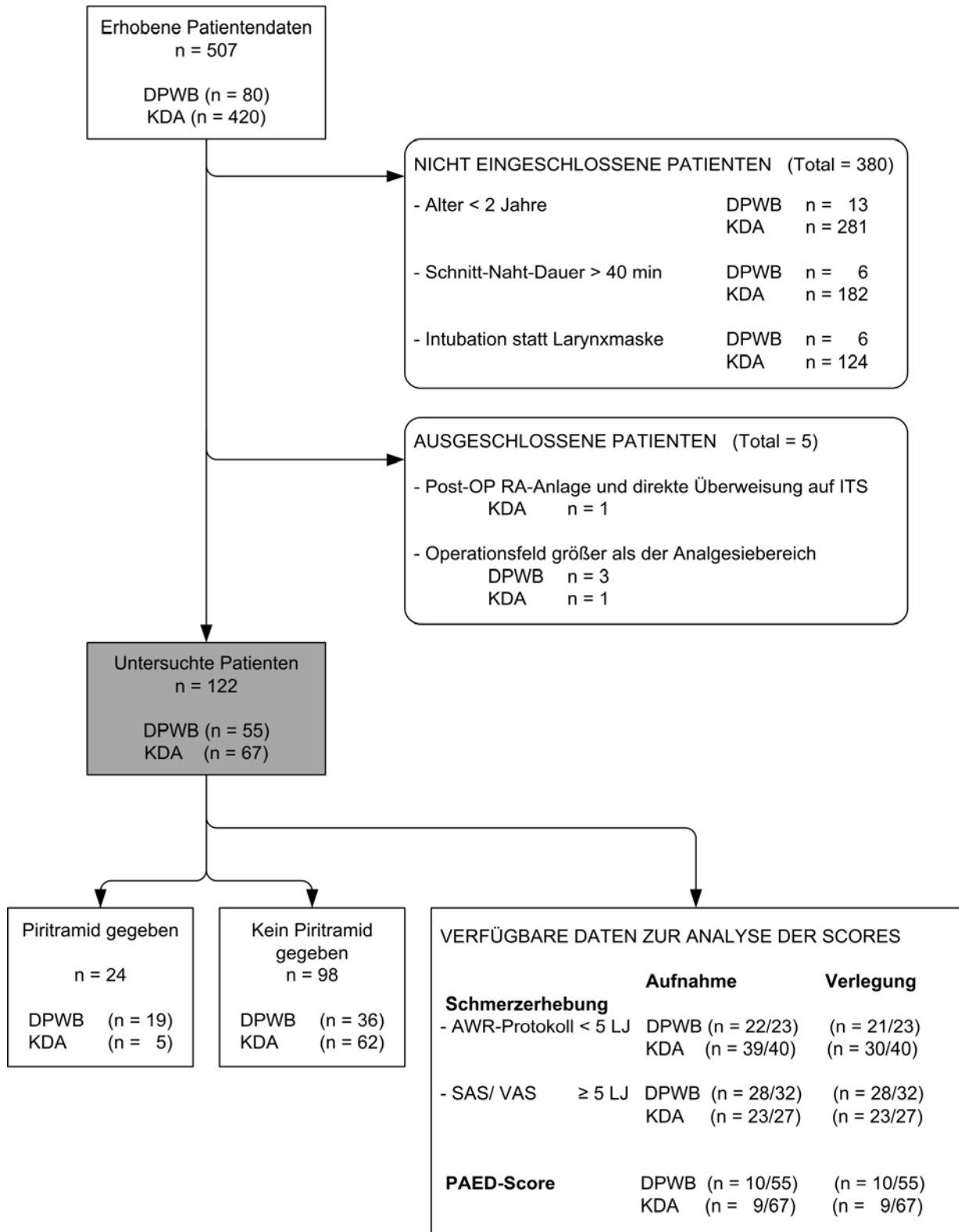


Abbildung 6: Studienverlauf zur Konzeption eines vergleichbaren Patientenkollektivs und Verfügbarkeit der Schmerz- und Deliriumscores. n: Anzahl, min: Minuten, ITS: Intensivstation, AWR: Aufwachraum, LJ: Lebensjahr, SAS: Smiley Analogskala, VAS: Visuelle Analogskala

Es wurden 122 Kinder (67 KDA und 55 DPWB) in die Auswertungen eingeschlossen. Die demographischen Daten sind in Tabelle 7 dargestellt.

	KDA	DPWB	p-Wert
Anzahl	54,9 % (67/122)	45,1 % (55/122)	
<u>Geschlecht</u>			
Jungen	73,1 % (49/67)	100 % (55/55)	< 0,000
Mädchen	26,9 % (18/67)	0 %	
Alter [Jahre]	4,00 (2,0 – 9,0) ¹	5,00 (2,0 – 16,0) ¹	0,010
Gewicht [kg KG]	16,0 (1,7 – 26,0) ¹	20,0 (9,0 – 85,0) ¹	0,001

Tabelle 7: Demographische Daten des Patientenkollektivs. Die Werte sind Prozentzahlen beziehungsweise Medianwerte mit (Minimum – Maximum)¹. kg KG: Kilogramm Körpergewicht

Alle untersuchten Kinder erhielten eine volatile Narkose. Ein eventueller Zusammenhang des RA-Verfahrens oder des Alters der Kinder zum Narkosegas oder der Länge der Operationszeit finden sich in Tabelle 8.

	KDA	DPWB	p-Wert (RA- Verfahren)	p-Wert (Alter)
Schnitt-Naht-Zeit [min]	25,00 (5 - 40) ¹	20,00 (10 - 40) ¹	0,632	0,585
<u>Allgemeinanästhesie:</u>				
Sevofluran	98,5 % (64/65)	96,2 % (52/54)		
Sevofluran und Desfluran	1,5 % (1/65)	3,7 % (2/54)	0,430	0,418
Lachgas	48,3 % (42/67)	51,7 % (45/55)	0,020	0,693

Tabelle 8: Zusammenhang von Alter und RA-Verfahren bezüglich der OP-Zeit und des Narkosegases. Die Werte sind Prozentzahlen beziehungsweise Medianwerte mit (Minimum – Maximum)¹, p: p-Wert

Die Art der operativen Eingriffe und die dabei angewandten RA-Verfahren sind in folgender Tabelle 9 aufgelistet.

Operativer Eingriff	KDA	DPWB
Zirkumzision	3,0 % (2/67)	94,6 % (52/55)
Zirkumzision + Orchidopexie	3,0 % (2/67)	
Zirkumzision + Zystoskopie	1,5 % (1/67)	
Zirkumzision (Revision mit Narbenkorrektur)		1,8 % (1/55)
Meatotomie bei Urethrastranose	1,5 % (1/67)	3,6 % (2/55)
Herniotomie (Leiste)	34,3 % (23/67)	
Herniotomie (Nabel)	3,0 % (3/67)	
Herniotomie (Leiste) + Hydrozelen-Fensterung	1,5 % (1/67)	
Herniotomie (Leiste) + Orchidopexie	1,5 % (1/67)	
Orchidopexie	20,9% (14/67)	
Hydrozelen-Fensterung	6,0 % (4/67)	
Hodenbiopsie	1,5 % (1/67)	
Achillotenotomie (Spitzfuß)	9,0 % (6/67)	
Sphinkterdehnung bei chronischer Obstipation + Rektoskopie	3,0 % (2/67)	
Rektumprolaps + Rektoskopie	1,5 % (1/67)	
Rektoskopie	1,5 % (1/67)	
Zystoskopie, Zn. Genitalplastik	1,5 % (1/67)	
ESIN Entnahme (Tibia)	3,0 % (2/67)	
Fremdkörperentfernung (Fuß)	1,5 % (1/67)	
Muskelbiopsie (Oberschenkel)	1,5 % (1/67)	

Tabelle 9: Operative Eingriffe bezüglich der RA-Verfahren. Angaben in Prozent.

Zn.: Zustand nach, ESIN: Elastischer stabiler intramedullärer Nagel

4.2 Piritramidgabe

Insgesamt erhielten 19,7% (24/122) der Kinder entweder im OP oder im AWR Piritramid. Kinder mit einem DPWB benötigten dabei signifikant ($p < 0,000$) häufiger Piritramid (34,5% (19/55)) als Kinder mit einer KDA (7,5% (5/67)). Es konnte kein Zusammenhang des Alters der Kinder zur Piritramidgabe gezeigt werden.

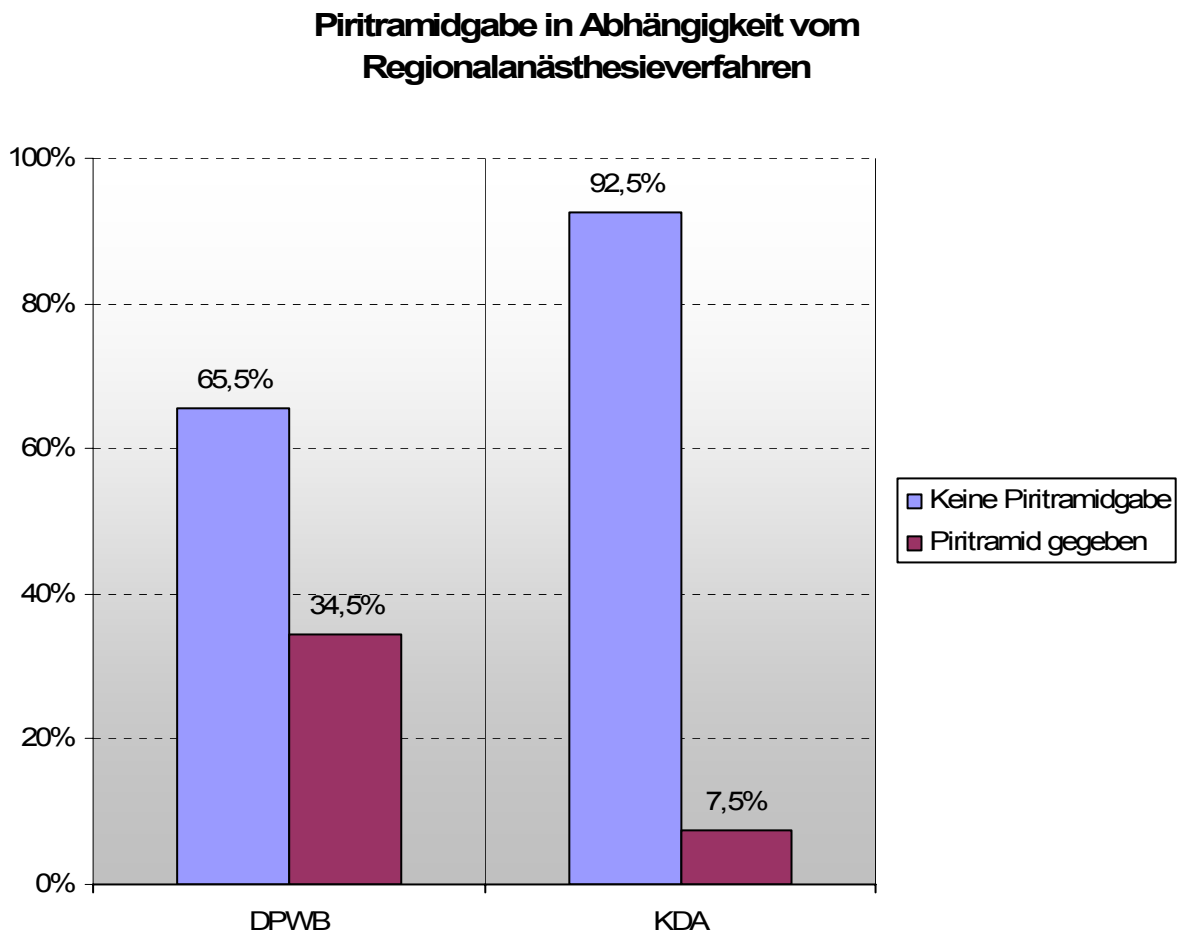


Abbildung 7: Piritramidgabe in Abhängigkeit vom Regionalanästhesieverfahren. Angaben in Prozent innerhalb des jeweiligen RA-Verfahrens. $p < 0,000$.

Bezüglich des Piritramidgabzeitpunktes getrennt in intraoperativ und AWR, erhielten Kinder mit einem DPWB gegenüber einer KDA weiterhin signifikant ($p=0,001$) häufiger Piritramid. Diese Zusammenhänge sind in Abbildung 8 und Tabelle 10 dargestellt.

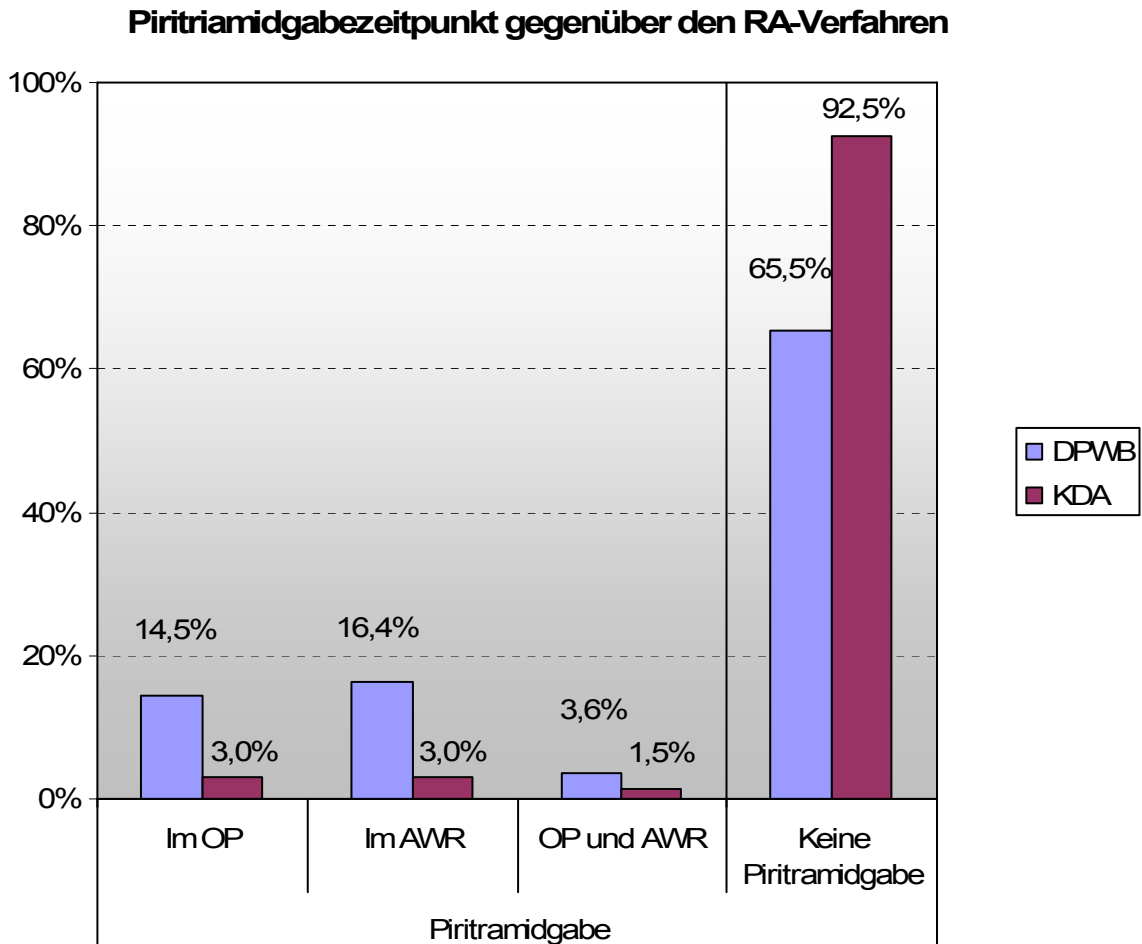


Abbildung 8: Vergleich der RA-Verfahren hinsichtlich des Piritramidgabzeitpunktes. Angaben in Prozent innerhalb des jeweiligen RA-Verfahrens. $p=0,001$.

Anzahl der Patienten, die Piritramid erhielten				
	im OP	im AWR	OP und AWR	insgesamt
DPWB	8	9	2	34,5% (19/55)
KDA	2	2	1	7,5% (5/67)

Tabelle 10: Anzahl der Piritramidgaben im OP und AWR hinsichtlich der RA-Verfahren. $p=0,001$.

4.3 Regressionsanalysen mit der Zielvariabel Piritramidgabe

Um weitere mögliche Einflussfaktoren der Piritramidgabe aufzuzeigen, wurden drei **schrittweise vorwärts durchgeführte binär logistische Regressionsanalysen** mit der Zielvariabel Piritramidgabe (0 = keine Gabe, 1 = Gabe) durchgeführt. Dabei wurde zuerst die Piritramidgabe insgesamt und anschließend jeweils getrennt die Gabe während der OP und im AWR betrachtet. Das Alter wurde in einem zweiten Block in die drei Analysen mit einbezogen, um einen eventuellen Einfluss auf die Piritramidgabe zu erkennen. Abbildung 9 listet die untersuchten Variablen und ihre Kodierungen auf.

Es wurden jeweils 10 Variablen in die drei Regressionsanalysen einbezogen:

- KDA oder DPWB (1 = KDA, 2 = DPWB)
- Schmerzen bei Aufnahme in den AWR (1 = keine Schmerzen, 2 = mäßige, 3 = starke)
- Bewusstsein (1 = keine Reaktion, 2 =erweckbar, 3 = wach)
- Erbrechen (0 = kein Erbrechen, 1 = Erbrechen)
- Maximale Herzfrequenz nach Schnittfreigabe während der OP [HF/ min]
- Blutdruck während der OP [systolisch (NiBP)]
- Schnitt-Naht-Zeit [min]
- AWR-Liegedauer [min]
- Maximale Herzfrequenz im AWR [HF/ min]
- Alter [Jahre]

Abbildung 9: : Variablen der Regressionsanalyse und ihre Kodierung. Zielvariabel: Piritramidgabe.

Wenn die Analysen einen Einfluss auf die Piritramidgabe zeigten, wurden die Variablen in den Berechnungen schrittweise nach der Ausprägung ihrer Signifikanz eingeschlossen. Das R-Quadrat nach Nagelkerker erreicht einen Wert von 0,334 bei der Analyse der Piritramidgabe im AWR. Der Faktor mit dem stärksten Einfluss darauf, ob Piritramid insgesamt gegeben wurde oder nicht, stellt der DPWB als gewähltes RA-Verfahren mit

$p=0,002$ und einer Odds Ratio von 6,606 dar. Erbrechen und Schmerzen gehen ebenfalls mit einer signifikant höheren Wahrscheinlichkeit einer Piritramidgabe einher. Einen tendenziellen Zusammenhang zeigt ein wacheres Bewusstsein im Vergleich zu keiner Reaktion bei den Kindern im AWR. Das Alter der Kinder zeigt keinen Einfluss auf die Piritramidgabe. Tabelle 11 listet die drei durchgeführten Regressionsanalysen und ihre schrittweise eingeschlossenen Variablen, sowie den Zusammenhang zum Alter der Kinder, auf.

Regressionsanalyse mit der Zielvariabel Piritramidgabe

Regressionsanalysen (Piritramidgabe)	Eingeschlossene Variablen	Regressionskoeffizient	p-Wert	Odds Ratio
1. (OP und/oder AWR) $R^2 = 0,294$	DPWB zu KDA	1,888	0,002	6,606
	Erbrechen	2,313	0,034	10,105
	<u>Bewusstsein</u>			
	Wach	1,519	0,071	4,568
	Erweckbar	- 0,095	0,897	0,910
	Alter	- 0,148	0,267	0,863
2. (im OP) $R^2 = 0,157$	DPWB zu KDA	1,440	0,046	4,219
	HF max. OP	0,038	0,060	1,039
	Alter	- 0,028	0,829	0,972
3. (im AWR) $R^2 = 0,334$	<u>Schmerzen</u>			
	Mäßig	2,508	0,014	12,275
	Stark	2,924	0,042	18,607
	<u>Bewusstsein</u>			
	Wach	- 0,479	0,693	0,619
	Erweckbar	1,592	0,185	4,914
Alter	- 0,199	0,306	0,820	

Tabelle 11: Eingeschlossene Variablen der drei durchgeführten Regressionsanalysen mit der Zielvariabel: Piritramidgabe (0 = keine Gabe, 1 = Gabe)

R^2 = Nagelkerkers R^2 , HF: Herzfrequenz, max.: maximal, AWR: Aufwachraum, OP: Operation

4.4 Schmerzbeurteilung

Es konnte innerhalb der beiden Gruppen (Aufwachraumprotokoll-Rubrik: „Schmerzen“ und SAS-/ VAS-Score) kein Zusammenhang der Schmerzausprägung mit dem Alter der Kinder gezeigt werden.

Kinder < 5 Jahre: Rubrik „Schmerzen“ (Aufwachraumprotokoll)

Bei der Aufnahme in den AWR hatten Kinder bis zur Vollendung des 4. LJ nach einem DPWB mit 27,3% (6/22) tendenziell ($p=0,068$) häufiger mäßige und starke Schmerzen als Kinder nach einer KDA-Anlage, die zu 7,7% (3/39) Schmerzen zeigten. Bei der Verlegung aus dem AWR lässt sich statistisch kein Unterschied in der Schmerzbeurteilung zwischen einem DPWB und einer KDA nachweisen (Abbildung 10).

**Schmerzen gegenüber den RA-Verfahren
bei Kindern < 5 Jahren**

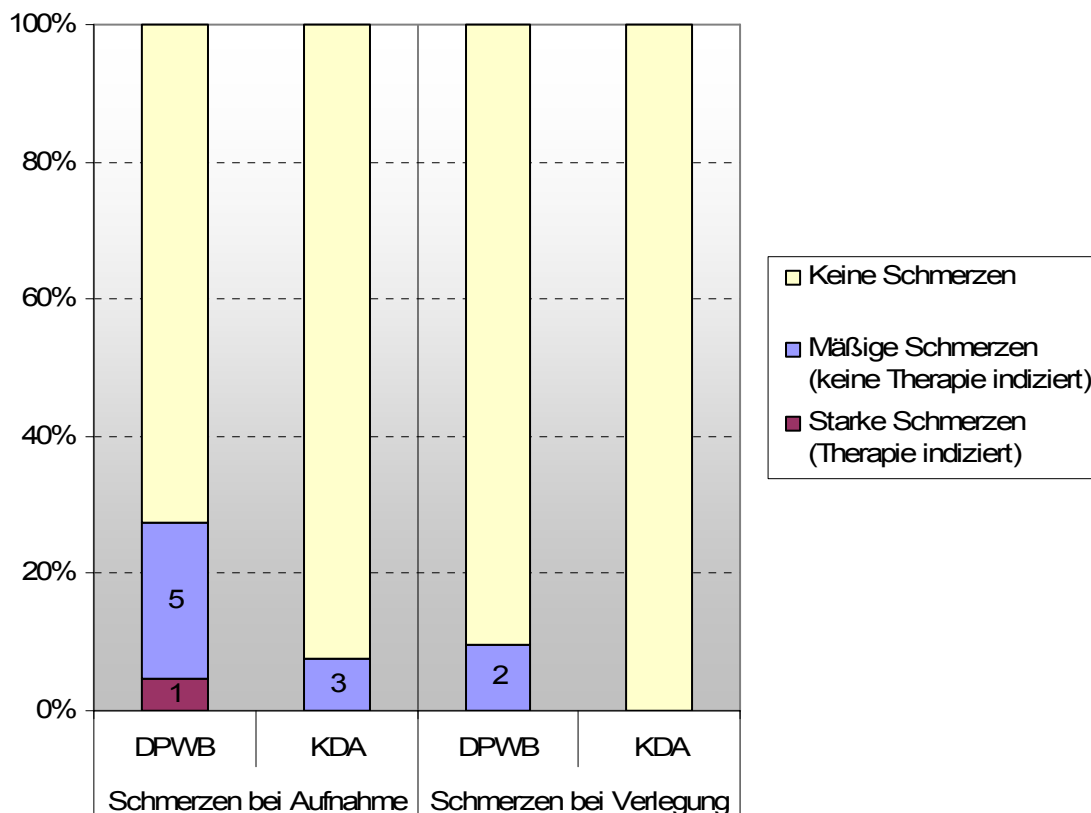


Abbildung 10: : Kinder < 5 Jahre: Schmerzen bei Aufnahme und Verlegung aus dem AWR. Angaben in Prozent innerhalb des jeweiligen RA-Verfahrens. Die Anzahl der Kinder mit Schmerzen sind direkt in dem Diagramm angegeben. Schmerzen bei Aufnahme in den AWR: $p=0,068$.

Kinder ≥ 5 Jahre: SAS und VAS-Score

Ab einem Alter von fünf Jahren geben 7,8 % (4/51) der Kinder Schmerzen bei der Aufnahme in den AWR an. Alle diese Kinder hatten präoperativ einen DPWB. Innerhalb dieses RA-Verfahrens gaben dabei 7,1 % (2/28) der Kinder auf der SAS oder VAS-Skala therapiebedürftige Schmerzen mit einem Wert ≥ 4 an (Wert 4 und 5). Weitere zwei Kinder wählten einen Wert von 1 und 3. Aufgrund der geringen Fallzahl von insgesamt 3,9% (2/51) der Fälle, die eine Schmerztherapie benötigten, wurde hier kein statistisches Verfahren angewandt. Abbildung 11 zeigt die Eigenbeurteilung der Schmerzen bei Aufnahme und Verlegung aus dem AWR.

**Schmerzen gegenüber den RA-Verfahren
bei Kindern ≥ 5 Jahren**

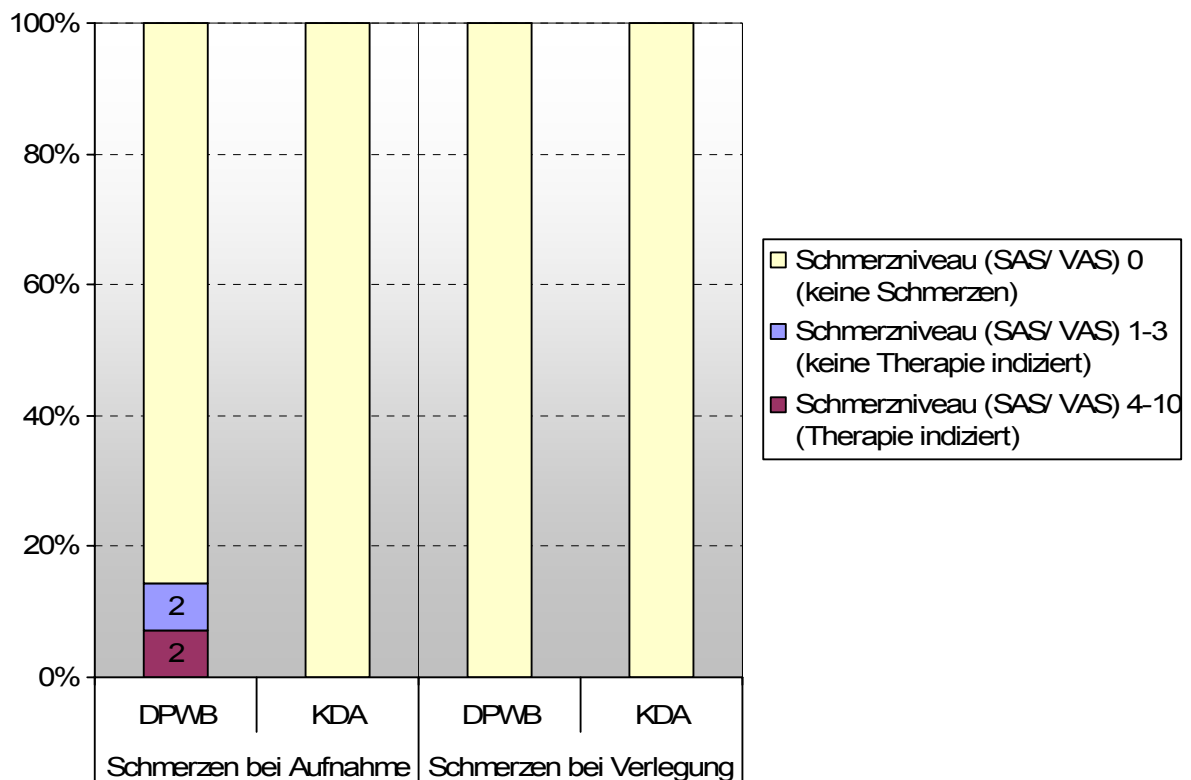


Abbildung 11: Kinder ≥ 5 Jahre: Schmerzen bei Aufnahme und Verlegung aus dem AWR. Angaben in Prozent innerhalb des jeweiligen RA-Verfahrens. Die Anzahl der Kinder mit Schmerzen sind direkt in dem Diagramm angegeben. SAS: Smiley Analogskala, VAS: Visuelle Analogskala

4.5 Weitere Merkmale

Tabelle 12 zeigt weitere im OP und AWR erhobene Daten und ihr Zusammenhang zum RA-Verfahren und des Alters der Kinder.

	KDA	DPWB	p-Wert (RA)	p-Wert (Alter)
<u>Herzfrequenz [HF]</u>				
HF max. im OP	118 (90-150) ¹	120 (60–160) ¹	0,769	<0,000 (-0,394) ²
Bei Aufnahme in den AWR	100 (60–160) ¹	110 (80–140) ¹	0,007	0,010 (-0,237) ²
HF max. im AWR	110 (80–160) ¹	120 (80–160) ¹	0,018	0,001 (-0,297) ²
<u>Blutdruck [NiBP]</u>				
Systolisch max. im OP	100 (70-130) ¹	110 (80-140) ¹	0,039	0,054 (0,183) ²
<u>AWR-Liegedauer [min]</u>				
Stationär	65 (45-135) ¹	75 (50-120) ¹	0,209	0,550 (0,071) ²
Ambulant	125 (55-345) ¹	115 (50-230) ¹	0,262	0,310 (0,150) ²
Übelkeit	3,0 % (2/67)	9,1 % (5/55)	0,242	0,893
Erbrechen	3,0 % (2/67)	7,3 % (4/55)	0,407	0,933
Sauerstoffgabedauer [min]	30 (0-105) ¹	32,5 (0-180) ¹	0,230	0,412 (0,094) ²
<u>Aktivität</u>				
Alle 4 Extremitäten	49,2 % (32/65)	53,7 % (29/54)		0,530
Nur 2 Extremitäten	4,6 % (3/65)	3,7 % (2/54)		0,897
Keine Aktivität	46,2 % (30/65)	42,6 % (23/54)	0,900	0,389
<u>Hautfarbe</u>				
Rosig	62,1 % (36/58)	73,5 % (36/49)		
Blass, zyanotisch	37,9 % (22/58)	26,5 % (13/49)	0,210	0,855

Tabelle 12: Merkmale der Kinder mit DPWB- oder KDA-Anlage im Vergleich. Die Werte sind Prozentzahlen beziehungsweise Medianwerte mit (Minimum – Maximum)¹ oder (Korrelationskoeffizienten)² nach Spearman-Rho. max.: maximal, min: Minuten, NiBP: nichtinvasiver Blutdruck

Es wurde bei keinem Kind Atemnot, Zittern oder eine motorische Unruhe vermerkt.

Die hämodynamischen Parameter (HF im Aufwachraum und NiBP im OP) zeigen gegenüber dem Alter der Kinder und dem gewählten RA-Verfahren jeweils einen signifikanten Unterschied (Tabelle 12), weshalb in der folgenden Tabelle 13 die HF bei Aufnahme in den AWR aufgeschlüsselt nach dem Alter in Jahren genauer betrachtet wird.

Vergleich der HF und das Alter der Kinder hinsichtlich der RA-Verfahren während der Aufnahme in den AWR

Alter [Jahre]	KDA		DPWB		p-Wert
	Median	n	Median	n	
2	110 (90-160) ¹	16	120 (120-135) ¹	6	0,004
3	100 (80-140) ¹	16	110 (90-140) ¹	9	0,019
4	100 (90-130) ¹	7	100 (80-140) ¹	7	0,845
5	90 (80-130) ¹	14	105 (90-130) ¹	12	0,042
6	90 (60-110) ¹	6	110 (100-120) ¹	5	0,064
7	105 (90-110) ¹	4	100	1	0,709
8	90	1	100 (80-110) ¹	7	0,655
9	80	1	100 (80-115) ¹	4	0,277
16		0	140	1	

Tabelle 13: HF während der Aufnahme in den AWR und das Alter der Kinder im Vergleich zu den RA-Verfahren. Die Werte sind Medianwerte mit (Minimum – Maximum)¹. n: Anzahl der Fälle

4.6 Piritramidgabe versus Schmerzbeurteilung

100% (14/17) der Kinder unter fünf Jahren und 75% (8/10) der Kinder ab fünf Jahren, die im OP oder AWR Piritramid erhielten, haben bei der Aufnahme in den AWR eine Dokumentation der Schmerzbeurteilung erhalten. 8,3% (2/24) erhielten trotz Piritramidgabe im OP oder AWR keine Schmerzbeurteilung. Bei 55,6% (5/9) der Kinder, die im AWR Piritramid erhielten, ist bei der Aufnahme in den AWR Schmerzfreiheit dokumentiert worden. Bei Verlegung wurden bei Kindern unter fünf Jahre zu 92,9% (13/14) und bei Kindern ab fünf Jahren zu 75% (8/10) eine erneute Schmerzbeurteilung vorgenommen.

Kinder < 5 Jahre: Piritramidgabe versus Schmerzbeurteilung

Zum Zeitpunkt der Aufnahme in den AWR hatten insgesamt 14,8% (9/61) der Kinder Schmerzen und bekamen folglich signifikant ($p=0,006$) häufiger Piritramid, als Kinder ohne Schmerzen. Kinder, die im AWR Piritramid erhielten, hatten zu 50% (4/8) keine dokumentierten Schmerzen. Jeweils zwei von diesen Kindern hatten einen DPWB beziehungsweise eine KDA erfahren. Kinder mit mäßigen Schmerzen erhielten zu 50% (4/8) Piritramid: 3 in der DPWB- und 1 in der KDA- Gruppe; demgegenüber erhielten je 2 Kinder in beiden Gruppen kein Piritramid. Tabelle 14 zeigt die Piritramidgaben gegenüber den Schmerzbeurteilungen im AWR.

Piritramidgaben gegenüber den Schmerzen im AWR bei Kindern < 5 Jahre

Schmerzbeurteilung		Anzahl der Piritramidgaben			
		im OP	Im AWR	OP + AWR	Piritramidgaben insgesamt
im AWR					
Bei Aufnahme	Keine 85,2% (52/61)	5	4	0	17,3 % (9/52)
	Mäßige 13,1% (8/61)	1	2	1	50,0 % (4/8)
	Starke 1,6% (1/61)	0	1	0	100,0 % (1/1)
Bei Verlegung	Keine 96,0% (49/51)	5	6	1	24,5 % (12/49)
	Mäßige 3,9% (2/51)	1	0	0	50,0 % (1/2)
	Starke 0,0% (0/51)	0	0	0	0,0 % (0/0)

Tabelle 14: Kinder < 5 Jahre. Anzahl der Piritramidgaben gegenüber der Schmerzbeurteilung im AWR. Piritramidgabe im AWR bei Schmerzen: $p=0,006$.

Kinder ≥ 5 Jahre: Piritramidgabe versus Schmerzbeurteilung (SAS-/ VAS-Score)

Alle Kinder ab einem Alter von fünf Jahren, die Schmerzen mit einem Score > 0 angaben, gehörten der DPWB-Gruppe an. Aufgrund der geringen Fallzahl, wurde kein statistisches Verfahren angewandt. Tabelle 15 listet die Anzahl der Piritramidgaben im Bezug auf die dokumentierten Schmerzbeurteilungen auf.

Piritramidgabe gegenüber den Schmerzen im AWR bei Kindern ≥ 5 Jahre

	Schmerzen im AWR		Anzahl der Piritramidgaben			
			im OP	Im AWR	OP + AWR	Piritramidgaben insgesamt
SAS-/ bzw. VAS-Score bei Aufnahme	0	92,2% (47/51)	4	1	0	10,6 % (5/47)
	1	2,0% (1/51)	0	0	0	
	2	0% (0/51)	0	0	0	
	3	2,0% (1/51)	0	1	0	100,0 % (1/1)
	4	2,0% (1/51)	0	1	0	100,0 % (1/1)
	5	2,0% (1/51)	0	1	0	100,0 % (1/1)
Bei Verlegung	0	100,0% (51/51)	4	4	0	15,7 % (8/51)

Tabelle 15: Kinder ≥ 5 Jahre. Anzahl der Piritramidgaben gegenüber der Schmerzbeurteilung im AWR. SAS: Smiley-Analogskala, VAS: visuelle Analogskala, bzw.: beziehungsweise

4.7 Weitere Merkmale der Piriramidgabe gegenüber keiner Piriramidgabe

	Piriramidgabe	Keine Piriramidgabe	p-Wert
Alter [Jahre]	4,00 (2,116) ¹	4,50 (2,265) ¹	0,536
<u>Geschlecht</u>			
Weiblich	5,55% (1/18)	94,45% (17/18)	0,194
Männlich	22,12% (23/104)	77,88% (81/104)	
Schnitt-Naht-Zeit [min]	25 (5-40) ¹	25 (5-40) ¹	0,365
<u>Lachgas benutzt</u>			
	Insgesamt benutzt: 71,31% (87/122)		0,656
Ja	20,7% (18/87)	79,3% (69/87)	
Nein	17,1% (6/35)	82,9% (29/35)	
<u>HF und Blutdruck [NiBP]</u>			
Gabe im OP			
NiBP max. syst. im OP	110 (80-130) ¹	110 (70-140) ¹	0,569
HF max. im OP	130 (70-160) ¹	120 (60-150) ¹	0,056
Gabe im AWR			
HF bei der Aufnahme in den AWR	110 (90-160) ¹	100 (60-140) ¹	0,040
HF max. im AWR	120 (90-160) ¹	110 (80-160) ¹	0,120
Übelkeit	16,7% (4/24)	3,1% (3/98)	0,027
Erbrechen	12,5% (3/24)	3,1% (3/98)	0,90
<u>AWR-Liegedauer [min] ²</u>			
Gabe im OP	57,5 (50-95) ¹	65 (45-135) ¹	0,324
Gabe im AWR	90 (50-100) ¹	65 (45 -135) ¹	0,046
<u>Bewusstsein</u>			
Gabe im OP			
Keine Reaktion	25,0% (3/12)	18,9% (20/106)	0,740
Erweckbar	58,3% (7/12)	66,0% (70/106)	
Wach	16,7% (2/12)	15,1% (16/106)	
Gabe im AWR			
Keine Reaktion	8,3% (1/12)	20,8% (22/106)	0,007
Erweckbar	41,7% (5/12)	67,9% (72/106)	
Wach	50,0% (6/12)	11,3% (12/106)	
<u>Sauerstoffgabedauer [min]</u>			
Gabe im OP	30 (0-90) ¹	30 (0-180) ¹	0,356
Gabe im AWR	55 (0-120) ¹	30 (0-180) ¹	0,100

Tabelle 16: Charakteristika der Piriramidgabe. Die Werte sind Prozentzahlen beziehungsweise Medianwerte mit (Minimum – Maximum)¹, ²AWR-Liegedauer für stationär behandelte Kinder. HF: Herzfrequenz, max.: maximal, min: Minuten, NiBP: nichtinvasiver Blutdruck

4.8 Operative Eingriffe

Tabelle 17 listet die Patienten die Piritramid erhalten haben sortiert nach der Art des operativen Eingriffs und dem dabei angewandten RA-Verfahren auf.

RA-Verfahren	Operativer Eingriff	Anzahl
KDA	Zirkumzision + Orchidopexie	20% (1/5)
	Herniotomie	40% (2/5)
	Herniotomie + Hydrozelen-Fensterung	20% (1/5)
	ESIN Entnahme (Tibia)	20% (1/5)
DPWB	Zirkumzision	94,7% (18/19)
	Zirkumzision (Revision mit Narbenkorrektur)	5,3% (1/19)

Tabelle 17: Operative Eingriffe mit Piritramidgabe. Angaben in Prozent innerhalb des jeweiligen RA-Verfahrens. ESIN: Elastischer stabiler intramedullärer Nagel

4.9 Lachgasgabe

Kinder mit einem DPWB erhielten während der OP signifikant ($p = 0,02$) häufiger Lachgas. Im AWR hatten Kinder, die kein Lachgas erhielten, signifikant ($p=0,032$) häufiger (mäßige) Schmerzen als Kinder mit Lachgasgabe. Hinsichtlich der Piritramidgabe sowie der Übelkeit und Erbrechen zeigte sich kein Zusammenhang.

4.10 Ausbildungsstand des Arztes

Die prozentuale Verteilung des **Ausbildungsstandes** der Ärzte die das RA-Verfahren ausführen findet sich in Tabelle 18.

Ausbildungsstand	KDA	DPWB
FA Anästhesie	22,4 % (15/67)	9,1 % (5/55)
Assistenzarzt der Anästhesie	3,0 % (2/67)	3,6 % (2/55)
FA Chirurgie	-	18,2 % (10/55)
Nicht ersichtlich	74,6 % (50/67)	69,1 % (38/55)

Tabelle 18: Ausbildungsstand der das RA-Verfahren ausführenden Ärzte. Angaben in Prozent. FA: Facharzt

Die Piritramidgabe gegenüber dem Ausbildungsstand der Ärzte zeigt Tabelle 19.

Ausbildungsstand	RA-Verfahren	Piritramidgabe		
		insgesamt	AWR	OP
FA Anästhesie	DPWB	20,0 % (1/5)	0,0 % (0/5)	20,0 % (1/5)
	KDA	26,7 % (4/15)	13,3% (2/15)	13,3 % (2/15)
Assistenzarzt Anästhesie	DPWB	0,0 % (0/2)	-	-
	KDA	0,0 % (0/2)	-	-
FA Chirurgie	DPWB	30,0 % (3/10)	10 % (1/10)	20,0 % (2/10)
	KDA	-	-	-
Nicht ersichtlich	DWPB	39,5 % (15/38)	21,1 % (8/38)	18,4 % (7/38)
	KDA	2,0 % (1/50)	0,0% (0/50)	2,0 % (1/50)

Tabelle 19: Patientenzahl die Piritramid benötigten in Abhängigkeit vom Ausbildungsstand der das RA-Verfahren ausführenden Ärzte. Angaben in Prozent. FA: Facharzt.

4.11 Emergence Delirium

Im untersuchten Patientenkollektiv wurden im AWR 15,6% (19/122) der Kinder mit dem PAED-Score erfasst. Eine postoperative Agitation im Sinne eines ED hatten hiervon 26,3% (5/19) der Kinder.

Es bestand kein Zusammenhang des ED mit dem Alter. Bei keinem Kind des gesamten Patientenkollektives wurde eine Therapie gegen ein ED dokumentiert.

Zwei Kinder hatten einen PAED-Score ≥ 10 und erhielten Piritramid im AWR.

Die Abbildung 12 zeigt die Charakteristika der Kinder mit einem PAED-Score ≥ 10 , sowie den Ort der Piritramidgabe und die jeweilige Schmerzbeurteilung im AWR.

Emergence Delirium und Schmerztherapie nach RA-Verfahren

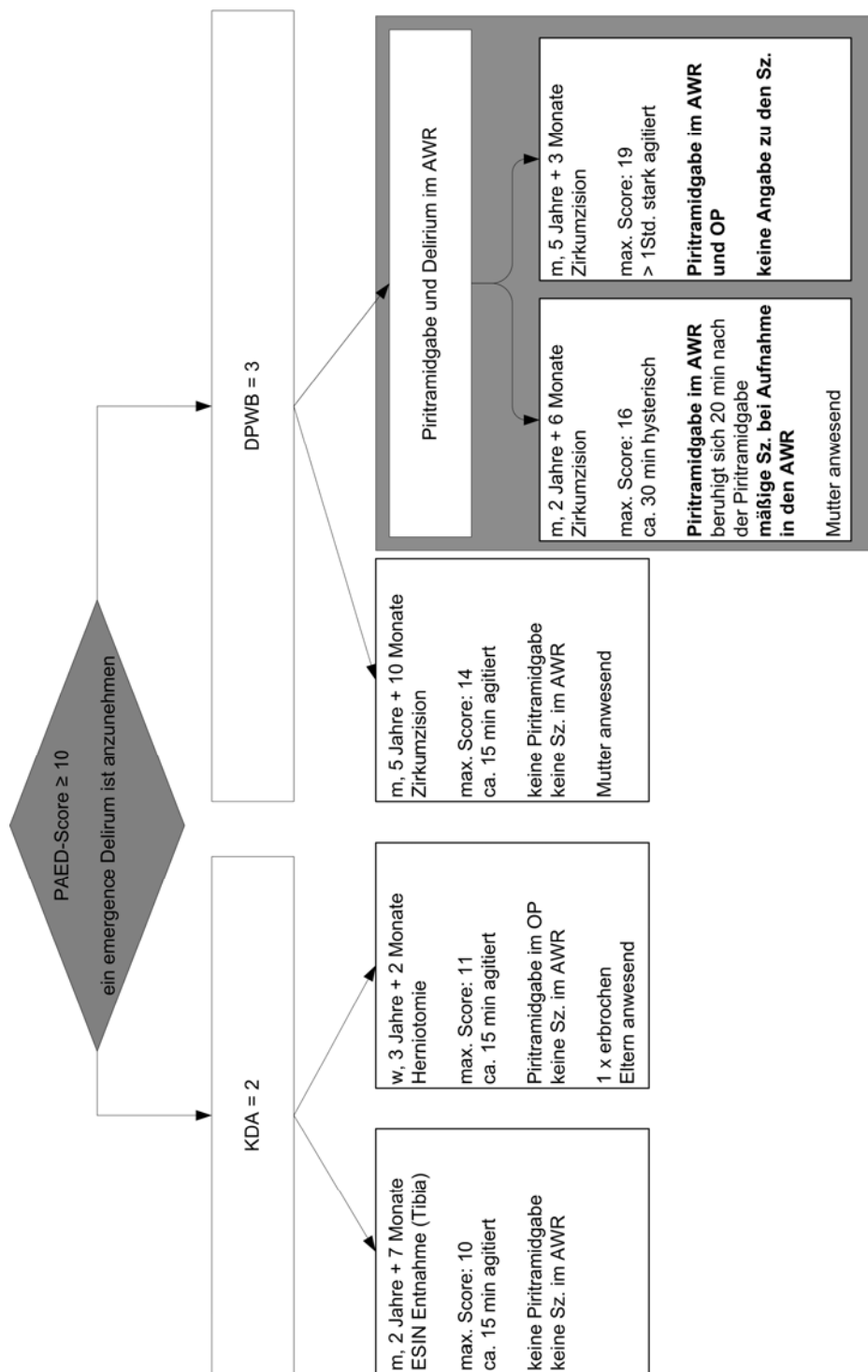


Abbildung 12: PAED-Score ≥ 10 und der Einfluss auf die Schmerztherapie der RA-Verfahren.

PAED: Pediatric anesthesia emergence delirium, m: männlich, w: weiblich, max.: maximal, ESIN: Elastischer stabiler intramedullärer Nagel, ca.: circa, Sz.: Schmerzen, Std.: Stunde

PAED-Score versus RA-Verfahren und Piritramidgabe

Es zeigte sich kein Einfluss der Piritramidgabe oder der RA-Verfahren auf den Punktwert des PAED-Scores (Tabelle 20). In dem mit dem PAED-Score insgesamt erfassten Patientenkollektiv erhielten die Kinder beider RA-Verfahren gleich häufig Piritramid (DPWB: 30% (3/10) und KDA: 33,3% (3/9)). Dabei erhielten 60% (3/5) der Kinder mit einem ED, und 21,4% (3/14) ohne ein ED Piritramid (Tabelle 20). Ein Zusammenhang mit dem Schmerzscore konnte aufgrund einer zu geringen Fallzahl nicht berechnet werden.

	PAED-Score			p-Wert
	0 (n=3)	1-9 (n=11)	≥ 10 (n=5)	
<u>RA-Verfahren</u>				
DPWB (n=10)	30,0 % (3/10)	40,0 % (4/10)	30,0 % (3/10)	0,211
KDA (n=9)	0,0 % (0/9)	77,8 % (7/9)	22,2 % (2/9)	
<u>Piritramidgabe</u>				
keine Gabe	100 % (3/3)	72,7 % (8/11)	40,0 % (2/5)	0,337
Gabe insgesamt	0,0% (0/3)	27,3 % (3/11)	60,0% (3/5)	

Gabe im: OP (n=1)	0,0 % (0/1)	0,0 % (0/1)	100,0 % (1/1)	0,660
OP+AWR (n=2)	0,0 % (0/2)	50,0 % (1/2)	50,0 % (1/2)	
AWR (n=3)	0,0% (0/3)	66,7 % (2/3)	33,3 % (1/3)	

Tabelle 20: PEAD-Score versus RA-Verfahren und Piritramidgabe. Angaben in Prozent.

n = Anzahl der Fälle

5 Diskussion

In der vorliegenden Studie wird anhand des intra- und postoperativen Opioidbedarfes die Qualität des DPWB und der KDA Patientengut der Klinik für Anästhesie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin, Campus Virchow-Klinikum, Charité Universitätsmedizin Berlin untersucht. Um im Umkehrschluss die Versagerquote (VQ) genauer zu diskutieren, befasst sich Kapitel 5.1 zunächst mit der Definition der Studienpopulation. Kapitel 5.2 setzt sich mit der VQ der RA-Verfahren und dem Einfluss des Emergence Deliriums (ED), der RA-Technik und der Qualität der ärztlichen Ausbildung auf die VQ auseinander. Weiter wird diskutiert inwieweit die Gabe anderer Analgetika und die Schmerzerhebung als Entscheidungsträger zur Einleitung der Analgesie eine Rolle spielt. Kapitel 5.3 diskutiert Nebenwirkungen und weitere Merkmale der RA-Verfahren, Piritramid- und Lachgasgabe. Im Kapitel 5.4 werden Ansätze zur Verbesserung des Analgesiekonzepts erörtert. Der klinische Ausblick und die Limitationen dieser Arbeit folgen in Kapitel 5.5 und Kapitel 5.6. Abschließende Schlussfolgerungen finden sich im Kapitel 5.7.

5.1 Studienpopulation

Das Flow-Chart der Abbildung 6 verdeutlicht die ein- und ausgeschlossenen Patientengruppen. Um ein vergleichbares Patientenkollektiv zu erlangen wurden von den 507 erhobenen Patientendaten 385 Kinder aus folgenden Gründen ausgeschlossen.

Zwischen den beiden Patientengruppen (DPWB und KDA) fiel eine große Inhomogenität bezüglich des Alters, Gewichts, Geschlechts, der Größe der operativen Eingriffe, der Schnitt-Naht-Dauer und des gewählten Allgemeinanästhesieverfahrens auf.

Während der DPWB eher als Analgesieverfahren kleinerer Eingriffe am Penis zum Einsatz kam, wurden größere abdominelle Eingriffen und Korrekturen von komplizierteren Fehlbildungen mit einer Operationsdauer bis zu vier Stunden eher durch eine KDA abgedeckt. So zeigten 182 Kinder mit einer KDA gegenüber nur sechs Kindern mit einem DPWB eine Schnitt-Naht-Zeit von über 40 Minuten.

Anstatt einer weniger invasiven Beatmung über eine Larynxmaske erhielten 124 von 420 Kindern mit einer KDA (29,5 %) gegenüber 6 von 80 Kindern mit einem DPWB (7,5 %) eine Intubationsnarkose (ITN). Für die Toleranz des Tubus ist in der Regel eine zusätzliche, systemische Schmerztherapie notwendig. Die hier zum Einsatz kommenden hochpotenten und kurzwirksamen Opioide verhindern die intraoperative Bewertung der Analgesiequalität des RA-Verfahrens.

Kinder mit einem DPWB waren überwiegend älter als zwei Jahre (67 von 80 Kindern, 83,8%), während Kinder, die eine KDA erhielten, eher Säuglinge oder Kleinkinder unter zwei Jahre waren (281 von 420 Kindern, 66,9%).

Durch die Beschränkung auf eine Operationszeit von maximal 40 Minuten, die sich an der maximalen Dauer einer Zirkumzision (DPWB) und einer Herniotomie (KDA) orientiert, sowie die ausschließliche Berücksichtigung von Narkosen ohne Intubation und des Patientenalters von mehr als 2 Jahren, konnte eine bessere Vergleichbarkeit der beiden Patientenpopulationen erreicht werden.

5.2 Versagerquote des dorsalen Peniswurzelblock und der Kaudalanästhesie

Die von uns erhobene VQ des DPWB von 34,5% (19/55) liegt deutlich über der publizierten Studienlage von 0-8% [6, 19, 26, 47, 49, 50, 62], während sich die erhobene VQ der KDA von 7,5% (5/67) gut in den unteren Bereich der publizierten Studienlage von 4-20% einreicht [26, 48, 62].

5.2.1 Emergence Delirium

Bei Kindern, die im AWR die Symptome eines ED gezeigt haben, könnten diese als Schmerzen fehlinterpretiert worden sein und diese Kinder folglich Piriritamid erhalten haben. Um diese zu detektieren wurde für die vorliegende Arbeit der PAED-Score ausgewertet. Diese Kinder sollten aus der Berechnung der VQ der RA-Verfahren ausgeschlossen werden. Es musste kein Kind ausgeschlossen werden.

Lediglich bei 15,6% (19/122) der Kinder wurden im AWR ein PAED-Score dokumentiert. Dabei fand sich ein ED bei 26,3% (5/19) der Fälle. Keines der Kinder wurde bezüglich eines ED therapiert.

Der PAED-Score nach Sikich und Lerman ist in Deutschland zurzeit das einzige validierte Messinstrument zur Diagnose eines ED bei Kindern (Kapitel 3.5.3.2) [51]. Der Zusammenhang mit Schmerzen wird ausführlich im Kapitel 5.2.2 erörtert. Sikich und Lerman, Bong und Aoud et al. evaluierten einen Punktwert ≥ 10 als die beste Möglichkeit zwischen vorhandenem und nicht vorhandenem ED zu unterscheiden [5, 9, 51]. In dieser Studie wurde dieser Cut-Off Wert übernommen.

In der Literatur variiert die Inzidenz eines ED zwischen 11,5% bei Kindern im Alter um 9 Jahre und bis zu 55% bei Kindern im Alter zwischen 1 bis 3 Jahren [2, 63]. Kinder im Alter von 2 bis 7 Jahren zeigen eine Inzidenz von 30% [35]. Die Daten dieser Arbeit mit einem ED bei 26,3% (5/19) der Kinder ab einem Alter von 2 Jahren und einem Median von 4 und 5 Jahren (Tabelle 7), nähern sich gut den Angaben in der Literatur von 30% an. Die Beurteilbarkeit ist jedoch aufgrund der geringen Fallzahl und der geringen Anzahl erfasster Kinder eingeschränkt.

Ein Delirium tritt üblicherweise innerhalb der ersten 30 Minuten nach Ausleiten einer Vollnarkose auf und beeinflusst folglich – ungeachtet entsprechender späterer

Fehlinterpretation im AWR – weder die intraoperative Piritramidgabe noch die VQ des RA-Verfahrens während der Operation [9, 15].

Die Wirkung einer intravenösen Gabe von Piritramid tritt in 1 bis 2 Minuten mit einer Wirkdauer von circa 5 bis 8 Stunden ein [7]. Keines der Kinder mit einer KDA, jedoch zwei Kinder mit einem DPWB, erhielten im AWR intravenös Piritramid und hatten gemäß PAED-Score ein ED. Nach der intravenösen Piritramidgabe blieben sie dennoch über längere Zeit stark agitiert, was die Diagnose eines ED bestätigt.

Eines der beiden Kinder erhielt allerdings zudem bereits intraoperativ Piritramid, was eindeutig auf ein Versagen der RA-Anlage hindeutet. Bei dem anderen Kind wurden bei Aufnahme in den AWR zusätzlich „mäßige Schmerzen“ dokumentiert. Es lässt sich retrospektiv nicht feststellen, ob das Kind gleichzeitig Schmerzen und ein ED hatte und aufgrund dessen auch weiterhin als Versager des RA-Verfahrens gewertet werden sollte. Aus diesen Gründen wurden beide Kinder mit der Diagnose eines ED und einer Piritramidgabe im AWR nicht aus den Berechnungen der VQ ausgeschlossen.

Dieser Sachverhalt ist in zwei Punkten kritisch zu bewerten:

Es wurden 84,4% (103/122) der Kinder nicht mit dem PAED-Score erfasst. Es ist davon auszugehen, dass eventuell in anderen Fällen ein ED als Schmerzzustand fehlinterpretiert wurde und diese Fälle von der Berechnung ausgeschlossen werden müssten. Inwieweit dies die VQ des DPWB oder der KDA beeinflusst, kann retrospektiv nicht beurteilt werden.

Des Weiteren muss die Rolle von Schmerz in der Diagnose und Ätiologie des ED genauer betrachtet werden und wird im folgenden Kapitel erörtert.

5.2.2 Schmerzen und das Emergence Delirium

In unserem Patientenkollektiv erhielten 60% (3/5) der Kinder mit einem ED und lediglich 21,4% (3/14) ohne ED Piritramid (Tabelle 20). Der Unterschied ist statistisch nicht signifikant, allerdings könnte dies an der zu geringen Fallzahl liegen. Ob Kinder mit einem ED auch vermehrt Schmerzen empfunden haben, konnte aufgrund der zu niedrigen Fallzahl an Kindern mit positivem Schmerzscore nicht untersucht werden.

Ein Schmerzzustand zeigt ähnliche Charakteristika wie ein ED, und dies stellt eine wesentliche Limitierung des PAED-Scores zur Diagnosestellung dar [9, 41, 68]. Sikich und Lerman weisen selbst darauf hin, dass zwei Parameter „Das Kind ist unruhig“ und „Das Kind ist nicht zu trösten“ (Tabelle 5 und 6) auch Schmerz darstellen können und empfehlen zusätzlich einen Schmerzscore zu erheben [51]. Zusätzlich bleibt die exakte Rolle von Schmerz in der Ätiologie eines ED bis heute unklar [4].

Verschiedene Autoren beschreiben eine erhöhte Inzidenz an postoperativer Agitation nach inadäquater Analgesie [3, 20, 25] und dies obwohl ein ED auch nach einem schmerzlosen Eingriff wie einer Magnetresonanztomographie mit Sevoflurannarkose vorkommen kann [17]. Dabei ist es leichter, bei lokalisierbaren Schmerz durch das Kind die Diagnose eines Schmerzzustandes zu stellen, als ein ED auszuschließen [9].

Weiter ergibt sich aus den fünf Kriterien des PAED-Score ein eher subjektiver und individueller Score. Es ist schwierig zwischen „extremen“ und „sehr viel“ Augenkontakt zu unterscheiden. Eine weitere Herausforderung ist es zwischen einem ED und anderen Gründen für ein unruhiges Kind zu unterscheiden. Ein Kind, das die Umgebung extrem wahrnimmt (0), extreme Zielbewegungen (0) zeigt, extrem unruhig (4), sowie extrem untröstlich ist (4) und gar kein Augenkontakt (4) aufnimmt, könnte einen Wutanfall haben und hätte trotz eines Score von 12 kein ED [9]. Auch stellen Durst, Kälte, unbekannte Geräusche in einer fremden Umgebung sowie die Abwesenheit der Eltern beim Erwachen aus der Narkose mit Gips und „Schläuchen“ eine unbehagliche Situation dar. [4, 9]. Der PAED-Score sollte als diagnostischer Wegweiser verstanden werden.

Die hier vorgelegte Studie könnte trotz der geringen Fallzahl die Tendenz widerspiegeln, dass Kinder ohne adäquate RA und folglich zusätzlichem Bedarf an Piritramid ein erhöhtes Risiko für ein ED entwickeln könnten. Somit könnten Kinder mit einem ED nicht eindeutig von Kindern mit Schmerzen diskriminiert werden.

5.2.3 Regionalanästhesieverfahren

Dorsaler Peniswurzelblock

In der Literatur finden sich vielfältige Techniken zur Durchführung des DPWB [6, 19, 26, 50, 53, 55, 66]. Dies macht es schwierig, die Literatur miteinander zu vergleichen. Dennoch liegt die in dieser Studie erhobene VQ von 34,5% deutlich über der publizierten.

Schuepfer und Jöhr benutzten – wie in dieser Studie – die Technik nach Dalens, (Abbildung 3 und 4) mit zwei paramedianen Injektionen durch die zwei oberflächlichen Abdominalfaszien in den subpubischen Bereich und fanden eine VQ von 3,7-4,4% [19, 47]. Vater und Wandless benutzten die Technik nach Bacon, bei der mit einer Injektion in der Medianlinie an der Penisbasis, die die Penisfaszie (Buck'sche Faszie) durchsticht, das Lokalanästhetikum zwischen Corpus cavernosum und Buck'schen Faszie eingebracht wird [6, 62]. Sie fanden eine VQ von 8,0% (Anatomischen Erläuterung in Abbildung 4).

Gauntlett sowie Serour et al. erreichten in ihren Arbeiten mit einer Modifizierung der genannten Verfahren eine VQ von 0% [26, 50]. Gauntlett modifizierte dabei die Methode nach Bacon mit je einer zusätzlichen subcutanen Quaddel proximal auf beiden Seiten des Penis [6, 26]. Serour et al. untersuchten 250 Erwachsene zwischen 18 und 66 Jahren mit dem subpubischen DPWB nach Dalens und verglichen diese mit einer zweiten Gruppe, die zusätzlich eine ventromediale Punktion am penoskrotalen Übergang erhielten. Das modifizierte Verfahren hatte eine VQ von 0% gegenüber 6,4% der Vergleichsgruppe [19, 49, 50].

Die modifizierten Verfahren des DPWB nach Gauntlett beziehungsweise Serour et al. scheinen neben den Nervi dorsales penis weitere wichtige nervale Versorgungen des Penis zu analgesieren. Verschiedene Autoren untersuchten die Vorteile ähnlicher modifizierter Verfahren, ohne auf die VQ genauer einzugehen [55, 66]. Auf diesen Sachverhalt soll im Kapitel 5.4 „Ansätze zur Verbesserung des Analgesiekonzepts“ genauer eingegangen werden.

Eine weitere Voraussetzung für eine erfolgreiche Analgesie durch den DPWB ist die Einhaltung der Zeit bis zur Etablierung der sensorischen Blockade. Diese beträgt 15 Minuten [19]. Kinder, die einen DPWB erhalten, können auf dem Rücken liegend sofort den chirurgischen Vorbereitungen unterzogen werden, da sie keiner vorsichtigen Umla-

gerung wie nach einer KDA-Anlage bedürfen. Eine hohe VQ des DPWB könnte folglich auch an einem zu früh durchgeführten Schnitt des Chirurgen liegen. Aufgrund der Unschärfe des Anästhesiedokumentes ist die Einhaltung dieser Zeitspanne bis zum chirurgischen Schnitt retrospektiv nicht sicher zu überprüfen.

Kaudalanästhesie

Zwar finden sich in der Literatur unterschiedliche Empfehlungen für das Aufsuchen der adäquaten Punktionsstelle anhand anatomischer Landmarks, die Durchführung der KDA aber ist mit dem Einbringen definierter LA-Konzentrationen und -Volumina in den kaudalen Epiduralraum stets gleich. Die in dieser Studie erhobene VQ von 7,5% (5/67) reiht sich gut in den unteren Bereich der publizierten Datenlage von 4-20% ein [26, 48, 62].

Die Analgesiedauer wird durch die Anwendung unterschiedlicher Lokalanästhetika und Adjuvanzen beeinflusst [1, 16, 24]. Allerdings hat dies keinen Einfluss auf die VQ beziehungsweise die Notwendigkeit einer zusätzlichen Schmerztherapie in der intra- und unmittelbar postoperativen Phase. Auch das schnellere Auftreten postanästhetischer Schmerzen bei Verwendung kürzer wirksamer Lokalanästhetika, wird erst nach der Verlegung aus dem AWR relevant. Dies hat folglich keinen Einfluss auf eventuelle Piramid-Applikationen im AWR und ist demzufolge in dieser Arbeit nicht erfasst worden.

Nebenwirkungen und Komplikationen der RA-Verfahren werden im Kapitel 5.3.1 diskutiert.

5.2.4 Ärztliche Ausbildung

Große Bedeutung für den Erfolg eines RA-Verfahrens hat die Ausbildung des ausführenden Arztes. Die Lernkurven für die hier verhandelten RA-Verfahren werden als relativ steil angesehen [47, 48].

Der DPWB nach Dalens wird als sichere Technik bezeichnet, welche leicht erlernt werden kann [52]. Schuepfer und Jöhr zeigten, dass Assistenzärzte der Anästhesie ohne Erfahrung in der Kinderanästhesie nach der Durchführung von 40 DPWB nach Dalens eine VQ von 4,4% erreichten. Sie zeigten ab diesem Zeitpunkt statistisch keinen Unterschied zu der VQ der gut ausgebildeten Kinderanästhesisten von 3,7% [47]. Um bei der Durchführung einer KDA mit einer VQ von 20% eine ähnliche Qualität wie erfahrene Kinderanästhesisten zu erreichen, benötigten die Assistenzärzte 32 Anläufe [48].

Im untersuchten Zeitraum von 20 Monaten wurde am Campus Virchow-Klinikum bei insgesamt 420 Kindern eine KDA angewandt (Abbildung 6). Die Anästhesisten erreichten mit 92,5% eine Erfolgsquote im oberen Bereich der publizierten Streubreite. Hingegen wurden in unserer Studie im selben Zeitraum lediglich 80 DPWB durchgeführt. Den retrospektiven Daten unseres ausgewählten Patientenkollektives ist in 72,1% (88/122) der Fälle aufgrund mehrerer aufgeführter Ärzte nicht zu entnehmen, welcher Arzt das RA-Verfahren durchgeführt hat. Zudem wurde ein DPWB nicht nur von Anästhesisten, sondern auch von Chirurgen ausgeführt (Tabelle 18 und 19).

Bei der Durchführung eines DPWB kann es schwierig sein abzuschätzen, ob man die Faszien der Abdominalwand bereits überwunden hat und in welcher Tiefe man sich befindet. Die Perforation der Faszie ist nicht immer als ein „Klick“ zu spüren, und unbenmerkte Fehllagen der Punktionsnadel können vorkommen. Eine Injektion oberhalb der Faszie ist bei kleineren Kindern aufgrund der guten Diffusionsverhältnisse für die Anästhesie unproblematisch. Bei größeren Kindern kann sie zu einem unvollständigen Block führen [14]. Für die hier vorgelegte Arbeit konnte den Anästhesieprotokollen nicht entnommen werden, ob ein „Klick“ zu spüren war.

Auch wenn Schuepfer und Jöhr für die ersten zehn durchgeführten DPWB immer noch eine bessere VQ mit 8,8% beschreiben, könnten die relativ kleine Fallzahl an DPWB

und das Anlernen einer größeren Anzahl von Ärzten verschiedener Fachrichtungen den Erfahrungsschatz des Einzelnen verkleinern [47].

5.2.5 Andere Analgetika

Nach der RA-Anlage erhielten alle Kinder gemäß den hausinternen SOP entweder Paracetamol oder Diclofenac rektal. Das Wirkmaximum tritt bei rektaler Applikation nach circa drei Stunden ein. Zu diesem Zeitpunkt haben alle Kinder den AWR bereits verlassen. Die Analgesiedauer hat hier keinen Einfluss auf das direkte Versagen des RA-Verfahrens.

Weiter konnte durch die Berücksichtigung von Narkosen ohne Intubation ein etwaiger Einfluss der zur Intubation notwendigen Schmerztherapie in der Auswertung ausgeschlossen werden (siehe Kapitel 5.1).

Abgesehen von den erwähnten NSAR-Zäpfchen und Piritramid wurden den Kindern keine weiteren Analgetika verabreicht.

5.2.6 Schmerzbeurteilung

In unserer Studie wurden 91,8% (112/122) der Kinder bei Aufnahme in, und 83,6% (102/122) bei Verlegung aus dem AWR durch ein Schmerzscoring erfasst (Abbildung 6). In der Altersgruppe bis fünf Jahre hatten Patienten nach einem DPWB tendenziell ($p=0,068$) häufiger mäßige oder starke Schmerzen als Kinder nach einer KDA-Anlage, und diese erhielten signifikant ($p=0,006$) häufiger Piritramid im AWR (Abbildung 10 und Tabelle 14). Ab fünf Jahren konnte aufgrund der geringen Fallzahl der Kinder mit Schmerzen kein statistisches Verfahren angewandt werden, jedoch zeigten ausschließlich Kinder mit einem DPWB in 14,3% (4/28) der Fälle Schmerzen (Abbildung 11).

Die Schmerzerhebung bildet die Entscheidungsgrundlage für das Einleiten oder die Anpassung einer Schmerztherapie. Je nach Alter der Kinder erfolgt sie üblicherweise mit einer Fremd- oder Eigenbeurteilungsskala (Kapitel 3.5.3.1) Es ist schwer die verschiedenen Alterstufen aufgrund der unterschiedlichen Messverfahren direkt miteinander zu vergleichen. Auch die freie Wahl zwischen einer VAS und SAS bei Kindern ab fünf Jahren durch die Fachpflegekräfte im AWR, und dass der Dokumentation im Anästhesieprotokoll diese Wahl nicht zu entnehmen ist, machen eine einheitliche Aussage bezüglich der Schmerzen schwierig. Auf die Validität der Schmerzscores wird in Kapitel 5.4.2 genauer eingegangen.

Qualität der Schmerzbeurteilung

Trotz einer relativ guten Erfassungsrate der Kinder mit einem Schmerzscores (Abbildung 6), hatte dies wenig Einfluss auf die Piritramid-Applikation. So war bei 55,6% (5/9) der Kinder, die im AWR Piritramid erhielten, bei Aufnahme in den AWR Schmerzfreiheit dokumentiert worden. Weiter wurden bei 8,3% (2/24) der Kinder, die Piritramid im OP oder AWR erhalten hatten, zuvor keine Schmerzbeurteilung durchgeführt worden (Kapitel 4.6). Aufgrund des Widerspruchs zwischen Piritramidgabe und der Schmerzbeurteilung kann folglich nicht davon ausgegangen werden, dass, wenn keine Schmerzen dokumentiert wurden, auch keine Schmerzen vorhanden waren und umgekehrt. Es stellt sich neben der Validität des Schmerzscores die Frage nach der Qualität der Dokumentation.

Hierbei ist unter anderem der Zeitpunkt der Erhebung kritisch zu betrachten. Die Kinder könnten direkt postoperativ während der Aufnahme in den AWR schmerzfrei gewesen sein. Mit der im Verlauf ausklingenden Narkose könnten therapiebedürftige Schmerzen

aufgetreten sein, die folglich mit Piritramid therapiert wurden. Das Kind wäre bis zum Zeitpunkt der Entlassung aus dem AWR wieder schmerzfrei. Eine Schmerzdokumentation dazwischen fand nicht statt.

Eine weitere Ursache könnte die Diskrepanz in der Einschätzung von Schmerzen zwischen dem eine Piritramid-Applikation verordnenden Arzt und der die Schmerzintensität nachträglich dokumentierenden Fachpflegekraft darstellen. Laurie und Clabo beschreiben, dass die Schmerztherapiekultur der Fachpflegekräfte einen erheblichen Einfluss auf die Dokumentation hat [38].

Die hier geschilderte möglicherweise widersprüchliche Schmerzerhebung würde die Qualität beider RA-Verfahren gleichermaßen betreffen. Die Schmerzbeurteilung kann aufgrund der Methodik (Zeitpunkte der Erhebung, Dokumentation von Schmerzmittelbedarf zwischen diesen Zeitpunkten, Verwendung nicht validierter Scores) nicht für eine zuverlässige Aussage zur VQ der RA-Verfahren herangezogen werden. Verbesserungsvorschläge zur Schmerzerhebung werden im Kapitel 5.4.2 diskutiert.

Herzfrequenz und Blutdruck

Die Regressionsanalyse zeigt im OP einen tendenziellen Zusammenhang der maximalen HF mit der Piritramidgabe (Tabelle 11). Auch Kinder, die im AWR Piritramid erhielten, haben bei Aufnahme in den AWR eine signifikant höhere maximale HF gegenüber Kindern ohne Opioid-Applikation (Tabelle 16) Dabei zeigen Kinder mit einem DPWB bei Aufnahme in den AWR im Alter von zwei, drei und fünf Jahren eine signifikant höhere HF als gleichaltrige Kinder nach einer KDA (Tabelle 13). Die fehlende Signifikanz vor allem in den älteren Altersstufen, könnte einerseits in der niedrigen Fallzahl, andererseits in einer verminderten Angst bei Schmerzen beziehungsweise einer besseren Kommunikation zwischen Kind und Umfeld begründet sein. Weiter zeigt sich im OP nach einem DPWB gegenüber der KDA ein signifikant höherer maximaler systolischer Blutdruck (Tabelle 12).

Ein Zusammenhang mit einem erhöhten Sympathikotonus mit folglich erhöhter HF und systolischem Blutdruck ist in der DPWB-Gruppe anzunehmen. Wobei der erniedrigte systolische Blutdruck nach einer KDA auch an der durch sie hervorgerufenen Sympthikolyse liegen kann. Der statistische Zusammenhang der erhöhten Herzfrequenz mit der Piritramidgabe verstärkt die Vermutung, dass Piritramid aufgrund von Schmerzen und einem gesteigerten Sympathikotonus häufiger nach einem DPWB gegeben wurde.

5.2.7 Altersabhängige Schmerzwahrnehmung

Inwieweit die altersabhängige Schmerzwahrnehmung der beiden Patientengruppen Einfluss auf die vorliegenden Daten hat, wird im Folgenden diskutiert. In dieser Studie konnte unabhängig von den RA-Verfahren kein statistischer Zusammenhang zwischen der Piritramidgabe und dem Alter oder dem Geschlecht der Kinder gezeigt werden (Tabelle 16 und Kapitel 4.3).

Gerade bei Säuglingen und Kleinkindern ist es äußerst schwierig einzuschätzen, ob diese Schmerzen empfinden oder aus anderen Gründen unglücklich sind (Kapitel 5.4.2). Ab einem Alter von circa fünf Jahren sind Kinder in der Lage, verbal ihre Schmerzen konkret zu äußern [54]. Kinder mit einem DPWB sind mit einem Median von 5 Jahren älter als Kinder nach einer KDA mit einem Median von 4 Jahren. Dies könnte die Richtigkeit einer höheren VQ mit folgender Piritramidgabe beim DPWB bestärken. Ob bei den jüngeren Kindern mit KDA Schmerzen eher übersehen oder falsch interpretiert wurden, ist allerdings retrospektiv nicht überprüfbar.

Goodenough et al. untersuchten, inwieweit das Alter Einfluss auf die Schmerzempfindung hat. Während einer Venenpunktion zeigte sich im VAS-Score eine geringere sensorische Schmerzempfindlichkeit in den zwei Altersgruppen 3-5 und 6-7 Jahre [28]. Das Alter der Kinder des in dieser Studie untersuchten Patientenkollektives mit einem Median von 4 (KDA) beziehungsweise 5 Jahren (DPWB) fällt gleichermaßen in diese Altersgruppe.

Es ist dennoch nicht auszuschließen, dass die interindividuell objektiv und subjektiv unterschiedliche Schmerzeinschätzung und deren Wahrnehmung durch Kinder unterschiedlicher Altersgruppen die Ergebnisse beeinflussen. Dennoch erklärt dies nicht die hohe VQ des DPWB.

Da Kinder in anderen Studien zum DPWB ebenfalls ausschließlich männlich sind und dies nicht der Grund für eine erhöhte VQ sein kann, wird hier auf die unterschiedliche Schmerzwahrnehmung der Geschlechter nicht näher eingegangen.

5.3 Nebenwirkungen und weitere Merkmale

Im Folgenden werden Nebenwirkungen sowie weitere Merkmalen von RA-Verfahren, Piritramidgabe, Lachgasgabe und den operativen Eingriffen und Ihr Einfluss auf das Ergebnis dieser Studie im Einzelnen erörtert.

5.3.1 Regionalanästhesieverfahren

Hinsichtlich der **AWR-Liegedauer** zeigt sich zwischen den beiden RA-Verfahren bei ambulant und stationär behandelten Kindern kein signifikanter Unterschied (Tabelle 12). Für ambulant behandelte Kinder ist in der Kinderanästhesie der Charité Universitätsmedizin Berlin eine Mindestverweildauer im AWR von 120 min als Standard festgeschrieben. Allerdings zeigen auch stationär behandelte Kinder keinen Unterschied in der AWR-Liegedauer in Abhängigkeit des RA-Verfahrens.

Demgegenüber zeigen auch ambulante Kinder mit einer Piritramidgabe gegenüber Kinder ohne zusätzlicher Opioidgabe eine signifikant ($p=0,046$) längere AWR-Liegedauer (Tabelle 16). Die Verweildauer wird dabei nicht nur aufgrund der Schmerzen, sondern aufgrund einer nach einer intravenösen Opioidgabe in der SOP festgeschriebenen Überwachungszeit von 30 Minuten nach Applikation verlängert. Dies erklärt die längere AWR-Liegedauer nach einer Piritramidgabe und verdeutlicht den Vorteil eines erfolgreichen RA-Verfahrens zur perioperativen Analgesie für die effizienten Abläufe im Klinikalltag.

Weksler et al. zeigen eine kürzere AWR-Verweildauer für Kindern mit einem DPWB gegenüber einer KDA. Auch hier mussten die Kinder mindestens 120 min im AWR verbleiben, wobei die Kinder nach einer KDA aufgrund von Motorblockaden und vermehrter Übelkeit signifikant länger im AWR verblieben [66]. Weksler et al. benutzten hierbei ein modifiziertes Verfahren des DPWB, welches eine bessere Erfolgsquote erzielte. Dieser in der vorliegenden Studie ausbleibende Vorteil einer verkürzten AWR-Liegedauer des DPWB könnte durch eine Verbesserung der RA-Technik in den Vordergrund treten. Hierauf wird in Kapitel 5.4.1 „Ansätze zur Verbesserung des Analgesiekonzeptes“ genauer eingegangen.

Hinsichtlich der **Aktivität der Extremitäten** zeigte sich kein Unterschied zwischen den beiden RA-Verfahren (Tabelle 12). Inwieweit bei den Kindern mit einer Aktivität in nur

zwei Extremitäten eine Motorblockade der unteren Extremitäten vorlag, ist retrospektiv nicht ersichtlich.

Während einer Operation haben Kinder mit einer KDA einen signifikant niedrigeren **systolischen Blutdruck**. Wahrscheinlichste Ursache hierfür ist die durch die neuraxiale Blockade hervorgerufene Sympathikolyse. Bezüglich der Piritramidgabe und der VQ ist kein Zusammenhang ersichtlich. Im AWR wurde bei den Kindern der Blutdruck SOP-konform in der Regel nicht gemessen und deshalb hier nicht ausgewertet. Es zeigt sich hier kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen hinsichtlich des **Hautkolorits**, das auf einen niedrigen Blutdruck nach einer KDA hätte schließen lassen könnte.

In Hinblick auf **Übelkeit und Erbrechen** trat zwischen den Gruppen (KDA 3% (2/67), DPWB 7,3% (4/55)) kein signifikanter Unterschied auf (Tabelle 12). Margetts et al. und Gauntlett zeigten im Vergleich der beiden RA-Verfahren ebenfalls keinen signifikanten Unterschied in der Inzidenz von Erbrechen mit 10% (DPWB) und 15% (KDA) [26, 42]. Demgegenüber beschrieben Vater und Wandless einen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Häufigkeit von Erbrechen mit 30% nach einer KDA und 13,0% nach einem DPWB [62]. Die Daten der vorliegenden Studie liegen demnach mit einer geringen Inzidenz im unteren Bereich der publizierten Streubreite.

5.3.2 Piritramidgabe

Nach der Gabe von Piritramid trat mit 16,7% (4/24) häufiger **Übelkeit** auf als bei Kindern ohne Piritramidgabe (3,1% (3/98)) (Tabelle 16). Dieser Zusammenhang wurde in der Regressionsanalyse bestätigt (Kapitel 4.3). Es traten in keinem Fall eine **Atemdepression**, **Dyspnoe** oder ein vermehrter Bedarf an **Sauerstoff** auf. Kinder, die im AWR Piritramid erhielten, hatten bei der Aufnahme in den AWR eine signifikant höhere **HF**, eine längere **AWR-Liegedauer** und sind bei der Aufnahme in den AWR wacher (Tabelle 16, Kapitel 5.3.1).

Diese Daten könnten gut den vor der Piritramidgabe vorangegangenen Schmerzzustand beschreiben. Das Auftreten von Übelkeit ist eine bekannte Nebenwirkung von Opioiden und verdeutlicht den Vorteil einer peripheren Analgesie durch RA-Verfahren.

5.3.3 Lachgasgabe

Kinder mit einem DPWB erhielten während der Operation signifikant ($p=0,020$) häufiger Lachgas als Kinder mit einer KDA (Tabelle 8, Kapitel 4.9). Lachgas ist ein geruchloses Inhalationsanästhetikum mit guter analgetischer, schwacher hypnotischer und fehlender muskelrelaxierender Wirkung. Es wird zur Ergänzung andere Anästhetika aufgrund seiner analgetischen Potenz verwendet. Die hypnotische Wirkung hält bis zum Absetzen und der zügigen Abatmung des Gases an.

Aus den Anästhesieprotokollen ist der Grund einer Lachgasgabe nicht ersichtlich. Es könnte bei Kindern mit einem DPWB durchaus häufiger aufgrund von intraoperativen Schmerzen (Versagen des Verfahrens) angewendet worden sein. Eine intraoperative Piritramidgabe wurde hierbei eventuell durch die Lachgasgabe obsolet und könnte so den nicht vorhandenen statistischen Zusammenhang zur Piritramidgabe erklären. Andererseits ist Lachgas häufig Bestandteil des Atemgasgemisches, das für die Maskeneinleitung (inhalative Einleitung) einer Kindernarkose Verwendung findet, da es erstens aufgrund einer Anosmie die Akzeptanz des unangenehm riechenden volatilen Anästhetikums erhöhen kann, und zweitens infolge des „second gas effect“ zu einer schnelleren Anflutung der Narkosegase führt.

Weiter ist unklar, weshalb Kinder, die intraoperativ Lachgas erhielten, im AWR weniger mäßige Schmerzen hatten, obwohl dieses bis zu diesem Zeitpunkt bereits abgeflutet und die Wirkung nachgelassen haben müsste. Die häufigere Gabe von Lachgas könnte demzufolge unabhängig von einem Schmerzzustand sein.

Die Bedeutung von Lachgas hinsichtlich der Fragestellung dieser Studie bleibt deshalb unklar.

5.3.4 Operative Eingriffe

Alle operativen Eingriffe, die am untersuchten Patientenkollektiv durchgeführt wurden, sollten nach einer erfolgreichen Anwendung des RA-Verfahrens durch dieses analgetisch abgedeckt sein. Angesichts des Ausschlusses ausgedehnter, langer Operationen und von Operationen größer als der Analgesiebereich, kann ein Einfluss des operativen Eingriffes und der Operationszeit auf die VQ ausgeschlossen werden (Abbildung 6, Tabelle 9, Kapitel 4.8).

5.4 Ansätze zur Verbesserung des Analgesiekonzepts

Die Daten bestätigen die initial zur Studie motivierende Beobachtung, dass in der Klinik für Kinderanästhesie, Universitätsmedizin Berlin Campus Virchow-Klinikum, der DPWB eine höhere VQ gegenüber der KDA, als auch im Gegensatz zur KDA eine höhere VQ im Vergleich zur publizierten Studienlage hat. Bei der statistischen Evaluation möglicher Einflussfaktoren konnte hierbei keine eindeutige und überzeugende Erklärung gefunden werden. Eine mögliche Erklärung könnte in der Durchführung des Verfahrens an sich liegen. Bei der Erstellung dieser Arbeit zeigten sich des Weiteren Ansätze zur Optimierung des hier dargestellten anästhesiologischen Ablaufes.

Aus der Literaturrecherche ergaben sich Vorschläge zur Verbesserung der RA des Penis. Diese werden in Kapitel 5.4.1 dargestellt. Das im vorangegangenen Kapitel aufgezeigte Optimierungspotential bei der Durchführung der ED- und Schmerzerhebung im AWR ist in den Kapiteln 5.4.2 und 5.4.3 dargestellt.

5.4.1 Regionalanästhesieverfahren

Aufgrund der großen VQ des DPWB werden, nach einem kurzen Exkurs in die Neuroanatomie zur Darstellung der sensorischen Versorgung des Penis, im folgenden Kapitel verschiedene RA-Techniken zur Analgesie diskutiert. Zusammenfassend wird ein verbesserter Ansatz zur peripheren Penisblockade vorgeschlagen.

Neuroanatomie

Die sensorische Versorgung des Penis erfolgt durch den Nervus pudendus. Er entspringt aus den zweiten bis vierten sakralen Spinalnerven des Plexus sacralis und tritt durch das Foramen ischiadicum minus, um dann durch den Canalis pudendus bis unter die Symphyse zu gelangen. Im Canalis pudendus gehen die Nervi rectales inferiores, Nervi perineales und die Nervi dorsales penis ab.

Die paarig angelegten Nervi dorsales penis laufen entlang des kleinen Beckens in den subpische Raum. Dieser ist in der Mitte durch das Ligamentum suspensorium penis mit der singular angelegten Vena dorsalis penis in zwei Räume geteilt. Im weiteren Verlauf treten die Nervi dorsales penis an der Penisbasis in den gemeinsamen Raum unterhalb

der Faszia profunda (Buck'sche Faszie) und legen sich unmittelbar dorsal und lateral an den Penischaft (Abbildung 4). Die Busck'sche Faszie legt sich eng an die gut durchbluteten Corpora cavernosa. Die Nervi perineales verlassen den Nervus pudendus, bevor seine Endäste als Nervi dorsales penis in den subpubischen Bereich unterhalb die Buck'schen Faszie gelangen (Abbildung 4).

Die Nervi dorsales penis innervieren laut Yucel und Baskin, sowie Yang und Bradley sensorisch den dorsalen Anteil des Penis einschließlich des Präputiums, der Glans penis und (variabel) des Frenulums [70, 71]. Weiter konnten sie zeigen, dass die Nervi perineales neben dem Skrotum ebenfalls zur sensorischen Innervationen im Bereich des Frenulums und des ventralen Penis beitragen. Der Übergang liegt mit geringen individuellen Varianten auf der Höhe des Frenulums. [70, 71].

Die Abbildungen 13 zeigt die sensorische Versorgung der Glans Penis.

Veröffentlichung des hier eingefügten Bildes ist aus rechtlichen Gründen leider nicht möglich.

*Abbildung 13: Sensorische Innervation der Glans Penis nach Yang und Bradley, 1999, Seite 98 [70]
Nn.: Nervi, NDP: Nervi dorsales penis*

Konsequenz der Neuroanatomie für die Regionalanästhesie des Penis

Durch den DPWB mit einer Injektion des LA in den subpubischen Bereich werden die Nervi dorsales penis anästhesiert, während die ventral verlaufenden Endäste der Nervi perineales des Nervus pudendus nicht erreicht werden. Diese Analgesielücke wird von klinischen Beobachtungen unterstützt. Stav et al. beschreiben nach einem DPWB intraoperativ gehäuft Schmerzen am Präputium [55]. Nach einer Zirkumzision kann bei der ersten Miktion ein leichtes Brennen vorkommen [33].

Gauntlett, Serour et al. und Stav et al. berichten, dass für eine optimale Regionalanästhesie bei Zirkumzision eine alleinige Blockade der Nervi dorsales penis unzureichend ist [26, 49, 50, 55]. Sie modifizierten das Verfahren des DPWB mit einer zusätzlichen Punktion an der ventralen Raphe sowie subkutanen Quaddeln beidseits am Penis. Auch Stav et al. untersuchten bei Erwachsenen mit einem DPWB die zusätzliche Injektion von LA entlang der Raphe bis zum Frenulum und zeigten dadurch intraoperativ eine deutliche Schmerzlinderung insbesondere am Präputium [55].

Diese modifizierten Verfahren, als Kombination einer ventralen und dorsalen Leitungsblockade, anästhesieren sowohl die Nervi dorsales penis, als auch die sensorischen Anteile der Nervi perineales des Nervus pudendus. Dies kann die gute Erfolgsquote von nahezu 100% erklären [26, 49, 50, 55, 70, 71].

Alternative Verfahren

Alternative Verfahren zur Schmerzausschaltung am Penis sind der subkutane Ringblock mit subkutanen zirkulären Lokalanästhetikainjektionen ohne Durchstechen der Buck'schen Faszie und die äußerliche lokale Applikation von eutektischer Mischung aus Lokalanästhetika mit Lidocain und Prilocain (EMLA-Creme).

Eine Analgesie mit EMLA-Creme ist zwar bei einem wachen Neugeborenen besser als eine Operation ohne jegliche Anästhesie [44, 58], intra- und postoperativ ist diese Analgesie dem DPWB jedoch weit unterlegen [11, 39].

Der subkutane Ringblock nach Broadman et al. mit zirkulären subkutanen LA-Injektionen an der Penisbasis weist eine bessere Erfolgsquote als ein DPWB auf [10]. Allerdings konnte dies durch Holder, Petrell und Weir nicht bestätigt werden, die eine

deutlich bessere Erfolgsquote mit dem DPWB nach Dalens erzielten [30]. Letztere beschreiben zudem gehäuft Komplikationen nach einem Ringblock durch einen ödematösen Penis und folgenden Schwierigkeiten für den Operateur oder längeren Krankenhausaufenthalt. Allerdings führten sie den Block vor der Operation und nicht wie Broadman et al. postoperativ durch.

Die Durchführung des Ringblocks ist leicht zu lernen, nimmt allerdings doppelt so viel Zeit in Anspruch wie der DPWB [36]. Zudem ist die Ringblockade kürzer wirksam [30].

Vorteile der modifizierten Verfahren nach Gauntlett und Serour et al. sind einerseits das Vermeiden der beim Ringblock üblichen multiplen Injektionen, und andererseits die ausbleibenden Veränderungen des Penis durch subkutane Quaddelbildung [26, 49, 50]. Ein möglicherweise höherer Dyskomfort des Patienten bei der Durchführung des Ringwalls gegenüber dem DPWB darf bei Durchführung in Allgemeinanästhesie, wie bei Kindern üblich, vernachlässigt werden.

Eine singuläre ventrale Injektion am penoskrotalen Übergang zur Analgesie der Nervi perineales, wie von Stav et al. durchgeführt, könnte für die Übersicht im Operationsfeld am kindlichen Penis für den Operateur gegenüber einer Injektion unterhalb des Frenulums bei gleicher Analgesie des Penis von Vorteil sein [55].

Klassische Varianten des DPWB

Die Varianten des DPWB nach Bacon, Soliman und Dalens [6, 19, 53] zeigen zwar untereinander eine ähnliche VQ, jedoch zeigen sich erhebliche Unterschiede in den mit der Punktions-technik vergesellschafteten Risiken.

Bacon und Soliman beschreiben eine singuläre Injektion des LA. Nach Bacon wird mit dem Mittel- und Zeigefinger der Unterrand der Symphyse palpirt, dann median zwischen den Fingern im 90° Winkel mit der Nadel bis zum Knochenkontakt punktiert, um dann knapp unterhalb der Symphyse nach negativer Blutaspiration das LA zu injizieren [6]. Dies birgt aufgrund des Ligamentum suspensorium penis sowohl das Risiko einer Verletzung der Vena dorsalis penis, als auch die einseitige Anästhesieausbreitung.

Um diese Risiken zu umgehen beschreiben Soliman und Tremblay die singuläre Injektion des LA zwischen der Fascia profunda und den Corpora cavernosa an der Penisbasis einen Zentimeter paramedian in einem 30° Winkel in mediokaudaler Richtung [53]. Hier weiter distal ausserhalb des subpubischen Bereiches liegen die beiden Nervi dorsales penis im selben Kompartiment und es ist nur eine Punktion erforderlich. Allerdings besteht hier das Risiko der Verletzung der Corpora cavernosa mit Beeinträchtigung der OP-Bedingungen infolge der daraus eventuell entstehenden Erektion, sowie einer Gangrän der Glans penis als Folge einer Kompression der Arterien [46].

Dalens, Vanneuvielle und Dechelotte sehen die Techniken nach Bacon und Soliman aus folgenden Gründen kritisch [6, 19, 53]. Ihre auch in dieser Studie angewendete Technik (Kapitel 3.5.2.2) mit zwei beidseitigen paramedianen Injektionen in die beiden subpubischen Kompartimente ist sinnvoll, um die Vena dorsalis penis und die Corpora cavernosa vor akzidentellen Verletzungen oder Punktionen, und damit vor versehentlichen intravasalen Injektionen und Hämatomen zu schützen. Die Punktionen sind weit von wichtigen anatomischen Strukturen entfernt.

Schlussfolgerung zum RA-Verfahren des Penis

Zur effektiven Analgesie der Nervi dorsales penis und Nervi perineales scheint die Kombination des DPWB nach Dalens, Vanneuvielle und Dechelotte mit einer subkutaner Quaddel am ventralen penoskrotalen Übergang erfolgversprechend [19].

Dieses modifizierte Verfahren ist zurzeit nicht Gegenstand der offiziellen Handlungsempfehlung zur Regionalanästhesie bei Kindern des „Wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin“ (DGAI) und sollte in prospektiven Studien untersucht werden [40].

5.4.2 Schmerzerhebung

Schmerz ist ein subjektives Phänomen und ist individuell sehr unterschiedlich. Es gibt keinen Schmerz mit vorhersagbarer Stärke bei identischer Operation oder Prozedur. Dabei ist es schwierig die Intensität durch Worte, Zahlen oder lineare Analog-Skalen anderen mitzuteilen [21]. Die Schmerzerfassung ist ein wichtiges Instrument, um das Vorhandensein von Schmerzen „sichtbar“ zu machen und erfordert bei Patienten, die sich nicht artikulieren können, besondere Aufmerksamkeit [45].

Die verbale Eigenbeurteilung von Schmerzen anhand von Gesichterskalen ist ab einem Alter von fünf Jahren möglich [12, 54]. Ab dem 10. Lebensjahr können Analogskalen mit einem Skalenbereich von 0 bis 10 eingesetzt werden [29, 45].

Dabei müssen die bei Kindern angewandten graphischen Hilfsmittel zur Auswahl der Schmerzintensität kritisch betrachtet werden. Ein emotionaler Smiley mit herunter laufenden Tränen kann bei jüngeren Kindern eine hohe Schmerzintensität bedeuten, während ältere Jungen trotz Schmerzen nicht weinen wollen und dementsprechend eher falsch niedrigere Werte angeben. Zudem schätzen sich kranke Kinder selbst ohne Schmerzen selten als glücklich lachend ein, und ein falsch hoher Schmerzscore könnte resultieren. Die von Hicks eingeführte Gesichterskala („Faces Pain Scale“) zeigt eine neutralere Darstellung und ist für die Schmerzerfassung bei Kindern validiert [29].

Die einzige für Kleinkinder (präverbale Altersgruppe) im deutschsprachigen Raum validierte Schmerzskala für die postoperative Phase ist die Kindliche Unbehagens- und Schmerzskala (KUSS) von Büttner. Es erfolgt die Fremdbeobachtung von fünf Faktoren: Weinen oder Stöhnen, Gesichtsausdruck, Rumpfhaltung, Beinhaltung und motorische Unruhe [13, 45]. Differenzierend zwischen Unbehagen und Schmerzen sollten des Weiteren Unbehagen verursachende Faktoren wie Durst, Hunger, eine nasse Windel oder die Trennung von Eltern ausgeschlossen werden.

Schlussfolgerung aus Kapitel 5.2.6 und 5.4.2

Für eine qualitativ gute Schmerzbeurteilung sollte diese mit altersentsprechenden und validierten Skalen erhoben und schriftlich mit der Bedarfsmedikation und auftretenden Nebenwirkungen dokumentiert werden. Erhebungszeitpunkte sollten standardisiert werden, um die im Verlauf mit Ausklingen der Narkose auftretenden Schmerzen und die dann eingeleitete Therapie besser erfassen und beurteilen zu können.

5.4.3 Emergence Delirium

Ein Kind mit einem ED kann sich selbst und das Operationsergebnis gefährden. Spätestens wenn die Gabe von Analgetika bei einem unruhigen und untröstlichen Kind nicht anspricht, sollte differentialdiagnostisch an ein ED gedacht werden.

Der PAED-Scores wurde lediglich bei 15,6% (19/122) der Kinder erhoben und kein Kind mit einem Score ≥ 10 wurde mit einer spezifischen Therapie des ED versorgt. Eine Sensibilisierung des Personals auf die Differentialdiagnose ED gegenüber Schmerz, sowie die Implementierung des PAED-Scores als Routine-Diagnostik im AWR mit Therapierichtlinien (Cut-Off Werten) könnte dies verbessern.

Zur Erleichterung der Diagnose könnte folgendes hilfreich sein: Studien zeigen, dass ein ängstlicher Zustand vor der Narkose, die Abwesenheit der Eltern, sowie ein lebhaftes Temperament des Kindes die Wahrscheinlichkeit für ein unkooperatives Kind im AWR steigern [4, 9]. Dies bestätigen Weldon, Bell und Craddock, sowie Kain, die zeigen, dass ein ED vermehrt bei ängstlichen Kindern während der Narkoseeinleitung oder nach einer schwierigen Maskeneinleitung auftritt [34, 67]. Des Weiteren senkt eine prä- oder postoperative Sedierung mit Midazolam signifikant das Auftreten eines ED nach einer Sevoflurannarkose [35, 37, 67].

Die Kenntnis des präoperativen Verhaltens könnte demnach helfen das erhöhte Risiko eines ED abzuschätzen, und besser zwischen einem ED und einem Schmerzzustand abwägen zu können. Kain et al. entwickelten eine Checkliste zur Erfassung der Compliance und des Stresses des Kindes vor der Narkoseeinleitung. („induction compliance checklist (ICC) [34].)

Ob die auf dem Bogen der präoperativen Visite verordnete orale Prämedikation mit Midazolam präoperativ auf der Station vom Kind verweigert wurde, ist aus den Daten nicht ersichtlich. Folglich wäre eine Dokumentation des Prämedikationserfolges sinnvoll.

Das Wissen über die Prämedikation und die ICC könnten zur differentialdiagnostischen Entscheidungsgrundlage zwischen einem Schmerzzustand und einem ED herangezogen werden.

5.5 Klinischer Ausblick

Ansätze zur Verbesserung des Analgesiekonzeptes beziehungsweise möglicher Überprüfungen im Rahmen von Projekten des Qualitätsmanagements wurden wie folgt ausgearbeitet:

1. Für eine optimierte Analgesie bei operativen Eingriffen am Penis ist der dorsale Peniwurzelblock nach Dalens, kombiniert mit einer zusätzlichen Injektion am ventralen penoskrotalen Übergang zur Anästhesie der das Frenulum mitversorgenden Endäste der Nervi perineales, sinnvoll. Studien hierfür müssen folgen.
2. Bis zur vollständigen Etablierung der analgetischen Nervenblockade sind nach einer Penisblockade mindestens 15 Minuten abzuwarten.
3. Eine Etablierung von standardisierten, validierten und altersentsprechenden Schmerz- und ED-Scorings sowie der Erhebungszeiträume im AWR sollte vorangetrieben werden.
4. Zur Verbesserung der diagnostischen Differenzierung zwischen Schmerz und einem ED könnten die Etablierung der induction compliance checklist (ICC) nach Kain et al. und Dokumente zur systematischen Erfassung anderer Einflussfaktoren eines ED mit herangezogen werden.
5. Im Rahmen des Qualitätsmanagements müssen prospektive Studien die modifizierten Verfahren und den anästhesiologischen Ablauf neu bewerten.
6. Die RA-Verfahren sollten ausführlich dokumentiert werden. Insbesondere Namen und Ausbildungsstand des durchführenden Arztes, angewandte Dosen des Lokalanästhetikums, Anzahl der Versuche, Komplikationen, Anomalien des Os sacrum und Nebenwirkungen im AWR, sowie Zeitpunkt der Durchführung des RA-Verfahrens und des OP-Beginns als Zeitintervall zur sensorischen Etablierung sollten einheitlich schriftlich fixiert werden.

5.6 Limitationen

Gegenüber einer prospektiven, randomisierten Studie mit klar definiertem Studiendesign zeigen retrospektive Beobachtungen stets deutliche Einschränkungen. Die Power der Aussage einer solchen Studie ist in großem Maße von der Qualität der zugrunde liegenden Daten abhängig.

In der **Studienpopulation** zeigten die zwei untersuchten Gruppen (DPWB und KDA) eine große Diskrepanz in Alter, Gewicht, Geschlecht und Operationsgebiet. Obwohl stets das jeweilige RA-Verfahren einzeln mit den Daten der zitierten Studien verglichen wurde, kann ein eventueller Einfluss dieser Variablen auf die Datenlage nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Die **Dokumentation** war für einige Parameter auf den Anästhesiedokumentationsbögen lückenhaft, wodurch die Aussagekraft unserer Daten herabgesetzt wurde. Die Einhaltung der SOPs zu den RA-Verfahren konnte nicht überprüft werden. Oft wurde lediglich die Durchführung des Verfahrens notiert. Es fehlten Angaben zur Dosierung der Lokalanästhetika, Anzahl der Versuche, Komplikationen und Nebenwirkungen, sowie der Zeitpunkt der Durchführung. Bei 72,13% (88/122) war der Ausbildungsstand des Arztes aus den Anästhesieprotokollen nicht ersichtlich.

Der **PAED-Score** wurde bei 84,4% (103/122) der Kinder nicht erfasst und konnte nicht für das gesamte Kollektiv bezüglich des Einflusses auf die VQ der RA-Verfahren ausgewertet werden.

Aufgrund dreier verschiedener Methoden zur **Schmerzbeurteilung** in den verschiedenen Altersklassen konnte oft nur eine deskriptive Beschreibung der dokumentierten Schmerzen erfolgen. Hierbei ist die Fremdbeurteilung der Schmerzintensität durch Fachpflegekräfte auf dem Aufwachraumprotokoll mittels grober Einschätzung (keine – mäßig – stark) hierfür kein validiertes Messverfahren zur Schmerzerhebung.

5.7 Schlussfolgerung

1. Der DPWB zeigte eine deutlich erhöhte VQ gegenüber der bisher veröffentlichten Studienlage, während die VQ der KDA sich gut in den unteren publizierten Bereich einreichte.
2. Der (modifizierte) DPWB nach Dalens und die KDA sollten, sofern die Eltern dem Verfahren zustimmen, unter Berücksichtigung von Indikationen und Kontraindikationen keinem Kind zur intra- und postoperativen Analgesie vorenthalten bleiben.
3. Zum Erfolg des RA-Verfahrens gehört neben einer evidence based Technik ein fundiertes Gesamtkonzept des anästhesiologischen Ablaufes mit der Etablierung von validierten Schmerz- und ED-Scorings und der Einbindung von Fachpflegekräften und Eltern.

6 Zusammenfassung

Hintergrund Der dorsale Peniswurzelblock (DPWB) und die Kaudalanästhesie (KDA) sind in der Kinderanästhesie etablierte Regionalanästhesieverfahren (RA-Verfahren) zur intra- und postoperativen Analgesie mit wenigen Nebenwirkungen. Hierbei zeichnet sich eine erfolgreiche RA dadurch aus, dass der Patient absolut keine Schmerzen empfinden sollte. In der Klinik für Kinderanästhesie, Campus Virchow-Klinikum der Charité Universitätsmedizin Berlin war nach einem DPWB ein vermehrter zusätzlicher Bedarf des Opioids Piritramid auffällig. Die Versagerquote (VQ) wurde untersucht und Ansätze zur Verbesserung des Analgesiekonzeptes erörtert.

Methodik Diese retrospektive Anwendungsbeobachtung wertete 507 archivierte Anästhesieprotokolle aus dem Zeitraum vom 1.1.2006 bis 4.9.2007 aus. Die VQ wurde mittels des zusätzlichen intra- und postoperativen Opioidbedarfes beschrieben. Dabei sollte die Fehlinterpretation eines Emergence Deliriums (ED) als postoperative Schmerzen mit folgender Piritramidgabe anhand von Schmerz- und Delirium-Scores aufgedeckt und in den Berechnungen zur VQ ausgeschlossen werden. Ansätze zur Verbesserung des Analgesiekonzeptes wurden mittels der Ergebnisse und Literaturrecherche ausgearbeitet.

Ergebnisse Die VQ einer KDA liegt mit 7,5% (5/67) im unteren Bereich der bislang publizierten Studienlage von 4-20%. Die VQ des DPWB ist mit 34,5 % (19/55) deutlich über der publizierten Studienlage von 3,7-6,4%. Die Regressionsanalyse zeigt einen signifikanten Zusammenhang der Piritramidgabe ($p=0,002$) zum DPWB und zu mäßigen ($p=0,014$) und starken ($p=0,042$) Schmerzen im Aufwachraum (AWR). Bei lediglich 15,6% (19/122) der Kinder wurde der PAED-Score dokumentiert; von denen erfüllten 26,3% (5/19) die Kriterien für ein ED. Im Vergleich erhielten Kinder mit einem ED zu 60% (3/5) Piritramid, während Kinder ohne ED zu 21,4% (3/14) Piritramid erhielten. Keines der Kinder wurde bezüglich eines ED therapiert.

Diskussion

1. Die Daten bestätigen die Beobachtung, dass die KDA eine gute Erfolgsquote zeigt, während der DPWB im Vergleich zur KDA als auch zur publizierten Studienlage eine höhere VQ hat. Bei der statistischen Evaluation möglicher Einflussfaktoren konnte hierbei keine eindeutige und überzeugende Erklärung gefunden werden. Eine

mögliche Erklärung könnte in der ausgewählten Technik des DPWB an sich liegen. Für eine optimierte Analgesie könnte zur effektiven Analgesie der Nervi dorsales penis und Nervi perineales die Kombination des subpubischen dorsalen Peniswurzelblock nach Dalens mit einer zusätzlichen subkutanen Quaddel am ventralen penoskrotalen Übergang zur Anästhesie der das Frenulum mitversorgenden Nervi perineales erfolgsversprechend sein.

2. Es wurde kein Kind mit einem ED aus den Berechnungen der VQ ausgeschlossen, da nicht auszuschließen war, dass gleichzeitig zum ED ein Versagen des RA-Verfahrens mit Schmerzen vorlag. Die hier vorgelegte Studie spiegelt im Rahmen einer geringen Fallzahl die Tendenz wider, dass Kinder ohne adäquate RA ein erhöhtes Risiko für ein ED entwickeln. Kinder mit einem ED können unter diesen Bedingungen nicht eindeutig von Kindern mit Schmerzen diskriminiert werden. Zur Verbesserung der diagnostischen Differenzierung zwischen Schmerz und einem ED sollten die Etablierung der „induction compliance checklist (ICC)“ nach Kain sowie Dokumente zur systematischen Erfassung anderer Einflussfaktoren eines ED mit herangezogen werden.
3. Es zeigte sich Optimierungspotential in der Schmerz- und ED-Erhebung. Eine Etablierung von standardisierten, validierten und altersentsprechenden Schmerz- und ED-Scorings sowie der Erhebungszeiträume im AWR sollte erwogen werden.
4. Im Rahmen des Qualitätsmanagements sollten prospektive Studien die modifizierten Verfahren und den anästhesiologischen Ablauf neu bewerten.

Schlussfolgerung

Der (modifizierte) DPWB nach Dalens und die KDA sollten, sofern die Eltern dem Verfahren zustimmen, unter Berücksichtigung von Indikationen und Kontraindikationen keinem Kind zur intra- und postoperativen Analgesie vorenthalten werden.

Zum Erfolg des RA-Verfahrens gehört neben einer evidence based Technik ein fundiertes Gesamtkonzept des anästhesiologischen Ablaufes mit validierten Scores und Einbindung der Fachpflegekräfte und Eltern.

7 Anhang

7.1 Literaturverzeichnis

1. ANSERMINO M, BASU R, VANDEBEEK C, MONTGOMERY C
Nonopioid additives to local anaesthetics for caudal blockade in children: a systematic review.
Paediatr Anaesth. 2003 Sep;13(7):561-73
2. AONO J, UEDA W, MAMIYA K, TAKIMOTO E, MANABE M
Greater incidence of delirium during recovery from sevoflurane anesthesia in preschool boys.
Anesthesiology. 1997 Dec;87(6):1298-300
3. AOUAD MT, KANAZI GE, SIDDIK-SAYYID SM, GERGES FJ, RIZK LB, BARAKA AS
Preoperative caudal block prevents emergence agitation in children following sevoflurane anesthesia.
Acta Anaesthesiol Scand. 2005 Mar;49(3):300-4
4. AOUAD MT, NASR VG
Emergence agitation in children: an update.
Curr Opin Anaesthesiol. 2005 Dec;18(6):614-9
5. AOUAD MT, YAZBECK-KARAM VG, NASR VG, EL-KHATIB MF, KANAZI GE, BLEIK JH
A single dose of propofol at the end of surgery for the prevention of emergence agitation in children undergoing strabismus surgery during sevoflurane anesthesia.
Anesthesiology. 2007 Nov;107(5):733-8
6. BACON AK
An alternative block for post circumcision analgesia.
Anaesth Intensive Care. 1977 Feb;5(1):63-4
7. BERDE CB, SETHNA NF
Analgesics for the treatment of pain in children.
N Engl J Med. 2002 Oct 3;347(14):1094-103
8. BERENS R, PONTUS SP, JR.
A complication associated with dorsal penile nerve block.
Reg Anesth. 1990 Nov-Dec;15(6):309-10
9. BONG CL, NG AS

-
- Evaluation of emergence delirium in Asian children using the Pediatric Anesthesia Emergence Delirium Scale.
Paediatr Anaesth. 2009 Jun;19(6):593-600
10. BROADMAN LM, HANNALLAH RS, BELMAN AB, ELDER PT, RUTTIMANN U, EPSTEIN BS
Post-circumcision analgesia--a prospective evaluation of subcutaneous ring block of the penis.
Anesthesiology. 1987 Sep;67(3):399-402
 11. BUTLER-O'HARA M, LEMOINE C, GUILLET R
Analgesia for neonatal circumcision: a randomized controlled trial of EMLA cream versus dorsal penile nerve block.
Pediatrics. 1998 Apr;101(4):E5
 12. BUTTNER W, FINKE W
Analysis of behavioural and physiological parameters for the assessment of postoperative analgesic demand in newborns, infants and young children: a comprehensive report on seven consecutive studies.
Paediatr Anaesth. 2000;10(3):303-18
 13. BUTTNER W, FINKE W, HILLEKE M, RECKERT S, VSIANSKA L, BRAMBRINK A
[Development of an observational scale for assessment of postoperative pain in infants].
Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther. 1998 Jun;33(6):353-61
 14. CLASSEN I
[Dorsal nerve of penis block and modified ilioinguinal nerve block as part of an analgesia concept in children's anesthesia].
Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther. 2006 Mar;41(3):170-3
 15. COLE JW, MURRAY DJ, McALLISTER JD, HIRSHBERG GE
Emergence behaviour in children: defining the incidence of excitement and agitation following anaesthesia.
Paediatr Anaesth. 2002 Jun;12(5):442-7
 16. COOK B, GRUBB DJ, ALDRIDGE LA, DOYLE E
Comparison of the effects of adrenaline, clonidine and ketamine on the duration of caudal analgesia produced by bupivacaine in children.
Br J Anaesth. 1995 Dec;75(6):698-701
 17. CRAVERO J, SURGENOR S, WHALEN K
Emergence agitation in paediatric patients after sevoflurane anaesthesia and no surgery: a comparison with halothane.

-
- Paediatr Anaesth. 2000;10(4):419-24
18. DALENS B, HASNAOUI A
Caudal anesthesia in pediatric surgery: success rate and adverse effects in 750 consecutive patients.
Anesth Analg. 1989 Feb;68(2):83-9
 19. DALENS B, VANNEUVILLE G, DECHELOTTE P
Penile block via the subpubic space in 100 children.
Anesth Analg. 1989 Jul;69(1):41-5
 20. DAVIS PJ, GREENBERG JA, GENDELMAN M, FERTAL K
Recovery characteristics of sevoflurane and halothane in preschool-aged children undergoing bilateral myringotomy and pressure equalization tube insertion.
Anesth Analg. 1999 Jan;88(1):34-8
 21. DIJKERS M
Comparing quantification of pain severity by verbal rating and numeric rating scales.
J Spinal Cord Med.33(3):232-42
 22. ECOFFEY C
Pediatric regional anesthesia - update.
Curr Opin Anaesthesiol. 2007 Jun;20(3):232-5
 23. FONTAINE P, DITTBERNER D, SCHELTEMA KE
The safety of dorsal penile nerve block for neonatal circumcision.
J Fam Pract. 1994 Sep;39(3):243-8
 24. GADIYAR V, GALLAGHER TM, CREAN PM, TAYLOR RH
The effect of a combination of rectal diclofenac and caudal bupivacaine on post-operative analgesia in children.
Anaesthesia. 1995 Sep;50(9):820-2
 25. GALINKIN JL, FAZI LM, CUY RM, et al.
Use of intranasal fentanyl in children undergoing myringotomy and tube placement during halothane and sevoflurane anesthesia.
Anesthesiology. 2000 Dec;93(6):1378-83
 26. GAUNTLETT I
A comparison between local anaesthetic dorsal nerve block and caudal bupivacaine with ketamine for paediatric circumcision.

-
- Paediatr Anaesth. 2003 Jan;13(1):38-42
27. GIAUFRE E, DALENS B, GOMBERT A
Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a one-year prospective survey of the French-Language Society of Pediatric Anesthesiologists. *Anesth Analg*. 1996 Nov;83(5):904-12
 28. GOODENOUGH B, THOMAS W, CHAMPION GD, et al.
Unravelling age effects and sex differences in needle pain: ratings of sensory intensity and unpleasantness of venipuncture pain by children and their parents. *Pain*. 1999 Mar;80(1-2):179-90
 29. HICKS CL, VON BAEYER CL, SPAFFORD PA, VAN KORLAAR I, GOODENOUGH B
The Faces Pain Scale-Revised: toward a common metric in pediatric pain measurement. *Pain*. 2001 Aug;93(2):173-83
 30. HOLDER KJ, PEUTRELL JM, WEIR PM
Regional anaesthesia for circumcision. Subcutaneous ring block of the penis and subpubic penile block compared. *Eur J Anaesthesiol*. 1997 Sep;14(5):495-8
 31. HOLZKI J, KRETZ FJ
Changing aspects of sevoflurane in paediatric anaesthesia: 1975-99. *Paediatr Anaesth*. 1999;9(4):283-6
 32. JOHR M
Postanaesthesia excitation. *Paediatr Anaesth*. 2002 May;12(4):293-5
 33. JÖHR M.
Kinderanästhesie.
7. Auflage, München 2009
 34. KAIN ZN, CALDWELL-ANDREWS AA, MARANETS I, et al.
Preoperative anxiety and emergence delirium and postoperative maladaptive behaviors. *Anesth Analg*. 2004 Dec;99(6):1648-54, table of contents
 35. KULKA PJ, BRESSEM M, WIEBALCK A, TRYBA M
[Prevention of "post-sevoflurane delirium" with midazolam]. *Anaesthesist*. 2001 Jun;50(6):401-5

36. LANDER J, BRADY-FRYER B, METCALFE JB, NAZARALI S, MUTTITT S
Comparison of ring block, dorsal penile nerve block, and topical anesthesia for neonatal circumcision: a randomized controlled trial.
Jama. 1997 Dec 24-31;278(24):2157-62
37. LAPIN SL, AUDEN SM, GOLDSMITH LJ, REYNOLDS AM
Effects of sevoflurane anaesthesia on recovery in children: a comparison with halothane.
Paediatr Anaesth. 1999;9(4):299-304
38. LAUZON CLABO LM
An ethnography of pain assessment and the role of social context on two post-operative units.
J Adv Nurs. 2008 Mar;61(5):531-9
39. LEE JJ, FORRESTER P
EMLA for postoperative analgesia for day case circumcision in children. A comparison with dorsal nerve of penis block.
Anaesthesia. 1992 Dec;47(12):1081-3
40. MADER TH, HORNUNG M, BOOS K, JÖHR M, REICH A, HÖHNE C, BECKE K
Handlungsempfehlungen zur Regionalanästhesie bei Kindern.
Anästh Intensivmed. 2007;48:79-85
41. MANWORREN RC, PAULO CL, POP R
Treating children for acute agitation in the PACU: differentiating pain and emergence delirium.
J Perianesth Nurs. 2004 Jun;19(3):183-93
42. MARGETTS L, CARR A, MCFADYEN G, LAMBERT A
A comparison of caudal bupivacaine and ketamine with penile block for paediatric circumcision.
Eur J Anaesthesiol. 2008 Dec;25(12):1009-13
43. MARTINEZ-TELLERIA A, CANO SERRANO ME, MARTINEZ-TELLERIA MJ, CASTEJON CASADO J
[Analysis of regional anesthetic efficacy in pediatric postop pain].
Cir Pediatr. 1997 Jan;10(1):18-20
44. MOHAN CG, RISUCCI DA, CASIMIR M, GULRAJANI-LACORTE M
Comparison of analgesics in ameliorating the pain of circumcision.

-
- J Perinatol. 1998 Jan-Feb;18(1):13-9
45. RAKOW H FW, MUTZE K, REICH A, REINHOLD P, STRAUß JM
Handlungsempfehlung zur perioperativen Schmerztherapie bei Kindern.
Anästh Intensivmed. 2007;48:99-103
 46. SARA CA, LOWRY CJ
A complication of circumcision and dorsal nerve block of the penis.
Anaesth Intensive Care. 1985 Feb;13(1):79-82
 47. SCHUEPFER G, JOHR M
Generating a learning curve for penile block in neonates, infants and children: an empirical evaluation of technical skills in novice and experienced anaesthetists.
Paediatr Anaesth. 2004 Jul;14(7):574-8
 48. SCHUEPFER G, KONRAD C, SCHMECK J, POORTMANS G, STAFFELBACH B, JOHR M
Generating a learning curve for pediatric caudal epidural blocks: an empirical evaluation of technical skills in novice and experienced anesthetists.
Reg Anesth Pain Med. 2000 Jul-Aug;25(4):385-8
 49. SEROUR F, COHEN A, MANDELBERG A, MORI J, EZRA S
Dorsal penile nerve block in children undergoing circumcision in a day-care surgery.
Can J Anaesth. 1996 Sep;43(9):954-8
 50. SEROUR F, MORI J, BARR J
Optimal regional anesthesia for circumcision.
Anesth Analg. 1994 Jul;79(1):129-31
 51. SIKICH N, LERMAN J
Development and psychometric evaluation of the pediatric anesthesia emergence delirium scale.
Anesthesiology. 2004 May;100(5):1138-45
 52. SOH CR, NG SB, LIM SL
Dorsal penile nerve block.
Paediatr Anaesth. 2003 May;13(4):329-33
 53. SOLIMAN MG, TREMBLAY NA
Nerve block of the penis for postoperative pain relief in children.
Anesth Analg. 1978 Jul-Aug;57(4):495-8

-
54. STANFORD EA, CHAMBERS CT, CRAIG KD
The role of developmental factors in predicting young children's use of a self-report scale for pain.
Pain. 2006 Jan;120(1-2):16-23
 55. STAV A, GUR L, GORELIK U, OVADIA L, ISAAKOVICH B, STERNBERG A
Modification of the penile block.
World J Urol. 1995;13(4):251-3
 56. SUBCOMMITTEE ON MANAGEMENT OF ACUTE OTITIS MEDIA
Diagnosis and management of acute otitis media.
Pediatrics. 2004 May;113(5):1451-65
 57. TADDIO A, KATZ J, ILERSICH AL, KOREN G
Effect of neonatal circumcision on pain response during subsequent routine vaccination.
Lancet. 1997 Mar 1;349(9052):599-603
 58. TADDIO A, STEVENS B, CRAIG K, et al.
Efficacy and safety of lidocaine-prilocaine cream for pain during circumcision.
N Engl J Med. 1997 Apr 24;336(17):1197-201
 59. TREE-TRAKARN T, PIRAYAVARAPORN S
Postoperative pain relief for circumcision in children: comparison among morphine, nerve block, and topical analgesia.
Anesthesiology. 1985 Apr;62(4):519-22
 60. UEZONO S, GOTO T, TERUI K, et al.
Emergence agitation after sevoflurane versus propofol in pediatric patients.
Anesth Analg. 2000 Sep;91(3):563-6
 61. UGURALP S, MUTUS M, KOROGLU A, GURBUZ N, KOLTUKSUZ U, DEMIRCAN M
Regional anesthesia is a good alternative to general anesthesia in pediatric surgery: Experience in 1,554 children.
J Pediatr Surg. 2002 Apr;37(4):610-3
 62. VATER M, WANDLESS J
Caudal or dorsal nerve block? A comparison of two local anaesthetic techniques for postoperative analgesia following day case circumcision.
Acta Anaesthesiol Scand. 1985 Feb;29(2):175-9
 63. VIITANEN H, BAER G, ANNILA P

- Recovery characteristics of sevoflurane or halothane for day-case anaesthesia in children aged 1-3 years.
Acta Anaesthesiol Scand. 2000 Jan;44(1):101-6
64. VRANKEN JH, TROOST D, DE HAAN P, et al.
Severe toxic damage to the rabbit spinal cord after intrathecal administration of preservative-free S(+)-ketamine.
Anesthesiology. 2006 Oct;105(4):813-8
65. WALCO GA, CASSIDY RC, SCHECHTER NL
Pain, hurt, and harm. The ethics of pain control in infants and children.
N Engl J Med. 1994 Aug 25;331(8):541-4
66. WEKSLER N, ATIAS I, KLEIN M, ROSENZTSVEIG V, OVADIA L, GURMAN GM
Is penile block better than caudal epidural block for postcircumcision analgesia?
J Anesth. 2005;19(1):36-9
67. WELDON BC, BELL M, CRADDOCK T
The effect of caudal analgesia on emergence agitation in children after sevoflurane versus halothane anesthesia.
Anesth Analg. 2004 Feb;98(2):321-6, table of contents
68. WELLS LT, RASCH DK
Emergence "delirium" after sevoflurane anesthesia: a paranoid delusion?
Anesth Analg. 1999 Jun;88(6):1308-10
69. WOLF AR, VALLEY RD, FEAR DW, ROY WL, LERMAN J
Bupivacaine for caudal analgesia in infants and children: the optimal effective concentration.
Anesthesiology. 1988 Jul;69(1):102-6
70. YANG CC, BRADLEY WE
Innervation of the human glans penis.
J Urol. 1999 Jan;161(1):97-102
71. YUCEL S, BASKIN LS
Neuroanatomy of the male urethra and perineum.
BJU Int. 2003 Oct;92(6):624-30
72. ZERNIKOW B, HECHLER T
Pain therapy in children and adolescents.
Dtsch Arztebl Int. 2008 Jul;105(28-29):511-22

7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Kaudalblock.....	18
Abbildung 2:	Anatomische Strukturen der Kaudalanästhesie.....	19
Abbildung 3:	Dorsaler Peniswurzelblock.....	20
Abbildung 4:	Anatomische Strukturen des dorsalen Peniswurzelblocks.....	21
Abbildung 5:	Smiley-Analog-Skala.....	23
Abbildung 6:	Studienverlauf zur Konzeption eines vergleichbaren Patientenkollektives und Verfügbarkeit der Schmerz- und Deliriumscores.....	27
Abbildung 7:	Piritramidgabe in Abhängigkeit vom RA-Verfahren.....	30
Abbildung 8:	Piritramidgabezeitpunkt gegenüber den RA-Verfahren.....	31
Abbildung 9:	Variablen der Regressionsanalyse. Zielvariabel: Piritramidgabe.....	32
Abbildung 10:	Schmerzen bei Aufnahme und Verlegung aus dem Aufwachraum Kinder < 5 Jahre.....	34
Abbildung 11:	Schmerzen bei Aufnahme und Verlegung aus dem Aufwachraum Kinder ≥ 5 Jahre.....	35
Abbildung 12:	PAED-Score und die Schmerztherapie der RA-Verfahren.....	44
Abbildung 13:	Sensorische Innervation der Glans Penis nach Yang und Bradley.....	63

7.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Testdosis der Kaudalanästhesie.....	19
Tabelle 2: Lokalanästhetika der Kaudalanästhesie.....	19
Tabelle 3: Injektionsdosis des dorsalen Peniswurzelblock.....	21
Tabelle 4: Schmerzprotokollierung im Aufwachraum.....	23
Tabelle 5: Merkmale des PAED-Scores.....	24
Tabelle 6: Punktvergabe des PAED-Scores.....	24
Tabelle 7: Demographische Daten des Patientenkollektivs.....	28
Tabelle 8: Alter gegenüber der RA-Verfahren bezüglich der Operationszeit und des Narkosegases.....	28
Tabelle 9: Operative Eingriffe bezüglich der RA-Verfahren.....	29
Tabelle 10: Anzahl der Piritramidgaben.....	31
Tabelle 11: Eingeschlossene Variablen der Regressionsanalyse (Piritramidgabe).....	33
Tabelle 12: Merkmale der Kinder mit DPWB- und KDA-Anlage im Vergleich.....	36
Tabelle 13: HF/min im AWR gegenüber den RA-Verfahren.....	37
Tabelle 14: Anzahl der Piritramidgaben gegenüber der Schmerzbeurteilung Kinder < 5 Jahre.....	38
Tabelle 15: Anzahl der Piritramidgaben gegenüber der Schmerzbeurteilung Kinder ≥ 5 Jahre.....	39
Tabelle 16: Charakteristika der Piritramidgabe.....	40
Tabelle 17: Operative Eingriffe mit Piritramidgabe.....	41
Tabelle 18: Ausbildungsstand der das RA-Verfahren ausführenden Ärzte.....	42
Tabelle 19: Piritramidgabe gegenüber dem Ausbildungsstand des Arztes.....	42
Tabelle 20: PAED-Score versus RA-Verfahren und Piritramidgabe.....	45

7.4 Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

7.5 Danksagung

Frau Professor Dr. med. Claudia Spies danke ich für die Überlassung des interessanten Dissertationsthemas und für die inhaltliche und organisatorische Betreuung.

Frau Professor Dr. med. Claudia Philippi-Höhne, Kinderanästhesie Universitätsklinikum Leipzig, danke ich für die Anregungen zum Thema und hilfreichen Antworten.

Frau Dipl. Math. Christine Gericke, Institut für Biometrie und Klinische Epidemiologie Universitätsmedizin Berlin, danke ich für die ausführlichen und konstruktiven Lösungen aller Fragen bezüglich der Statistik dieser Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt Dr. med. Lutz Müller-Lobeck für seine kritischen Fragen, Begeisterungsfähigkeit und konstruktive Unterstützung bei der sehr guten Betreuung dieser Arbeit.

Meiner Familie und Freunden, insbesondere Kathrin, Erik, Isabel und Roland, danke ich für die immerwährende Zuversicht, Neugierde und Nervenstärke.

7.6 Eidesstattliche Erklärung

Ich, Susanne Stegmeier, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: „Vergleich von Kaudalanästhesie und dorsalem Peniswurzelblock hinsichtlich des Opioidbedarfs im Kindesalter“ selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.

Berlin, den 12. November 2012