

Aus der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie

Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar

Direktor: Univ.- Prof. Dr. med. T. Volk

**Regionalanästhesie-Verfahren an
wachen, sedierten und narkotisierten erwachsenen Patienten**

Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

der Medizinischen Fakultät

der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2015

vorgelegt von:

Kathrin Schmitt

geb. am: 02.04.1990 in Völklingen

Meinen Eltern gewidmet

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	VIII
Anlageverzeichnis	IX
Abkürzungen	X
1. Zusammenfassung.....	1
1.1 Zusammenfassung	1
1.2 Summary	3
2. Einleitung	5
2.1 Regionalanästhesie	5
2.1.1 Definition und Grundlagen der Regionalanästhesie	5
2.1.2 Entwicklung der Regionalanästhesie	5
2.2 Regionalanästhesie-Verfahren	6
2.2.1 Periphere Verfahren	7
2.2.2 Rückenmarksnahe Verfahren	7
2.3 Sedierungsmöglichkeiten während der Regionalanästhesie-Anlage	8
2.3.1 Regionalanästhesie am wachen Patienten.....	8
2.3.2 Regionalanästhesie am sedierten Patienten	9
2.3.3 Regionalanästhesie am Patienten in Allgemeinanästhesie	9
2.4 Punktionsbezogene Komplikationen in der Regionalanästhesie.....	10
2.4.1 Systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika.....	10
2.4.2 Pneumothorax	10
2.4.3 Akzidentelle Durapunktion	11
2.4.4 Blutungskomplikationen.....	11
2.4.5 Mehrfachpunktionen	12
2.4.6 Erschwerte Anlage und Verfahrensabbruch	13
2.4.7 Ungeplante Zusatzanalgesie	14

2.4.8	Neurologische Komplikationen	14
2.5	Patientenzufriedenheit	15
2.6	Ziele und Fragestellung	17
3.	Material und Methodik.....	18
3.1	Netzwerk Regionalanästhesie (NRA)	18
3.1.1	Aufbau des NRA.....	18
3.1.2	Ethikantrag	18
3.1.3	Struktur der Datenerhebung	18
3.1.4	Zeitraum der Datenerhebung.....	20
3.2	Plausibilitätsprüfung.....	20
3.2.1	Datenbereinigung	20
3.2.2	Flussdiagramm der Datenselektion	26
3.3	Gruppen.....	27
3.4	Definitionen der punktionsbezogenen Komplikationen	27
3.5	Statistisches Vorgehen	28
3.5.1	Statistische Tests	28
3.5.2	Adjustierungsmodell	29
4.	Ergebnisse	32
4.1	Allgemeine Ergebnisse und demographische Daten	32
4.1.1	Gruppenverteilung des Gesamtkollektivs	32
4.1.2	Möglichkeiten der Sedierung.....	32
4.1.3	Demographische Eigenschaften des Patientenkollektivs	33
4.1.4	Lokalisationen der Regionalanästhesie	34
4.2	Ergebnisse zu punktionsbezogenen Komplikationen.....	37
4.2.1	Systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika.....	37
4.2.2	Pneumothorax	37
4.2.3	Akzidentelle Durapunktion	38
4.2.4	Blutige Aspiration.....	39

4.2.5	Mehrfachpunktion	43
4.2.6	Anatomisch begründeter Verfahrensabbruch	46
4.2.7	Verfahrensabbruch wegen mangelnder Compliance	49
4.2.8	Ungeplante Zusatzanalgesie	50
4.2.9	Postoperative Parästhesie und neuropathischer Schmerz	51
4.3	Ergebnisse zur Patientenzufriedenheit	52
5.	Diskussion.....	54
5.1	Regionalanästhesie bei Kindern	54
5.2	Regionalanästhesie bei Erwachsenen in Allgemeinanästhesie	56
5.3	Diskussion von Material & Methoden.....	59
5.3.1	Studiendesign.....	59
5.3.2	Datenerhebung und -bereinigung	59
5.3.3	Gruppeneinteilung	60
5.3.4	Adjustierungsmodell	60
5.4	Diskussion der Ergebnisse	61
5.4.1	Anteil wacher, sedierter und narkotisierter Patienten	61
5.4.2	Diskussion der punktionsbezogenen Komplikationen.....	63
5.4.3	Diskussion der Patientenzufriedenheit	69
5.5	Limitationen	70
5.6	Ausblick	72
5.7	Beantwortung der Fragestellung.....	73
5.8	Schlussfolgerung	74
6.	Anlagen.....	75
7.	Literaturverzeichnis	101
8.	Veröffentlichungen	108
9.	Danksagung.....	110

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zeitintervalle für Antikoagulation in der Regionalanästhesie.....	12
Tabelle 2: Aufgestellte Regeln zur Analyse des Parameters "Anlage_Freitext"	24
Tabelle 3: Gebrauch von Sedativa in Gruppe II (Sedierter)	33
Tabelle 4: Demographische Daten	34
Tabelle 5: Informationen über Lokalisationen der Regionalanästhesie	35
Tabelle 6: Systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika (LAST).....	37
Tabelle 7: Pneumothorax.....	38
Tabelle 8: Akzidentelle Durapunktion	39
Tabelle 9: Blutige Aspiration bei peripheren Verfahren	41
Tabelle 10: Blutige Aspiration bei rückenmarksnahen Verfahren	42
Tabelle 11: Mehrfachpunktionen bei peripheren Verfahren	44
Tabelle 12: Mehrfachpunktionen bei rückenmarksnahen Verfahren.....	45
Tabelle 13: Anatom. begründeter Verfahrensabbruch bei peripheren Verfahren	48
Tabelle 14: Anatom. begr. Verfahrensabbruch bei rückenmarksnahen Verfahren ...	49
Tabelle 15: Verfahrensabbruch wegen mangelnder Compliance des Patienten	50
Tabelle 16: Ungeplante Zusatzanalgesie	51
Tabelle 17: Postoperative Parästhesie und neuropathischer Schmerz	52
Tabelle 18: Studien zu Regionalanästhesie bei Kindern	55
Tabelle 19: Studien zu Regionalanästhesie bei Erwachsenen	58
Tabelle 20: Anteil wacher, sedierter und narkotisierter Erwachsener	62
Tabelle 21: Studienlage zu Komplikationen in der Regionalanästhesie	68

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flussdiagramm der Datenselektion	26
Abbildung 2: Flussdiagramm des Adjustierungsmodells	31
Abbildung 3: Gruppenverteilung des Gesamtkollektivs	32
Abbildung 4: Gruppenverteilung innerhalb einer Lokalisation.....	36
Abbildung 5: Patientenzufriedenheit bei peripheren Verfahren.....	53
Abbildung 6: Patientenzufriedenheit bei rückenmarksnahen Verfahren	53

Anlageverzeichnis

Anlage 1: Teilnehmende Zentren am NRA	75
Anlage 2: Ethikantrag	76
Anlage 3: Legende zum NRA-Protokoll	77
Anlage 4: Anlage- und Visitenprotokoll (ANDOK ^{live} der Firma DATAPEC)	83
Anlage 5: Schematische Darstellung der Online-Variante der Dokumentation.....	85
Anlage 6: Variablen im Netzwerk Regionalanästhesie	86
Anlage 7: Legende aller bereinigten Variablen	89
Anlage 8: Perzentilenwerte nach Kromeyer-Hauschild.....	96
Anlage 9: CKD-EPI-Formel zur Berechnung der GFR.....	98
Anlage 10: Tabellenübersicht zur Adjustierung der Odds Ratios.....	99

Abkürzungen

adj.	adjustiert
ANOVA	engl. analysis of variance, Varianzanalyse
ASA	American Society of Anesthesiologists
ASS	Acetylsalicylsäure
BDA	Berufsverband Deutscher Anästhesisten
BIS	Bispektraler Index
CI	engl. confidence interval, Konfidenzintervall
CKD-EPI	engl. Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration
CSE	engl. combined spinal-epidural anesthesia, kombinierte Spinal- und Epiduralanästhesie
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin
DSG e.V.	Deutsche Sepsis-Gesellschaft e.V.
engl.	Englisch
et al.	et alumni
GFR	Glomeruläre Filtrationsrate
ID	anonymisierte Patienten-Identifikationsnummer
IDDM	engl. insulin-dependent diabetes mellitus, insulinabhängiger Diabetes mellitus
IE	Internationale Einheit
INR	engl. International Normalized Ratio
ITN	Intubationsnarkose
i.v.	intravenös
i.v. – PCA	engl. intravenous patient controlled analgesia, Patienten-gesteuerte Analgesie
LA	Lokalanästhetikum
LAST	engl. local anesthetic systemic toxicity, systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika
LOR	engl. loss-of-resistance, Widerstandsverlustmethode
MFP	Mehrfachpunktionen
MW	Mittelwert
n	engl. number, Anzahl
n.a.	nicht angegeben

NIDDM	engl. non-insulin-dependent diabetes mellitus, nicht insulinabhängiger Diabetes mellitus
NMFlow	engl. low-dose low-molecular-weight heparin, niedrigdosiertes niedermolekulares Heparin
NMHhigh	engl. high-dose low-molecular-weight heparin, hochdosiertes niedermolekulares Heparin
NRA	Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland
NRS	Numerische Rating-Skala
NSAID	engl. non-steroidal anti-inflammatory drug, nichtsteroidales Antiphlogistikum
OR	Odds Ratio
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
r	Korrelationskoeffizient
RA	Regionalanästhesie
s.c.	subkutan
SD	engl. standard deviation, Standardabweichung
SPSS	engl. Statistical Package for the Social Sciences
UFH	unfraktioniertes Heparin
VAS	Visuelle Analogskala
vs.	versus

1. Zusammenfassung

1.1 Zusammenfassung

Punktionsbezogene Komplikationen und Patientenzufriedenheit bei Regionalanästhesie-Verfahren an wachen, sedierten und narkotisierten erwachsenen Patienten

Hintergrund: Nach dem heutigen Stand der Wissenschaft sind Komplikationen im Bereich der Regionalanästhesie ein Thema mit hoher klinischer Relevanz. Eine relativ neue und unerforschte Methode stellt die Regionalanästhesie bei Erwachsenen in Allgemeinanästhesie dar. Zwecks Mangel an großen Studien zu diesem Thema wird die Regionalanästhesie in Allgemeinanästhesie auf hypothetische Weise mit erhöhten Raten an Komplikationen in Verbindung gebracht. Daher ist es Ziel dieser Studie, Inzidenzen verschiedener punktionsbezogener Komplikationen und die Zufriedenheit von wachen, sedierten und narkotisierten erwachsenen Patienten in der Regionalanästhesie zu vergleichen.

Methoden: Im Zeitraum 2007 bis 2012 wurden Regionalanästhesie-Verfahren im deutschen Netzwerk Regionalanästhesie (NRA) analysiert. 42.654 Patienten >14 Jahren wurden in folgende Gruppen eingeteilt: I. wache Patienten (n=25.004), II. sedierte Patienten (n=15.121) und III. Patienten in Allgemeinanästhesie (n=2.529). Unterschiede zwischen den Gruppen wurden mit ANOVA und Chi-Quadrat überprüft ($p < 0,05$). Odds Ratios (OR: [95% CI]) und ein Adjustierungsmodell für potentielle Störgrößen wurden mit Hilfe logistischer Regression berechnet. Mit einbezogen in die Analysen wurden sowohl periphere als auch rückenmarksnahe Verfahren sowie Katheter- und Single-Shot-Techniken.

Ergebnisse: Weder sedierte noch narkotisierte Patienten hatten ein erhöhtes Risiko für eine systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika, einen Pneumothorax oder eine akzidentelle Durapunktion. Sedierte Patienten zeigten bei peripheren Verfahren geringere Risiken bezüglich Mehrfachpunktionen (adj.OR: 0,78 [0,71-0,85]; $p < 0,001$), anatomisch begründeten Verfahrensabbrüchen (adj.OR: 0,45 [0,22-0,91]; $p = 0,03$), einer ungeplanten Zusatzanalgesie (adj.OR: 0,58 [0,40-0,83]; $p < 0,01$) sowie

bezüglich postoperativer Parästhesien und neuropathischer Schmerzen (adj.OR: 0,35 [0,28-0,45]; $p < 0,001$). Für rückenmarksnahe Verfahren in Allgemeinanästhesie wurde ein erhöhtes Risiko postoperativer Parästhesien und neuropathischer Schmerzen festgestellt (adj.OR: 2,45 [1,19-5,02]; $p = 0,02$). Die Anlage einer Regionalanästhesie am sedierten Patienten steigerte die Zufriedenheit für periphere (wach: 8,0 vs. sediert: 9,2; $p < 0,001$) und rückenmarksnahe (wach: 7,4 vs. sediert: 7,9%; $p = 0,01$) Verfahren. Eine Anlage in Allgemeinanästhesie schien die Patientenzufriedenheit nicht zu steigern, sondern gerade bei rückenmarksnahen Verfahren (wach: 7,4 vs. in Allgemeinanästhesie: 6,5, $p < 0,001$) negativ zu beeinflussen.

Zusammenfassung: Die Sedierung von Patienten scheint für ein sicheres und erfolgreiches Regionalanästhesie-Verfahren von Vorteil zu sein. Die Durchführung eines peripheren Regionalanästhesie-Verfahrens in Allgemeinanästhesie erhöht das Risiko für schwerwiegende punktionsbezogene Komplikationen nicht. Die Durchführung von rückenmarksnahen Regionalanästhesie-Verfahren bei narkotisierten Patienten sollte aufgrund des erhöhten Risikos einer postoperativen Parästhesie und neuropathischer Schmerzen besonderen Situationen und erfahrenen Anästhesisten vorbehalten sein.

1.2 Summary

Puncture-related complications and patients' satisfaction during regional anesthesia performed in awake, sedated or anesthetized adult patients

Background: According to recent research, complications in regional anesthesia are a topic of high clinical relevance. Regional anesthesia in anesthetized patients is still a new and uninvestigated method. Due to lack of major studies, this topic is hypothetically related to higher risks of complications. Therefore, this study was performed to compare the incidences of puncture-related complications and satisfaction in awake, sedated and anesthetized adult patients in regional anesthesia.

Methods: The German Network for Regional Anesthesia database was analyzed between 2007 and 2012. 42,654 patients ≥ 14 years were subdivided into the following groups: I. awake (n=25,004), II. sedated (n=15,121) and III. during general anesthesia (n=2,529). Differences between groups were tested with ANOVA and Chi-Square ($p < 0.05$). Logistic regression was used for Odds ratios (OR: [95% CI]) and for an adjustment model for potential confounders. Analyses included peripheral and neuraxial procedures, continuous catheters and single shots.

Results: Neither sedated, nor anesthetized patients were at higher risk of local anesthetic systemic intoxication, pneumothorax or accidental dural puncture. In peripheral procedures, sedated patients showed decreased risks concerning multiple skin punctures (adj.OR: 0.78 [0.71-0.85]; $p < 0.001$), abandoned block placement due to anatomy (adj.OR: 0.45 [0.22-0.91]; $p = 0.03$), intraoperative method change (adj.OR: 0.58 [0.40-0.83]; $p < 0.01$) as well as postoperative paresthesia and neuropathic pain (adj.OR: 0.35 [0.28-0.45]; $p < 0.001$). Neuraxial procedures revealed an increased risk of postoperative paresthesia and neuropathic pain in anesthetized patients (adj.OR: 2.45 [1.19-5.02]; $p = 0.02$). Regional anesthesia in sedated patients increased satisfaction in both peripheral (awake: 8.0 vs. sedated: 9.2; $p < 0.001$) and neuraxial (awake: 7.4 vs. sedated: 7.9%; $p = 0.01$) procedures. Performing regional anesthesia in anesthetized patients did not enhance patients' satisfaction. It was even decreased in neuraxial procedures (awake: 7.4 vs. anesthetized: 6.5, $p < 0.001$).

Conclusion: Sedation of patients seems to be useful for a safe and successful peripheral block procedure. Performing peripheral blocks after induction of the general anesthesia required for surgery doesn't enhance the risk of major

complications. Performing neuraxial blocks in anesthetized patients should be reserved to special situations and experienced anesthesiologists because of the increased risk of postoperative paresthesia and neuropathic pain.

2. Einleitung

2.1 Regionalanästhesie

Regionalanästhesie-Verfahren sind eine effektive Therapie gegen intra- und postoperative Schmerzen¹. Unter Verwendung von Regionalanästhesie-Verfahren kann nachweislich der Bedarf an systemischen Opioiden zur Behandlung postoperativer Schmerzen gesenkt werden²⁻³. Die Kombination eines postoperativen Rehabilitationsprogrammes mit suffizienter Analgesie und anti-inflammatorischen Medikamenten fördert die postoperative Rekonvaleszenz in hohem Maße⁴. Auf diese Weise trägt die Regionalanästhesie zu einer reduzierten postoperativen Morbidität und Mortalität bei⁵⁻⁸.

2.1.1 Definition und Grundlagen der Regionalanästhesie

Unter Regionalanästhesie versteht man die vorübergehende, lokal umschriebene Unterbrechung der Nervenerregungsleitung durch perineurale oder intravenöse Injektion eines Lokalanästhetikums⁹.

2.1.2 Entwicklung der Regionalanästhesie

Die Anfänge der Regionalanästhesie liegen um 1884 in ersten Versuchen des Ophthalmologen Carl Koller, einen lokalanästhetischen Effekt mit Hilfe von Kokain zu erzielen¹⁰⁻¹¹. Die anfängliche Euphorie über die Neuentdeckung wurde jedoch durch zahlreiche Todesfälle, die in Zusammenhang mit dieser Methode standen, gedämpft¹². Im Jahre 1899 führte August Bier die erste Spinalanästhesie durch¹³. Kurz darauf entwickelten die französischen Ärzte Cathelin und Sicard die Epiduralanästhesie¹⁴. Der Einsatz der Epiduralanästhesie in der Geburtsmedizin trug in den folgenden Jahren maßgeblich zur Senkung der narkoseassoziierten Müttersterblichkeit während der Geburt bei¹⁵. Zur selben Zeit entwickelte August Bier die intravenöse Regionalanästhesie¹⁶. Zu den Begründern der peripheren Regionalanästhesie gehören Hirschel¹⁷ und Kulenkampff¹⁸, die beide unabhängig

voneinander in den Jahren 1911 und 1912 über transkutane Methoden zur N. axillaris- bzw. Plexus brachialis-Anästhesie berichteten. 1912 berichtete Georg Perthes erstmals über eine Methode, periphere Nerven mit Hilfe einer Elektrostimulationselektrode aufzusuchen¹⁹. Einen entscheidenden technischen Fortschritt brachte in den 1940er Jahren eine Entwicklung von Edward Tuohy: die später nach ihm benannte Epiduralkanüle²⁰.

Während Regionalanästhesie-Verfahren anfänglich überwiegend als Single-Shots durchgeführt wurden, hat sich in den letzten Jahrzehnten zunehmend auch die Kathetertechnik etabliert, insbesondere zum Zweck der intra- und postoperativen Schmerztherapie²¹.

Betrachtet man den heutigen Stand der Dinge, ist die Regionalanästhesie im klinischen Alltag unverzichtbar geworden. Eine Umfrage von Meuser et al. ergab, dass im Jahre 2008 98% der deutschen Kliniken rückenmarksnahe Regionalanästhesie zur Linderung des Geburtsschmerzes anboten, wobei in 12,6% - 21,6% der Geburten die Epiduralanästhesie zum Einsatz kam²². Auch in der Orthopädie und Unfallchirurgie sind Regionalanästhesie-Verfahren unabdingbar geworden. In vielen Studien wird der Vorteil der Regionalanästhesie gegenüber einer Allgemeinanästhesie belegt^{5, 7-8, 23-24}. Eine Studie von Bartussek et al. aus dem Jahre 2004 berichtet über eine Anwendungshäufigkeit von Regionalanästhesie-Verfahren in Deutschland von 23%, in der Schweiz von 48%²⁵.

2.2 Regionalanästhesie-Verfahren

In der Regionalanästhesie wird zwischen peripheren, rückenmarksnahen und intravenösen Verfahren unterschieden. Auf die intravenösen Verfahren soll hier nicht näher eingegangen werden, da sie nicht in die vorliegende Studie mit einbezogen wurden.

2.2.1 Periphere Verfahren

Die peripheren Verfahren können weiterhin unterteilt werden in Plexusblockaden und die Blockade einzelner Nerven. Da ein Plexus ein Nervengeflecht aus mehreren Nerven darstellt, geht seine Blockade mit einem größeren anästhesierten Bereich einher als die Blockade einzelner Nerven²⁶.

Häufig durchgeführte Plexusblockaden der oberen Extremität sind die interskalenäre, supraklavikuläre, infraklavikuläre und axilläre Blockade des Plexus brachialis²⁶. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Nn. medianus, radialis und ulnaris einzeln zu anästhesieren bzw. einen gezielten Handblock durchzuführen²⁶.

Plexusblockaden der unteren Extremität umfassen den Psoaskompartimentblock, die inguinale sowie die paravertebrale Blockade des Plexus lumbalis²⁶. Die Nn. femoralis, obturatorius und ischiadicus können als Einzelnervblockaden anästhesiert werden²⁶. Auch ein gezielter Fußblock kann durchgeführt werden²⁶.

Etablierte Verfahren zur Blockadetechnik sind das Auslösen von Parästhesien (veraltete Methode)²⁶, das Aufsuchen anatomischer Orientierungspunkte²⁷⁻²⁸, die Verwendung eines Nervenstimulators²⁹ oder die ultraschallgestützte Regionalanästhesie^{26, 30-32}.

2.2.2 Rückenmarksnahe Verfahren

Rückenmarksnahe oder neuraxiale Verfahren werden unterschieden in Spinalanästhesien, Epiduralanästhesien und kombinierte Spinal-Epidural-Anästhesien (engl. combined spinal-epidural anesthesia, CSE).

Bei spinalen Anästhesien wird das Lokalanästhetikum in den lumbalen Subarachnoidalraum injiziert, wohingegen bei der Epiduralanästhesie das Lokalanästhetikum in den Periduralraum gespritzt wird²⁶. Da bei letzterer Methode - im Gegensatz zur Spinalanästhesie - nicht in den Spinalkanal eingedrungen wird, kann sie prinzipiell in jedem Abschnitt der Wirbelsäule durchgeführt werden²⁶. Es wird unterschieden in thorakale, lumbale und kaudale Periduralanästhesien²⁶.

Das Auffinden des Subarachnoidalraums zur Spinalanästhesie wird über das Abfließen von Liquor über die Punktionskanüle verifiziert²⁶. Beim Auffinden des

Periduralraumes bedient man sich der Widerstandsverlustmethode (engl. loss-of-resistance, LOR)³³ oder der Technik des hängenden Tropfens³⁴.

Während die Ausbreitung der Spinalanästhesie vor allem über Faktoren wie die Barizität des Lokalanästhetikums und die Lagerung des Patienten beeinflusst werden kann³⁵, wird die Ausbreitung der Epiduralanästhesie maßgeblich über Volumen, Konzentration und Dosis des Lokalanästhetikums sowie über den Injektionsort gesteuert³⁶.

Das Verfahren der kombinierten Spinal-Epidural-Anästhesie (CSE) ermöglicht eine schnell eintretende Anästhesie mittels Spinalanästhesie in Verbindung mit einer intra- bzw. postoperativen analgetischen Therapie mittels Periduralkatheter²⁶. Diese Methode kommt insbesondere in der Geburtshilfe und der orthopädischen Chirurgie zum Einsatz³⁷⁻³⁸.

2.3 Sedierungsmöglichkeiten während der Regionalanästhesie-Anlage

Es gibt im Hinblick auf die Sedationstiefe mehrere Möglichkeiten, ein Regionalanästhesie-Verfahren durchzuführen³⁹⁻⁴⁰. Üblicherweise wird die Regionalanästhesie am wachen Patienten durchgeführt⁴⁰. Einige Patienten wünschen jedoch eine Sedierung⁴¹. Zudem wird ein geringer Prozentsatz der Regionalanästhesie-Verfahren bei Erwachsenen in Allgemeinanästhesie durchgeführt^{30, 40}.

2.3.1 Regionalanästhesie am wachen Patienten

Viele Anästhesisten bevorzugen die Regionalanästhesie am wachen Patienten, da dieser unmittelbare Rückmeldung geben kann, sowohl zum Erfolg des Blocks als auch zu auftretenden Komplikationen, wie z.B. einer systemischen Intoxikation mit Lokalanästhetika durch eine intravasale Injektion³⁹. Jedoch wird aufgrund von anhaltenden Schmerzen während der Operation sowie vermehrter Unruhe durch die Kulisse des Operationssaales häufig eine zusätzliche Analgosedierung benötigt⁴².

Aktuelle Studien beziffern den Anteil wacher erwachsener Patienten in der Regionalanästhesie mit 21,9% - 52%^{40, 43-44}.

2.3.2 Regionalanästhesie am sedierten Patienten

Eine Analgosedierung hat neben der zentral dämpfenden Komponente auch einen analgetischen Effekt, was die Durchführung der Regionalanästhesie für den Patienten angenehmer gestaltet. Auf diese Weise trägt eine Sedierung zu mehr Sicherheit bei der Anlage einer Nervenblockade bei, da spontane schmerz- oder schreckbedingte Bewegungen des Patienten verringert werden³⁹. Darüber hinaus steigert eine Sedierung die Zufriedenheit des Patienten mit dem Regionalanästhesieverfahren⁴⁵. Laut einer Umfrage unter britischen Anästhesisten ist die Sedierung bei 82% der Anästhesisten eine anerkannte Methode, um Patienten während eines Regionalanästhesieverfahrens die Angst zu nehmen⁴⁶. Dennoch kann eine Sedierung die Beurteilbarkeit des unmittelbaren Erfolges eines Regionalanästhesieverfahrens einschränken. Laut Literatur wird bei 15% - 56,7% der erwachsenen Patienten die Regionalanästhesie-Anlage unter Analgosedierung durchgeführt^{40, 43-44}.

2.3.3 Regionalanästhesie am Patienten in Allgemeinanästhesie

Die Durchführung einer Nervenblockade in Allgemeinanästhesie ist ein allgemein anerkanntes Verfahren in der pädiatrischen Chirurgie und bei unkooperativen (engl. non-compliance) erwachsenen Patienten⁴⁷. Jedoch nehmen narkotisierte Patienten grundsätzlich weder die äußeren Umstände einer Regionalanästhesie-Anlage noch der darauffolgenden Operation wahr. Jegliche Kommunikation zwischen Anästhesist und Patient ist während einer Allgemeinanästhesie praktisch unmöglich. Somit bleiben die unmittelbar erfragbare Effizienz des Nervenblocks oder Warnhinweise seitens des Patienten in Bezug auf Akutkomplikationen unklar. Aus diesem Grund wird eine Regionalanästhesie-Anlage in Allgemeinanästhesie mit höheren Komplikationsraten in Verbindung gebracht, was jedoch angesichts der aktuellen Studienlage nicht belegt werden kann⁴⁸⁻⁵⁰. Der Anteil der erwachsenen Patienten, die einen Nervenblock in Allgemeinanästhesie erhalten, wird in der Literatur mit 3,2%³⁰ - 43%^{40, 43} beschrieben. In der Pädiatrie hingegen werden bis zu 89% der Regionalanästhesien in Allgemeinanästhesie durchgeführt⁵¹.

2.4 Punktionsbezogene Komplikationen in der Regionalanästhesie

Die Rate an schwerwiegenden Komplikationen durch ein Regionalanästhesieverfahren ist im Allgemeinen niedrig⁵². Dennoch existiert eine Reihe möglicher Komplikationen, die im Folgenden erläutert werden soll. Da sich die hier vorliegende Studie speziell mit dem Thema punktionsbezogene Komplikationen beschäftigt, soll zunächst dieser Begriff näher definiert werden. Unter punktionsbezogenen Komplikationen im Rahmen dieser Studie werden Komplikationen mit unmittelbarem Kausalzusammenhang zur Anlage einer Regionalanästhesie zusammengefasst. Dazu gehören im Einzelnen die systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika (engl. local anesthetic systemic toxicity, LAST), der punktionsbezogene Pneumothorax, die akzidentelle Durapunktion, die blutige Aspiration, Mehrfachpunktionen, der anatomisch begründete Verfahrensabbruch, der Verfahrensabbruch wegen mangelnder Compliance, die ungeplante Zusatzanalgesie sowie postoperative Parästhesien und neuropathische Schmerzen.

2.4.1 Systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika

Die systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika (LAST) wird durch eine versehentliche intravasale Injektion des Lokalanästhetikums verursacht⁵³. Frühe Warnzeichen seitens des Patienten stellen ein metallischer Geschmack sowie akustische und optische Phänomene dar²¹. Eine systemische Reaktion mit Hypotonie, Schock, Krampfanfällen und kardialem Pumpversagen können die Folge sein⁵⁴⁻⁵⁵. Die Behandlung besteht neben der Akutbehandlung eines möglichen Herz-Kreislauf-Stillstandes oder Krampfanfalles aus einem sofortigen Stopp der Lokalanästhetika-Injektion und der Verabreichung einer 20% - igen Lipidemulsion⁵⁶. Die Inzidenz der LAST schwankt je nach Literatur zwischen 0,01% - 0,09%^{40, 55, 57-58}.

2.4.2 Pneumothorax

Zu den Komplikationen, die sich nur auf bestimmte Lokalisationen beziehen, gehört der Pneumothorax bei periklavikulären (infra- und supraklavikulären) Blöcken⁵⁹. Die anatomische Nähe der Punktionsstelle zur Pleura birgt ein relevantes Risiko für einen Pneumothorax²¹. Initiales Husten und später auftretende Atemnot sowie

Brustschmerz können Warnhinweise sein⁶⁰. Die Inzidenz eines punktionsbedingten Pneumothorax ist abhängig von der Technik, der Untersuchungsmethode und der Stichrichtung^{21, 61-62}. Ohne Verwendung einer ultraschallgestützten Punktion wird die Häufigkeit eines klinisch relevanten Pneumothorax mit 6,1% angegeben⁵⁹. Mit Hilfe des Ultraschalls konnte die Inzidenz auf 0,06% gesenkt werden⁵⁹.

2.4.3 Akzidentelle Durapunktion

Eine gefürchtete Komplikation der Epiduralanästhesie stellt die akzidentelle Durapunktion dar⁶³. In der Geburtsmedizin wird die Inzidenz mit 0,17% - 3,6% angegeben^{48, 64-65}. Ein entscheidender Risikofaktor ist hierbei die Punktionstiefe⁶⁵. Studien zeigen, dass mit jedem Zentimeter Punktionstiefe das Risiko für eine Durapunktion um 19% steigt⁶⁵. Symptome der akzidentellen Durapunktion sind Kopfschmerzen, Lichtempfindlichkeit, Nackensteifigkeit, Benommenheit, Übelkeit und gelegentlich optische und auditive Symptome⁶⁵. Eine effektive Therapiemethode stellt die Anwendung eines prophylaktischen Blutpatches dar⁶⁶.

2.4.4 Blutungskomplikationen

Blutungen gehören ebenfalls zu den gefürchteten Komplikationen in der Regionalanästhesie. Dabei beschreibt der Begriff der blutigen Aspiration (engl. bloody tap) die intravasale Lage der Punktionsnadel und somit eine Gefäßpunktion. Konsekutiv kann es zur Ausbildung eines Hämatoms kommen. Als weitreichendste Komplikation eines so entstandenen Hämatoms kann eine Paraplegie als Folge eines epiduralen Hämatoms entstehen⁶⁷. Neben einer Lokalisation der Nerven in der Nähe großer Gefäße wird maßgeblich die perioperative Antikoagulation als prädisponierender Faktor angesehen. Studien berichten über ein erhöhtes Risiko bei der Verwendung niedermolekularer Heparine in engem zeitlichen Zusammenhang mit einem Regionalanästhesie-Verfahren⁶⁸. Es gelten derzeit strenge Vorschriften, was die Dosierung, Dauer und den Zeitpunkt der Anwendung von Antikoagulantien im Hinblick auf die Regionalanästhesie angeht⁶⁹ (Tabelle 1). Aufgrund ihrer anatomischen Nähe zu großen Gefäßen sind Femoralis- und Ischiadicusblöcke mit einem erhöhten Risiko für Blutungskomplikationen behaftet⁷⁰. In der Literatur werden Blutungen mit einer Häufigkeit von 1,8% - 6,0% angegeben^{58, 71-72}.

Blutungskomplikationen scheinen darüber hinaus förderlich zu sein für das Auftreten von Infektionen⁷³ und Nervenschäden¹⁵.

Empfohlene Zeitintervalle für Antikoagulantien vor und nach rückenmarksnaher Regionalanästhesie-Anlage oder -Entfernung		
Antikoagulantien	Zeit vor Regionalanästhesie-Anlage oder -Entfernung	Zeit nach Regionalanästhesie-Anlage oder -Entfernung
Unfraktioniertes Heparin (Prophylaxe, <15.000 IU/d)	4-6h	1h
Unfraktioniertes Heparin (Behandlung)	i.v. 4-6h s.c. 8-12h	1h 1h
Niedermolekulares Heparin (Prophylaxe)	12h	4h
Niedermolekulares Heparin (Behandlung)	24h	4h
Fondaparinux (Prophylaxe; 2,5mg/d)	36-42h	6-12h
Rivaroxaban (Prophylaxe; 10mg täglich)	22-26h	4-6h
Apixaban (Prophylaxe; 2,5mg 2xtäglich)	26-30h	4-6h
Dabigatran (Prophylaxe; 150-220mg)	laut Hersteller kontraindiziert	6h
Kumarine	INR ≤ 1,4	nach Katheter-Entfernung
Hirudine (Lepirudin, Desirudin)	8-10h	2-4h
Argatroban	4h	2h
Acetylsalicylsäure	/	/
Clopidogrel	7d	nach Katheter-Entfernung
Ticlopidin	10d	nach Katheter-Entfernung
Prasugrel	7-10d	6h nach Katheter-Entfernung
Ticagrelor	5d	6h nach Katheter-Entfernung
Cilostazol	42h	5h nach Katheter-Entfernung
NSAIDs	/	/

Tabelle 1: Zeitintervalle für Antikoagulation in der Regionalanästhesie

Quelle: Gogarten et. al, 2010⁶⁹. IE=Internationale Einheit, i.v.=intravenös, s.c.=subkutan, INR= engl. International Normalized Ratio, NSAID= engl. non-steroidal anti-inflammatory drugs)

2.4.5 Mehrfachpunktionen

Mehrfachpunktionen können als Zeichen einer erschwerten Anlage angesehen werden. Prädisponierende Faktoren für die Notwendigkeit von Mehrfachpunktionen

sind neben schlechten anatomischen Verhältnissen und einer Non-Compliance des Patienten auch das Auftreten einer blutigen Aspiration. Studien haben gezeigt, dass etwa 64% - 87% der Spinalanästhesie-Anlagen beim ersten Versuch gelingen⁷⁴⁻⁷⁵. In den restlichen Fällen waren bis zu zehn Punktionen nötig, um die Spinalanästhesie zu platzieren⁷⁴. Je öfter die Haut punktiert werden muss, desto höher sind die Risiken für punktionsbedingte Infektionen und Nervenschäden. So erhöht sich die Infektionsrate von 1,6% bei einmaliger Punktion auf 4,1% bei mehrfachen Punktionsversuchen⁷⁶. Auch im Hinblick auf Nervenschäden scheinen Mehrfachpunktionen prädisponierend zu sein¹⁵.

2.4.6 Erschwerte Anlage und Verfahrensabbruch

Regionalanästhesie stellt insbesondere für unerfahrene Anästhesisten kein triviales Verfahren dar⁷⁴. Die Durchführung verlangt gute anatomische Kenntnisse, Übung und praktische Fertigkeiten⁷⁷⁻⁷⁸. Richtig ausgeführt und unter Berücksichtigung möglicher Kontraindikationen stellt die Regionalanästhesie jedoch eine sichere klinische Methode dar³⁹. Die Gründe für eine erschwerte Anlage einer Regionalanästhesie sind vielfältig. Zum einen stellen unkooperative Patienten und Kinder ein besonders schwieriges Patientenkontingent dar. Aufgrund von Unruhe und Ängstlichkeit, aber auch der verminderten Fähigkeit oder Bereitschaft, Anweisungen des Anästhesisten umzusetzen, ist die Anlage erschwert und wird bei diesen Patienten bevorzugt in Allgemeinanästhesie durchgeführt. Zum anderen können anatomische Gegebenheiten der Patienten die Durchführung erschweren. Hierzu zählen Wirbelsäulenerkrankungen, die es dem Patienten nicht erlauben, den für die rückenmarksnahen Verfahren wichtigen Rundrücken zu machen⁷⁹, sowie Verknöcherungen der Wirbelkörper, die die Punktion zwischen den Dornfortsätzen behindern⁸⁰. Aber auch Bewegungseinschränkungen im Schultergelenk, die eine Abduktion des Armes von ca. 90 - 100° zur Durchführung einer axialen Plexusblockade nicht ermöglichen, können die Anlage behindern. Darüber hinaus gelten eine Adipositas und anatomische Varianten als erschwerende Faktoren für die Anlage einer Regionalanästhesie, da diese das Auffinden wichtiger anatomischer Orientierungspunkte am Patienten beeinträchtigen^{28, 74}. All diese erschwerenden Faktoren können dazu führen, dass die Stichrichtung der Nadel geändert werden muss, um das Lokalanästhetikum an der richtigen Stelle injizieren zu können, oder,

dass gänzlich neu punktiert werden muss. Sind auch diese Versuche frustan, kommt es zum Verfahrensabbruch. Die Literatur berichtet über Abbruchraten von etwa 0,69% - 0,8%^{48, 74}.

2.4.7 Ungeplante Zusatzanalgesie

Ein Primärversagen der Regionalanästhesie kann zum einen die Folge eines technischen Fehlers bei Anlage, zum anderen das Resultat einer ineffektiven Wirkung des Lokalanästhetikums sein. In jedem Fall empfiehlt sich vor Operationsbeginn die kritische Überprüfung der Wirksamkeit sowie des genauen Ausbreitungsgebiets der Regionalanästhesie. Hierbei sollen Anflutungs- und Halbwertszeiten der verwendeten Lokalanästhetika berücksichtigt werden. Tritt der Fall eines Primärversagens ein, so gibt es mehrere Methoden der Zusatzanalgesie. Zum einen kann durch ein erneutes Aufspritzen versucht werden, eine suffiziente Regionalanästhesie herzustellen⁸¹. Bei rückenmarksnahen Verfahren kann man sich mit einem Lagerungswechsel des Patienten behelfen, wodurch das Ausbreitungsgebiet beeinflusst werden kann. Darüber hinaus kann der Operateur durch zusätzliche Infiltration eines Lokalanästhetikums je nach Operationsgebiet einen anästhetischen Effekt erzielen. Sollten diese Methoden nicht den gewünschten Erfolg bringen, kann eine systemische Sedierung oder das intraoperative Umschwenken auf eine Allgemeinanästhesie notwendig sein⁸². Häufigkeiten eines intraoperativen Wechsels auf eine Allgemeinanästhesie werden in der Literatur mit 0,5% - 4,9%⁸³⁻⁸⁴ für rückenmarksnah und mit 0,4% - 2,0%⁸⁵ für periphere Verfahren beschrieben.

2.4.8 Neurologische Komplikationen

Postoperative neurologische Symptome können verschiedene Ursachen haben: Zum einen kann die Operation selbst zu einem Nervenschaden geführt haben, zum anderen können auch Lagerung und Blutsperre meist eine vorübergehende neurologische Symptomatik hervorrufen²¹. In einer Studie von Horlocker et al. bezüglich Nervenschäden bei axillären Plexusblockaden konnten lediglich 11,3% der postoperativen Nervenschäden der Regionalanästhesie zugeordnet werden⁸⁶. Die restlichen 88,7% der Nervenschäden waren durch die Operation selbst bedingt⁸⁶.

Als Risikofaktoren für das Auftreten eines Nervenschadens werden die Benutzung großlumiger Punktionskanülen⁸⁷, das heute umstrittene Auslösen von Parästhesien zum Auffinden des zu blockierenden Nervs und die Reduzierung der nervalen Durchblutung durch direkte vasokonstriktorische Wirkung des Lokalanästhetikums oder Ausüben von Druck durch intraneurale Injektion⁸⁸ angesehen. Die Prognose eines Nervenschadens ist im Allgemeinen gut⁸⁹. Die vollständige Rekonvaleszenz kann jedoch Monate dauern⁸⁹. Bei neurologischen Symptomen, die auf einen Nervenschaden hinweisen können, wird unterschieden zwischen Hyp- und Parästhesien, transient-neurologischen Symptomen, neuropathischen Schmerzen sowie Kraftminderung bis hin zu Lähmungserscheinungen. Aufgrund uneinheitlicher Definitionen und unzureichender Möglichkeiten, die Ursache des Nervenschadens verlässlich auf die Punktion zurückzuführen, sind Angaben zu Inzidenzen von Nervenschäden schwierig⁹⁰. Derzeit wird das Risiko für einen Nervenschaden durch die Regionalanästhesie von Brull et al. auf < 3% für periphere und < 0,04% für rückenmarksnahen Verfahren geschätzt⁵².

2.5 Patientenzufriedenheit

Die Patientenzufriedenheit stellt ein unerlässliches Gütekriterium bezüglich des durchgeführten Regionalanästhesie-Verfahrens dar. Faktoren, die Einfluss nehmen auf den Parameter Zufriedenheit, sind vielfältig und nahezu deckungsgleich mit den Zielen der Regionalanästhesie. Dazu gehören die Auswahl des individuell passenden Regionalanästhesie-Verfahrens für den Patienten, eine ausführliche Aufklärung über die Durchführung und Komplikationen des Verfahrens, die möglichst schmerzlose und komfortable Anlage⁹¹ sowie das Ausbleiben von Komplikationen bei Anlage, Verlauf und Entfernung des Katheters. Auch die intraoperative Betreuung des Patienten durch den Anästhesisten und das Anästhesie-Pflegepersonal trägt maßgeblich zur Zufriedenheit des Patienten bei. Des Weiteren ist es Ziel, dass die Patienten bezüglich intra- und postoperativer Schmerztherapie maximal von der Anlage einer Regionalanästhesie profitieren. Dieser Profit seitens des Patienten spiegelt sich wider in einer schnelleren postoperativen Frühmobilisation⁴, einem

geringeren postoperativen Bedarf an systemischen Opioiden²⁻³ und demzufolge einer schnelleren gastrointestinalen Erholung sowie der Erhaltung der Nieren- und Lungenfunktion durch selteneres Auftreten von postoperativen Pneumonien⁹².

Im Allgemeinen kann eine hohe Zufriedenheit der Patienten mit dem durchgeführten Regionalanästhesie-Verfahren dokumentiert werden⁴⁴. Ein Prozentsatz von über 90% aller Patienten gab in einer Umfrage von Ironfield et al. eine Bereitschaft an, zukünftig wieder ein peripheres Regionalanästhesie-Verfahren durchführen zu lassen⁴⁴. Interessanterweise unterschieden sich in erwähnter Umfrage die Prozentsätze hinsichtlich dieser Bereitschaft, je nachdem ob das Regionalanästhesie-Verfahren im wachen, sedierten oder narkotisierten Zustand durchgeführt wurde⁴⁴. Demnach waren 93% der wachen, 95% der sedierten und 96% der narkotisierten Patienten bereit zu einem erneuten Regionalanästhesie-Verfahren bei künftigen Operationen⁴⁴.

2.6 Ziele und Fragestellung

Nach dem heutigen Stand der Wissenschaft sind Komplikationen im Bereich der Regionalanästhesie ein Thema mit hoher klinischer Relevanz. Es existieren bereits Studien, die sich mit dem Thema Komplikationen bei wachen oder sedierten Patienten beschäftigen. Eine relativ neue und unerforschte Methode stellt die Regionalanästhesie bei Erwachsenen in Allgemeinanästhesie dar. Aus Mangel an großen Studien zu diesem Thema wird die Regionalanästhesie in Allgemeinanästhesie auf hypothetische Weise mit erhöhten Raten an Komplikationen in Verbindung gebracht. Aus diesem Grund wurde die vorliegende Studie entworfen, die sich insbesondere mit dem Thema Regionalanästhesie bei Erwachsenen in Allgemeinanästhesie beschäftigt. Dabei sollen Inzidenzen von punktionsbezogenen Komplikationen und die Patientenzufriedenheit im Rahmen einer deutschlandweiten Multicenter-Studie zwischen wachen, sedierten und narkotisierten erwachsenen Patienten in der Regionalanästhesie verglichen werden. Diesbezüglich soll auf folgende Fragen eingegangen werden:

1. Wie hoch ist derzeit der Anteil an Regionalanästhesie-Verfahren bei Erwachsenen, die wach, sediert oder in Allgemeinanästhesie durchgeführt werden?
2. Haben sedierte Patienten oder Patienten in Allgemeinanästhesie ein höheres Risiko für punktionsbezogene Komplikationen als wache Patienten?
3. Können aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie eventuell Vorteile extrapoliert werden, die sich aus einer Regionalanästhesie-Anlage in Sedierung oder Allgemeinanästhesie ergeben können?
4. Steigert eine Regionalanästhesie-Anlage in Sedierung oder Allgemeinanästhesie die Zufriedenheit der Patienten gegenüber einer Anlage beim wachen Patienten?

3. Material und Methodik

3.1 Netzwerk Regionalanästhesie (NRA)

3.1.1 Aufbau des NRA

Das „*Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland*“ (NRA) wurde im Jahr 2005 als Zusammenarbeit der *Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin* (DGAI) und dem *Berufsverband Deutscher Anästhesisten* (BDA) gegründet⁹³ (siehe auch <https://www.nra-dgai.de/>). Ziel des Netzwerkes ist es, einen Ist-Zustand der Sicherheit von Regionalanästhesieverfahren in Deutschland abzubilden⁹³. Um verlässliche Auskunft über in der Regionalanästhesie selten vorkommende Komplikationsinzidenzen geben zu können, sind hohe Fallzahlen nötig⁹³. Daher beteiligen sich derzeit 25 deutsche Kliniken am NRA (Anlage 1), die im Rahmen der normalen Krankenhausbehandlung und Aktenführung standardisiert und anonym patientenbezogene Daten sowie Anlage-bezogene Details und Visitendokumentation der Katheterverfahren erfassen⁹³. Bisher sind bereits mehrere Studien aus dem „*Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland*“ hervorgegangen^{67, 76, 93-96}.

3.1.2 Ethikantrag

Die Genehmigung für die hier vorliegende Studie wurde von der Ethik-Kommission der Ärztekammer des Saarlandes mit der Kennziffer Ha50/11 erteilt (Anlage 2). Für die Genehmigung war keine schriftliche Zustimmung erforderlich, da die Daten anonym erhoben wurden (Behördlicher Nachweis der Einhaltung des Datenschutzes im Saarland, 02.03.2014).

3.1.3 Struktur der Datenerhebung

Vor Beginn der Datenerhebung durch das Netzwerk Regionalanästhesie wurden in einem mehrstufigen Delphi-Prozess vom Arbeitskreis Regionalanästhesie Inhalte und Richtlinien der Dokumentation erarbeitet, die eine standardisierte Datenerfassung

durch alle teilnehmenden Zentren ermöglichen⁹³ (Anlage 3). Die Datenerfassung erfolgt dabei in den einzelnen Kliniken mittels Anlage- und Visitenbogen (Anlage 4).

Dabei dokumentiert der die Regionalanästhesie durchführende Anästhesist in unmittelbarem zeitlichem Zusammenhang zur Anlage patientenbezogene Details sowie Details zur Indikation und Anlage des Regionalanästhesie- oder Analgesieverfahrens im Anlagebogen⁹³. Der Visitenbogen dient der Erfassung von Informationen zu postoperativ liegenden Schmerzkathetern und i.v.- PCAs aus täglichen Visiten⁹³. Für Single-Shots endet die Dokumentation nach der Durchführung, bei Katheter-Verfahren und i.v.- PCAs mit deren Entfernung. Die Erfassung von Details zum poststationären Verlauf im Sinne einer Nachbeobachtungsdokumentation ist in Planung, zum Zeitpunkt der Datenerhebung jedoch noch nicht umgesetzt⁹³.

Es existieren mehrere Varianten der Dokumentation, zwischen denen die Kliniken wählen können⁹³:

1. Digitale Dokumentation im Sinne einer digitalen Krankenakte. Der Datentransfer zur Datenbank des NRA erfolgt über eine Schnittstelle.
2. Kliniken ohne digitale Dokumentation bekommen eine Kopie der NRA-Datenbank ins klinikinterne Intranet, mit der die anonymisierte Übertragung der Daten in die NRA-Datenbank im Internet möglich ist (Anlage 5).
3. Papiergebundene, maschinenlesbare Dokumentation, wobei die Übertragung in die Netzwerkdatenbank anonymisiert und über Schnittstellen abläuft.

Die Kumulierung und Speicherung aller erfassten Daten erfolgt in der per Internet zugängigen Datenbank, dem „*Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland*“⁹³. Durch die ausschließliche Speicherung anonymisierter Daten erfüllt die Netzwerkdatenbank die Anforderungen der Datensicherheit in hohem Maße⁹³.

Die Analyse aller Daten erfolgt im Universitätsklinikum des Saarlandes als Hauptzentrum der Datenbank.

3.1.4 Zeitraum der Datenerhebung

Für die vorliegende Studie wurden die im „*Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland*“⁹³ erfassten Daten aus dem Zeitraum vom 20.11.2007 bis 29.12.2012 analysiert.

3.2 Plausibilitätsprüfung

3.2.1 Datenbereinigung

Alle Daten aus dem oben genannten Datenerhebungszeitraum wurden zunächst in eine Excel-Tabelle überführt. Als nächster Schritt wurde die Excel-Tabelle in das SPSS-Programm übertragen. Sie enthielt zum Zeitpunkt vor der Datenbereinigung Informationen von 348 Variablen (Anlage 6) zu 218.230 Datensätzen. Die Datentabelle wurde anschließend einer ausführlichen Prüfung auf Plausibilität unterzogen. Hierzu wurden zunächst die Parameter ausgewählt, die für die Fragestellung der hier vorliegenden Studie relevant sind. Eine ausführliche Auflistung der relevanten Parameter findet sich in Anlage 7.

Im Folgenden werden für jede analysierte Variable die Datenbereinigung und Plausibilitätsprüfung beschrieben. „Blanken“ bedeutet hierbei, dass nur ein unplausibler Wert einer Variablen aus der Datentabelle gelöscht wurde. Der Datensatz des betreffenden Patienten bleibt jedoch bestehen. „Löschen“ bedeutet das Entfernen eines kompletten Datensatzes eines Patienten. „Dichotomisieren“ beschreibt den Vorgang, eine Variable entsprechend ihrer zwei Ausprägungen aufzutrennen. Hierbei wird für ein Eintreffen des Ereignisses die Zahl „1“ gewählt. Die Zahl „0“ steht dafür, dass das Ereignis nicht eingetreten ist.

ID: Der Parameter „ID“ steht für die anonymisierte Patienten-Identifikationsnummer. Im Falle eines Fehlens dieser Angabe wurde der komplette Datensatz gelöscht. Anhand der Patienten-ID konnte die Anzahl der Datensätze pro Patient ermittelt werden, da ein Patient aufgrund gegebenenfalls mehrerer postoperativer Visiten mehrfach in der Tabelle vorkam. Durch eine hinzugefügte Zeilenzähler-Variable wurden die Datensätze pro Patient gezählt und in einem weiteren Schritt durch eine

Aggregation zu einem Datensatz pro Patient zusammengefasst. Dies erfolgte unter Berücksichtigung und Angabe der maximalen Anzahl von punktionsbezogenen Komplikationen aller Datensätze eines jeden Patienten.

Wachheitszustand während der Regionalanästhesie-Anlage: Als nächster Schritt wurde die Zielvariable „Pat wach“ bestimmt, die Aussage über den Wachheitszustand des Patienten während der Regionalanästhesie-Anlage trifft. Alle Patienten, bei denen die Angabe zu dieser Variablen fehlte, wurden aus der Tabelle gelöscht. Anschließend wurde die Variable in ihre Ausprägungen (Wach, Seditiert, in Allgemeinanästhesie) aufgetrennt und zwecks Analysierbarkeit dichotomisiert.

Sedierung: Für die Gruppe der sedierten Patienten musste die Substanzklasse des Sedativums dokumentiert werden. Hierbei wurde unterschieden zwischen einer Sedierung durch Opiode, Benzodiazepine, andere Sedativa (Propofol, Ketamin, Clonidin) oder eine entsprechende Kombination aus den genannten Substanzklassen.

Geschlecht: Bei fehlender Angabe zum Geschlecht wurde der Patient aus der Tabelle gelöscht. Anschließend erfolgte die Auftrennung und Dichotomisierung in die Ausprägungen Geschlecht männlich und Geschlecht weiblich.

Geburtsjahr und Anlagedatum: Mit Hilfe dieser beiden Variablen wurde das Alter der Patienten berechnet. Hierzu wurde zunächst für jeden Patienten das Geburtsjahr in das Datumsformat „DD-MM-YYYY“ überführt. Als Tag- (DD) und Monatsangabe (MM) wurde für jeden Patienten der 01.01. des angegebenen Geburtsjahres festgelegt. Anschließend erfolgte die Berechnung des Patientenalters mit der Formel „Alter = Anlagedatum - Geburtsdatum“. Die daraus entstandene Verzerrung des Geburtsdatums mit der maximalen Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 Jahr wurde in Kauf genommen. Bei fehlender Angabe zu Geburtsjahr oder Anlagedatum bzw. einem berechneten „negativen“ Alter, das aus einer falschen Zahlenangabe einer der beiden Variablen resultiert, wurde der Datensatz des Patienten gelöscht. Alle Patienten mit einem Alter < 14 Jahren wurden von den hier durchgeführten Analysen ausgeschlossen.

Größe und Gewicht: Zunächst wurde aus Körpergröße und Gewicht der BMI mit Hilfe der Formel „Gewicht / ((Größe / 100) x (Größe / 100))“ berechnet⁹⁷. Anschließend wurden Körpergröße, -gewicht und BMI anhand von international geltenden

Perzentilenwerten nach Kromeyer-Hauschild⁹⁸ (Anlage 8) im Hinblick auf das Patientenalter bereinigt. Diese Bereinigung erfolgte für beide Geschlechter getrennt. Dabei wurde die 3%-Perzentile von 14-Jährigen nach Kromeyer-Hauschild als untere Grenze angesehen (weibliche Patienten: 149,94 cm, 39,06 kg, 15,65 kg/m²; männliche Patienten: 150,44 cm, 37,57 kg, 15,50 kg/m²). Als obere Grenze wurden empirische Werte festgelegt, die zwar mit dem Leben vereinbar sind, aber höchstwahrscheinlich zu Komorbiditäten führen können (Größe: 220 cm, Gewicht: 250 kg, BMI 70 kg/m²). Alle Angaben zu Körpergröße, Gewicht und BMI, die außerhalb dieses Wertebereichs lagen, wurden geblankt.

Nierenwerte: Zunächst wurden die vorhandenen Angaben zum Kreatinin - teils in µmol/l, teils in mg/dl angegeben - in eine einheitliche Einheit umgerechnet. Die Formel hierzu lautet „1 µmol/l x 0,0113 = mg/dl“. Als nächster Schritt erfolgte die Berechnung der GFR mit Hilfe der CKD-EPI-Formel, die eine geschlechts- und altersadaptierte Berechnung der GFR erlaubt⁹⁹⁻¹⁰⁰ (Anlage 9). GFR-Werte < 1 ml/min oder > 200 ml/min wurden als unphysiologisch eingestuft und aus diesem Grund geblankt.

Antikoagulation: Der Parameter Antikoagulation ist eine berechnete Variable aus allen in der Datentabelle vorhandenen Arten von Antikoagulantien. Dazu wurden für jeden Patienten die „Negativ-Einträge“ („0“, „nein“, „Nein“, kein Eintrag „“) in den Variablen unfraktioniertes Heparin (UFH), niedermolekulares Heparin / low dose (NMLLOW), niedermolekulares Heparin / high dose (NMLHIGH), Aspirin (ASS), Clopidogrel (CLOPI), NSAIDs (NSAIDS), Kumarinderivate (KUMARIN) und keine Antikoagulation (Antikoagulation_keine) gezählt. Damit konnte jeder Patient eine Zahl zwischen 0 - 8 (8= kein Antikoagulans, 0= theoretisch alle Antikoagulantien erhalten) erreichen. Lag die Zahl für einen Patienten < 8 wurde daraus geschlussfolgert, dass der Patient eine Art von Antikoagulans erhalten haben musste.

ASA-Score: Der ASA-Score der „*American Society of Anesthesiologists*“ ist eine international geltende Klassifikation zur Einteilung chirurgischer Patienten anhand ihres präoperativen körperlichen Zustands¹⁰¹. Die Variable wurde entsprechend ihrer Ausprägungen (ASA I, II, III, IV) aufgetrennt und dichotomisiert.

Diabetes mellitus: Der Parameter Diabetes mellitus gibt Auskunft über das Vorliegen eines insulinpflichtigen (IDDM) oder nicht insulinpflichtigen (NIDDM) Diabetes mellitus. Die Variable wurde anhand ihrer Ausprägungen IDDM und NIDDM aufgetrennt und dichotomisiert.

Lokalisation: In der vorliegenden Studie wurde lediglich die Lokalisation des ersten durchgeführten Regionalanästhesie-Verfahrens („Lokalisation 1“) der Datentabelle betrachtet. Bei fehlender Angabe zur Lokalisation wurde der komplette Datensatz gelöscht. Die Lokalisationen axillär, femoral, infraklavikulär, interskalenär, N. ischiadicus, paravertebral, Psoas-Kompartiment, supraklavikulär und sonstige periphere Nerven (N. saphenus, N. suprascapularis, sonstige) wurden zur Variable „peripher“ zusammengefasst. Die Lokalisationen CSE, intrathekal sowie thorakale, lumbale und kaudale Epiduralanästhesien wurden zur Variable „rückenmarksnah“ zusammengefasst. Die Lokalisation „intravenöse patientengesteuerte Analgesie“ (engl. i.v.- PCA) wurde aus der vorliegenden Studie ausgeschlossen, da bei diesem Verfahren ein Opioid intravenös durch eine patientengesteuerte Pumpe verabreicht wird. Bei allen übrigen Lokalisationen beruht das Regionalanästhesie-Verfahren auf einer perineuralen Injektion von Lokalanästhetika. Erhielt ein Patient lediglich eine i.v.- PCA, wurde der komplette Datensatz gelöscht. Erhielt er eine i.v.- PCA in Kombination mit einem weiteren Regionalanästhesie-Verfahren, so wurden die Daten bezüglich der i.v.- PCA lediglich geblanzt.

Katheter / Single-Shot: Die vorliegende Studie betrachtet sowohl Katheterverfahren als auch Single-Shots. Da beide Verfahren aus punktionstechnischer Sicht dieselbe Herangehensweise haben, wurden Katheterverfahren und Single-Shots bezüglich ihrer Anlage nicht getrennt betrachtet.

Ultraschallgestützte Punktion: Die ultraschallgestützte Punktion dient zur Darstellung der Punktionsnadel oder des injizierten Lokalanästhetikums. Es konnten Angaben zur Sichtbarkeit (gut, mittel, schlecht) sowohl der Nadel als auch des Lokalanästhetikums gemacht werden. Aus Gründen der Analysierbarkeit wurde lediglich die Sichtbarkeit der Punktionsnadel betrachtet, unabhängig von der Güte der Sichtbarkeit.

Punktionsbezogene Komplikationen: Bei den Komplikationen LAST, Pneumothorax, Durapunktion, blutige Aspiration, anatomisch begründeter Verfahrensabbruch,

Verfahrensabbruch wegen mangelnder Compliance, ungeplante Zusatzanalgesie, postoperative Parästhesie und neuropathischer Schmerz konnte im Protokoll des Regionalanästhesie-Verfahrens lediglich ein Ereigniseintritt („1“) vermerkt werden. Zur Analysierbarkeit wurden alle Fälle, in denen kein Ereigniseintritt zu den oben genannten Komplikationen dokumentiert wurde, als kein Ereignis gewertet und die Ziffer „0“ eingefügt. Bei Doppelteinträgen bezüglich Verfahrensabbruch und ungeplanter Zusatzanalgesie wurden die Einträge bei ungeplanter Zusatzanalgesie geblenkt. Die Variablen postoperative Parästhesie und neuropathischer Schmerz wurden zusammen betrachtet.

Freitextanalyse: Die Variable „Anlage Freitext“ dient zur Erfassung von Informationen bezüglich der Regionalanästhesie-Anlage, die keinen feststehenden Variablen zugeordnet werden können. Dennoch fiel bei der Datenbereinigung auf, dass diese Variable Angaben zu punktionsbezogenen Komplikationen beinhaltet, die nicht in den entsprechenden Komplikationsvariablen aufgeführt waren. Daher wurden alle 3.350 Patienten, deren Datensatz einen Eintrag in der Freitext-Variablen enthielt, identifiziert sowie jeder dieser Datensätze einzeln auf wichtige Angaben zu Akutkomplikationen untersucht und diese Angaben manuell ergänzt. Die folgende Tabelle weist dabei die Zuordnung verschiedenster Stichwörter aus der Freitext-Variablen zu den entsprechenden Komplikationen auf.

Stichwort in "Anlage Freitext"	Zugeordnete Komplikation
Mehrfachpunktion ≥ 2 Punktionsversuche schwierige Anlage Stichrichtungswechsel Knochenkontakt	Mehrfachpunktion
schwierige Anatomie frustrane Anlage	anatomisch begründeter Verfahrensabbruch
schwierige Compliance	Verfahrensabbruch Compliance
blutige Aspiration	blutige Aspiration
Duraperforation	akzidentelle Duraperforation
metallischer Geschmack	LAST
Wechsel auf ITN Wechsel auf Allgemeinanästhesie	Primärversagen Analgesie

Tabelle 2: Aufgestellte Regeln zur Analyse des Parameters "Anlage Freitext"

Wies der Parameter „Anlage Freitext“ Stichwörter auf, die auf eine komplikationslose Anlage schließen ließen („glatt“, „keine Probleme“, „komplikationslos“, „problemlos“, „unkompliziert“, „unauffällig“), so wurden die Komplikations-Variablen hinsichtlich Negativeinträgen („0“) ergänzt.

Patientenzufriedenheit: Der Parameter Patientenzufriedenheit wurde nach Katheterentfernung bei der Abschlussvisite erfragt und bezieht sich daher ausschließlich auf die Katheterverfahren. Er soll die Gesamtzufriedenheit des Patienten mit dem Regionalanästhesie-Verfahren widerspiegeln und wird mittels einer numerischen Rating-Skala (NRS) von 0 (= geringste Zufriedenheit) bis 10 (= höchste Zufriedenheit) angegeben.

Datenaggregation: Bei mehrfachem Vorkommen eines Patienten in der Datenbank wurden alle Datensätze eines Patienten anhand seiner zugeordneten Identifikationsnummer zu einem Patientenfall aggregiert. Dabei wurde für jeden Patienten die maximale Anzahl an Komplikationen in den endgültigen Patientenfall übernommen. Somit wurde sichergestellt, dass durch den Schritt der Aggregation kein Komplikationsereignis gelöscht wurde.

Erst- und Zweit-Regionalanästhesie: Das Protokoll des Netzwerks Regionalanästhesie bietet die Möglichkeit, bis zu 2 Regionalanästhesie-Anlagen zu dokumentieren. Parameter einer gegebenenfalls durchgeführten zweiten Regionalanästhesie-Anlage wurden auf dieselbe Weise bereinigt, jedoch nicht in die Analysen mit eingeschlossen. Das einzelne Betrachten der beiden Regionalanästhesie-Anlagen wurde nicht als sinnvoll betrachtet, da nur 18% der Patienten einen zweiten Katheter oder Single-Shot erhielten. Dies würde bedeuten, dass die Patientengruppen der zweiten Regionalanästhesie-Anlage für die Analyse zu klein sind, um repräsentative Aussagen zu selten vorkommenden Komplikationen treffen zu können. Ein Zusammenfassen beider Regionalanästhesie-Anlagen wurde ebenfalls als nicht sinnvoll eingestuft, da durch ein Zusammenfassen der Lokalisationen und Komplikationen beider Anlagen im Nachhinein keine verlässlichen Rückschlüsse gezogen werden können, aus welcher Lokalisation die aufgetretene Komplikation resultiert.

3.2.2 Flussdiagramm der Datenselektion

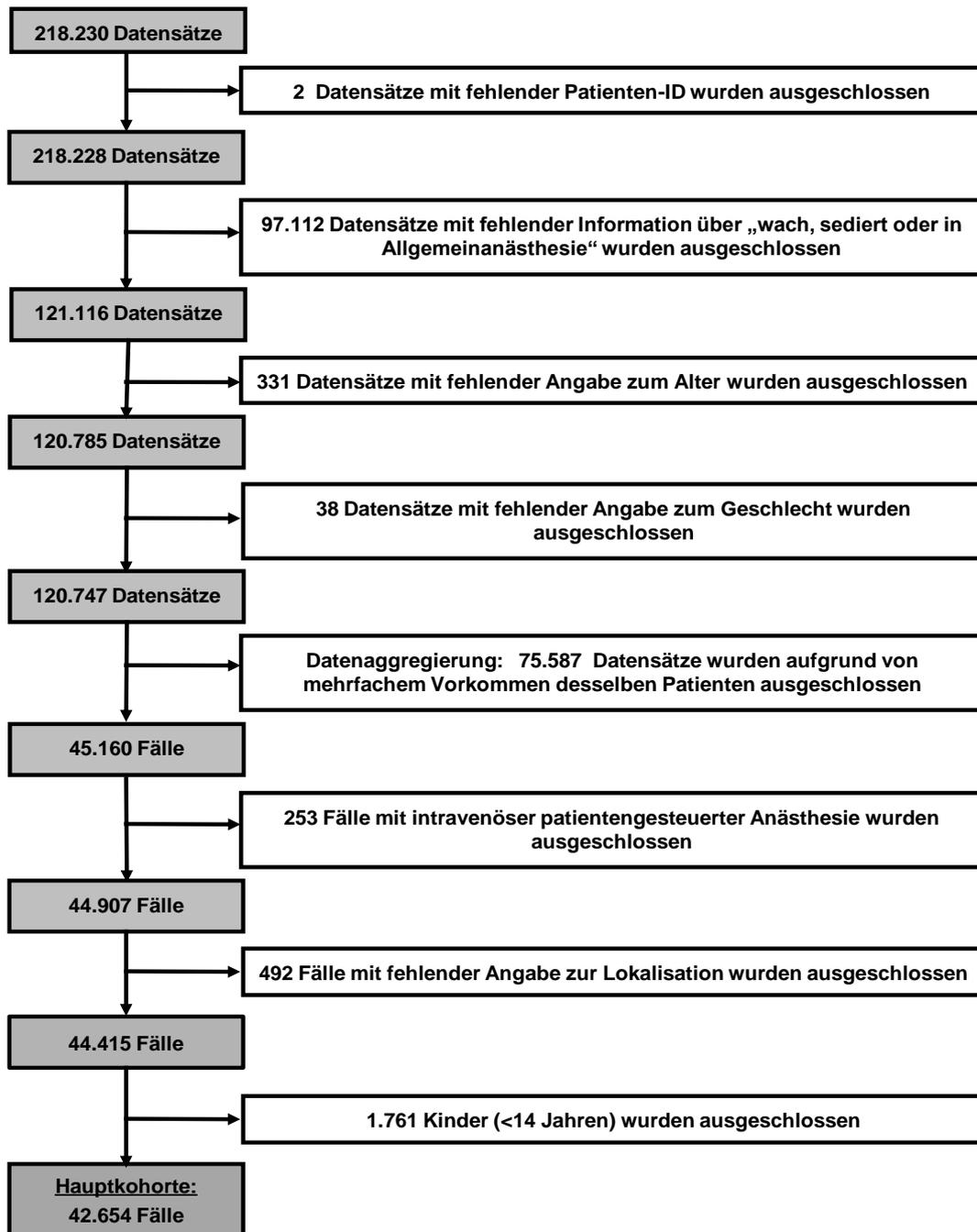


Abbildung 1: Flussdiagramm der Datenselektion

3.3 Gruppen

Nach Abschluss der Plausibilitätsprüfung wurden die verbleibenden 42.654 Patienten mit einem Alter ≥ 14 Jahren in die folgenden Gruppen aufgeteilt:

I. Wach während des Regionalanästhesie-Verfahrens (n=25.004). Diese Gruppe beinhaltet Patienten, bei denen das Regionalanästhesie-Verfahren im wachen Zustand durchgeführt wurde und die vor der Anlage lediglich herkömmliche nicht-narkotisierende Dosen einer Prämedikation erhalten haben.

II. Sedierte während des Regionalanästhesie-Verfahrens (n=15.121). Sedierte Patienten erhielten die Blockprozedur unter intravenöser Gabe eines Sedativums und unter Spontanatmung. Die Substanzklasse des Sedativums musste angegeben werden.

III. In Allgemeinanästhesie während des Regionalanästhesie-Verfahrens (n=2.529). Patienten dieser Gruppe waren zum Zeitpunkt der Anlage narkotisiert und wurden mechanisch beatmet.

3.4 Definitionen der punktionsbezogenen Komplikationen

Wie bereits in der Einleitung beschrieben, beschäftigt sich diese Studie ausschließlich mit dem Thema punktionsbezogene Komplikationen. Daher sollen die einzelnen Komplikationen gemäß der Legende zum Netzwerk Regionalanästhesie (Anlage 3) an dieser Stelle genauer definiert werden:

Die systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika beschreibt das Vorliegen von Intoxikationszeichen nach Injektion des Lokalanästhetikums.

Der Pneumothorax bezieht sich ausschließlich auf einen punktionsbedingten, klinisch relevanten Pneumothorax.

Die akzidentelle Durapunktion beschreibt die nicht beabsichtigte Perforation der Dura mater im Bereich des Spinalkanals.

Die blutige Aspiration beschreibt die Aspiration von Blut via Punktionsnadel oder Katheter; ausgeschlossen sind die epiduralen Hämatome.

Eine Mehrfachpunktion ist definiert als Re-Punktion der Epidermis, nachdem die Punktionsnadel zurückgezogen werden musste. Es zählt dabei jede mehrfache Punktion, die über das Setzen einer Lokalanästhesie auf Hautniveau und die anschließende Punktion hinausgeht.

Der anatomisch begründete Verfahrensabbruch bezieht sich im Rahmen dieser Studie auf den Abbruch eines Regionalanästhesie-Verfahrens aufgrund von unvorteilhaften anatomischen Bedingungen seitens des Patienten. Die zu blockierende Struktur war in diesem Fall nicht auffindbar.

Beim Verfahrensabbruch wegen mangelnder Compliance toleriert der Patient die Anlage nicht bzw. seine Compliance ist nicht ausreichend.

Die ungeplante Zusatzanalgesie beschreibt den intraoperativen Wechsel auf eine Allgemeinanästhesie, nachdem die Wirkung des Regionalanästhesie-Verfahrens als insuffizient eingestuft wurde.

Der Parameter postoperative Parästhesie und neuropathischer Schmerz wird in den postoperativen Visiten dokumentiert und bezieht sich auf entsprechende Symptome entlang des Ausbreitungsgebietes des Regionalanästhesie-Verfahrens.

3.5 Statistisches Vorgehen

3.5.1 Statistische Tests

Die statistische Auswertung der vorliegenden Studie wurde mit dem Programm SPSS Statistics 21™ (IBM, Ehningen, Germany) durchgeführt.

Im Rahmen der deskriptiven Statistik wurden quantitative/stetige Variablen als Mittelwert \pm Standardabweichung beschrieben. Qualitative/kategoriale Variablen wurden, sofern nicht anders angeführt, als Prozentsatz angegeben. Die punktionsbezogenen Komplikationen wurden berichtet als n= Gruppengröße / n=

Anzahl der aufgetretenen Komplikationen / %= Prozentsatz der aufgetretenen Komplikationen an der Gruppengröße.

Der χ^2 - Test wurde benutzt, um Häufigkeiten der qualitativen Variablen zwischen den Gruppen zu vergleichen. Mittelwertunterschiede wurden mit dem t-Test für unabhängige Stichproben ermittelt. In diesem Zusammenhang folgte die Prüfung auf Gleichverteilung der Varianzen mittels Levene-Test. Der Vergleich der quantitativen Parameter erfolgte mittels einfaktorieller ANOVA. Um einen Mehrfachvergleich auszugleichen, wurde anschließend der Post-Hoc-Test inklusive der Korrektur des α -Fehlers nach Bonferroni durchgeführt. In Fällen, in denen Variablen nicht gleichverteilt waren, wurde die nichtparametrische ANOVA (Kruskal-Wallis-Test) angewendet, gefolgt von einer entsprechenden Mehrfachvergleichsmethode (nach Dunn oder Bonferroni).

Für alle statistischen Tests, die zur Datenauswertung genutzt wurden, wurde ein α -Signifikanzniveau (α -Irrtumswahrscheinlichkeit) von $p < 0,05$ als statistisch signifikant festgelegt.

Odds Ratios (OR) wurden mittels binär logistischer Regression berechnet. Mit Hilfe des Odds Ratios (OR) soll das Risiko einer zusätzlichen Sedierung oder Allgemeinanästhesie während eines Regionalanästhesie-Verfahrens als prädisponierender Faktor für das Auftreten von punktionsbezogenen Komplikationen berechnet werden. Das Odds Ratio (OR) für wache Patienten wurde hierzu auf den Wert $OR = 1$ festgelegt. Die Risiken der sedierten und narkotisierten Patienten konnten auf diese Weise mit denen der Gruppe der wachen Patienten verglichen werden. Odds Ratios (OR) wurden mit dem entsprechenden 95% Konfidenzintervall (engl. confidence interval, CI) berichtet (OR: [95% CI]).

3.5.2 Adjustierungsmodell

Die Adjustierung von Ergebnissen dient dazu, eine Verzerrung durch mögliche Einflussvariablen (engl. bias by confounding) zu erkennen und für die entsprechend gekennzeichneten Analysen zu korrigieren. Somit bietet ein Adjustierungsmodell die Möglichkeit statistisch sauberer Gruppenvergleiche. Als statistische Methode wurde hierzu die binär logistische Regression verwendet, mit deren Hilfe die adjustierten

Odds Ratios (adjOR: [95% CI]) berechnet wurden. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden für alle Odds Ratios entsprechende Adjustierungen vorgenommen.

Zunächst wurden alle Variablen empirisch ermittelt, die einen Einfluss auf das Auftreten der betrachteten Komplikationen haben können. Diese wurden im nächsten Schritt auf eine Gleichverteilung zwischen den Patientengruppen „Wach“, „Sediert“ und „in Allgemeinanästhesie“ geprüft. Variablen, die gleichverteilt waren, wurden nicht weiter ins Adjustierungsmodell mit einbezogen, da ihr Einfluss als verschwindend gering bzw. für alle Gruppen gleich angesehen wurde. In einem weiteren Schritt wurde der Einfluss der Adjustierungsvariablen auf die entsprechende Komplikations-Variable überprüft. Variablen ohne Einfluss auf die Komplikation wurden aus dem Adjustierungsmodell ausgeschlossen. Die übrig gebliebenen Variablen wurden auf mögliche Korrelationen untereinander, als auch auf Korrelationen mit den Zielvariablen Wach/Sediert/in Allgemeinanästhesie oder den Komplikationen geprüft. Als Grenzwert wurde ein Korrelationskoeffizient von $r > 0,3$ festgelegt. Alle Variablen, die eine Korrelation $r > 0,3$ aufwiesen, wurden aus dem Adjustierungsmodell ausgeschlossen, wobei die Variablen mit den meisten Korrelationen zuerst entfernt wurden. Außerdem wurden schlecht dokumentierte Variablen nicht in die Adjustierung mit einbezogen. Somit blieben folgende Variablen übrig, die in das Adjustierungsmodell eingeschlossen wurden: Geschlecht, Alter, Diabetes mellitus, Antikoagulation, keine ultraschallgestützte Punktion, blutige Aspiration, Mehrfachpunktion und anatomisch begründeter Verfahrensabbruch.

Die Güte der Modellanpassung (engl. goodness of fit) wurde für jede berechnete Adjustierung mit dem Hosmer-Lemeshow-Test eingeschätzt.

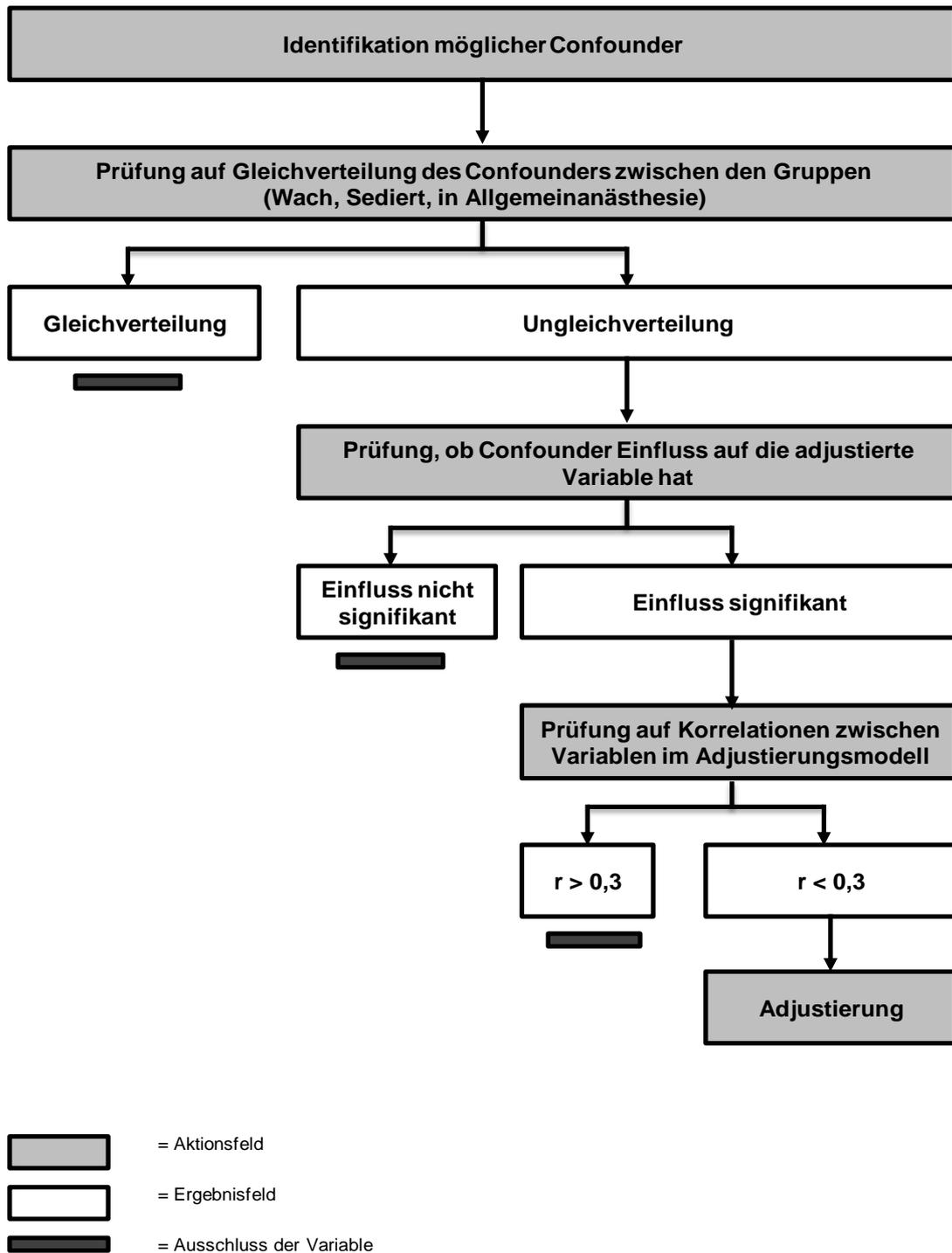


Abbildung 2: Flussdiagramm des Adjustierungsmodells

r=Korrelationskoeffizient

4. Ergebnisse

4.1 Allgemeine Ergebnisse und demographische Daten

4.1.1 Gruppenverteilung des Gesamtkollektivs

Abbildung 3 zeigt die Verteilung des Gesamtkollektivs auf die drei Patientengruppen. Von den 42.654 Patienten des Gesamtkollektivs waren 25.004 Patienten (58,6%) zum Zeitpunkt der Regionalanästhesie-Anlage wach, 15.121 Patienten (35,5%) sediert und 2.529 Patienten (5,9%) in Allgemeinanästhesie.

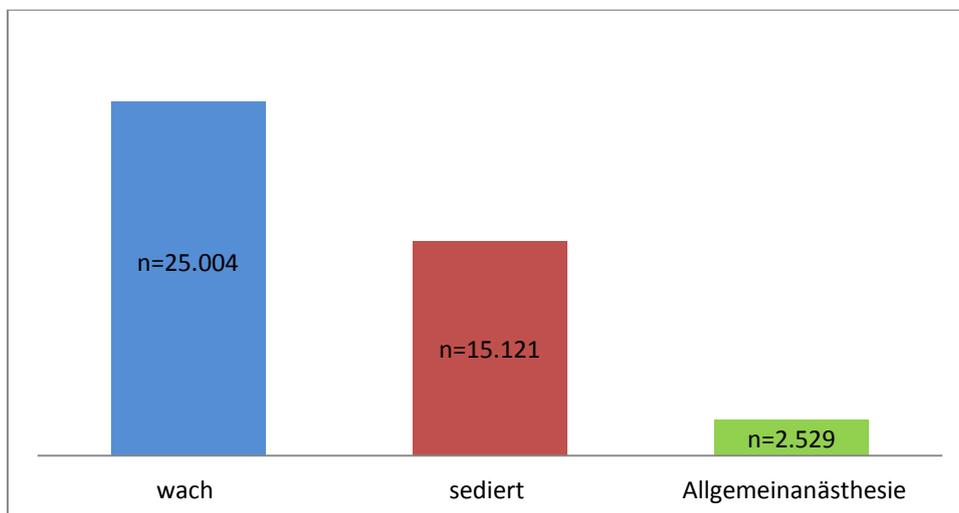


Abbildung 3: Gruppenverteilung des Gesamtkollektivs

n = Patientenzahl

4.1.2 Möglichkeiten der Sedierung

Tabelle 3 zeigt die verschiedenen Arten der Sedierung, die im Rahmen dieser Studie in der Gruppe der sedierten Patienten verwendet wurden. Es zeigte sich, dass >90% der Patienten entweder mit einem Opioid, einem Benzodiazepin oder einer Kombination der beiden Sedativklassen sediert wurden.

Substanzklasse Sedativum	sedierte Patienten (n Patienten / % Patienten)
Opioid	6.694/44,3%
Opioid + Benzodiazepin	3.981/26,3%
Opioid + Andere	288/1,9%
Benzodiazepin	3.224/21,3%
Benzodiazepin + Andere	46/0,3%
Andere	494/3,3%
Opioid + Benzodiazepin + Andere	394/2,6%
Summe	15.121/100,0%

Tabelle 3: Gebrauch von Sedativa in Gruppe II (Sedierte)

Andere: Propofol, Clonidin, Ketamin

4.1.3 Demographische Eigenschaften des Patientenkollektivs

Tabelle 4 zeigt allgemeine Informationen über demographische Eigenschaften der Patienten, aufgetrennt für wache, sedierte und narkotisierte Patienten. Dabei zeigte sich eine ungleiche Geschlechterverteilung, wobei ein prozentual höherer Anteil an Frauen in allen Gruppen zu konstatieren war. Hinsichtlich des Patientenalters sowie der Körpergröße, des Körpergewichts und des daraus errechneten BMI zeigten sich vergleichbare Werte. Bezüglich des ASA-Status konnten statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. Zwar konnten für alle drei Patientengruppen > 50% der Patienten ASA-Gruppe II zugeordnet werden. Vergleich man jedoch die Verteilung der wachen Patienten auf die ASA-Gruppen I bis IV mit denen der übrigen Patientengruppen, zeigte sich in der Gruppe der Seditierten eine Tendenz zu mehr Patienten in ASA-Gruppe III. In der Gruppe der Patienten in Allgemeinanästhesie gab es eine Tendenz zu anteilmäßig mehr Patienten in ASA-Gruppe I. Die glomeruläre Filtrationsrate (GFR) als Korrelat der Nierenfunktion zeigte sich in allen Patientengruppen normwertig bei ca. ≥ 90 ml/min. Im Hinblick auf Diabetes mellitus zeigte sich eine Gleichverteilung zwischen den drei Patientengruppen. Der Anteil an Patienten mit Antikoagulation unterschied sich signifikant zwischen den Gruppen. Der höchste Anteil an antikoagulierten Patienten konnte mit 52,1% in der Gruppe der Patienten in Allgemeinanästhesie ermittelt werden. Vergleich man den Gebrauch von Ultraschall zwischen den Gruppen, so

zeigten die vorliegenden Daten die höchste Rate an ultraschallgestützten Punktionen bei sedierten Patienten mit 41,8%.

Demographische Daten						
	wach	sediert	Allgemein- anästhesie	p-Wert	p-Wert	
	(n=25.004)	(n=15.121)	(n=2.529)	wach versus sediert	wach versus Allgemein- anästhesie	
<i>männliches Geschlecht [%]</i>	10.340 (41,4)	7.052 (46,6)	1.159 (45,8)	<0,001	<0,001	
<i>Alter [a]</i>	54 ±19	57 ±18	55 ±20	0,01	0,68	
<i>Körpergröße [cm]</i>	170 ±9	170 ±9	170 ±10	0,08	1,00	
<i>Körpergewicht [kg]</i>	80 ±19	80 ±18	79 ±18	0,37	0,04	
<i>BMI [kg/m²]</i>	27,6 ±5,5	27,7 ±5,5	27,3 ±5,9	0,09	0,31	
<i>ASA I [%]</i>	3.161 (12,6)	1.974 (13,1)	594 (23,5)	0,23	<0,001	
<i>ASA II [%]</i>	14.834 (59,4)	7.703 (50,9)	1.363 (53,9)	<0,001	<0,001	
<i>ASA III [%]</i>	6.735 (26,9)	5.329 (35,2)	542 (21,4)	<0,001	<0,001	
<i>ASA IV [%]</i>	274 (1,1)	115 (0,8)	30 (1,2)	0,001	0,68	
<i>GFR [ml/min]</i>	91 ±33	89 ±29	106 ±33	<0,001	<0,001	
<i>Diabetes mellitus [%]</i>	2.973 (12,0)	1.889 (12,5)	324 (12,9)	0,11	0,18	
<i>Antikoagulation [%]</i>	8.418 (33,7)	5.946 (39,3)	1.318 (52,1)	<0,001	<0,001	
<i>ultraschallgestützte Punktion [%]</i> <i>(bezogen auf periphere Verfahren)</i>	2.596 (35,9)	4.970 (41,8)	516 (23,2)	<0,001	<0,001	

Tabelle 4: Demographische Daten

Kategoriale Variablen werden berichtet als Absolutzahl n (%), stetige Variablen werden berichtet als MW (Mittelwert) ± SD (Standardabweichung); BMI (Body-Mass-Index), ASA (American Society of Anesthesiologists), GFR (Glomeruläre Filtrationsrate) berechnet nach CKD-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration), Diabetes mellitus= IDDM oder NIDDM, ultraschallgestützte Punktion bezieht sich lediglich auf periphere Verfahren; p-Werte <0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen.

4.1.4 Lokalisationen der Regionalanästhesie

Das Verhältnis zwischen peripheren (21.338, 50,02%) und zentralen Verfahren (21.316, 49,98%) ist ausgeglichen. Betrachtet man die zahlenmäßige Verteilung der peripheren Lokalisationen, so stellten die interskalenären Verfahren im Bereich obere

Extremität sowie Femoralis-, Ischiadicus- und Psoas-Kompartiment-Blockade im Bereich untere Extremität die größten Fraktionen dar. Bei den rückenmarksnahen Verfahren stellten thorakale und lumbale Epiduralanästhesien den größten Anteil (Tabelle 5).

Lokalisationen der Regionalanästhesie					
	wach (n=25.004)	sediert (n=15.121)	Allgemein- anästhesie (n=2.529)	p-Wert wach versus sediert	p-Wert wach versus Allgemein- anästhesie
<u>periphere Verfahren [%]</u>	<u>7.226 (28,9)</u>	<u>11.889 (78,6)</u>	<u>2.223 (87,9)</u>	<0,001	<0,001
interskalenär [%]	1.658 (6,6)	2.565 (17,0)	333 (13,2)	<0,001	<0,001
infraklavikulär [%]	590 (2,4)	380 (2,5)	206 (8,1)	0,33	<0,001
axillär [%]	205 (0,8)	227 (1,5)	13 (0,5)	<0,001	0,05
supraklavikulär [%]	70 (0,3)	85 (0,6)	17 (0,7)	<0,001	0,02
femoral [%]	2.292 (9,2)	2.967 (19,6)	1.000 (39,5)	<0,001	<0,001
N. ischiadicus [%]	1.259 (5,0)	2.650 (17,5)	435 (17,3)	<0,001	<0,001
Psoas-Kompartiment [%]	1.064 (4,2)	2.954 (19,5)	49 (1,9)	<0,001	<0,001
paravertebral [%]	14 (0,1)	4 (0,0)	153 (6,0)	0,14	<0,001
andere periphere Blöcke [%]	74 (0,3)	57 (0,4)	17 (0,7)	0,18	0,02
<u>rückenmarksnahе Verfahren [%]</u>	<u>17.778 (71,1)</u>	<u>3.232 (21,4)</u>	<u>306 (12,1)</u>	<0,001	<0,001
thorakal epidural [%]	8.034 (32,1)	1.894 (12,5)	145 (5,7)	<0,001	<0,001
lumbal epidural [%]	5.736 (22,8)	607 (4,0)	146 (5,8)	<0,001	<0,001
CSE [%]	2.343 (9,4)	405 (2,7)	2 (0,1)	<0,001	<0,001
intrathekal [%]	1.632 (6,5)	311 (2,1)	3 (0,1)	<0,001	<0,001
kaudal epidural [%]	33 (0,1)	15 (0,1)	10 (0,4)	0,36	0,04

Tabelle 5: Informationen über Lokalisationen der Regionalanästhesie

Angabe in n (%): n = Patientenzahl, % = Anteil innerhalb der zugehörigen Patientengruppe; andere periphere Blöcke= N. saphenus, N. supraskapularis, sonstige; CSE (kombinierte Spinal-Epidural-Anästhesie); p-Werte <0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen.

Die nachfolgende Abbildung 4 zeigt die prozentuale Verteilung wacher, sedierter und narkotisierter Patienten innerhalb einer Lokalisation. Es wird deutlich, dass der größte Anteil peripherer Blöcke an sedierten Patienten (55,7%) durchgeführt wurde, gefolgt von wachen (33,9%) und narkotisierten Patienten (10,4%). Dieser

Verteilungstrend setzte sich auch bei den meisten einzelnen peripheren Lokalisationen fort. Dennoch fiel auf, dass bei axillären Blöcken (2,9%) und Verfahren im Psoas-Kompartiment (1,2%) verhältnismäßig weniger Blöcke an Patienten in Allgemeinanästhesie durchgeführt wurden. Interessanterweise stellten die paravertebralen Verfahren einen Ausreißer dar: 89,5% der Verfahren wurden in Allgemeinanästhesie, lediglich 8,2% an wachen und 2,3% an sedierten Patienten ausgeführt.

Rückenmarksnahe Verfahren hingegen wurden größtenteils an wachen Patienten (83,4%) angelegt. 15,2% der Patienten waren zum Zeitpunkt der rückenmarksnahen Regionalanästhesie-Anlage sediert. Nur 1,4% der Patienten standen unter Allgemeinanästhesie. Die verhältnismäßig wenigsten Verfahren in Allgemeinanästhesie gab es bei den intrathekalen (0,2%) und kombiniert spinal-epiduralen (0,1%) Verfahren (CSE). Die meisten rückenmarksnahen Verfahren in Allgemeinanästhesie wurden bei den kaudalen Epiduralanästhesien (17,2%) durchgeführt.

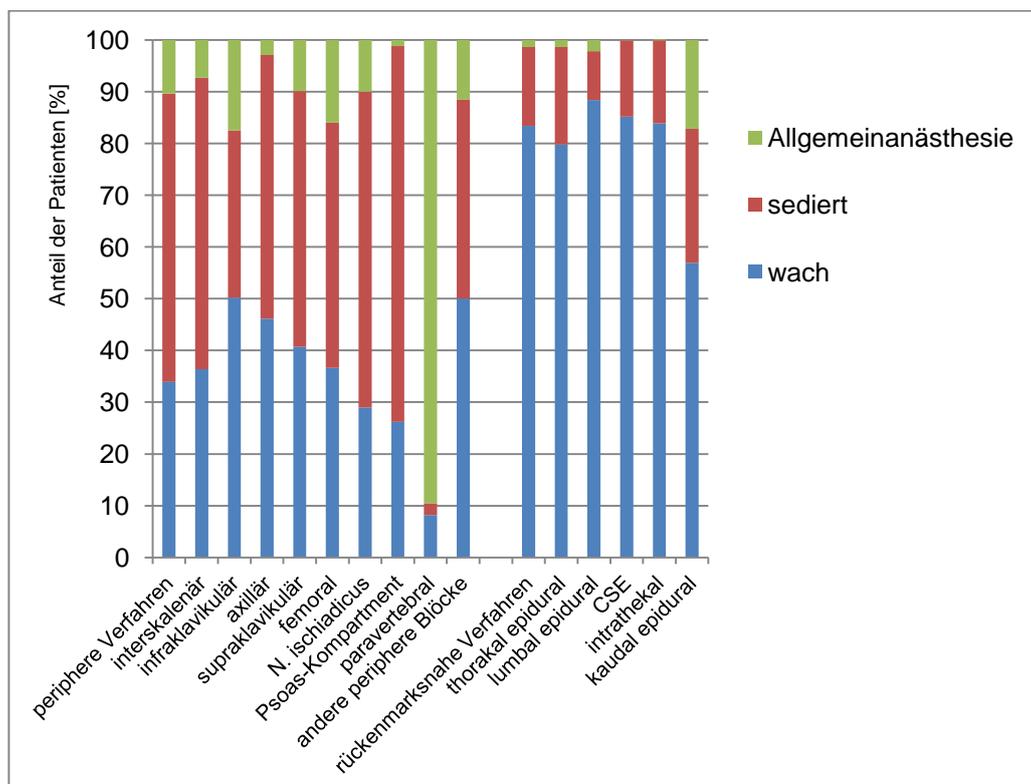


Abbildung 4: Gruppenverteilung innerhalb einer Lokalisation

Angabe in [%] Patienten, CSE= kombinierte Spinal-Epidural-Anästhesie

4.2 Ergebnisse zu punktionsbezogenen Komplikationen

4.2.1 Systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika

Betrachtet man die Gesamtpopulation, so gab es 8 dokumentierte Fälle einer systemischen Intoxikation mit Lokalanästhetika. Daraus ergab sich eine Inzidenz von 0,02%. Jeweils die Hälfte aller dokumentierten Intoxikationen trat hierbei bei peripheren (n=4) und rückenmarksnahen (n=4) Verfahren auf. Weder zwischen wachen und sedierten noch zwischen wachen und narkotisierten Patienten gab es signifikante Unterschiede hinsichtlich der Intoxikationsinzidenz (Tabelle 6). Dies gilt für periphere und rückenmarksnahe Verfahren.

systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika (LAST)					
Lokalisation (n Patienten / n LAST / % LAST)	wach (n=25.004)	sediert (n=15.121)	Allgemein- anästhesie (n=2.529)	p-Wert wach versus sediert	p-Wert wach versus Allgemein- anästhesie
<i>periphere Verfahren</i>	7.226/2/0,0%	11.889/2/0,0%	2.223/0/0,0%	0,62	0,43
<i>rückenmarksnahe Verfahren</i>	17.778/3/0,0%	3.232/1/0,0%	306/0/0,0%	0,59	0,82

Tabelle 6: Systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika (LAST)

Die systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika wurde berichtet als n= Anzahl Patienten / n= Anzahl systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika / %= prozentualer Anteil der systemischen Intoxikationen mit Lokalanästhetika. p-Werte <0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen.

4.2.2 Pneumothorax

Aufgrund der anatomischen Nähe zur Pleura wurde der Pneumothorax für periklavikuläre (infra- und supraklavikuläre) Blöcke und thorakale Epiduralanästhesien berichtet. Bei insgesamt 4 dokumentierten Fällen eines Pneumothorax ergab sich eine Inzidenz von 0,04%, bezogen auf die Gesamtheit aus periklavikulären und thorakalen epiduralen Verfahren. Vergleicht man wache mit

sedierten Patienten und wache mit Patienten in Allgemeinanästhesie lässt sich für die genannten Lokalisationen kein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich der Inzidenzen eines Pneumothorax feststellen (Tabelle 7).

Pneumothorax					
Lokalisation (n Patienten / n Pneumothorax / % Pneumothorax)	wach (n=25.004)	sediert (n=15.121)	Allgemein- anästhesie (n=2.529)	p-Wert wach versus sediert	p-Wert wach versus Allgemein- anästhesie
<i>periklavikuläre Verfahren</i>	660/2/0,3%	465/0/0,0%	223/1/0,4%	0,24	0,75
<i>thorakale Epiduralanästhesien</i>	8.034/1/0,0%	1.894/0/0,0%	145/0/0,0%	0,63	0,89

Tabelle 7: Pneumothorax

Die Pneumothoraces wurden angegeben in n=Anzahl Patienten / n= Anzahl der Pneumothoraces / %= prozentualer Anteil der Pneumothoraces. Periklavikulär= supraklavikulär und infraklavikulär. p-Werte <0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen.

4.2.3 Akzidentelle Durapunktion

Insgesamt wurden 96 Fälle einer akzidentellen Durapunktion verzeichnet, n=49 davon bei thorakalen, n=47 bei lumbalen Epiduralanästhesien. Bezogen auf diese beiden Verfahrensarten ergibt sich eine Inzidenz einer akzidentellen Durapunktion von 0,6%. Weder für thorakale noch für lumbale Epiduralanästhesien konnte ein statistisch signifikanter Unterschied in der Anzahl an akzidentellen Durapunktionen zwischen wachen und sedierten oder wachen und narkotisierten Patienten gefunden werden (Tabelle 8).

Akzidentelle Durapunktion					
Lokalisation (n Patienten / n Durapunktion / % Durapunktion)	wach (n=25.004)	sediert (n=15.121)	Allgemein- anästhesie (n=2.529)	p-Wert wach versus sediert	p-Wert wach versus Allgemein- anästhesie
<i>thorakale Epiduralanästhesien</i>	8.034/38/0,5%	1.894/10/0,5%	145/1/0,7%	0,76	0,71
<i>lumbale Epiduralanästhesien</i>	5.736/45/0,8%	607/1/0,2%	146/1/0,7%	0,09	0,89

Tabelle 8: Akzidentelle Durapunktion

Akzidentelle Durapunktionen wurden angegeben in n= Anzahl Patienten / n= Anzahl der akzidentellen Durapunktionen/ %= prozentualer Anteil der akzidentellen Durapunktionen. p-Werte <0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen.

4.2.4 Blutige Aspiration

Die Inzidenz einer blutigen Aspiration lag bei der vorliegenden Studie bei 2,2%, bezogen auf die Gesamtpopulation.

Betrachtete man ausschließlich periphere Verfahren, so fiel auf, dass bei sedierten und narkotisierten Patienten signifikant mehr blutige Aspirationen auftraten als bei wachen Patienten (wach: 2,2% vs. sediert: 3,3%; $p < 0,001$ und wach: 2,2% vs. in Allgemeinanästhesie 3,8%; $p < 0,001$) (Tabelle 9). Nach Adjustierung für mögliche Störfaktoren (Geschlecht, Alter, Antikoagulation, keine ultraschallgestützte Punktion, Mehrfachpunktion und anatomisch begründeter Verfahrensabbruch) waren sowohl sedierte (adj. OR: 1,82 [1,50-2,21], $p < 0,001$) als auch Patienten in Allgemeinanästhesie (adj. OR 1.33 [1.01-1.78], $p = 0,049$) einem signifikant höheren Risiko einer blutigen Aspiration ausgesetzt (Tabelle 9).

Für sedierte Patienten konnte in folgenden peripheren Lokalisationen im Vergleich zu wachen Patienten ein Trend zu höheren Raten an blutigen Aspirationen festgestellt werden: interskalenär, supraklavikulär, femoral, N. ischiadicus, Psoas-Kompartiment und andere periphere Blöcke (Tabelle 9). Nach Adjustierung für potentielle Störfaktoren (keine ultraschallgestützte Punktion, Mehrfachpunktion, anatomisch begründeter Verfahrensabbruch) zeigte sich bei Sedierte für das Psoas-

Kompartiment ein erhöhtes Risiko einer blutigen Aspiration (adj. OR: 1,46 [1,11-1,91], $p=0,01$).

Bei Patienten in Allgemeinanästhesie ergaben sich im Vergleich zu wachen Patienten signifikant höhere Raten an blutigen Aspirationen bei femoralen (wach: 0,9% vs. in Allgemeinanästhesie: 4,3%, $p<0,001$) und N. ischiadicus-Blöcken (wach: 1,3% vs. in Allgemeinanästhesie: 3,9%, $p<0,01$). Nach Adjustierung für mögliche Einflussfaktoren blieb das Risiko einer blutigen Aspiration bei femoralen Blöcken signifikant erhöht (adj. OR: 2,86 [1,62-5,05], $p<0,001$). Lediglich tendenziell erhöhte Raten an blutigen Aspirationen bei Patienten in Allgemeinanästhesie fanden sich bei interskalenären, infraklavikulären und supraklavikulären Verfahren (Tabelle 9).

Betrachtete man ausschließlich rückenmarksnahe Verfahren, so konnte gezeigt werden, dass sedierte und narkotisierte Patienten keine signifikant erhöhten Inzidenzen und Odds Ratios für das Auftreten einer blutigen Aspiration hatten (Tabelle 10). Darüber hinaus ist erwähnenswert, dass es bei rückenmarksnahen Verfahren in Allgemeinanästhesie keinen Fall einer blutigen Aspiration gab (Tabelle 10).

Blutige Aspiration bei peripheren Verfahren					
Lokalisationen (n Patienten / n bloody tap / % bloody tap)	wach (n=25.004)	sediert (n=15.121)	Allgemein- anästhesie (n=2.529)	p-Wert wach versus sediert	p-Wert wach versus Allgemein- anästhesie
periphere Verfahren	7.226/161/2,2%	11.889/395/3,3%	2.223/84/3,8%	<0,001	<0,001
OR (95% CI)	1	1,51 [1,25-1,82]	1,72 [1,32-2,25]	<0,001	<0,001
adj. OR (95% CI)	1	1,82 [1,50-2,21]	1,33 [1,01-1,78]	<0,001	0,049
<i>interskalenär</i>	1.658/11/0,7%	2.565/25/1,0%	333/7/2,1%	0,26	0,07
OR (95% CI)	1	1,47 [0,72-3,00]	3,22 [1,24-8,36]	0,29	0,02
adj. OR (95% CI)	1	1,31 [0,64-2,69]	1,96 [0,72-5,28]	0,46	0,19
<i>infraklavikulär</i>	590/28/4,7%	380/9/2,4%	206/12/5,8%	0,04	0,54
OR (95% CI)	1	0,49 [0,23-1,04]	1,24 [0,62-2,49]	0,06	0,54
adj. OR (95% CI)	1	0,80 [0,36-1,79]	1,01 [0,49-2,08]	0,58	0,98
<i>axillär</i>	205/1/0,5%	227/0/0,0%	13/0/0,0%	0,32	0,80
OR (95% CI)	1	/	/	/	/
adj. OR (95% CI)	1	/	/	/	/
<i>supraklavikulär</i>	70/0/0,0%	85/2/2,4%	17/2/11,8%	0,16	0,16
OR (95% CI)	1	/	/	/	/
adj. OR (95% CI)	1	/	/	/	/
<i>femoral</i>	2.292/21/0,9%	2.967/42/1,4%	1.000/43/4,3%	0,09	<0,001
OR (95% CI)	1	1,55 [0,92-2,63]	4,86 [2,87-8,23]	0,10	<0,001
adj. OR (95% CI)	1	1,52 [0,88-2,61]	2,86 [1,62-5,05]	0,13	<0,001
<i>N. ischiadicus</i>	1.259/16/1,3%	2650/48/1,8%	435/17/3,9%	0,19	0,01
OR (95% CI)	1	1,43 [0,81-2,53]	3,16 [1,58-6,31]	0,22	0,001
adj. OR (95% CI)	1	1,36 [0,76-2,45]	1,40 [0,66-2,97]	0,30	0,39
<i>Psoas-Kompartiment</i>	1.064/82/7,7%	2.954/265/9,0%	49/3/6,1%	0,19	0,68
OR (95% CI)	1	1,18 [0,91-1,53]	0,78 [0,24-2,57]	0,21	0,68
adj. OR (95% CI)	1	1,46 [1,11-1,91]	0,92 [0,27-3,08]	0,01	0,89
<i>paravertebral</i>	14/1/7,1%	4/0/0,0%	153/0/0,0%	0,61	0,34
OR (95% CI)	1	/	/	/	/
adj. OR (95% CI)	1	/	/	/	/
<i>andere periphere Blöcke</i>	74/1/1,4%	57/4/7,0%	17/0/0,0%	0,13	0,63
OR (95% CI)	1	5,51 [0,60-50,71]	/	0,13	/
adj. OR (95% CI)	1	3,39 [0,29-40,43]	/	0,33	/

Tabelle 9: Blutige Aspiration bei peripheren Verfahren

Blutige Aspirationen wurden angegeben in n= Anzahl Patienten / n= Anzahl der blutigen Aspirationen/ %= prozentualer Anteil der blutigen Aspirationen. Andere periphere Blöcke= N. saphenus, N. suprascapularis, sonstige. p-Werte <0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen.

Blutige Aspiration bei rückenmarksnahen Verfahren					
Lokalisationen (n Patienten / n bloody tap / % bloody tap)	wach (n=25.004)	sediert (n=15.121)	Allgemein- anästhesie (n=2.529)	p-Wert wach versus sediert	p-Wert wach versus Allgemein- anästhesie
<u>rückenmarksnahes Verfahren</u>	17.778/255/1,4%	3.232/40/1,2%	306/0/0,0%	0,38	<0,001
OR (95% CI)	1	0,86 [0,62-1,20]	/	0,38	/
adj. OR (95% CI)	1	0,89 [0,63-1,25]	/	0,49	/
<i>thorakal epidural</i>	8.034/65/0,8%	1.894/16/0,8%	145/0/0,0%	0,88	<0,001
OR (95% CI)	1	1,05 [0,60-1,81]	/	0,88	/
adj. OR (95% CI)	1	0,98 [0,57-1,71]	/	0,95	/
<i>lumbal epidural</i>	5.736/109/1,9%	607/6/1,0%	146/0/0,0%	0,04	<0,001
OR (95% CI)	1	0,52 [0,23-1,18]	/	0,12	/
adj. OR (95% CI)	1	0,80 [0,34-1,86]	/	0,60	/
<i>CSE</i>	2.343/68/2,9%	405/14/3,5%	2/0/0,0%	0,55	0,81
OR (95% CI)	1	1,20 [0,67-2,15]	/	0,55	/
adj. OR (95% CI)	1	1,16 [0,65-2,09]	/	0,61	/
<i>intrathekal</i>	1.632/13/0,8%	311/4/1,3%	3/0/0,0%	0,40	0,88
OR (95% CI)	1	1,62 [0,53-5,01]	/	0,40	/
adj. OR (95% CI)	1	1,23 [0,39-3,89]	/	0,72	/
<i>kaudal epidural</i>	33/0/0,0%	15/0/0,0%	10/0/0,0%	/	/
OR (95% CI)	1	/	/	/	/
adj. OR (95% CI)	1	/	/	/	/

Tabelle 10: Blutige Aspiration bei rückenmarksnahen Verfahren

Blutige Aspirationen wurden angegeben in n= Anzahl Patienten / n= Anzahl der blutigen Aspirationen/ %= prozentualer Anteil der blutigen Aspirationen. CSE= kombinierte Spinal-Epidural-Anästhesie. p-Werte <0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen.

4.2.5 Mehrfachpunktion

Bezogen auf die Gesamtpopulation lag die Inzidenz einer Mehrfachpunktion bei 20,2%.

Bei peripheren Verfahren fanden sich für sedierte Patienten signifikant erniedrigte Raten (wach: 13,9% vs. sediert: 11,2%, $p < 0,001$) und für Patienten in Allgemeinanästhesie signifikant erhöhte Raten (wach: 13,9% vs. in Allgemeinanästhesie: 18,9%, $p < 0,001$) an Mehrfachpunktionen im Vergleich zu wachen Patienten (Tabelle 11). Auch nach Adjustierung für potentielle Störfaktoren (Alter, Diabetes mellitus, Antikoagulation, keine ultraschallgestützte Punktion, blutige Aspiration und anatomisch begründeter Verfahrensabbruch) blieb das Risiko einer Mehrfachpunktion bei sedierten Patienten erniedrigt (adj. OR: 0,78 [0,71-0,85], $p < 0,001$) und bei Patienten in Allgemeinanästhesie erhöht (adj. OR: 1,28 [1,12-1,46], $p < 0,001$) (Tabelle 11).

Betrachtet man die einzelnen peripheren Lokalisationen, so hatten sedierte im Vergleich zu wachen Patienten bei infraklavikulären, Psoas-Kompartiment-, paravertebralen und anderen peripheren Blöcken signifikant erniedrigte Raten an Mehrfachpunktionen. Nach Adjustierung für mögliche Störfaktoren blieb das Risiko einer Mehrfachpunktion für Sedierte bei Psoas-Kompartiment-Verfahren (adj. OR: 0,61 [0,50-0,73], $p < 0,001$) und anderen peripheren Blöcken (adj. OR: 0,08 [0,01-0,62], $p = 0,02$) signifikant erniedrigt. Bei folgenden peripheren Lokalisationen konnten für sedierte Patienten tendenziell geringere Raten an Mehrfachpunktionen festgestellt werden: interskalenäre, axilläre, supraklavikuläre und femorale Verfahren.

Narkotisierte Patienten zeigten im Vergleich zu wachen Patienten bei infraklavikulären, femoralen und N. ischiadicus-Blöcken signifikant erhöhte Inzidenzen einer Mehrfachpunktion. Nach Adjustierung für potentielle Einflussvariablen blieb für diese Patienten ein signifikant erhöhtes Risiko einer Mehrfachpunktion bei N. ischiadicus-Blöcken bestehen (adj. OR: 2,41 [1,75-3,33], $p < 0,001$) und konnte auch bei interskalenären Verfahren nachgewiesen werden (adj. OR: 1,56 [1,09-1,22], $p = 0,01$) (Tabelle 11). Lediglich ein Trend zu höheren Raten an Mehrfachpunktionen konnte für Patienten in Allgemeinanästhesie bei interskalenären, axillären und supraklavikulären Verfahren nachgewiesen werden.

Mehrfachpunktionen bei peripheren Verfahren					
Lokalisationen (n Patienten / n MFP / % MFP)	wach (n=25.004)	sediert (n=15.121)	Allgemein- anästhesie (n=2.529)	p-Wert wach versus sediert	p-Wert wach versus Allgemein- anästhesie
periphere Verfahren	7.213/1006/13,9%	11.874/1329/11,2%	2.213/418/18,9%	<0,001	<0,001
OR (95% CI)	1	0,78 [0,71-0,85]	1,44 [1,27-1,63]	<0,001	<0,001
adj. OR (95% CI)	1	0,78 [0,71-0,85]	1,28 [1,12-1,46]	<0,001	<0,001
<i>interskalenär</i>	1.656/195/11,8%	2.563/275/10,7%	331/49/14,8%	0,30	0,15
OR (95% CI)	1	0,90 [0,74-1,09]	1,30 [0,93-1,83]	0,29	0,13
adj. OR (95% CI)	1	0,98 [0,81-1,20]	1,56 [1,09-2,22]	0,86	0,01
<i>infraklavikulär</i>	588/157/26,7%	380/69/18,2%	205/71/34,6%	<0,01	0,04
OR (95% CI)	1	0,61 [0,44-0,84]	1,46 [1,03-2,05]	<0,01	0,03
adj. OR (95% CI)	1	0,78 [0,56-1,10]	1,34 [0,94-1,91]	0,16	0,10
<i>axillär</i>	205/38/18,5%	225/37/16,4%	13/3/23,1%	0,57	0,69
OR (95% CI)	1	0,87 [0,53-1,42]	1,32 [0,35-5,02]	0,57	0,69
adj. OR (95% CI)	1	0,95 [0,57-1,57]	1,57 [0,41-6,10]	0,83	0,51
<i>supraklavikulär</i>	70/10/14,3%	85/5/5,9%	17/3/17,6%	0,09	0,73
OR (95% CI)	1	0,38 [0,12-1,15]	1,29 [0,31-5,29]	0,09	0,73
adj. OR (95% CI)	1	0,44 [0,12-1,60]	0,95 [0,21-4,21]	0,21	0,95
<i>femoral</i>	2.288/259/11,3%	2.960/292/9,9%	999/165/16,5%	0,09	<0,001
OR (95% CI)	1	0,86 [0,72-1,02]	1,55 [1,26-1,91]	0,09	<0,001
adj. OR (95% CI)	1	0,95 [0,79-1,13]	1,19 [0,95-1,49]	0,54	0,14
<i>N. ischiadicus</i>	1.257/96/7,6%	2.646/245/9,3%	433/99/22,9%	0,08	<0,001
OR (95% CI)	1	1,23 [0,97-1,58]	3,59 [2,64-4,87]	0,09	<0,001
adj. OR (95% CI)	1	1,23 [0,95-1,58]	2,41 [1,75-3,33]	0,11	<0,001
<i>Psoas-Kompartiment</i>	1.062/228/21,5%	2.954/405/13,7%	49/8/16,3%	<0,001	0,39
OR (95% CI)	1	0,58 [0,49-0,70]	0,71 [0,33-1,54]	<0,001	0,39
adj. OR (95% CI)	1	0,61 [0,50-0,73]	0,86 [0,40-1,88]	<0,001	0,71
<i>paravertebral</i>	13/6/46,2%	4/0/0,0%	151/19/12,6%	0,01	0,04
OR (95% CI)	1	/	0,17 [0,05-0,55]	0,01	/
adj. OR (95% CI)	1	/	/	/	/
<i>andere periphere Blöcke</i>	74/17/23,0%	57/1/1,8%	15/1/6,7%	<0,001	0,06
OR (95% CI)	1	0,06 [0,01-0,47]	0,24 [0,03-1,96]	0,01	0,18
adj. OR (95% CI)	1	0,08 [0,01-0,62]	0,19 [0,02-1,62]	0,02	0,13

Tabelle 11: Mehrfachpunktionen bei peripheren Verfahren

MFP=Mehrfachpunktionen. Mehrfachpunktionen wurden angegeben in n= Anzahl Patienten / n= Anzahl der Mehrfachpunktionen/ %= prozentualer Anteil der Mehrfachpunktionen. Andere periphere Blöcke= N. saphenus, N. suprascapularis, sonstige. p-Werte <0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen.

Mehrfachpunktionen bei rückenmarksnahen Verfahren					
Lokalisationen (n Patienten / n MFP / % MFP)	wach (n=25.004)	sediert (n=15.121)	Allgemein- anästhesie (n=2.529)	p-Wert wach versus sediert	p-Wert wach versus Allgemein- anästhesie
<u>rückenmarksnahen Verfahren</u>	17.752/4801/27,0%	3.226/1014/31,4%	306/52/17,0%	<0,001	<0,001
OR (95% CI)	1	1,24 [1,14-1,34]	0,55 [0,41-0,75]	<0,001	<0,001
adj. OR (95% CI)	1	1,18 [1,09-1,29]	0,53 [0,39-0,72]	<0,001	<0,001
<i>thorakal epidural</i>	8.020/2875/35,8%	1.889/746/39,5%	145/40/27,6%	<0,01	0,03
OR (95% CI)	1	1,17 [1,05-1,30]	0,68 [0,47-0,98]	<0,01	0,04
adj. OR (95% CI)	1	1,16 [1,04-1,28]	0,68 [0,47-0,98]	0,01	0,04
<i>lumbal epidural</i>	5.727/1202/21,0%	606/105/17,3%	146/10/6,8%	0,03	<0,001
OR (95% CI)	1	0,79 [0,63-0,98]	0,28 [0,15-0,53]	0,04	<0,001
adj. OR (95% CI)	1	0,99 [0,78-1,24]	0,35 [0,19-0,68]	0,90	<0,01
<i>CSE</i>	2.343/338/14,4%	405/70/17,3%	2/0/0,0%	0,16	0,56
OR (95% CI)	1	1,24 [0,94-1,64]	/	0,14	/
adj. OR (95% CI)	1	1,36 [1,02-1,81]	/	0,04	/
<i>intrathekal</i>	1.629/380/23,3%	311/89/28,6%	3/0/0,0%	0,06	<0,001
OR (95% CI)	1	1,32 [1,01-1,73]	/	0,046	/
adj. OR (95% CI)	1	1,30 [0,99-1,71]	/	0,06	/
<i>kaudal epidural</i>	33/6/18,2%	15/4/26,7%	10/2/20,0%	0,51	0,9
OR (95% CI)	1	1,64 [0,39-6,95]	1,13 [0,19-6,70]	/	/
adj. OR (95% CI)	1	/	/	/	/

Tabelle 12: Mehrfachpunktionen bei rückenmarksnahen Verfahren

MFP=Mehrfachpunktionen. Mehrfachpunktionen wurden angegeben in n= Anzahl Patienten / n= Anzahl der Mehrfachpunktionen/ %= prozentualer Anteil der Mehrfachpunktionen. CSE= kombinierte Spinal-Epidural-Anästhesie. p-Werte <0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen.

Bei rückenmarksnahen Verfahren konnten im Vergleich zu den peripheren Verfahren gegensätzliche Ergebnisse gefunden werden: Sedierte Patienten zeigten im Vergleich zu wachen Patienten signifikant erhöhte Raten an Mehrfachpunktionen (wach: 27,0% vs. sediert: 31,4%, $p < 0,001$). Patienten in Allgemeinanästhesie hingegen hatten - verglichen mit wachen - signifikant geringere Raten an Mehrfachpunktionen (wach: 27,0% vs. in Allgemeinanästhesie: 17,0%, $p < 0,001$) (Tabelle 12). Nach Adjustierung für potentielle Störfaktoren (Geschlecht, Diabetes mellitus, Antikoagulation, keine ultraschallgestützte Punktion, blutige Aspiration und anatomisch begründeter Verfahrensabbruch) war eine Sedierung mit einem signifikant erhöhten Risiko (adj. OR: 1,18 [1,09-1,29], $p < 0,001$) und eine

Allgemeinanästhesie mit einem signifikant erniedrigten Risiko (adj. OR: 0,53 [0,39-0,72], $p < 0,001$) für eine Mehrfachpunktion behaftet (Tabelle 12).

Auch einzeln betrachtet konnte bei thorakalen Epiduralanästhesien eine signifikant erhöhte Rate an Mehrfachpunktionen für sedierte Patienten nachgewiesen werden. Nach Adjustierung für potentielle Einflussfaktoren blieb das Risiko für sedierte (adj. OR: 1,16 [1,04-1,28], $p = 0,01$) erhöht. Bei kombinierten Spinal-Epiduralanästhesien (CSE) sowie intrathekalen und kaudal epiduralen Verfahren konnte für sedierte Patienten ein Trend zu erhöhten Raten an Mehrfachpunktionen verzeichnet werden.

Für Patienten in Allgemeinanästhesie konnten im Vergleich zu wachen Patienten bei thorakalen (wach: 35,8% vs. in Allgemeinanästhesie: 27,6%, $p = 0,03$) und lumbalen Epiduralanästhesien (wach: 21,0% vs. in Allgemeinanästhesie: 6,8%, $p < 0,001$) signifikant geringere Raten an Mehrfachpunktionen festgestellt werden. Auch nach Adjustierung für mögliche Störfaktoren blieb das Risiko narkotisierter Patienten für eine Mehrfachpunktion bei thorakalen und lumbalen Epiduralanästhesien signifikant erniedrigt (Tabelle 12).

4.2.6 Anatomisch begründeter Verfahrensabbruch

Bei der vorliegenden Studie lag die Gesamt-Inzidenz für einen Verfahrensabbruch aufgrund von unvorteilhaften anatomischen Bedingungen seitens des Patienten bei 0,4%.

Bei peripheren Verfahren konnte für sedierte Patienten eine signifikant erniedrigte Rate an Verfahrensabbrüchen registriert werden (wach: 0,3% vs. sediert: 0,1%, $p = 0,01$). Nach Adjustierung für potentielle Einflussfaktoren (Antikoagulation, keine ultraschallgestützte Punktion, Mehrfachpunktion und blutige Aspiration) blieb das Risiko sedierter Patienten für einen Verfahrensabbruch signifikant niedriger (adj. OR: 0,45 [0,22-0,91], $p = 0,3$) als bei wachen Patienten. Für Patienten in Allgemeinanästhesie waren Inzidenz und Risiko eines Verfahrensabbruchs vergleichbar mit wachen Patienten (wach: 0,3% vs. in Allgemeinanästhesie: 0,5%, $p = 0,21$) (Tabelle 13).

Betrachtet man einzelne periphere Lokalisationen, so war die Rate an Verfahrensabbrüchen für sedierte Patienten bei infraklavikulären Blöcken und Verfahren im Psoas-Kompartiment signifikant erniedrigt. Nach Adjustierung blieb das Risiko für einen Verfahrensabbruch für Sedierte bei Psoas-Kompartiment-Blöcken signifikant erniedrigt (adj. OR: 0,21 [0,06-0,72], $p=0,01$) (Tabelle 13).

Für narkotisierte Patienten konnte bei allen peripheren Lokalisationen kein signifikanter Unterschied in Inzidenzrate und Risiko eines Verfahrensabbruchs im Vergleich zu wachen Patienten festgestellt werden (Tabelle 13).

Betrachtet man ausschließlich rückenmarksnahe Verfahren, so gab es keine signifikanten Unterschiede in der Rate an Verfahrensabbrüchen bei wachen vs. sedierten (wach: 0,6% vs. sediert: 0,5%, $p=0,42$) und bei wachen vs. narkotisierten Patienten (wach: 0,6% vs. in Allgemeinanästhesie: 0,7%, $p=0,93$). Darüber hinaus war das Risiko eines Verfahrensabbruchs für alle drei Patientengruppen vergleichbar (Tabelle 14). Lediglich bei lumbalen Epiduralanästhesien und bei der kombinierten Spinal-Epiduralanästhesie hatten sedierte Patienten eine signifikant geringere Rate an Verfahrensabbrüchen im Vergleich zu wachen Patienten (Tabelle 14).

Anatomisch begründeter Verfahrensabbruch bei peripheren Verfahren					
Lokalisationen (n Patienten / n Verfahrensabbruch / % Verfahrensabbruch)	wach (n=25.004)	sediert (n=15.121)	Allgemein- anästhesie (n=2.529)	p-Wert wach versus sediert	p-Wert wach versus Allgemein- anästhesie
<u>periphere Verfahren</u>	7.226/21/0,3%	11.889/13/0,1%	2.223/11/0,5%	0,01	0,21
OR (95% CI)	1	0,38 [0,19-0,75]	1,71 [0,82-3,54]	0,01	0,15
adj. OR (95% CI)	1	0,45 [0,22-0,91]	1,11 [0,52-2,37]	0,03	0,80
<i>interskalenär</i>	1.658/1/0,1%	2.565/1/0,0%	333/2/0,6%	0,76	0,21
OR (95% CI)	1	0,65 [0,04-10,34]	10,01 [0,91-110,74]	0,76	0,06
adj. OR (95% CI)	1	0,62 [0,04-10,27]	7,13 [0,61-83,67]	0,74	0,12
<i>infraklavikulär</i>	590/6/1,0%	380/0/0,0%	206/2/1,0%	0,01	0,96
OR (95% CI)	1	/	0,95 [0,19-4,77]	/	0,95
adj. OR (95% CI)	1	/	0,79 [0,16-4,00]	/	0,77
<i>axillär</i>	205/0/0,0%	227/0/0,0%	13/0/0,0%	/	/
OR (95% CI)	1	/	/	/	/
adj. OR (95% CI)	1	/	/	/	/
<i>supraklavikulär</i>	70/0/0,0%	85/1/1,2%	17/0/0,0%	0,37	/
OR (95% CI)	1	/	/	/	/
adj. OR (95% CI)	1	/	/	/	/
<i>femoral</i>	2.292/1/0,0%	2.967/3/0,1%	1.000/4/0,4%	0,45	0,08
OR (95% CI)	1	2,32 [0,24-22,31]	9,20 [1,03-82,42]	0,47	0,04
adj. OR (95% CI)	1	2,51 [0,26-24,25]	6,92 [0,75-64,23]	0,43	0,09
<i>N. ischiadicus</i>	1.259/3/0,2%	2.650/4/0,2%	435/3/0,7%	0,55	0,28
OR (95% CI)	1	0,63 [0,14-2,83]	2,91 [0,59-14,46]	0,55	0,19
adj. OR (95% CI)	1	0,57 [0,13-2,58]	1,01 [0,19-5,47]	0,46	0,99
<i>Psoas-Kompartiment</i>	1.064/10/0,9%	2.954/4/0,1%	49/0/0,0%	0,01	0,50
OR (95% CI)	1	0,14 [0,05-0,46]	/	<0,001	/
adj. OR (95% CI)	1	0,21 [0,06-0,72]	/	0,01	/
<i>paravertebral</i>	14/0/0,0%	4/0/0,0%	153/0/0,0%	/	/
OR (95% CI)	1	/	/	/	/
adj. OR (95% CI)	1	/	/	/	/
<i>andere periphere Blöcke</i>	74/0/0,0%	57/0/0,0%	17/0/0,0%	/	/
OR (95% CI)	1	/	/	/	/
adj. OR (95% CI)	1	/	/	/	/

Tabelle 13: Anatomisch begründeter Verfahrensabbruch bei peripheren Verfahren

Verfahrensabbruch aufgrund von unvorteilhaften anatomischen Bedingungen seitens des Patienten. Verfahrensabbrüche wurden angegeben in n= Anzahl Patienten / n= Anzahl der Verfahrensabbrüche/ %= prozentualer Anteil der Verfahrensabbrüche. Andere periphere Blöcke= N. saphenus, N. suprascapularis, sonstige. p-Werte <0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen.

Anatomisch begründeter Verfahrensabbruch bei rückenmarksnahen Verfahren					
Lokalisationen (n Patienten / n Verfahrensabbruch / % Verfahrensabbruch)	wach (n=25.004)	sediert (n=15.121)	Allgemein- anästhesie (n=2.529)	p-Wert wach versus sediert	p-Wert wach versus Allgemein- anästhesie
<u>rückenmarksnahes Verfahren</u>	17.778/109/0,6%	3.232/16/0,5%	306/2/0,7%	0,42	0,93
OR (95% CI)	1	0,81 [0,48-1,37]	1,07 [0,26-4,34]	0,42	0,93
adj. OR (95% CI)	1	0,74 [0,43-1,28]	1,59 [0,39-6,53]	0,28	0,52
<i>thorakal epidural</i>	8.034/46/0,6%	1.894/13/0,7%	145/2/1,4%	0,56	/
OR (95% CI)	1	1,20 [0,65-2,23]	2,43 [0,58-10,10]	0,56	0,22
adj. OR (95% CI)	1	1,04 [0,55-1,98]	3,34 [0,79-14,22]	0,90	0,10
<i>lumbal epidural</i>	5.736/32/0,6%	607/0/0,0%	146/0/0,0%	<0,001	0,37
OR (95% CI)	1	/	/	/	/
adj. OR (95% CI)	1	/	/	/	/
<i>CSE</i>	2.343/8/0,3%	405/0/0,0%	2/0/0,0%	0,01	0,93
OR (95% CI)	1	/	/	/	/
adj. OR (95% CI)	1	/	/	/	/
<i>intrathekal</i>	1.632/23/1,4%	311/3/1,0%	3/0/0,0%	0,53	0,84
OR (95% CI)	1	0,68 [0,20-2,28]	/	0,53	/
adj. OR (95% CI)	1	0,59 [0,17-1,99]	/	0,39	/
<i>kaudal epidural</i>	33/0/0,0%	15/0/0,0%	10/0/0,0%	/	/
OR (95% CI)	1	/	/	/	/
adj. OR (95% CI)	1	/	/	/	/

Tabelle 14: Anatomisch begründeter Verfahrensabbruch bei rückenmarksnahen Verfahren

Verfahrensabbruch aufgrund von unvorteilhaften anatomischen Bedingungen seitens des Patienten. Verfahrensabbrüche wurden angegeben in n= Anzahl Patienten / n= Anzahl der Verfahrensabbrüche/ %= prozentualer Anteil der Verfahrensabbrüche. CSE= kombinierte Spinal-Epidural-Anästhesie. p-Werte <0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen.

4.2.7 Verfahrensabbruch wegen mangelnder Compliance

Der Verfahrensabbruch aufgrund mangelnder Compliance des Patienten wurde berichtet für sedierte Patienten im Vergleich mit wachen Patienten. Die Gesamtinzidenz für wache und sedierte Patienten lag diesbezüglich bei 0,06%.

Weder für periphere noch für rückenmarksnahes Verfahren konnte ein statistisch signifikanter Unterschied betreffend der Anzahl an Verfahrensabbrüchen zwischen wachen und sedierten Patienten festgestellt werden (Tabelle 15).

Verfahrensabbruch wegen mangelnder Compliance			
Lokalisationen (n Patienten / n Verfahrensabbruch / % Verfahrensabbruch)	wach (n=25.004)	sediert (n=15.121)	p-Wert wach versus sediert
<i>periphere Verfahren</i>	7.226/3/0,0%	11.889/5/0,0%	0,99
OR (95% CI)	1	1,01 [0,24-4,24]	0,99
adj. OR (95% CI)	1	1,14 [0,27-4,80]	0,86
<i>rückenmarksnahe Verfahren</i>	17.778/13/0,1%	3.232/3/0,1%	0,71
OR (95% CI)	1	1,27 [0,36-4,46]	0,71
adj. OR (95% CI)	1	1,00 [0,22-4,45]	0,99

Tabelle 15: Verfahrensabbruch wegen mangelnder Compliance des Patienten

Verfahrensabbrüche wurden angegeben in n= Anzahl Patienten / n= Anzahl der Verfahrensabbrüche/ %= prozentualer Anteil der Verfahrensabbrüche. p-Werte <0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen

4.2.8 Ungeplante Zusatzanalgesie

Die Notwendigkeit einer ungeplanten Zusatzanalgesie im Sinne eines intraoperativen Methodenwechsels auf eine Allgemeinanästhesie wurde für sedierte Patienten im Vergleich zu wachen analysiert. Die Gesamtinzidenz für wache und sedierte Patienten lag bei 0,5%.

Für periphere Verfahren konnte festgestellt werden, dass sedierte Patienten signifikant seltener eine ungeplante Zusatzanalgesie benötigten im Vergleich zu wachen Patienten (wach: 0,8% vs. sediert: 0,5%, $p < 0,01$). Auch nach Adjustierung für potentielle Störfaktoren (keine ultraschallgestützte Punktion und Mehrfachpunktion) blieb das Risiko einer ungeplanten Zusatzanalgesie für sedierte Patienten signifikant erniedrigt (adj. OR: 0,58 [0,40-0,83], $p < 0,01$) (Tabelle 16).

Im Gegensatz zu den peripheren Verfahren waren bei rückenmarksnahen Regionalanästhesien die Inzidenzraten und Risiken wacher und sedierter Patienten für eine ungeplante Zusatzanalgesie vergleichbar (Tabelle 16).

Ungeplante Zusatzanalgesie: Intraoperativer Methodenwechsel auf Allgemeinanästhesie			
Lokalisationen (n Patienten / n ungeplante Zusatzanalgesie / % ungeplante Zusatzanalgesie)	wach (n=25.004)	sediert (n=15.121)	p-Wert wach versus sediert
<i>periphere Verfahren</i>	7.226/60/0,8%	11.889/56/0,5%	<0,01
OR (95% CI)	1	0,57 [0,39-0,81]	<0,01
adj. OR (95% CI)	1	0,58 [0,40-0,83]	<0,01
<i>rückenmarksnahe Verfahren</i>	17.778/61/0,3%	3.232/6/0,2%	0,07
OR (95% CI)	1	0,54 [0,23-1,25]	0,15
adj. OR (95% CI)	1	0,61 [0,26-1,42]	0,25

Tabelle 16: Ungeplante Zusatzanalgesie

Ungeplante Zusatzanalgesien wurden angegeben in n= Anzahl Patienten / n= Anzahl der ungeplanten Zusatzanalgesien/
%= prozentualer Anteil der ungeplanten Zusatzanalgesien. p-Werte <0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen.

4.2.9 Postoperative Parästhesie und neuropathischer Schmerz

Bezogen auf die hier betrachtete Gesamtpopulation von 35.421 Katheter-Verfahren lag die Inzidenz einer postoperativen Parästhesie oder eines neuropathischen Schmerzes bei 1,5%. Single-Shot-Verfahren wurden in diese Analyse nicht mit einbezogen.

Bei peripheren Verfahren konnte im Vergleich mit wachen Patienten sowohl für sedierte (wach: 3,4% vs. sediert: 1,2%, $p < 0,001$) als auch für narkotisierte Patienten (wach: 3,4% vs. in Allgemeinanästhesie: 0,5%, $p < 0,001$) eine signifikant geringere Rate an postoperativen Parästhesien und neuropathischen Schmerzen festgestellt werden (Tabelle 17). Nach Adjustierung für potentielle Einflussfaktoren (Alter, Antikoagulation, keine ultraschallgestützte Punktion, Mehrfachpunktion und blutige Aspiration) wiesen sedierte (adj. OR: 0,35 [0,28-0,45], $p < 0,001$) und narkotisierte Patienten (adj. OR: 0,16 [0,06-0,38], $p < 0,001$) signifikant geringere Risiken für postoperative Parästhesien und neuropathische Schmerzen auf.

Betrachtet man rückenmarksnahe Verfahren, so hatte eine Sedierung keinen Einfluss auf das Vorkommen einer postoperativen Parästhesie oder von neuropathischen

Schmerzen (Tabelle 17). Jedoch konnte nach Adjustierung für potentielle Einflussvariablen (Mehrfachpunktion) ein signifikant erhöhtes Risiko für Patienten in Allgemeinanästhesie (adj. OR: 2,45 [1,19-5,02], p=0,02) registriert werden, eine postoperative Parästhesie oder neuropathische Schmerzen zu entwickeln.

Postoperative Parästhesie und neuropathischer Schmerz						
Lokalisationen	wach	sediert	Allgemein-anästhesie	p-Wert	p-Wert	
(n Patienten / n Parästhesie+neurop.Schmerz / % Parästhesie+neurop.Schmerz)	(n=25.004)	(n=15.121)	(n=2.529)	wach versus sediert	wach versus Allgemein-anästhesie	
nur Katheter-Verfahren	<i>periphere Verfahren</i>	5.509/188/3,4%	10.043/118/1,2%	1.016/5/0,5%	<0,001	<0,001
	OR (95% CI)	1	0,34 [0,27-0,43]	0,14 [0,06-0,34]	<0,001	<0,001
	adj. OR (95% CI)	1	0,35 [0,28-0,45]	0,16 [0,06-0,38]	<0,001	<0,001
	<i>rückenmarksnahе Verfahren</i>	15.739/187/1,2%	2.823/29/1,0%	291/8/2,7%	0,46	0,11
	OR (95% CI)	1	0,86 [0,58-1,28]	2,35 [1,15-4,82]	0,46	0,02
	adj. OR (95% CI)	1	0,85 [0,57-1,26]	2,45 [1,19-5,02]	0,42	0,02

Tabelle 17: Postoperative Parästhesie und neuropathischer Schmerz

Postoperative Parästhesien und neuropathische Schmerzen wurden angegeben in n=Anzahl Patienten / n= Anzahl der postoperativen Parästhesien und neuropathischen Schmerzen/ %= prozentualer Anteil der postoperativen Parästhesien und neuropathischen Schmerzen. p-Werte <0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen.

Anlage 10 enthält detaillierte Informationen zu den Parametern, die für die einzelnen Adjustierungen herangezogen wurden. Die Güte der Modellanpassung wurde für jede berechnete Adjustierung mit dem Hosmer-Lemeshow-Test eingeschätzt und war statistisch für alle berechneten Adjustierungen nicht signifikant.

4.3 Ergebnisse zur Patientenzufriedenheit

Die Zufriedenheit der Patienten mit dem Regionalanästhesie-Verfahren war im Vergleich zu wachen Patienten signifikant höher, wenn das Verfahren unter

Sedierung durchgeführt wurde. Dies konnte sowohl für periphere Verfahren (wach: $8,0 \pm 3,4$ vs. sediert: $9,2 \pm 2,1$, $p < 0,001$) (Abbildung 5), als auch für rückenmarksnahen Verfahren (wach: $7,4 \pm 3,8$ vs. sediert: $7,9 \pm 3,6$, $p = 0,01$) (Abbildung 6) gezeigt werden.

Analysiert man die Zufriedenheit bei Patienten, die das Regionalanästhesieverfahren in Allgemeinanästhesie erhalten haben, so konnte kein weiterer Vorzug festgestellt werden. Bei peripheren Verfahren war die Zufriedenheit narkotisierter Patienten vergleichbar mit der wachen Patienten (wach: $8,0 \pm 3,4$ vs. in Allgemeinanästhesie: $8,2 \pm 3,5$, $p = 0,6$) (Abbildung 5). Bei rückenmarksnahen Verfahren war die Zufriedenheit von Patienten in Allgemeinanästhesie sogar signifikant geringer als bei wachen Patienten (wach: $7,4 \pm 3,8$ vs. in Allgemeinanästhesie: $6,5 \pm 4,1$, $p < 0,001$) (Abbildung 6).

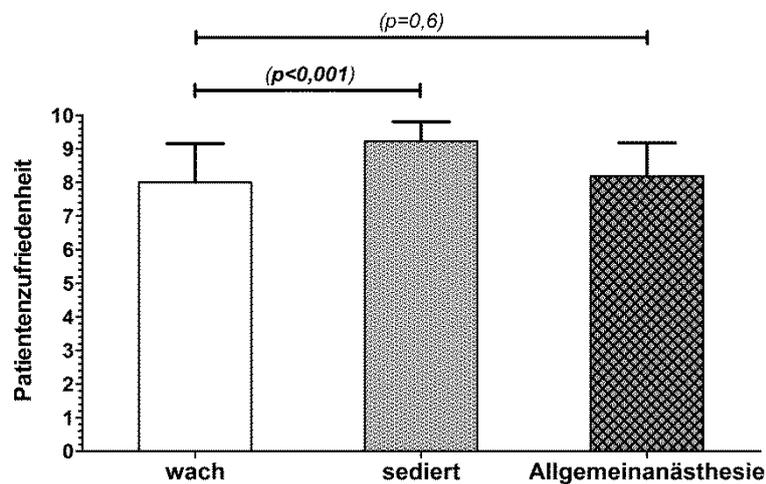


Abbildung 5: Patientenzufriedenheit bei peripheren Verfahren

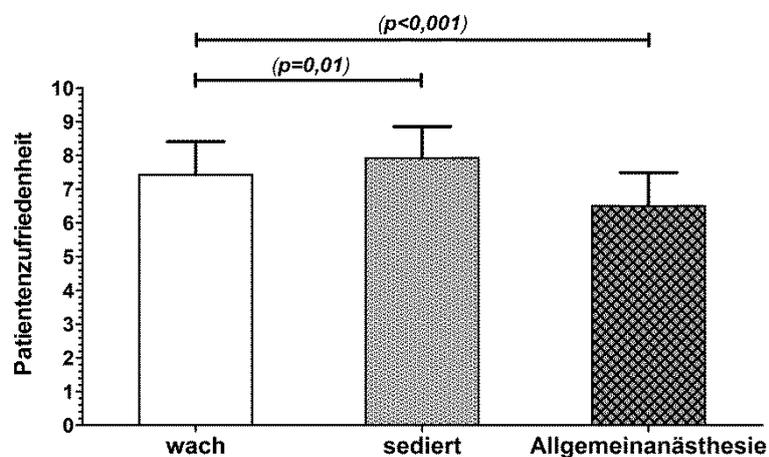


Abbildung 6: Patientenzufriedenheit bei rückenmarksnahen Verfahren

5. Diskussion

5.1 Regionalanästhesie bei Kindern

Regionalanästhesie-Verfahren in Allgemeinanästhesie gelten in der pädiatrischen Chirurgie bereits seit einigen Jahren als komplikationsarm. Eine Allgemeinanästhesie ermöglicht Kindern eine sichere und schmerzfreie Anlage. So gibt es einige Studien, die sich mit dem Thema Regionalanästhesie bei Kindern in Allgemeinanästhesie oder einem Vergleich von Regionalanästhesie-Verfahren bei wachen, sedierten und narkotisierten Kindern beschäftigt haben. Die Studien sind sich einig, dass Regionalanästhesie bei Kindern in Allgemeinanästhesie ein sicheres Verfahren darstellt und schwerwiegende Komplikationen selten sind^{47, 51, 102-106, 107-108} (Tabelle 18). Eine Studie von Taenzer et al. belegt beim direkten Vergleich zwischen > 50.000 wachen, sedierten und narkotisierten Kindern keine Unterschiede in der Anzahl an Komplikationen¹⁰⁹.

Studien zu Regionalanästhesie bei Kindern				
Autor	Jahr	Patienten	untersuchte Komplikationen	Ergebnis
Walker et al.	2015	2.074 Kinder wach oder sediert: 10% in Allgemeinanästhesie: 90%	Katheterversagen, unbeabsichtigte Katheterentfernung, Verfahrensabbruch, Infektionen, Gefäßpunktionen, übermäßige motorische Blockade, erschwerte Katheterentfernung	geringe Rate an Komplikationen, keine erhöhte Rate an unbeabsichtigten Katheterentfernungen bei RA in Allgemeinanästhesie
Taenzer et al.	2014	53.564 Kinder <18 Jahren wach: 1,5% sediert: 4% in Allgemeinanästhesie: 94,5%	postoperative neurologische Symptome, Krampfanfälle, Durapunktion, LAST, Gefäßpunktion	RA bei Kindern in Allgemeinanästhesie ist genauso sicher wie bei wachen und sedierten
Polaner et al.	2012	13.725 Kinder in Allgemeinanästhesie: 95%	positive Testdosis, Durapunktion, Gefäßpunktion, Verfahrensabbruch, ungeplante Zusatzanalgesie, neurologische und kardiale Komplikationen	geringe Rate an Komplikationen
Ecoffey et al.	2010	29.870 Kinder in Allgemeinanästhesie: 100%	kardiale und neurologische Komplikationen, LAST, blutige Aspiration	RA bei Kindern hat gutes Sicherheitsprofil
Rochette et al.	2007	10.929 Kinder in Allgemeinanästhesie: 90%	n.a.	RA bei Kindern in Allgemeinanästhesie ermöglicht sichere Punktion
de Vera et al.	2006	1.809 Kinder <20 Jahren in Allgemeinanästhesie: 100%	Hypotonie, Parästhesie	geringe Rate an Komplikationen bei Kindern in Allgemeinanästhesie
Giaufre et al.	1996	24.409 Kinder wach: 5% sediert: 6% in Allgemeinanästhesie: 89%	Durapunktion, LAST, technische Probleme, Überdosis mit Herzrhythmusstörungen, Parästhesie, Apnoe, Hautverletzung, Mortalität	geringe Raten an Komplikationen bei RA-Verfahren an Kindern

Tabelle 18: Studien zu Regionalanästhesie bei Kindern

Quellen: Walker et al.¹⁰⁸, Taenzer et al.¹⁰⁹, Polaner et al.¹⁰⁶, Ecoffey et al.¹⁰⁵, Rochette et al.¹⁰⁴, de Vera et al.¹⁰⁷, Giaufre et al.⁵¹

LAST= systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika, RA= Regionalanästhesie, n.a.= nicht angegeben

5.2 Regionalanästhesie bei Erwachsenen in Allgemeinanästhesie

Über das Für und Wider einer Regionalanästhesie-Anlage in Allgemeinanästhesie bei Erwachsenen ist in den letzten Jahren eine kontroverse Diskussion entfacht. Die Anlage wurde lange Zeit auf hypothetische Art und Weise mit erhöhten Risiken von neurologischen Komplikationen in Verbindung gebracht¹¹⁰. Diese These wird jedoch nur von wenigen Studien gestützt, wobei es sich überwiegend um Fallberichte und monozentrische retrospektive Studien handelt. So berichteten Benumof et al. in vier Fallberichten über bleibende neurologische Schäden nach Anlage interskalenärer Blöcke in Allgemeinanästhesie¹¹¹. Eine Studie von Ben-David et al. analysierte das Auftreten neurologischer Komplikationen in einem Vergleich 336 sedierter und narkotizierter Patienten bei axillären Plexusblockaden¹¹². Dabei wurde eine erhöhte Rate an neurologischen Symptomen bei Patienten in Allgemeinanästhesie festgestellt¹¹². Einschränkend muss zu dieser Studie gesagt werden, dass die Gruppe der Sedierten ausschließlich aus Erwachsenen, die der narkotizierten Patienten zahlenmäßig aus mehr Kindern als Erwachsenen bestand¹¹².

Auch Fischer et al.¹¹³, Bernards et al.³⁹ und Kessler et al.⁴⁷ setzten sich kritisch mit der Frage auseinander, ob die Anlage einer Regionalanästhesie in Allgemeinanästhesie allgemein empfohlen werden kann. Alle genannten Autoren sind sich einig über die eingeschränkte Empfehlbarkeit einer Regionalanästhesie-Anlage in Allgemeinanästhesie. Jedoch bedarf es ihrer Meinung nach weiterer Studien, die sich im Detail mit dieser Frage beschäftigen sollen, um das Risiko narkotizierter Patienten im Vergleich zu wachen und sedierten Patienten eindeutig beziffern zu können.

Eine Veränderung in Denkweise und Praxis bezüglich Regionalanästhesie-Verfahren in Allgemeinanästhesie liefert die Studie von Feely et al. aus 2008¹¹⁴. Diese Studie stellte 210 Anästhesisten aus der Region Oxford die Frage, ob die Regionalanästhesie-Anlage vor Einleitung einer Allgemeinanästhesie stattfinden sollte, und verglich diese Angaben mit Zahlen aus der Praxis. Interessanterweise konnte der Autor ein Umdenken im Zeitraum von 2001 bis 2006 feststellen. So waren es im Jahr 2001 bezüglich peripherer Verfahren nur 12% der Anästhesisten, die keinen Unterschied im Sicherheitsaspekt einer Regionalanästhesie-Anlage vor oder nach Einleitung einer Allgemeinanästhesie bekräftigten. 2006 waren es bereits 55%

der Anästhesisten. Bezüglich des Sicherheitsaspekts bei rückenmarksnahen Verfahren blieben die befragten Anästhesisten jedoch kritisch. Die Anlage einer Regionalanästhesie bei Erwachsenen in Allgemeinanästhesie gilt heute als weitestgehend akzeptiert bei unkooperativen oder retardierten Patienten, um eine sichere Punktion zu ermöglichen. Ein Fallbericht von Torillo et al. beschreibt die Anlage eines komplikationslosen interskalären Blocks in Allgemeinanästhesie bei einem Patienten mit Chorea Huntington¹¹⁵.

Weiterhin existiert eine Reihe von meist monozentrischen Studien, die sich mit dem Thema Regionalanästhesie-Verfahren unter Allgemeinanästhesie beschäftigt haben^{30, 40, 48-50, 116-118} (Tabelle 19). Die Autoren sind sich einig darüber, dass Komplikationen, insbesondere neurologische Symptome, bei Patienten in Allgemeinanästhesie selten sind. Auch sie empfehlen die Anlage einer Regionalanästhesie in Allgemeinanästhesie eingeschränkt und fordern diesbezüglich weitere Studien.

Die vorliegende Studie stellt somit die erste multizentrische Analyse dar, die wache, sedierte und narkotisierte erwachsene Patienten in der Regionalanästhesie hinsichtlich einer Vielzahl an klinisch relevanten Komplikationen und der Zufriedenheit der Patienten im Vergleich untersucht.

Studien zu Regionalanästhesie bei Erwachsenen in Allgemeinanästhesie				
Autor	Jahr	Patienten	Inhalt	Ergebnis
Terasako et al.	2011	573 Patienten in Allgemeinanästhesie	lumbale Epiduralanästhesie bei erwachsenen Patienten in Allgemeinanästhesie	0,7 % Verfahrensabbruch, 0,2% Durapunktion, 0,7% ungeplante Zusatzanalgesie, RA in Allgemeinanästhesie eingeschränkt empfehlbar, insbesondere sinnvoll bei Patienten mit Beinfraktur zur schmerzfreien Lagerung
Misamore et al.	2011	910 Patienten in Allgemeinanästhesie	interskalenäre Plexusblockade bei erwachsenen Patienten in Allgemeinanästhesie	3% nicht erfolgreiche Anlage, 4,4% persistierende neurologische Symptomatik, Langzeit-Nervenschaden in 0,8%
Fredrickson et al.	2009	911 Patienten 3,2% in Allgemeinanästhesie	interskalenäre, supraklavikuläre, infraklavikuläre, femorale und Ischiadicus-Blöcke	keine erhöhte Rate an neurologischen Komplikationen bei RA in Allgemeinanästhesie
Barrington et al.	2009	6069 Patienten wach: 52% sediert: 15% "unresponsive": 23%	verschiedene Lokalisationen der oberen und unteren Extremität	Fragestellung zu ungenau, um Empfehlung bzgl. RA in Allgemeinanästhesie zu geben
de Bessa et al.	2008	108 Patienten in Allgemeinanästhesie	thorakale Epiduralanästhesie bei erwachsenen Patienten in Allgemeinanästhesie	42% blutige Aspiration oder Mehrfachpunktion, keine neurologischen Komplikationen
Herr et al.	2006	475 Patienten in Allgemeinanästhesie	lateraler poplitealer Ischiadicus-Block	inkomplette Blockade in 16,7%, keine Komplikationen dokumentiert
Bogdanov et al.	2005	548 Patienten in Allgemeinanästhesie	interskalenäre Plexusblockade bei erwachsenen Patienten in Allgemeinanästhesie	4-20% nicht erfolgreiche Anlage je nach Erfahrungsgrad des Anästhesisten, keine neurologischen Komplikationen
Horlocker et al.	2003	4.298 Patienten in Allgemeinanästhesie	lumbale Epiduralanästhesie bei erwachsenen Patienten in Allgemeinanästhesie	keine neurologischen Symptome bei Patienten in Allgemeinanästhesie, jedoch ist eine Vergleich zu wachen Patienten wünschenswert

Tabelle 19: Studien zu Regionalanästhesie bei Erwachsenen

Quellen: Terasako et al.⁴⁸, Misamore et al.⁵⁰, Fredrickson et al.³⁰, Barrington et al.⁴⁰, de Bessa et al.¹¹⁶, Herr et al.¹¹⁷, Bogdanov et al.⁴⁹, Horlocker et al.¹¹⁸. RA= Regionalanästhesie

5.3 Diskussion von Material & Methoden

5.3.1 Studiendesign

Die vorliegende Arbeit beruht auf einer retrospektiven Registeranalyse, bei der anonymisierte Patientendaten aus dem Behandlungsalltag bezüglich der Indikation eines Regionalanästhesie-Verfahrens gesammelt wurden, um sie nach Abschluss des Datenerhebungszeitraums zu analysieren. Die Registeranalyse gehört zu den nicht-interventionellen Studien und gilt daher als ethisch unbedenklich.

5.3.2 Datenerhebung und -bereinigung

Als Zielvariablen wurden der Wachheitszustand der Patienten (wach, sediert, in Allgemeinanästhesie) sowie alle punktionsbezogenen Komplikationen definiert. Um vollständige Angaben bei allen Patienten zu gewährleisten, wurden in der Datenbereinigung zunächst 97.112 Datensätze entfernt, bei denen die Angabe zum Wachheitszustand fehlte. Durch diesen notwendigen Schritt wurde die Gesamtkohorte der vorliegenden Analyse drastisch verkleinert. Auch ist anzunehmen, dass bei diesem Schritt viele Informationen zu punktionsbezogenen Komplikationen weggefallen sind, die aufgrund der fehlenden Angabe zu wach, sediert oder in Allgemeinanästhesie nicht zuzuordnen gewesen wären.

Auch die punktionsbezogenen Komplikationen wurden auf eine lückenlose Dokumentation geprüft. Dazu war es nötig, was die Komplikationen LAST, Pneumothorax, Durapunktion, blutige Aspiration, anatomisch begründeter Verfahrensabbruch, Verfahrensabbruch wegen mangelnder Compliance, ungeplante Zusatzanalgesie, postoperative Parästhesie und neuropathischer Schmerz anbelangt, für nicht stattgefundenere Ereignisse die Zahl „0“ einzufügen. Durch das Werten fehlender Angaben als kein Ereigniseintritt („0“) wurde eine Verzerrung des jeweiligen Parameters geschaffen, die zu Gunsten der Analysierbarkeit toleriert werden muss.

Zusätzlich stellt die Freitextanalyse einen Zwischenschritt in der Datenbereinigung dar, bei dem manuell Komplikationen ergänzt wurden, die lediglich in der Freitextspalte erwähnt wurden. Diese Analyse fand jedoch nach festgelegten Regeln und nach Einzelfallprüfung statt.

5.3.3 Gruppeneinteilung

Bezüglich der Gruppeneinteilung in wache, sedierte und narkotisierte Patienten wurden für die vorliegende Studie klare Definitionen festgelegt, die im Teil Material und Methodik beschrieben sind. Dennoch muss festgehalten werden, dass in der Literatur uneinheitliche Definitionen einer Sedierung bestehen. So gibt es Studien, die in eine schwache (engl. „light sedation“) und in eine tiefe Sedierung (engl. „heavy sedation“) unterteilen^{47, 119}. Andere Studien fassen Patienten in tiefer Sedierung mit Patienten in Allgemeinanästhesie zusammen^{39, 47}, da sie davon ausgehen, dass beide Patientengruppen im Falle einer Komplikation Frühwarnzeichen nicht kommunizieren können.

Eine Studie von Höhener et al.⁴¹ befasst sich mit dem Thema Sedierung im Bezug auf Regionalanästhesie. Dabei beschreibt er mehrere Möglichkeiten der Skalierung einer Sedierung, wie zum Beispiel mit Hilfe der Visuellen Analogskala (VAS), dem Bispektralen Index (BIS) oder der Sedierungsskala nach Wilson, die er jedoch alle aufgrund unzureichender Objektivierbarkeit nur eingeschränkt empfiehlt⁴¹. Auch Borgeat et al. schließt sich dieser Meinung an, dass die Gradeinteilung einer Sedierung schwierig sei und geeignete Messmethoden derzeit fehlten¹²⁰.

Die vorliegende Studie hat daher keine Unterteilung der sedierten Patienten vorgenommen. An Stelle dessen wurden die verwendeten Sedativa in Tabelle 3 ausführlich dargestellt. Dennoch kann die vorliegende Wahl der Einteilung der Patienten zur Einschränkung der Vergleichbarkeit dieser Studie mit anderen Studien führen und sollte deshalb berücksichtigt werden.

5.3.4 Adjustierungsmodell

Das Adjustierungsmodell wurde an Stelle eines Matching-Verfahrens angewendet. Ein Matchingverfahren dient dazu, Gruppen bezüglich ihrer Patientenstruktur anzugleichen, um eine mögliche Verzerrung durch Einflussvariablen (engl. confounder) zu verhindern bzw. diese Verzerrung in allen Gruppen auszugleichen. Jedoch birgt ein solches Matching für den Fall der hier vorliegenden Studie den Nachteil, dass die Patientengruppen nach dem Matching zahlenmäßig kleiner sind als zuvor. Dies würde bedeuten, dass ohnehin schon kleine Patientengruppen zu klein würden, um aus deren Analysen verlässliche Ergebnisse abzuleiten.

Insbesondere zur Analyse selten vorkommender Komplikationen sind große Fallzahlen nötig. Aus diesem Grund wurde die Methode eines Adjustierungsmodells gewählt, das ebenfalls dazu dient, die Verzerrung durch mögliche Einflussvariablen (engl. bias by confounding) zu erkennen und für die entsprechend gekennzeichneten Analysen zu korrigieren, ohne dass die Patientengruppen zu drastisch verkleinert werden. Ein Adjustierungsmodell dient somit ebenfalls zur Durchführung statistisch sauberer Gruppenvergleiche.

5.4 Diskussion der Ergebnisse

5.4.1 Anteil wacher, sedierter und narkotisierter Patienten

In der vorliegenden Studie wurden 58,6% der Verfahren bei wachen Patienten, 35,5% in Sedierung und 5,9% in Allgemeinanästhesie durchgeführt. Vergleicht man diese prozentuale Aufteilung mit Werten aus der Literatur, so fallen große Schwankungen bezüglich des Anteils aller drei Patientengruppen auf. So schwankt die Anwendung einer Regionalanästhesie beim wachen Patienten zwischen 21,9%⁴⁴ und 52%⁴⁰, die bei sedierten Patienten zwischen 15%⁴⁰ und 56,7%⁴⁴, die der Regionalanästhesie unter Allgemeinanästhesie zwischen 3,2%³⁰ und 43%⁴³.

Diese großen Diskrepanzen sind zum einen durch die verschiedenen Studiendesigns erklärbar. So beziehen sich die Studien von Barrington et al.⁴⁰ und Fredrickson et al.³⁰ auf Regionalanästhesie-Verfahren am Patienten, Hamilton et al.⁴³ und Ironfield et al.⁴⁴ hingegen beziehen ihre Zahlen aus Fragebögen an Chirurgen oder Patienten.

Zum anderen gibt es in den in Tabelle 20 aufgeführten Studien Unterschiede in der Definition der Patienten in Allgemeinanästhesie. Barrington et al.⁴⁰ und Ironfield et al.⁴⁴ definieren diese Gruppe als „nicht ansprechbar“ (engl. unresponsive) und fassen eine Regionalanästhesie nach Einleitung in Allgemeinanästhesie oder nach Durchführung einer rückenmarksnahen Anästhesie zusammen.

Eine weitere Erklärung dieser großen Schwankungen könnte eine offensichtliche Unsicherheit sein, insbesondere bezüglich der Anwendung einer Regionalanästhesie in Sedierung oder in Allgemeinanästhesie.

Berücksichtigt man die eingeschränkte Vergleichbarkeit der Studien, so lässt sich dennoch aussagen, dass die vorliegende Studie die derzeit angewandte Praxis bezüglich Regionalanästhesie am wachen, sedierten oder narkotisierten Patienten in Deutschland darstellt.

Anteil wacher, sedierter und narkotisierter erwachsener Patienten					
Autor	Jahr	Anzahl Patienten	wach	sediert	Allgemeinanästhesie
Barrington et al.	2009	6.069 Patienten	52%	15%	23% *
Fredrickson et al.	2009	911 Patienten	n.a.	n.a.	3,2%
Hamilton et al.	2009	Fragebogen an 263 Chirurgen	23%	35%	43%
Ironfield et al.	2014	Fragebogen an 9.969 Patienten	21,9%	56,7%	21,4% *
vorliegende Studie	2015	42.654 Patienten	58,6%	35,5%	5,9%

Tabelle 20: Anteil wacher, sedierter und narkotisierter Erwachsener

Quellen: Barrington et al.⁴⁰, Fredrickson et al.³⁰, Hamilton et al.⁴³, Ironfield et al.⁴⁴. n.a.= nicht angegeben, * in Studie als „unresponsive“ definiert

Betrachtet man in der vorliegenden Studie den ASA-Score und somit den allgemeinen Gesundheitszustand der Patienten, so fällt auf, dass in der Gruppe der narkotisierten Patienten ein signifikant größerer Patientenanteil (23,5%) ASA-Gruppe I zugehörig ist als in der Gruppe der wachen (12,6%) und sedierten (13,1%) Patienten. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass eine Regionalanästhesie in Allgemeinanästhesie eher bei gesünderen Patienten durchgeführt wird.

Bei der Gruppe der Sedierten hingegen fällt auf, dass signifikant mehr Patienten (35,2%) ASA-Gruppe III angehören als in der Gruppe der wachen (26,9%) und narkotisierten (21,4%) Patienten. Somit kann festgestellt werden, dass eine Sedierung für Patienten mit schwerer Allgemeinerkrankung signifikant häufiger die Methode der Wahl darstellt.

5.4.2 Diskussion der punktionsbezogenen Komplikationen

Die Inzidenz einer systemischen Intoxikation mit Lokalanästhetika (LAST) war mit 0,02% gering. Dieser Wert ist vergleichbar mit Inzidenzen aus der Literatur, die zwischen 0,01% und 0,09%^{40, 55, 57-58} schwanken. Weder eine Sedierung noch eine Allgemeinanästhesie erhöhten das Risiko für das Auftreten einer LAST. Dieses Ergebnis für Erwachsene ist vergleichbar mit den Resultaten von Taenzer et al. bei 53.564 pädiatrischen Patienten¹⁰⁹.

Ein Pneumothorax kam ebenfalls selten vor mit einer Inzidenz von 0,04%. Damit liegt die hier gefundene Inzidenz zwischen denen in der Literatur beschriebenen von 0,0% bis 6,1%^{40, 58-59, 121}. Eine zusätzliche Sedierung oder Allgemeinanästhesie vor Blockanlage hatte keinen Einfluss auf das Risiko eines Pneumothorax. Nur einer der vier dokumentierten Fälle ereignete sich bei einer thorakalen Epiduralanästhesie. Drei der vier Fälle traten hingegen bei 1.348 periklavikulären Blockanlagen auf. Gauss et al. berichtete 2014 über vier Fälle eines Pneumothorax bei 6.366 ultraschallgestützten periklavikulären Blöcken⁵⁹. In dieser prospektiven monozentrischen Studie wurde belegt, dass eine stetige Kontrolle der eindringenden Punktionsnadel bei gleichzeitiger sonographischer Darstellung der Pleura die Inzidenz von 6,1% auf 0,06% senken kann⁵⁹.

Die Inzidenz einer akzidentellen Durapunktion lag in der vorliegenden Studie bei 0,6%. Dieser Wert reiht sich ein in Inzidenzen aus der Literatur zwischen 0,17% und 3,6%^{48, 63-65, 122}. Es konnte kein Unterschied im Risiko für das Auftreten einer akzidentellen Durapunktion zwischen wachen, sedierten und narkotisierten Patienten festgestellt werden. In der Gruppe der Patienten in Allgemeinanästhesie wurden 2 Fälle einer Durapunktion bezogen auf 291 Patienten mit thorakaler oder lumbaler Epiduralanästhesie registriert. Eine Studie von Terasako et al. berichtet von einem Fall einer Durapunktion bei 581 Patienten mit lumbaler Epiduralanästhesie in Allgemeinanästhesie⁴⁸.

Einschränkend muss gesagt werden, dass Komplikationen mit sehr geringen Inzidenzen - wie dargestellt bei LAST, Pneumothorax und akzidenteller Durapunktion - exorbitant große Fallzahlen benötigen, um statistische Unterschiede zeigen zu können. Daher müssen die hier vorliegenden Ergebnisse zurückhaltend interpretiert werden. Um verlässliche Schlussfolgerungen für den Vergleich wacher, sedierter und narkotisierter Patienten hinsichtlich dieser Komplikationen ziehen zu können, bedarf

es daher größerer Gruppen. Basierend auf den Ergebnissen der vorliegenden Studie gibt es vorerst keinen Anhalt dafür, eine Regionalanästhesie nicht in Sedierung oder Allgemeinanästhesie anzubieten. Die Voraussetzung dafür ist dennoch eine entsprechende Wachsamkeit bezüglich der genannten Komplikationen.

Die Häufigkeit einer blutigen Aspiration lag bei 2,2%. Damit liegt die hier gemessene Inzidenz innerhalb der Referenzwerte aus der Literatur, dort zwischen 1,8% und 6,0% angegeben^{58, 71-72}. Vergleicht man wache, sedierte und narkotisierte Patienten, so war das Risiko einer blutigen Aspiration bei sedierten und Patienten in Allgemeinanästhesie signifikant erhöht. Ein Erklärungsversuch hierfür könnte die durch Anästhetika ausgelöste Vasodilatation sein¹²³. Überraschenderweise war die erhöhte Rate an blutigen Aspirationen unabhängig vom Gebrauch einer ultraschallgestützten Punktion, obwohl sich Blutgefäße zur Vermeidung einer Fehlpunktion sonographisch leicht darstellen lassen. Bei peripheren Regionalanästhesien, die unter sonographischer Kontrolle angelegt werden, sollten vor allem die Nerven begleitenden Gefäße beachtet werden, die vom Schallkopf leicht komprimiert werden können. Die Inzidenz einer blutigen Aspiration bei rückenmarksnahen Verfahren ist geringer als bei peripheren. Dies könnte sich durch den Unterschied der gut durchbluteten anatomischen Umgebung der Nerven bei peripheren Verfahren zu dem gering vaskularisierten Zugangsweg zum dorsalen Epiduralraum erklären. Obwohl die hier vorliegende Studie von einer leichten Unterrepräsentierung von blutigen Aspirationen ausgeht, konnte kein Zusammenhang mit einer erhöhten Rate von blutigen Aspirationen und dem Auftreten einer LAST hergestellt werden.

Mehrfachpunktionen sind ein Risikofaktor für das Auftreten infektiöser Komplikationen⁹³. Daher sollte die Anzahl an Hautpunktionen möglichst gering gehalten werden. Die Gesamtinzidenz der vorliegenden Studie bezüglich Mehrfachpunktionen lag bei 20,2%. Aktuelle Vergleichswerte in der Literatur sind rar. Studien von Sprung et al. von 1999⁷⁴ und Harrison et al. aus 1992⁷⁵ beziffern den Anteil von mehr als einer benötigten Punktion in der Regionalanästhesie zwischen 13% und 29%. Die Hypothese, dass die Anlage einer Regionalanästhesie am sedierten Patienten die Anlagebedingungen verbessert und somit Inzidenz und Risiko einer Mehrfachpunktion senkt, hat sich für periphere Verfahren bestätigt. Wider Erwarten hat das Anlegen einer peripheren Regionalanästhesie unter

Allgemeinanästhesie hingegen das Risiko einer Mehrfachpunktion für den Patienten erhöht. In der Literatur gibt es keinerlei Nachweise für dieses Phänomen. Ein möglicher Erklärungsversuch könnte jedoch der menschliche Faktor sein: Wenn Verfahren in Allgemeinanästhesie – und somit unter Schmerzfreiheit für eine Hautpunktion – angelegt werden, sinkt die Hemmschwelle für weitere Punktionen zur Optimierung der Anlage. Diese Tatsache sollte bei der Anlage in Allgemeinanästhesie nicht vergessen werden. Bereits 1998 gab Fischer in einem Leitartikel zu, dass die Regionalanästhesie-Anlage in Allgemeinanästhesie unter anderem den Vorteil einer besseren Lehr- und Lernatmosphäre biete¹¹³.

Die Ergebnisse dieser Studie bezüglich Mehrfachpunktionen bei rückenmarksnahen Verfahren sind umgekehrt zu denen bei peripheren Verfahren. Es kann derzeit nur spekuliert werden, warum eine Sedierung das Risiko einer Mehrfachpunktion bei rückenmarksnahen Verfahren erhöht, während die Anlage in Allgemeinanästhesie das Risiko senkt. Offensichtlich überwiegt die Inzidenz einer Mehrfachpunktion bei rückenmarksnahen Verfahren klar die Inzidenz bei peripheren Verfahren. Dies ist wahrscheinlich der Notwendigkeit geschuldet, dass bei schweren anatomischen Verhältnissen rückenmarksnah auf Höhe verschiedener Wirbelzwischenräume punktiert werden muss, bis die Anlage erfolgreich ist. Die Durchführung rückenmarksnaher Verfahren in Allgemeinanästhesie stellt mit 306 Patienten eine Ausnahme in der vorliegenden Datenbank dar und ist sicherlich den erfahrensten Anästhesisten vorbehalten. Diese Tatsache könnte das geringere Risiko einer Mehrfachpunktion für diese Subgruppe erklären.

Die Inzidenz für einen Verfahrensabbruch war gering, wobei die vorliegende Studie diese Fälle in 0,4% Verfahrensabbrüche aufgrund von unvorteilhaften anatomischen Bedingungen seitens des Patienten und 0,06% Verfahrensabbrüche wegen mangelnder Compliance des Patienten unterteilt. Anatomisch begründete Abbruchraten werden in der Literatur mit 0,69% bis 0,8% beziffert^{48, 74}. Literaturangaben zu expliziten Verfahrensabbrüchen wegen mangelnder Compliance sind rar. Betrachtet man ausschließlich anatomische Gründe, so reduzierte eine Sedierung signifikant das Risiko eines Verfahrensabbruchs bei peripheren Blöcken. Dieses Ergebnis stützt die These besserer Anlagebedingungen unter Sedierung. Die Anlage in Allgemeinanästhesie allerdings brachte keine geringeren Abbruchraten mit sich. Somit kann davon ausgegangen werden, dass eine Anlage in

Allgemeinanästhesie die Anlagebedingungen nicht positiv beeinflusst, sondern gerade bei aufkommenden Komplikationen eher zu einem Abbruch führt. Für rückenmarksnahe Verfahren gilt, dass weder eine Sedierung noch eine Allgemeinanästhesie das Risiko eines Verfahrensabbruchs aus anatomischen Gründen beeinflussten. Dies lässt vermuten, dass eine Sedierung bei rückenmarksnahen Verfahren nicht dieselben Vorteile wie bei den peripheren Verfahren mit sich bringt.

Betrachtet man die Verfahrensabbruchraten wegen mangelnder Compliance, so scheint eine Sedierung weder bei peripheren noch bei rückenmarksnahen Verfahren die Abbruchraten zu beeinflussen.

Für die Komplikation einer ungeplanten Zusatzanalgesie im Sinne eines intraoperativen Umschwenkens auf eine Allgemeinanästhesie konnte eine Inzidenz von 0,5% festgestellt werden. Vergleichswerte aus der Literatur sind rar und werden mit ca. 3% beziffert¹²¹. Eine Regionalanästhesie-Anlage in Sedierung senkt bei peripheren Verfahren die Notwendigkeit einer zusätzlichen Allgemeinanästhesie.

Obwohl die Datenbank des NRA keine Langzeitauswirkungen der punktionsbezogenen Komplikationen liefert, gibt es Beweise dafür, dass eine postoperative Parästhesie, die über die übliche Restwirkung einer peripheren Regionalanästhesie hinausgeht, ein ernst zu nehmendes Warnzeichen eines bleibenden neurologischen Schadens darstellen kann und daher aufmerksam überwacht werden sollte¹²⁴. Die Inzidenz einer postoperativen Parästhesie oder eines neuropathischen Schmerzes lag in der vorliegenden Studie bei 1,5%. Die Literatur spricht von Inzidenzen postoperativer neurologischer Symptome zwischen 0,03% und 3%^{40, 52, 57-58, 121}, wobei unterschiedliche Definitionen dieser Symptomatik den Vergleich erschweren. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie bezüglich peripherer Verfahren zeigen eine signifikante Reduzierung des Risikos postoperativer neurologischer Symptome, wenn das Verfahren in Sedierung oder in Allgemeinanästhesie durchgeführt wurde. Somit tragen eine Sedierung oder eine Allgemeinanästhesie zu einer erhöhten Sicherheit in der peripheren Regionalanästhesie bei. Hingegen muss für rückenmarksnahe Verfahren erwähnt werden, dass eine Sedierung das Risiko postoperativer Symptome nicht beeinflusst. Vorsicht sollte man walten lassen bei der Anlage rückenmarksnaher Verfahren unter

Allgemeinanästhesie, da das Risiko einer postoperativen Parästhesie oder eines neuropathischen Schmerzes für diese Subgruppe erhöht war.

Tabelle 21 gibt einen detaillierten Überblick der Studien, die Vergleichswerte zur vorliegenden Studie bezüglich punktionsbezogener Komplikationen bei Erwachsenen bieten. Einschränkend hinsichtlich der Vergleichbarkeit müssen die teilweise unterschiedlichen Definitionen der Komplikationen in der Literatur und die unterschiedlichen Lokalisationen, auf die sie sich beziehen, erwähnt werden.

Komplikationen in der Regionalanästhesie bei Erwachsenen ohne Gruppendifferenzierung

Autor	vorliegende Studie	Barrington et al.	Barrington et al.	Auroy et al.	Sites et al.	Gauss et al.	Bishop et al.	Gleeson et al.	Hollister et al.	Bellas et al.	van de Velde et al.	Wiegel et al.	Mhyre et al.	Sprung et al.	Harrison et al.	Terasako et al.	Brull et al.
Jahr	2015	2009	2013	2002	2012	2014	2005	1998	2012	2012	2008	2007	2009	1999	1992	2011	2007
Anzahl Patienten	42.654	6.950	20.021	158.083	12.668	6.366	568	294.268	18.385	12.480	17.158	849	Review	595	100	573	Review
LAST	0,02%	0,01%	0,09%	0,005%	0,01%	/	0,0%	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Pneumothorax	0,04%	0,0%	/	/	0,0%	0,06%- 6,1%	0,0%	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Akzidentelle Durapunktion	0,6%	/	/	/	/	/	/	3,6%	0,7%	0,4%	0,5%	/	/	/	/	0,17%	/
Blutige Aspiration	2,2%	/	/	/	1,8%	/	/	/	/	/	/	6,0%	5,9%	/	/	/	/
Mehrfachpunktion	20,2%	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	13%- 29%	25%	/	/
Verfahrensabbruch gesamt	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,69%	/
anatomisch begründet	0,4%	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,8%	/	/	/
mangelnde Compliance	0,06%	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Zusatzanalgesie ITN	0,5%	/	/	/	/	/	3,0%	/	/	/	/	/	/	/	/	0,69%	/
neurologische Komplikationen	1,5%	0,04%	/	0,03%	0,09%	/	2,1%	/	/	/	/	0,0%	/	/	/	0,00%	0,04%- 3%

Tabelle 21: Studienlage zu Komplikationen in der Regionalanästhesie

Quellen: Barrington et al. 2009⁴⁰, Barrington et al. 2013⁵⁵, Auroy et al.⁵⁷, Sites et al.⁵⁸, Gauss et al.⁵⁹, Bishop et al.¹²¹, Gleeson et al.⁶⁴, Hollister et al.⁶⁵, Bellas et al.⁶³, van de Velde et al.¹²², Wiegel et al.⁷¹, Mhyre et al.⁷², Sprung et al.⁷⁴, Harrison et al.⁷⁵, Terasako et al.⁴⁸, Brull et al.⁵², LAST= systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika, ITN= Intubationsnarkose, / = Parameter wurde in dieser Studie nicht betrachtet

5.4.3 Diskussion der Patientenzufriedenheit

Die Ergebnisse der vorliegenden multizentrischen Studie belegen bereits bestehende Befragungen aus der Literatur^{44, 46} dahingehend, dass eine zusätzliche Sedierung die Zufriedenheit des Patienten sowohl bei peripheren als auch rückenmarksnahen Verfahren signifikant erhöht. Gründe für diese höhere Zufriedenheit als bei wachen Patienten sind zum einen der schmerzlindernde Effekt der Analgosedierung für periphere und rückenmarksnahe Verfahren. Aber auch die nachweislich reduzierte Zahl an Komplikationen bei peripheren Verfahren – in dieser Studie belegt durch weniger Mehrfachpunktionen, geringere anatomisch begründete Abbruchraten, weniger ungeplante Zusatzanalgesien und seltenere postoperative neurologische Symptome – trägt maßgeblich zu einer höheren Zufriedenheit sedierter Patienten bei.

Die Durchführung einer Regionalanästhesie unter Allgemeinanästhesie hingegen erhöht die Zufriedenheit der Patienten nicht. Für rückenmarksnahe Verfahren konnte sogar eine signifikant geringere Zufriedenheit verglichen mit wachen Patienten festgestellt werden. Betrachtet man die Ergebnisse der punktionsbezogenen Komplikationen, so könnte das höhere Risiko für postoperative neurologische Symptome die Zufriedenheit narkotisierter Patienten negativ beeinflussen. In einer Studie von Ironfield et al. signalisierten jedoch Patienten, die die Regionalanästhesie unter Allgemeinanästhesie erhalten hatten, verglichen mit wachen und sedierten Patienten die höchste Bereitschaft, zukünftig wieder eine Regionalanästhesie durchführen zu lassen⁴⁴.

5.5 Limitationen

Im Folgenden sollen die Grenzen dieser Studie dargestellt werden.

Die vorliegende Studie wurde nicht entworfen, um mögliche Mechanismen einer Interaktion zu klären. Es handelt sich um eine rein retrospektive Studie, bei der im Vorfeld zum Datenerhebungszeitraum klare Regeln aufgestellt wurden, nach denen die Datensammlung stattfand⁹³. Dies hat allerdings den Nachteil, dass im Nachhinein Rückschlüsse auf die Kausalität der Ergebnisse nicht möglich sind. Die Studie gilt somit lediglich zur deskriptiven Darstellung von Komplikationsinzidenzen. Eine Beziehung zwischen Ursache und Wirkung (=Komplikation) kann nur vermutet, aber nicht bewiesen werden.

Des Weiteren liefert die analysierte Datenbank keine Informationen über Langzeit-Auswirkungen der punktionsbezogenen Komplikationen, wie zum Beispiel einen bleibenden Nervenschaden. Die Studie wurde so konzipiert, dass die Datenerhebung mit dem Zeitpunkt der Entfernung des Regionalanästhesie-Katheters endet. Langzeitbeobachtungen im Sinne von Nachuntersuchungen (engl. follow-up) waren nicht vorgesehen. Für künftige Studien wäre es wünschenswert, einen Nachuntersuchungszeitraum mit in das Studiendesign einzubeziehen, um Prognosen über Auswirkungen und Rekonvaleszenzzeiten zu punktionsbezogenen Komplikationen beziffern zu können.

Aufgrund der großen Gesamtpopulation der Studie können signifikante Ergebnisse durch den großen Stichprobenumfang selbst bedingt sein. Dies bedeutet, dass bei einer Zunahme des Stichprobenumfangs p-Werte signifikant werden können, die bei kleinerem Stichprobenumfang nicht signifikant sind. Dieser Effekt stellt eine Limitierung der Validität des p-Wertes dar. Jedoch bieten große Studien im Gegensatz zu kleineren Studien den Vorteil der größeren Präzision der Ergebnisse. Darüber hinaus sind gerade dann große Fallzahlen nötig, wenn es – wie in der vorliegenden Studie – um die Analyse von selten vorkommenden Komplikationen geht.

Der Beobachtungszeitraum der vorliegenden Studie wurde auf 5 Jahre festgelegt. Weiterentwicklungen in Bereichen der Medizin im Allgemeinen, wie auch in der Technik und Regionalanästhesie stellen wichtige Einflussfaktoren auf die Ergebnisse

der Studie dar. Die Regeln der Datenerhebung wurden vor Beginn der Studie festgelegt und können bei Änderung von Indikationen oder Technik während des Datenerhebungszeitraums nachträglich nicht geändert oder angepasst werden.

Alle teilnehmenden Zentren am „*Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland*“ (NRA) sind aktiv engagiert im Bereich Regionalanästhesie. Somit stellt die Auswertung der Daten aus diesen Zentren in gewisser Weise eine Positivselektion kompetenter Zentren dar. Diese Tatsache kann Einfluss auf die Ergebnisse, insbesondere auf die Inzidenzen von Komplikationen, haben und den Vergleich zu anderen Studien erschweren.

Alle Odds Ratios der vorliegenden Studie wurden hinsichtlich möglicher Störfaktoren adjustiert, um eine Verzerrung (engl. bias by confounding) zu korrigieren. Dennoch bleibt eine gewisse restliche Verzerrung (engl. residual confounding), da nicht bezüglich aller denkbarer Störfaktoren ausreichend Informationen gegeben waren. So wurden z.B. Informationen zur Verwendung einer Blutsperre im Bereich Orthopädie / Unfallchirurgie nicht erfasst, was Einfluss auf das Auftreten gewisser Komplikationen haben könnte.

Die Güte eines Registers hängt maßgeblich von der Qualität der Datenerhebung und Datenverarbeitung ab. Mit den Richtlinien der Datenerhebung⁹³ sowie den Protokollbögen mit zugehöriger Legende des NRA (Anlagen 3 und 4) wurden optimale Bedingungen geschaffen, den Prozess der Datenerhebung für alle Zentren möglichst einheitlich zu gestalten. Dennoch kann keine uneingeschränkte Garantie für die Korrektheit der extern aufgenommenen Daten gegeben werden. Jedoch wurden alle Daten einer ausführlichen Plausibilitätsprüfung unterzogen. Darüber hinaus erscheint die Verteilung der Komplikationen plausibel.

5.6 Ausblick

Für die Zukunft sind weitere Studien nötig, um die sich hier andeutenden Ergebnisse mit weiteren Fakten zu belegen.

Hilfreich wäre hierzu vor allem eine vollständige Dokumentation der Zielvariablen – in dieser Fragestellung der Wachheitszustand (wach, sediert oder in Allgemeinanästhesie) und die punktionsbezogenen Komplikationen. Durch die unvollständige Dokumentation des Wachheitszustandes sind bei der Datenbereinigung viele Datensätze entfernt worden, die wichtige Informationen zur Fragestellung enthalten haben könnten. Insbesondere bei den Komplikationen sollte auf eine detailliertere Dokumentation der Ereignisse geachtet werden (1= Ereignis ist eingetreten, 0= Ereignis ist nicht eingetreten), damit im Nachhinein keine Korrekturen dieser Dokumentation vorgenommen werden müssen.

Auch wäre ein Nachbeobachtungszeitraum sehr sinnvoll, um die klinische Relevanz der untersuchten Komplikationen besser einschätzen zu können.

Weitere Studien sind nötig, um Interaktionen und Ursachen für Komplikationen klären zu können. Auch sollten im Vorfeld weiterer Studien zu diesem Thema mögliche Confounder der Ergebnisse gezielt definiert und mit erhoben werden.

Interessant wäre auch die Fragestellung, welche protektiven Faktoren zur Reduzierung der punktionsbezogenen Komplikationen – insbesondere bei sedierten und narkotisierten Patienten - herangezogen werden können.

5.7 Beantwortung der Fragestellung

Die vorliegende Studie hat 42.654 erwachsene Patienten in der Regionalanästhesie hinsichtlich punktionsbezogener Komplikationen und Zufriedenheit in einem Vergleich wacher, sedierter und narkotisierter Patienten untersucht.

1. Es konnte gezeigt werden, dass periphere Blöcke zu 33,9% an wachen, zu 55,7% an sedierten und zu 10,4% an Patienten in Allgemeinanästhesie durchgeführt wurden. Rückenmarksnahe Verfahren wurden in 83,4% der Fälle am wachen, in 15,2% in Sedierung und in 1,4% unter Allgemeinanästhesie angelegt.
2. Weder sedierte noch narkotisierte Patienten hatten ein erhöhtes Risiko für eine systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika, einen Pneumothorax oder eine akzidentelle Durapunktion.
Sedierte Patienten hatten bei peripheren Verfahren ein höheres Risiko für eine blutige Aspiration. Bei rückenmarksnahen Verfahren konnten bei ihnen erhöhte Raten an Mehrfachpunktionen festgestellt werden.
Patienten in Allgemeinanästhesie hatten bei peripheren Verfahren ein erhöhtes Risiko für blutige Aspirationen und Mehrfachpunktionen. Für rückenmarksnahe Verfahren in Allgemeinanästhesie wurde ein erhöhtes Risiko postoperativer Parästhesien und neuropathischer Schmerzen festgestellt.
3. Weiterhin hat sich gezeigt, dass sedierte Patienten bei peripheren Verfahren geringere Risiken bezüglich Mehrfachpunktionen, anatomisch begründeter Verfahrensabbrüche, einer ungeplanten Zusatzanalgesie sowie einer postoperativen Parästhesie und neuropathischen Schmerzen hatten. Ein rückenmarksnahes Verfahren am sedierten Patienten bietet hinsichtlich punktionsbezogener Komplikationen keinen Vorteil.
Patienten in Allgemeinanästhesie hatten bei peripheren Verfahren ein signifikant geringeres Risiko einer postoperativen Parästhesie und neuropathischer Schmerzen. Bei rückenmarksnahen Verfahren konnten geringere Risiken für blutige Aspirationen und Mehrfachpunktionen gefunden werden.

4. Die Anlage einer Regionalanästhesie am sedierten Patienten steigert die Zufriedenheit für periphere und rückenmarksnahe Verfahren. Eine Anlage in Allgemeinanästhesie scheint die Patientenzufriedenheit nicht zu steigern, sondern gerade bei rückenmarksnahen Verfahren negativ zu beeinflussen.

5.8 Schlussfolgerung

Das Ziel einer Regionalanästhesie sollte stets eine sichere Anlage unter maximal möglicher Schmerzfreiheit und Zufriedenheit des Patienten sein.

Die Entscheidung, ob ein Patient während der Anlage der Regionalanästhesie wach, sediert oder unter Allgemeinanästhesie steht, sollte dabei individuell entschieden und die Entscheidung gemeinsam von Patient und Anästhesist getragen werden.

Eine zusätzliche Sedierung bei peripheren Verfahren bietet - gemessen an der Zahl der Komplikationen und der Patientenzufriedenheit - nachweislich mehrere Vorteile für Patient und Anästhesisten und sollte allen Patienten, bei denen keine Kontraindikationen vorliegen, empfohlen werden.

Die Durchführung eines peripheren Regionalanästhesie-Verfahrens in Allgemeinanästhesie erhöht nicht das Risiko für schwerwiegende punktionsbezogene Komplikationen. Dennoch sollte versucht werden, Mehrfachpunktionen und blutige Aspirationen bei narkotisierten Patienten zu vermeiden.

Abgesehen von der höheren Zufriedenheit der Patienten, bringt eine Sedierung für rückenmarksnahe Verfahren keine weiteren Vorteile mit sich, was mögliche geringere Komplikationen angeht.

Die Durchführung von rückenmarksnahen Regionalanästhesie-Verfahren bei narkotisierten Patienten sollte aufgrund des erhöhten Risikos einer postoperativen Parästhesie besonderen Situationen und erfahrenen Anästhesisten vorbehalten sein.

6. Anlagen

Anlage 1: Teilnehmende Zentren am NRA

Von den insgesamt 25 teilnehmenden Zentren am „*Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland*“ (NRA) wurden Daten aus folgenden Zentren für die hier vorliegende Fragestellung ausgewertet:

Bad Saarow - Helios Klinikum, Dr. med. Stefan Wirtz

Bad Wildbad - Sana Klinik, Dr. med. Jens Döffert

Berlin - Charité CCM und CVK, Univ. Prof. Dr. Claudia Spies

Berlin - DRK Kliniken Westend, Prof. Dr. med. Arnd Timmermann

Bochum - Knappschaftskrankenhaus, Prof. Dr. Michael Adamzik

Dresden - Universitätsklinikum, Prof. Dr. med. Thea Koch

Erfurt - Helios Klinikum, Dr. Gerald Burgard und Prof. Dr. Andreas Meier-Hellmann

Frankfurt - BGU, Dr. med. Rolf Teßmann

Frankfurt - Orthopädische Uniklinik, Prof. Dr. med. Paul Kessle

Hamburg - Universitätsklinikum Eppendorf, Univ.-Prof. Dr. med. Alwin E. Goetz

Hannover - Diakoniekrankenhaus Friederikenstift, Prof. Dr. med. André Gottschalk

Jena - Uniklinikum, Prof. Dr. med. Konrad Reinhart

Marburg - Universitätsklinikum, Prof. Dr. med. Hinnerk Wulf

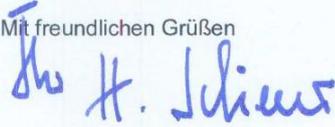
Memmingen - Klinikum, Prof. Dr. med. Lars Fischer

Siegen - St. Marien-Krankenhaus, Prof. Dr. med. Werner Hering

Solingen - Klinikum, Prof. Dr. med. Thomas Standl

Ulm - Rehabilitationskrankenhaus, Dr. med. Peter M. Geiger

Anlage 2: Ethikantrag

<p>Der Vorsitzende</p>	<p>Ärztekammer des Saarlandes Körperschaft des öffentlichen Rechts</p> 
<p>Ärztekammer des Saarlandes · Postfach 100262 · 66002 Saarbrücken Ethik-Kommission</p> <p>Herrn Professor Dr. med. T. Volk Direktor der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie Universitätsklinikum des Saarlandes 66421 Homburg</p>	<p>Ethik-Kommission Geschäftsstelle Faktoreistraße 4 66111 Saarbrücken Telefon-Durchwahl (06 81) 40 03-378 Telefax (06 81) 40 03-394 E-Mail: ethikkommission@aeksaar.de Internet: www.aerztekammer-saarland.de</p>
<p>Unsere Kenn-Nr.: Ha50/11</p> <p>Ihr Schreiben vom:</p> <p>Ihr Zeichen:</p> <p>Datum: 22. März 2011</p> <p>Netzwerk Regionalanästhesie Unsere Kenn-Nr. 50/11 (<u>bitte stets angeben!</u>)</p> <p>Sehr geehrter Herr Volk!</p> <p>Wir nehmen Bezug auf Ihr Schreiben vom 03.03.2011, Eingang hier: 08.03.2011, mit dem Sie das o. g. Register bei uns eingereicht haben.</p> <p>Die Unterlagen</p> <ul style="list-style-type: none">• Schreiben der Charité – Universitätsmedizin Berlin, bzgl. Datenschutz vom 24.01.2007• Dateibeschreibung nach § 19 Abs. 2 Berliner Datenschutzgesetz• Betriebskonzept <p>wurden entsprechend § 6 unseres Statuts vom Vorsitzenden geprüft, es ist keine Beratung durch die gesamte Kommission erfolgt, somit erübrigt sich die Übersendung einer Mitgliederliste.</p> <p>Gegen eine Analyse der anonymisierten Daten bestehen keine Bedenken.</p> <p>Wir machen darauf aufmerksam, daß die Ethik-Kommission mit ihrer Stellungnahme lediglich eine Hilfestellung bei der Beurteilung ethischer und rechtlicher Gesichtspunkte eines geplanten Forschungsvorhabens gibt. Verantwortlich für die Planung und Durchführung bleibt der zuständige ärztliche Leiter des Forschungsvorhabens.</p> <p>Wir machen ausdrücklich darauf aufmerksam, dass bei erkennbarer Trendwende mit negativem Ergebnis das Forschungsvorhaben abubrechen ist.</p>	
<p>Wir wünschen für die vorgesehene Aufgabe viel Erfolg und wären zur gegebenen Zeit für die Übersendung eines Abschlußberichtes dankbar.</p> <p>Mit freundlichen Grüßen</p>  <p>San.-Rat Prof. Dr. Schieffer</p>	

Anlage 3: Legende zum NRA-Protokoll

Legende zum NRA-Protokoll (ohne zweifellos selbsterklärende Begriffe)

Anlageprotokoll

- **Patientenetikett:**
Wichtig, da über den Barcode die Zuordnung von Anlage- und Visitenprotokollen bei maschinenlesbaren Protokollen erfolgt.
- **Operation:**
Optionale Zuordnung einer bestimmten OP z.B. bei Studien.
- **Neues Protokoll für weitere Dokumentation folgt:**
Für ein zweite RA-Verfahren muss ein weiteres Protokoll ausgefüllt werden, es wird beim Einlesen nachfolgend ein zweites Protokoll erwartet
- **2. Protokoll:**
Dies ist das erwartete zweite Protokoll, *bei dem patientenbezogene Pflichtfelder (Geschlecht, Alter, Diabetes etc.) nicht erneut ausgefüllt werden müssen!*
- **Diabetes:**
IDDM = primär oder sekundär insulinpflichtig, NIDDM = nicht insulinpflichtig
- **Präpunktionelle Infektion:**
Vorliegen einer *systemischen Infektion* (ohne weitere Definition)
- **Präpunktionelle Antibiotika-Therapie:**
Therapeutische Antibiotika-Gabe bei *systemischer Infektion*
- **Perioperative Antibiotika-Prophylaxe:**
jede prophylaktische perioperative Gabe von Antibiotika aus beliebiger Indikation
- **Chronischer Schmerzpatient:**
Patient mit chronischer Schmerzproblematik (ohne weitere Definition)
- **Opioide > 1 Monat:**
Applikation eines Opioids für länger als 1 Monat ohne Einschränkung der Applikationsform, der Dosierung oder der Substanz
- **NSAIDs > 1 Monat:**
siehe Opiode > 1 Monat, dito für NSAIDs
- **BS:**
benigner Schmerz *ohne OP*
- **TS:**
Tumor-Schmerz *ohne OP*
- **Alkoholabusus:**
Konsum reinen Alkohols von mehr als 40 g/d bei Männern oder mehr als 20 g/d bei Frauen
- **Drogenabusus:**
ohne spezielle Definition

- **Leberinsuffizienz > CHILD B:**

liegt vor bei ≥ 10 Punkten in folgender Tabelle:

Kriterium	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte	Einheit
Serum-Bilirubin (gesamt)	<2,0	2,0 - 3,0	>3,0	mg/dl
Serum-Albumin	>3,5	2,8 - 3,5	<2,8	g/dl
INR	<1,7	1,7 - 2,2	>2,2	ohne Einheit
Aszites im Ultraschall	keiner	leicht	mittelgradig	ohne Einheit
hepatische Enzephalopathie	keine	Stadium I-II	Stadium III-IV	ohne Einheit

- **Immundefizienz, z.B. HIV:**

jede Immundefizienz auf dem Boden von HIV oder anderen Erkrankungen

- **Steroide > Cushing:**

Einnahme von Steroiden in einer Dosis über der Cushing-Schwelle für länger als 5 Tage

- **Z.n. TX:**

Zustand nach Transplantation mit entsprechender Medikation

- **Sepsis:**

Vorliegen einer Sepsis nach den Kriterien der Deutschen Sepsis-Gesellschaft e.V. (DSG)

- **Sonstige Immunsuppressiva:**

Einnahme anderer immunsuppressiv wirksamer Medikamente (z.B. Methotrexat)

- **Maligne Tumorerkrankung:**

Vorliegen einer malignen Grunderkrankung

- **Niereninsuffizienz:**

Es werden drei Fälle unterschieden:

- Krea-Wert wurde bestimmt, dann bitte mit Einheit angeben
- Der Patient ist dialyse-pflichtig
- Es wurde kein Krea-Wert bestimmt, und der Patient ist nicht dialyse-pflichtig

- **Patient wach bei Anlage:**

- Ja: Der Patient hat nur die übliche orale Prämedikation bekommen
- Analgosediert: mit Angabe der Substanz-Klasse
- Allgemeinanästhesie: Anlage in Narkose
- Anlage nach proximalem RA-Verfahren: Anlage in bereits anästhesiertem Gebiet, z.B. Femoralis-Block nach Spinalanästhesie

- **Abbruch wegen Anatomie:**

Die zu blockierende Struktur ist nicht auffindbar

- **Abbruch auf Patientenwunsch:**

Der Patient toleriert die Anlage nicht, bzw. Compliance nicht ausreichend

- **Ungeplante Zusatzanalgesie:**

- Analgosedierung: Bei geplanter OP in reiner RA muss additiv analgosediert werden
- Nachblockade: Bei geplanter OP in reiner RA muss nachblockiert werden
- Allgemeinanästhesie: Bei geplanter OP in reiner RA muss eine Allgemeinanästhesie durchgeführt werden
- Wechsel auf zweites Verfahren: Das RA-Verfahren muss geändert werden, z.B. Femoralis-Block bei frustriertem Psoas-Kompartiment-Block

- **Mehrfache Hautpunktion:**

Jede mehrfache Hautpunktion, die über LA und anschließende Punktion hinausgeht

- **Sterile Standards:**
Wurden die allgemeinen sterilen Standards beachtet?
- **Tunnelung:**
Wurde *der Katheter* getunnelt?
- **Bakterienfilter:**
Wurde ein Bakterienfilter *am Katheter* angebracht?
- **Annaht:**
Wurde *der Katheter* an der Haut mit Nahtmaterial fixiert?
- **Punktionshöhe (unterer WK):**
Unterer Wirbelkörper bei PDK, SPA oder CSE mit Angabe von thorakal (Th), lumbal (L) oder sakral (S)
- **Punktionstiefe bzw. LOR (cm):**
Bei welcher Tiefe wurde die Struktur erreicht bzw. erfolgte der LOR
- **Einlagetiefe Hautniveau (cm):**
Bei wie viel cm wurde *der Katheter* ab Hautniveau fixiert
- **Nervenstimulation (mA):**
Bei welcher Stimulationsstromstärke kam es minimal zu Kontraktionen des Kennmuskels, mit Angabe der Stimulationsdauer (0,1; 0,3; 1,0 ms)
- **Zugang RM-nah:**
Wurde bei PDK, SPA oder CSE ein medianer oder paramedianer Zugang gewählt
- **Erste Nadel bzw. zweite Nadel:**
Welcher Nadeltyp wurde für die Blockade (nicht die LA) verwendet, bei CSE auch Angabe des Spinalnadel-Typs
- **Bloody Tap:**
„Blutige Punktion“, Blutaspiration über Punktionsnadel oder Katheter
- **Intoxikation mit LA:**
Vorliegen von Intoxikationszeichen nach Injektion des Lokalanästhetikums
- **Lokalanästhetikum 1 oder 2:**
Angabe des/der *zur Blockade* verwendeten Substanz(en), mit Barizität, Konzentration und Menge
- **Opioid:**
Angabe von Substanz, Menge und Einheit (μg oder mg)
- **Zusätze:**
Angabe verwendeter Zusätze *ohne Mengenangabe oder Konzentration*
- **Anordnung zur postoperativen Schmerztherapie:**
Angaben zu Opioid und Lokalanästhetikum mit Angabe von Substanz, Konzentration (Opioid: mg/ml oder $\mu\text{g}/\text{ml}$; LA: %), kontinuierlicher Laufrate (ml/h), Lockout-Zeit (min) und Bolusgröße (ml) sowie Applikationsmodus kontinuierlich, PCA (ohne zusätzliche kontinuierliche Laufrate, sonst „kontinuierlich“), oder intermittierend auf Anforderung
- **i.v.-PCA lt. Standard oder geändert:**
Anwendung einer i.v.-PCA (*auch zusätzlich zu einem RA-Verfahren auf diesem Protokoll*) nach klinik-internem Standard, oder mit handschriftlicher Angabe von Substanz, Konzentration, Bolusgröße und Lockout-Zeit

Visitenprotokoll

- **Patientenetikett:**
Wichtig, da über den Barcode die Zuordnung von Anlage- und Visitenprotokollen bei maschinenlesbaren Protokollen erfolgt.
- **1. oder 2. Lokalisation:**
Ordnet das Visitenprotokoll entsprechend den Lokalisationen der Anlageprotokolle zu (z.B. 1: Femoralis; 2: Ischiadicus)
- **2. Lokalisation vorhanden:**
Es wird beim Einlesen eine zweite Lokalisation erwartet
- **Zusatzseite folgt:**
Es folgt eine weitere Visitenkarte, diese werden entsprechend nummeriert (Zusatzseite 2, 3, ...)
- **Katheter-Lokalisation:**
handschriftlicher Hilfseintrag zur besseren Zuordenbarkeit
- **Arzt/Pflege:**
Welcher Berufsgruppe gehört der/die Visitierende an?
- **Dienststart:**
TD = Tagdienst; SD = Spätdienst; ND: Nachtdienst; RD: Rufdienst
- **ITS:**
Visite auf einer ITS
- **Katheter zurückgezogen:**
Der Katheter wurde z.B. wegen eingeschränkter Wirksamkeit **zurückgezogen, aber nicht entfernt**
- **Katheter vollständig entfernt:**
Der Katheter wurde vollständig entfernt, **dabei bitte zusätzlich angeben:**
- **Katheterentfernung:**
regulär, d.h. zum geplanten Zeitpunkt, oder **irregulär**, d.h. akzidentell, vorzeitig wegen Infektion, eingeschränkter Wirksamkeit, unzufriedenem Patienten etc.
- **Abschlussvisite:**
Der Patient wird letztmalig visitiert, die Betreuung durch den ASD ist abgeschlossen
- **Zufriedenheit nach Abschluss:**
Wie zufrieden sind Arzt und Patient mit dem Verlauf der RA, auf einer NRS-Skala von **0 (geringste Zufriedenheit) bis 10 (höchste Zufriedenheit)**
- **Katheterassoziierte Hypotension:**
jede **behandlungspflichtige** Hypotension, die in Zusammenhang mit dem Katheterverfahren gesehen wird (*nicht nach Anspritzen zur Anlage*)
- **Atemdepression, Übelkeit, Erbrechen, Pruritus, Harnverhalt:**
jedes **behandlungspflichtige Ereignis** wie Atemdepression, Übelkeit, Erbrechen, Pruritus, Harnverhalt
- **DK vorhanden:**
Blasen-Dauerkatheter vorhanden
- **Filter disloziert:**
Diskonnektion des Filters *vom Katheter*
- **Leckage an ESS:**
Austritt von LA aus der Einstichstelle (ESS)

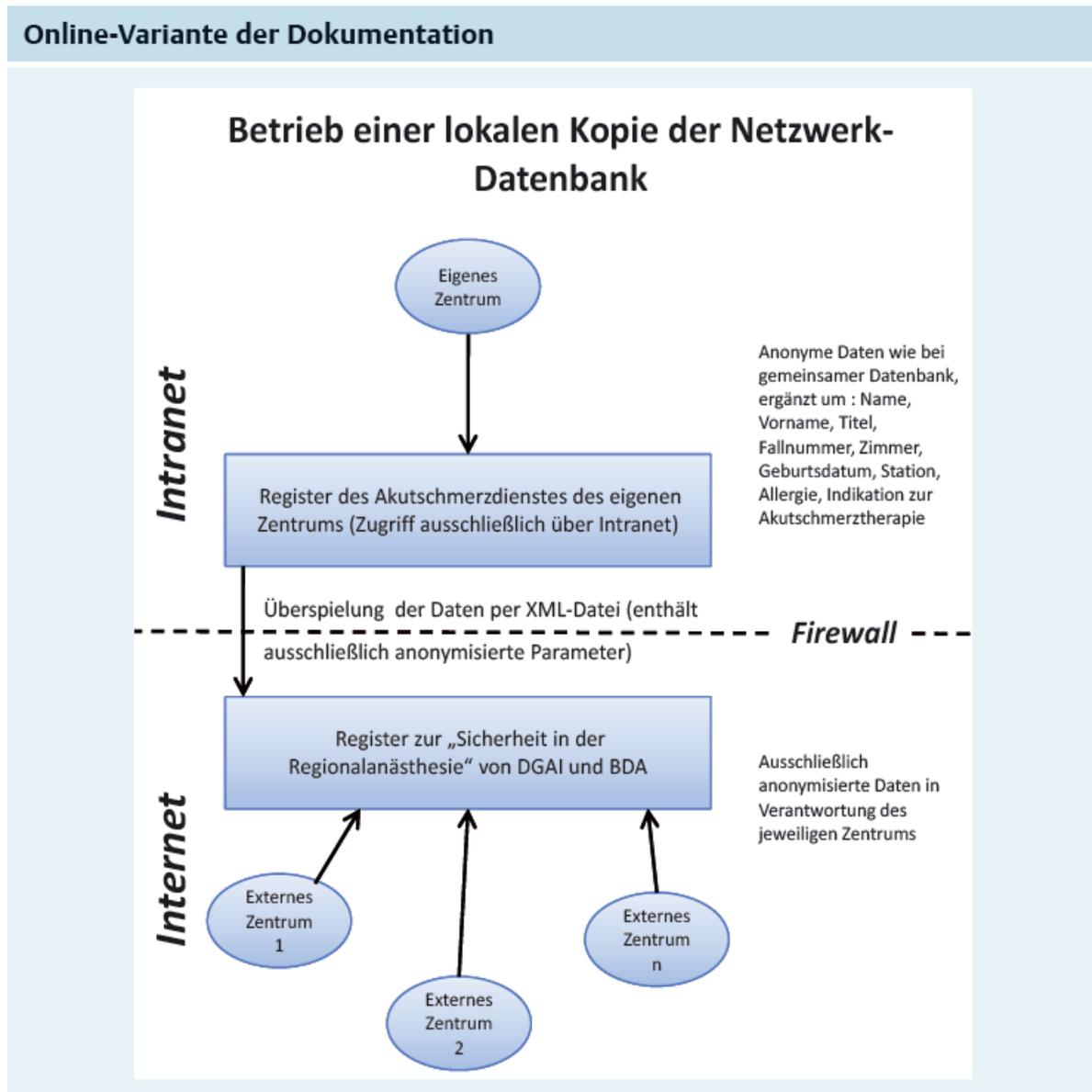
- **Okklusion:**
Verschluss des Katheters
- **Verbandswechsel:**
Jeder an der Einstichstelle durchgeführte Verbandswechsel
- **Andere technische Probleme:**
Jedes technische Problem, das zu einem personellen Einsatz führt
- **Katheter-Versagen:**
Völlige Unwirksamkeit des Katheters
- **Partiell unwirksam:**
Partielle Unwirksamkeit des Katheters *mit Notwendigkeit einer Zusatzanalgesie*
- **TNS:**
Transientes neurologisches Syndrom
- **PDPH:**
„Post-dural-puncture-headache“ = postspinaler Kopfschmerz
- **Blut-Patch:**
Durchführung eines Blut-Patches bei PDPH
- **Hämatom:**
Hämatom an der Einstichstelle (ESS) oder im Punktionsgebiet
- **Infektion:**
 - **leicht:** zwei der Zeichen: Rötung, Schwellung, Druckschmerz; Therapie: nur Entfernen des Katheters
 - **mittel:** leichte Infektion und zusätzlich 2 der Kriterien: CRP/PCT-Erhöhung, Leukozytose, Eiteraustritt an der Einstichstelle, Fieber; Therapie: notwendige Antibiotika-Therapie bei Ausschluss anderer Ursache
 - **schwer:** chirurgische Intervention
- **Schmerz beeinträchtigt Mobilisation, Respiration oder Schlaf:**
Durch Schmerzen ist die Mobilisation, die Respiration und/oder der Schlaf beeinträchtigt
- **Mobilisation möglich:**
Mögliche Mobilisation *unabhängig von der Kausalität:*
0=liegt; 1=sitzt; 2=eingeschränkt Gehen; 3=uneingeschränkt
- **Sedierung:**
Unabhängig von der Kausalität: 1=wach; 2=leicht müde; 3=sehr müde; 4=schläft, schwer erweckbar; S=physiol. Schlaf
- **Co-Analgetika:**
Welche Co-Analgetika werden verabreicht, unabhängig von der anordnenden Disziplin
- **kontinuierlich, PCA, intermittierend:**
kontinuierlich, als PCA (ohne zusätzliche kontinuierliche Laufrate, sonst „kontinuierlich“), oder intermittierend auf Anforderung
- **geplante Med. läuft bzw. Ansatz geändert:**
Der auf dem Anlageprotokoll vermerkte Medikamentenansatz wird weiterhin unverändert appliziert, oder wurde verändert
- **Hypästhesie, Parästhesie, neuropath. Schmerz:**
Vorliegen Hypästhesie, Parästhesie, neuropath. Schmerz im *Ausbreitungsgebiet des RA-Verfahrens*

- **Kraftgrad nach Janda:**
Skala nach Janda: 5=normale Muskelkraft; 4=Bewegung gegen mäßigen Widerstand möglich; 3=Bewegungen gegen Eigenschwere möglich; 2=Bewegungseffekt unter Ausschaltung der Eigenschwere; 1=Sichtbare Muskelkontraktion ohne Bewegungseffekt; 0=keine Muskelaktivität
- **NRS/BPS/KUSS:**
Schmerz auf der Skala mit Nominal Rating-Scale, Behavioral Pain Score oder Kindlicher Unbehagens- und Schmerz-Score nach Büttner *im Innervationsgebiet des RA-Verfahrens*
- **NRS toleriert:**
Der Patient toleriert die angegebenen Schmerzen, obwohl der NRS anderes nahelegen würde (z.B. NRS 8, aber vom Patienten als „in Ordnung“ beschrieben)
- **NRS nicht erhebbar:**
Der Patient kann keine Angaben zum NRS machen
- **NRS Gesamtkörper:**
Schmerz *nicht im Ausbreitungsgebiet des RA-Verfahrens* mit therapeutischer Konsequenz (z.B. Rückenschmerz nach KTEP, Schulterschmerz nach Laparoskopie etc.)
- **Lauftrate (ml/h), Bolus (ml), Lockout-Zeit (min) alt/neu**
Angaben zu Beginn der Visite (alt), und Einstellungen am Ende der Visite nach evtl. Änderung (neu)
- **Boli erhalten, abgefordert, Gesamtverbrauch, Spritze/Beutel Nr.**
Dokumentation kumulativ

Anlage 4: Anlage- und Visitenprotokoll (ANDOK^{live} der Firma DATAPEC)

Anlageprotokoll Akutschmerzdienst		Hinweis zum Ausfüllen ...		ANDOK ^{live}		Formular-ID		Protokoll-Nr.			
		1 = 1. Lokalisation									
		2 = 2. Lokalisation									
Name				Anfordernde Klinik				Station		ASA	
Vorname				<input type="checkbox"/> ACH <input type="checkbox"/> GEB <input type="checkbox"/> GYN <input type="checkbox"/> VASC <input type="checkbox"/> NEUCH <input type="checkbox"/> KICH <input type="checkbox"/> UCH-ORTHO <input type="checkbox"/> URO <input type="checkbox"/> KARDIOCH <input type="checkbox"/> Trauma-Notfall				Zi.-Nr.		<input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV	
Straße				Geschlecht		Alter [Jahre]		Gewicht [kg]		Größe [cm]	
Postleitzahl				<input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/> weiblich							
Ort				OPS301				Operation			
<input type="checkbox"/> Chronischer Schmerzpat. <input type="checkbox"/> Benigner Schmerz (o. OP) <input type="checkbox"/> Tumorschmerz (ohne OP)				<input type="checkbox"/> Immundefizienz (z.B. HIV) <input type="checkbox"/> Steroide > Cushing <input type="checkbox"/> Sonst. Immunsuppressiva <input type="checkbox"/> Z.n. TX <input type="checkbox"/> Sepsis				<input type="checkbox"/> Antikoagulation vor Anlage <input type="checkbox"/> keine UFH < 4h ≥ <input type="checkbox"/> ASS < 2d ≥ <input type="checkbox"/> NMH low-dose (prophyl.) < 12h ≥ <input type="checkbox"/> NMH high-dose (therap.) < 24h ≥ <input type="checkbox"/> Kumarine INR ≥ 1,4 < <input type="checkbox"/> Clopidogrel ≤ 7d > <input type="checkbox"/> NSAIDs < 24h ≥ <input type="checkbox"/> Sonstige incl. COX2-Hem. ja nein			
<input type="checkbox"/> Opiode >1 Monat <input type="checkbox"/> NSAIDs >1 Monat				<input type="checkbox"/> pAVK >IIa <input type="checkbox"/> Rheumatoide Arthritis <input type="checkbox"/> Alkoholabusus <input type="checkbox"/> Drogenabusus <input type="checkbox"/> Leberinsuffizienz > CHILD B				<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> vor <input type="checkbox"/> nach Anlage RA-Verf. <input type="checkbox"/> nein			
<input type="checkbox"/> Präoperativer NRS Ruhe <input type="checkbox"/> Belastung				<input type="checkbox"/> Diabetes <input type="checkbox"/> IDDM <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> NIDDM				<input type="checkbox"/> Allergien			
<input type="checkbox"/> Niereninsuffizienz <input type="checkbox"/> Kreatinin mg/dl <input type="checkbox"/> µmol/l <input type="checkbox"/> Krea nicht bestimmt <input type="checkbox"/> Dialyse				<input type="checkbox"/> Patient wach bei Anlage <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> analgosediert <input type="checkbox"/> Opioid <input type="checkbox"/> Benzodiazepin <input type="checkbox"/> andere <input type="checkbox"/> Allgemeinanästhesie <input type="checkbox"/> Anlage nach proximalem RA-Verfahren				<input type="checkbox"/> 1 ja <input type="checkbox"/> 2 ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Bloody Tap <input type="checkbox"/> V.a. Durapunktion <input type="checkbox"/> Pneumothorax <input type="checkbox"/> Intox. mit LA <input type="checkbox"/> Abbruch wg. Anatomie auf Pat.-Wunsch			
Anlagedatum				Uhrzeit				Dauer [min.]			
Lokalisation				Single-Shot				1. Nadel			
<input type="checkbox"/> RM-nah thorakal <input type="checkbox"/> RM-nah lumbal <input type="checkbox"/> RM-nah kaudal <input type="checkbox"/> Spinalanästhesie <input type="checkbox"/> CSE <input type="checkbox"/> median <input type="checkbox"/> paramedian <input type="checkbox"/> Interskalenär <input type="checkbox"/> anterolateral <input type="checkbox"/> dorsolateral <input type="checkbox"/> Infraklavikulär <input type="checkbox"/> Axillär <input type="checkbox"/> perivaskulär <input type="checkbox"/> Multistimulation <input type="checkbox"/> Femoral <input type="checkbox"/> Psoas-Kompartiment <input type="checkbox"/> Ischiadikus <input type="checkbox"/> Proximal-ventral <input type="checkbox"/> Proximal-lateral <input type="checkbox"/> Proxi.-dorsal Labat <input type="checkbox"/> Proxi.-dorsal Andere <input type="checkbox"/> Distal-lateral <input type="checkbox"/> Distal-popliteal <input type="checkbox"/> andere				<input type="checkbox"/> Katheter <input type="checkbox"/> konventionell <input type="checkbox"/> Stimulationskath.				<input type="checkbox"/> Touhy <input type="checkbox"/> Pencil-Point <input type="checkbox"/> Facettenschliff			
<input type="checkbox"/> Nadel <input type="checkbox"/> Touhy <input type="checkbox"/> Pencil-Point <input type="checkbox"/> Facettenschliff				<input type="checkbox"/> Punktionshöhe (unterer WK) <input type="checkbox"/> Th <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> S				<input type="checkbox"/> Punktionstiefe bzw. LOR [cm]			
<input type="checkbox"/> Verteilung des LA <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schlecht				<input type="checkbox"/> Testdosis <input type="checkbox"/> Klinik-Standard <input type="checkbox"/> andere				<input type="checkbox"/> Einlagetiefe Hautniveau [cm]			
<input type="checkbox"/> Sonographie Visualisierung <input type="checkbox"/> Nadel-Spitze <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> Verteilung des LA <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schlecht				<input type="checkbox"/> 2. Nadel <input type="checkbox"/> Touhy <input type="checkbox"/> Pencil-Point <input type="checkbox"/> Facettenschliff				<input type="checkbox"/> Nervenstim. [mA] <input type="checkbox"/> 0,1 ms <input type="checkbox"/> 0,3 ms <input type="checkbox"/> 1,0 ms			
<input type="checkbox"/> Ungeplante Zusatzanalgesie <input type="checkbox"/> Analgosedierung <input type="checkbox"/> Nachblockade <input type="checkbox"/> Allgemeinanästhesie <input type="checkbox"/> Wechsel auf 2. Verf.				<input type="checkbox"/> Bemerkungen				<input type="checkbox"/> i.v. PCA <input type="checkbox"/> lt. Standard <input type="checkbox"/> geändert <input type="checkbox"/> Med. mg/ml <input type="checkbox"/> Konz. mg/ml <input type="checkbox"/> Bolus mg <input type="checkbox"/> Lockout min			
<input type="checkbox"/> LOR mit <input type="checkbox"/> NaCl <input type="checkbox"/> Luft <input type="checkbox"/> hängender Tropfen				<input type="checkbox"/> Parästhesie <input type="checkbox"/> unbeabsichtigt <input type="checkbox"/> beabsichtigt				<input type="checkbox"/> Anordnung zur postop. Schmerztherapie <input type="checkbox"/> Lokalanästhetikum <input type="checkbox"/> Ropivacain <input type="checkbox"/> Bupivacain <input type="checkbox"/> andere <input type="checkbox"/> Opioid <input type="checkbox"/> Sufentanil <input type="checkbox"/> Fentanyl <input type="checkbox"/> Morphin <input type="checkbox"/> Zusätze <input type="checkbox"/> NaBi <input type="checkbox"/> Clonidin <input type="checkbox"/> Vasokonstriktor <input type="checkbox"/> Ketamin <input type="checkbox"/> Verfahren <input type="checkbox"/> kontinuierlich <input type="checkbox"/> intermittierend <input type="checkbox"/> PCA (Katheter)			
<input type="checkbox"/> Initialdosis präop/intraop <input type="checkbox"/> Lokalanästhetikum <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> Ropivacain <input type="checkbox"/> Bupivacain <input type="checkbox"/> Lidocain <input type="checkbox"/> Prilocain <input type="checkbox"/> Mepivacain <input type="checkbox"/> isobar <input type="checkbox"/> hyperbar <input type="checkbox"/> hypobar				<input type="checkbox"/> Lokalanästhetikum <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> ml <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> ml				<input type="checkbox"/> Lafrate ml/h <input type="checkbox"/> Lockout min <input type="checkbox"/> Bolus ml			
<input type="checkbox"/> Opioid <input type="checkbox"/> Sufentanil <input type="checkbox"/> Fentanyl <input type="checkbox"/> Morphin				<input type="checkbox"/> Opioid <input type="checkbox"/> µg <input type="checkbox"/> mg				<input type="checkbox"/> Zusatzmedikation <input type="checkbox"/> fest <input type="checkbox"/> Bedarf			
<input type="checkbox"/> Zusätze <input type="checkbox"/> NaBi <input type="checkbox"/> Clonidin <input type="checkbox"/> Vasokonstriktor <input type="checkbox"/> Ketamin <input type="checkbox"/> Mepivacain				<input type="checkbox"/> Personal-Nr. <input type="checkbox"/> RD <input type="checkbox"/> BD <input type="checkbox"/> US				<input type="checkbox"/> Name/Unterschrift			

Anlage 5: Schematische Darstellung der Online-Variante der Dokumentation



Quelle: Volk et al., 2009⁹³

Anlage 6: Variablen im Netzwerk Regionalanästhesie

Auflistung aller im Netzwerk Regionalanästhesie enthaltenen Variablen vor Beginn der Datenbereinigung:

ID	ANTIKOAG_NMHHIGH	EPID_LOR_1
ZENTRUM	ANTIKOAG_ASS	EPID_DURA_1
BENUTZER	ANTIKOAG_CLOPI	PER_PNEU_1
GEAENDERTVON	ANTIKOAG_NSAIDS	PER_SONO_NADEL_1
GEAENDERTAM	ANTIKOAG_KUMARIN	PER_SONO_LA_1
IMPORT	ANTIKOAG_ANDERE	NS_IMPULS_1
SYSID	ANTIKOAG_FREITEXT	NS_STROM_1
PATIDMD5	ANLAGEDATUM	NEURO_INTOX_1
EINGABEZEITPUNKT	ANLAGEUHRZEIT	BOLUS_OPIOID_1
GESCHLECHT	ANLAGEDAUER	BOLUS_OPIOID_EINHEIT_1
GEBURTSJAHR	FACHRICHTUNG	BOLUS_OPIOID_MENGE_1
GROESSE	ANTIBIOSE_PROPHYL	BOLUS_LOKAL_1_1
GEWICHT	ANTIBIOSE_ZEIT	BOLUS_LOKAL_KONZ_1_1
CPS	PAT_WACH	BOLUS_LOKAL_MENGE_1_1
OPIOIDE	SEDIERUNG_1	BOLUS_LOKAL_2_1
NSAIDS	SEDIERUNG_2	BOLUS_LOKAL_KONZ_2_1
BS	SEDIERUNG_3	BOLUS_LOKAL_MENGE_2_1
TS	ANLAGE_FREITEXT	BOLUS_ZUSAETZE_NABI_1
NRS_RUHE_PRAE	PCA	BOLUS_ZUSAETZE_CLONIDIN_1
NRS_BELASTUNG_PRAE	PCA_BEMERKUNGEN	BOLUS_ZUSAETZE_VASO_1
OP	LOKALISATION_1	BOLUS_ZUSAETZE_KETAMIN_1
ASA	PUNKTIONSTECHNIK_1	BOLUS_TESTDOSIS_1
DIABETES	ZUGANG_1	BOLUS_TESTDOSIS_BEM_1
PAVK	NADEL_1_1	STATION_OPIOID_1
RHEUMA	NADELGROESSE_1_1	STATION_OPIOID_KONZ_1
ALKOHOL	NADEL_2_1	STATION_OPIOID_EINHEIT_1
DROGEN	NADELGROESSE_2_1	STATION_LOKAL_1
INFEKTION_PRAEOP	KATHETER_1	STATION_LOKAL_KONZ_1
ANTIBIOSE_PRAEOP	KATHETERTYP_1	STATION_ZUSAETZE_NABI_1
SEPSIS	ABBRUCH_ANATOMIE_1	STATION_ZUSAETZE_CLONIDIN_1
NIERENINSUFF	ABBRUCH_COMPLIANCE_1	STATION_ZUSAETZE_VASO_1
KREA	PRIM_VERSAGEN_ANALG_1	STATION_ZUSAETZE_KETAMIN_1
KREA_EINHEIT	DES_KITTEL_1	STATION_ZUSAETZE_VASO_1
GFR	DES_TUNNEL_1	STATION_ZUSAETZE_KETAMIN_1
LEBERINSUFF	DES_FILTER_1	STATION_VERFAHREN_1
IMMUN_STEROIDE	MEHRFACH_HAUT_1	STATION_LOCKOUT_1
IMMUN_SUPPRESSIVA	ANNAHT_1	LOKALISATION_2
IMMUN_TX	PUNKTION_WK_1	PUNKTIONSTECHNIK_2
IMMUN_TUMOR	PUNKTION_WK_HOEHE_1	ZUGANG_2
IMMUN_ERKRANK	PUNKTION_TIEFE_1	NADEL_1_2
ANTIKOAG_KEINE	PUNKTION_HAUTNIVEAU_1	NADELGROESSE_1_2
ANTIKOAG_UFH	BLOODY_TAP_1	NADEL_2_2
ANTIKOAG_NMHLOW	PARAESTH_1	NADELGROESSE_2_2

KATHETER_2	STATION_LOCKOUT_2	ABSCHL_NEURO_HAEMAT_2_1
KATHETERTYP_2	ABSCHL_PAT_ZUFR	ABSCHL_INFEKT_2_2
ABBRUCH_ANATOMIE_2	ABSCHL_DOC_ZUFR	ABSCHL_NEURO_SENS_2_2
ABBRUCH_COMPLIANCE_2	ENTFERNUNGSDATUM_1	ABSCHL_NEURO_PATHIE_2_2
PRIM_VERSAGEN_ANALG_2	LIEGEDAUER_1	ABSCHL_NEURO_MOT_2_2
DES_KITTEL_2	ABSCHL_VISITE_1	ABSCHL_NEURO_HAEMAT_2_2
DES_TUNNEL_2	ENTFERNUNGSDATUM_2	ABSCHL_INFEKT_3_1
DES_FILTER_2	LIEGEDAUER_2	ABSCHL_NEURO_SENS_3_1
MEHRFACH_HAUT_2	ABSCHL_VISITE_2	ABSCHL_NEURO_PATHIE_3_1
ANNAHT_2	ABSCHL_ANTIKOAG_KEINE_1	ABSCHL_NEURO_MOT_3_1
PUNKTION_WK_2	ABSCHL_ANTIKOAG_UFH_1	ABSCHL_NEURO_HAEMAT_3_1
PUNKTION_WK_HOEHE_2	ABSCHL_ANTIKOAG_NMHLOW_1	ABSCHL_INFEKT_3_2
PUNKTION_TIEFE_2	ABSCHL_ANTIKOAG_NMHHIGH_1	ABSCHL_NEURO_SENS_3_2
PUNKTION_HAUTNIVEAU_2	ABSCHL_ANTIKOAG_ASS_1	ABSCHL_NEURO_PATHIE_3_2
BLOODY_TAP_2	ABSCHL_ANTIKOAG_CLOPI_1	ABSCHL_NEURO_MOT_3_2
PARAESTH_2	ABSCHL_ANTIKOAG_NSAIDS_1	ABSCHL_NEURO_HAEMAT_3_2
EPID_LOR_2	ABSCHL_ANTIKOAG_KUMARIN_1	ANTIKOAG_NMH_ASS
EPID_DURA_2	ABSCHL_ANTIKOAG_ANDERE_1	ANTIKOAG_WEITERE
PER_PNEU_2	ABSCHL_ANTIKOAG_FREITEXT_1	ABSCHL_ANTIKOAG_NMH_ASS_1
PER_SONO_NADEL_2	ABSCHL_ANTIKOAG_KEINE_2	ABSCHL_ANTIKOAG_NMH_ASS_2
PER_SONO_LA_2	ABSCHL_ANTIKOAG_UFH_2	ABSCHL_ANTIKOAG_WEITERE_1
NS_IMPULS_2	ABSCHL_ANTIKOAG_NMHLOW_2	ABSCHL_ANTIKOAG_WEITERE_2
NS_STROM_2	ABSCHL_ANTIKOAG_NMHHIGH_2	ABSCHL_ANTIKOAG_WEITERE_1
NEURO_INTOX_2	ABSCHL_ANTIKOAG_ASS_2	ABSCHL_ANTIKOAG_WEITERE_2
BOLUS_OPIOID_2	ABSCHL_ANTIKOAG_CLOPI_2	STATION_LAUFRATE_1
BOLUS_OPIOID_EINHEIT_2	ABSCHL_ANTIKOAG_NSAIDS_2	STATION_LAUFRATE_2
BOLUS_OPIOID_MENGE_2	ABSCHL_ANTIKOAG_KUMARIN_2	STATION_BOLUSGROESSE_1
BOLUS_LOKAL_1_2	ABSCHL_ANTIKOAG_ANDERE_2	STATION_BOLUSGROESSE_2
BOLUS_LOKAL_KONZ_1_2	ABSCHL_ANTIKOAG_FREITEXT_2	FALL
BOLUS_LOKAL_MENGE_1_2	ABSCHL_INFEKT_1_1	ZEITPUNKT
BOLUS_LOKAL_2_2	ABSCHL_NEURO_SENS_1_1	VISITE_ZEITPUNKT
BOLUS_LOKAL_KONZ_2_2	ABSCHL_NEURO_PATHIE_1_1	PERSONAL
BOLUS_LOKAL_MENGE_2_2	ABSCHL_NEURO_MOT_1_1	DIENST
BOLUS_ZUSAETZE_NABI_2	ABSCHL_NEURO_HAEMAT_1_1	VISITE_DAUER
BOLUS_ZUSAETZE_CLONIDIN_2	ABSCHL_INFEKT_1_2	VISITE_ARZT
BOLUS_ZUSAETZE_VASO_2	ABSCHL_NEURO_SENS_1_2	VISITE_PFLEGE
BOLUS_ZUSAETZE_KETAMIN_2	ABSCHL_NEURO_PATHIE_1_2	VISITE_ITS
BOLUS_TESTDOSIS_2	ABSCHL_NEURO_MOT_1_2	SCHMERZ_MOBIL
BOLUS_TESTDOSIS_BEM_2	ABSCHL_NEURO_HAEMAT_1_2	SCHMERZ_RESP
STATION_OPIOID_2	ABSCHL_INFEKT_2_1	SCHMERZ_SCHLAF
STATION_OPIOID_KONZ_2	ABSCHL_NEURO_SENS_2_1	VISITE_MOBILISATION
STATION_OPIOID_EINHEIT_2	ABSCHL_NEURO_PATHIE_2_1	NRS_GESAMT
STATION_LOKAL_2	ABSCHL_NEURO_MOT_2_1	VISITE_PARACETAMOL
STATION_LOKAL_KONZ_2		VISITE_METAMIZOL
STATION_ZUSAETZE_NABI_2		VISITE_NSAIDS
STATION_ZUSAETZE_CLONIDIN_2		VISITE_OPIOID
STATION_ZUSAETZE_VASO_2		VISITE_SONSTIGES
STATION_ZUSAETZE_KETAMIN_2		HARNVERHALT
STATION_VERFAHREN_2		HYPOTENSION

SEDIERUNGSGRAD	KAT_TECHN_PROBLEME_1	VISITE_BOLI_ERHALTEN_1
ATEMDEPRESSION	VW_2	VISITE_BOLI_ABGEFORDERT_1
UEBELKEIT	VISITE_KATH_ZURUECK_2	VISITE_GESAMT_1
ERBRECHEN	VISITE_KATH_ENTF_2	VISITE_SPRITZE_NR_1
PRURITUS	VISITE_KATH_ABSCHL_2	VISITE_MED_FREITEXT_1
BLASENKATHETER	INFEKT_KATEG_2	VISITE_MED_2
VW_1	NRS_RUHE_2	VISITE_VERFAHREN_2
VISITE_KATH_ZURUECK_1	NRS_BELASTUNG_2	VISITE_LOCKOUT_ALT_2
VISITE_KATH_ENTF_1	NRS_TOLERIERT_2	VISITE_LOCKOUT_NEU_2
VISITE_KATH_ABSCHL_1	NRS_UNBESTIMMT_2	VISITE_BOLI_ERHALTEN_2
INFEKT_KATEG_1	NEURO_SENS_2	VISITE_BOLI_ABGEFORDERT_2
NRS_RUHE_1	NEURO_PATHIE_2	VISITE_GESAMT_2
NRS_BELASTUNG_1	NEURO_MOT_2	VISITE_SPRITZE_NR_2
NRS_TOLERIERT_1	NEURO_HAEMAT_2	VISITE_MED_FREITEXT_2
NRS_UNBESTIMMT_1	NEURO_PDPH_2	VISITE_KATH_ENTF_ART_1
NEURO_SENS_1	NEURO_PDPH_PATCH_2	VISITE_KATH_ENTF_ART_2
NEURO_PATHIE_1	NEURO_TNS_2	VISITE_LAUFRATE_ALT_1
NEURO_MOT_1	KAT_PART_UNWIRKSAM_2	VISITE_LAUFRATE_ALT_2
NEURO_HAEMAT_1	KAT_VERSAGEN_2	VISITE_LAUFRATE_NEU_1
NEURO_PDPH_1	KAT_PROX_DISK_2	VISITE_LAUFRATE_NEU_2
NEURO_PDPH_PATCH_1	KAT_FILTERWECHSEL_2	VISITE_BOLUSGROESSE_ALT_1
NEURO_TNS_1	KAT_OKKLUSION_2	VISITE_BOLUSGROESSE_ALT_2
KAT_PART_UNWIRKSAM_1	KAT_LECKAGE_ESS_2	VISITE_BOLUSGROESSE_NEU_1
KAT_VERSAGEN_1	KAT_TECHN_PROBLEME_2	VISITE_BOLUSGROESSE_NEU_2
KAT_PROX_DISK_1	VISITE_MED_1	NEURO_HAEMAT_EPIDURAL_1
KAT_FILTERWECHSEL_1	VISITE_VERFAHREN_1	NEURO_HAEMAT_EPIDURAL_2
KAT_OKKLUSION_1	VISITE_LOCKOUT_ALT_1	
KAT_LECKAGE_ESS_1	VISITE_LOCKOUT_NEU_1	

Anlage 7: Legende aller bereinigten Variablen

	Variablenname laut Tabelle	bereinigter Variablenname	Erklärung/Codierung	Definition (z.T. laut NRA-Legende)
Eckdaten	ID	ID		anonymisierte Patienten-ID
	ZENTRUM	Zentrum	Zentrum durch Zahl kodiert	
	EINGABEZITPUNKT	Eingabezeitpunkt	Datum, Uhrzeit	
	VISITE_ ZEITPUNKT	Zeitpunkt der Visite	Datum, Uhrzeit	
	OP	OP	OPS-Code	nach Operations- und Prozedurenschlüssel (OPS)
Zielvariable	PAT_WACH	Wach/Sediert/Allgemeinanästhesie bei Anlage	1= wach, 2=analgesediert, 3=Allgemeinanästhesie	orale Prämedikation erhalten
	PAT_WACH_Ja	Patient wach bei Anlage	0= analgesediert, Allgemeinanästhesie, 1= wach	
	PAT_WACH_analgesediert	Patient sediert bei Anlage	0= wach, Allgemeinanästhesie, 1= analgesediert	Analgesedierung erhalten, Spontanatmung
	PAT_WACH_Allgemeinanästhesie	Patient in Allgemeinanästhesie bei Anlage	0= wach, analgesediert, 1= Allgemeinanästhesie	Anlage in Allgemeinanästhesie, maschinelle Beatmung
	Pat_wach_sediert_1_vs_2	Patient wach vs. Patient analgesediert	1= wach, 2= analgesediert	
	Pat_wach_anästhesiert_1_vs_3	Patient wach vs. Patient in Allgemeinanästhesie	1= wach, 3= Allgemeinanästhesie	
	SEDIERUNG_1	Sedierung mit Opioiden	0= nein, 1= ja	
	SEDIERUNG_2	Sedierung mit Benzodiazepinen	0= nein, 1= ja	
SEDIERUNG_3	andere Sedierungsmittel	0= nein, 1= ja		
Patientendaten	Geschlecht_m_f	Geschlecht	0= weiblich, 1= männlich	
	GEBURTSJAHR_first	Geburtsjahr	Jahreszahl	
	Alter_bereinigt_first	berechnetes Alter [Jahre]	Alter in stetigen Zahlen	Berechnetes Alter
	GROESSE_bereinigt_first	Größe [cm]	Größe in stetigen Zahlen	
	GEWICHT_bereinigt_first	Gewicht [kg]	Gewicht in stetigen Zahlen	
	BMI_bereinigt_Korrektur	BMI [kg/m ²]	BMI in stetigen Zahlen	Berechneter BMI
Komorbiditäten	ASA_num	ASA	ASA I, II, III, IV	ASA-Risikoklassifikation
	ASA_1	ASA I	0= ASA II, III, IV, 1= ASA I	ASA I = gesunder Patient,
	ASA_2	ASA II	0= ASA I, III, IV, 1= ASA II	ASA II = Patient mit leichter Allgemeinerkrankung ohne Leistungseinschränkung,
	ASA_3	ASA III	0= ASA I, II, IV, 1= ASA III	ASA III = Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung mit Leistungseinschränkung,
	ASA_4	ASA iV	0= ASA I, II, III, 1= ASA IV	ASA IV = schwere Allgemeinerkrankung mit vitaler Bedrohung
	Diabetes_vorhanden	Diabetes mellitus (IDDM+NIDDM)	0= nein, 1= ja	
	Diabetes_IDDM	Diabetes mellitus (insulinpflichtig)	0= nein, 1= ja	IDDM = primär oder sekundär insulinpflichtig
	Diabetes_NIDDM	Diabetes mellitus (nicht-insulinpflichtig)	0= nein, 1= ja	NIDDM = nicht insulinpflichtig
	PAVK_vorhanden	pAVK	0= nein, 1= ja	
	RHEUMA_vorhanden	Rheuma	0= nein, 1= ja	
	ALKOHOL_Abusus	Alkoholabusus	0= nein, 1= ja	Konsum reinen Alkohols von >40g/d (Männer), >20g/d (Frauen)
	DROGEN_Abusus	Drogenabusus	0= nein, 1= ja	
	INFEKTION_PRAEOP_first	präoperative Infektion	0= nein, 1= ja	therapeutische Antibiotika-Gabe bei systemischer Infektion
	ANTIBIOSE_PRAEOP_first	präoperative Antibiose	0= nein, 1= ja	jede prophylaktische perioperative Antibiotika-Gabe
	Sepsis_vorhanden	Sepsis	0= nein, 1= ja	Vorliegen einer Sepsis nach Kriterien der DSG e.V.
	Dialyse_vorhanden	Dialysepflichtigkeit	0= nein, 1= ja	
	KREA_first	Kreatinin, Angabe in [µmol/l] oder [mg/dl]	Kreatinin in stetigen Zahlen	
	KREA_EINHEIT_first	Angabe der Kreatinin-Einheit	[µmol/l], [mg/dl]	
	Krea_Umrechnung_der_Einheit_first	Kreatinin [mg/dl]	Kreatinin in stetigen Zahlen	Umrechnung : 1 µmol/l x 0,0113 = mg/dl
	GFR_berechnet_Kontrolle	berechnete GFR [ml/min]	GFR in stetigen Zahlen	berechnet nach CKD-EPI
Leberinsuffizienz_vorhanden	Leberinsuffizienz	0= nein, 1= ja	> CHILD B	
Steroide_über_Cushing_Dosis	Steroide über Cushing-Schwellendosis	0= nein, 1= ja	Steroideinnahme >Cushing-Schwellendosis für >5d	
Immun_Suppressiva_vorhanden	Immunsuppressiva	0= nein, 1= ja		
Immun_Transplantation_vorhanden	Z.n. Transplantation	0= nein, 1= ja		
Immun_Tumor_vorhanden	maligne Tumorerkrankung	0= nein, 1= ja		
Immun_Erkrankung_vorhanden	Immundefizienz	0= nein, 1= ja	z.B. HIV	

	Variablenname laut Tabelle	bereinigter Variablenname	Erklärung/Codierung	Definition (z.T. laut NRA-Legende)
Antikoagulation	Antikoagulation_keine	keine Antikoagulation	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_first	Antikoagulation	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_UFH	Unfraktioniertes Heparin	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_UFH_unter_4_6_Stunden	Unfraktioniertes Heparin <4-6h	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_UFH_über_4_6_Stunden	Unfraktioniertes Heparin >4-6h	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_NMHLOW	Niedermolekulares Heparin (low dose)	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_NMHLOW_unter_12_Stunden	Niedermolekulares Heparin (low dose) <12h	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_NMHLOW_über_12_Stunden	Niedermolekulares Heparin (low dose) >12h	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_NMHHIGH	Niedermolekulares Heparin (high dose)	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_NMHHIGH_unter_24h	Niedermolekulares Heparin (high dose) <24h	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_NMHHIGH_über_24h	Niedermolekulares Heparin (high dose) >24h	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_ASS	Acetylsalicylsäure	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_ASS_unter_2d	Acetylsalicylsäure <2d	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_ASS_über_2d	Acetylsalicylsäure >2d	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_Clopi	Clopidogrel	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_Clopi_unter_7d	Clopidogrel <7d	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_Clopi_über_7d	Clopidogrel >7d	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_NSAIDS	NSAIDs (Nicht steroidale Antiphlogistika)	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_NSAIDS_unter_24h	NSAIDs (Nicht steroidale Antiphlogistika) <24h	0= nein, 1= ja	
	Antikoagulation_NSAIDS_über_24h	NSAIDs (Nicht steroidale Antiphlogistika) >24h	0= nein, 1= ja	
Antikoagulation_Kumarine	Kumarinderivate	0= nein, 1= ja		
Antikoagulation_Kumarine_INR_unter_1.4	Kumarinderivate, INR <1,4	0= nein, 1= ja		
Antikoagulation_Kumarine_INR_über_1.4	Kumarinderivate, INR >1,4	0= nein, 1= ja		
Antikoagulation_andere	andere Antikoagulantien	0= nein, 1= ja		
Anlagedauer	Anlagedauer_Zeit	Anlagedauer [min]	Anlagedauer in stetigen Zahlen	
	Anlagedauer_kleiner_gleich_10	Anlagedauer ≤ 10 min	0= nein, 1= ja	
	Anlagedauer_größer_10	Anlagedauer > 10 min	0= nein, 1= ja	
Fachrichtung	Fachrichtung_ACH	Fachrichtung Allgemeinchirurgie	0= nein, 1= ja	
	Fachrichtung_Andere_NEURO_HNO	Fachrichtung Andere, Neurologie, HNO	0= nein, 1= ja	
	Fachrichtung_GEB	Fachrichtung Geburtshilfe	0= nein, 1= ja	
	Fachrichtung_GYN	Fachrichtung Gynäkologie	0= nein, 1= ja	
	Fachrichtung_INNERE	Fachrichtung Innere Medizin	0= nein, 1= ja	
	Fachrichtung_KARDIOCH	Fachrichtung Herz-Thorax-Chirurgie	0= nein, 1= ja	
	Fachrichtung_KICH	Fachrichtung Kinderchirurgie	0= nein, 1= ja	
	Fachrichtung_NEUCH	Fachrichtung Neurochirurgie	0= nein, 1= ja	
	Fachrichtung_Trauma.Notfall	Fachrichtung Trauma/Notfall	0= nein, 1= ja	
	Fachrichtung_UCH_ORTHO	Fachrichtung Unfallchirurgie/Orthopädie	0= nein, 1= ja	
	Fachrichtung_VASC	Fachrichtung Gefäßchirurgie	0= nein, 1= ja	
	Fachrichtung_URO	Fachrichtung Urologie	0= nein, 1= ja	
Antibiose	Antibiose_Prophylaxe_vorhanden	Antibiose-Prophylaxe (mehrtägig o. Single Shot)	0= nein, 1= ja	
	Antibiose_Prophylaxe_mehrtägig	Antibiose-Prophylaxe (mehrtägig)	0= nein, 1= ja	
	Antibiose_Prophylaxe_SingleShot	Antibiose-Prophylaxe (Single Shot)	0= nein, 1= ja	
	Antibiose_Zeit_nach_Anlage	Antibiose-Prophylaxe nach Anlage	0= nein, 1= ja	
	Antibiose_Zeit_vor_Anlage	Antibiose-Prophylaxe vor Anlage	0= nein, 1= ja	

Variablenname laut Tabelle	bereinigter Variablenname	Erklärung/Codierung	Definition (z.T. laut NRA-Legende)	
1. Katheter				
Lokalisation 1. Katheter	Lokalisation_1_peripher	periphere Lokalisation	0= nein (rückenmarksnah), 1= ja (peripher)	axillär, femoral, infraklavikulär, interskalenär, N. ischiadicus, N. saphenus, N. suprascapularis, sonstiger Nerv, paravertebral, Psoas-Kompartiment, supraklavikulär N. saphenus, N. suprascapularis, sonstiger Nerv infraklavikulär, supraklavikulär CSE, intrathekal, kaudal, lumbal, thorakal
	Lokalisation_1_peripher_axillär	axillär	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_1_peripher_femoral	femoral	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_1_peripher_infraklavikulär	infraklavikulär	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_1_peripher_interskalenär	interskalenär	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_1_peripher_N.ischiadicus	N. ischiadicus	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_1_peripher_sonstiger_Nerv	sonstiger Nerv	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_1_peripher_paravertebral	paravertebral	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_1_peripher_PsoasKomp	Psoas-Kompartiment	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_1_periclavicular_infra_suprclavicular	periklavikulär	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_1_peripher_supraklavikulär	supraklavikulär	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_1_RMnah	rückenmarksnahe Lokalisation	0= nein (peripher), 1= ja (rückenmarksnah)	
	Lokalisation_1_CSE	kombinierte Spinal-Epiduralanästhesie	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_1_RMnah_intrathekal	rückenmarksnah intrathekal	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_1_RMnah_kaudal	rückenmarksnah kaudal	0= nein, 1= ja	
Lokalisation_1_RMnah_lumbal	rückenmarksnah lumbal	0= nein, 1= ja		
Lokalisation_1_RMnah_thorakal	rückenmarksnah thorakal	0= nein, 1= ja		
1. Katheter	Katheter_1_Katheter	Katheter	0= nein, 1= ja	
	Katheter_1_Single_Shot	Single-Shot	0= nein, 1= ja	
	Kathetertyp_1_konventionell	konventioneller Katheter	0= nein, 1= ja	
	Kathetertyp_1_Stimulationskatheter	Stimulationskatheter	0= nein, 1= ja	
Punktionstechnik 1. Katheter	Punktionstechnik_1_antero-lateral	Punktionstechnik anterolateral	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_1_distal_lateral	Punktionstechnik distal lateral	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_1_distal_popliteal	Punktionstechnik distal popliteal	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_1_dorsolateral	Punktionstechnik dorsolateral	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_1_Multistimulation	Punktionstechnik Multistimulation	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_1_perivaskulär	Punktionstechnik perivaskulär	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_1_proximal_dorsal_Andere	Punktionstechnik proximal dorsal (andere)	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_1_proximal_dorsal_Labat	Punktionstechnik proximal dorsal (Labat)	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_1_proximal_lateral	Punktionstechnik proximal lateral	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_1_proximal_ventral	Punktionstechnik proximal ventral	0= nein, 1= ja	
	Zugang_1_median	Zugang median	0= nein, 1= ja	
	Zugang_1_paramedian	Zugang paramedian	0= nein, 1= ja	
	Nadel_1_1_Facettenschliff	Nadel 1.1 Facettenschliff	0= nein, 1= ja	
	Nadel_1_1_Pencil_Point	Nadel 1.1 Pencil Point	0= nein, 1= ja	
	Nadel_1_1_Tuohy	Nadel 1.1 Tuohy	0= nein, 1= ja	
	NADELGROESSE_1_1_first	Nadelgröße 1.1 [cm]	Nadelgröße 1.1 in stetigen Zahlen	
	Nadel_2_1_Facettenschliff	Nadel 2.1 Facettenschliff	0= nein, 1= ja	
	Nadel_2_1_Pencil_Point	Nadel 2.1 Pencil Point	0= nein, 1= ja	
	Nadel_2_1_Tuohy	Nadel 2.1 Tuohy	0= nein, 1= ja	
	NADELGROESSE_2_1_first	Nadelgröße 2.1 [cm]	Nadelgröße 2.1 in stetigen Zahlen	
	Punktion_WK_1_L	Punktion auf Höhe Wirbelkörper lumbal	0= nein, 1= ja	
	Punktion_WK_1_S	Punktion auf Höhe Wirbelkörper sakral	0= nein, 1= ja	
Punktion_WK_1_Th	Punktion auf Höhe Wirbelkörper thorakal	0= nein, 1= ja		
PUNKTION_WK_HOEHE_1_first	Punktionshöhe Wirbelkörper	Wirbelkörper in stetigen Zahlen		
PUNKTION_TIEFE_1_first	Punktionstiefe [cm]	Punktionstiefe in stetigen Zahlen		
PUNKTION_HAUTNIVEAU_1_first	Einlagetiefe ab Hautniveau [cm]	Einlagetiefe in stetigen Zahlen		

	Variablenname laut Tabelle	bereinigter Variablenname	Erklärung/Codierung	Definition (z.T. laut NRA-Legende)
Ultraschall/Nervenstimulation 1. Katheter	PER_SONO_NADEL_gemacht	Nadel per Sono sichtbar	0= nein, 1= ja	Ultraschallgestützte Punktion
	Per_Sono_Nadel_1_gut	Nadel per Sono gut sichtbar	0= nein, 1= ja	
	Per_Sono_Nadel_1_mittel	Nadel per Sono mittel sichtbar	0= nein, 1= ja	
	Per_Sono_Nadel_1_schlecht	Nadel per Sono schlecht sichtbar	0= nein, 1= ja	
	PER_SONO_LA_1_first	Lokalanästhetikum per Sono	0= nein, 1= ja	
	Per_Sono_LA_1_gut	Lokalanästhetikum per Sono gut sichtbar	0= nein, 1= ja	
	Per_Sono_LA_1_mittel	Lokalanästhetikum per Sono mittel sichtbar	0= nein, 1= ja	
	Per_Sono_LA_1_schlecht	Lokalanästhetikum per Sono schlecht sichtbar	0= nein, 1= ja	
	NS_IMPULS_1_first	Nervenstimulation Impuls [ms]	Impulsdauer in stetigen Zahlen	
	NS_STROM_1_first	Nervenstimulation Stromstärke [mA]	Stromstärke in stetigen Zahlen	
punktionsbezogene Komplikationen 1. Katheter	Abbruch_Anatomie_1	Verfahrensabbruch wegen Anatomie	0= nein, 1= ja	die zu blockierende Struktur ist nicht auffindbar
	Abbruch_Compliance_1	Verfahrensabbruch wegen Compliance	0= nein, 1= ja	Patient toleriert die Anlage nicht/Compliance nicht ausreichend
	Abbruch_Anatomie_Compliance	Verfahrensabbruch wegen Anatomie o. Compliance	0= nein, 1= ja	Zusammenfassung von Abbruch Anatomie und Compliance
	PrimärversagenAnalgesie_1	Ungeplante Zusatzanalgesie	0= nein, 1= ja	Wechsel auf ein zweites RA-Verfahren
	Primärversagen_Analgesie_1_Allgemeinanästhesie	Ungeplante Zusatzanalgesie mit Allgemeinanästhesie	0= nein, 1= ja	
	Primärversagen_Analgesie_1_Analgosedierung	Ungeplante Zusatzanalgesie mit Analgosedierung	0= nein, 1= ja	
	Primärversagen_Analgesie_1_Nachblockade	Ungeplante Zusatzanalgesie mit Nachblockade	0= nein, 1= ja	
	Primärversagen_Analgesie_1_Wechsel	Ungeplante Zusatzanalgesie mit Wechsel	0= nein, 1= ja	
	MehrfachHautpunktion_1	Mehrfachpunktion	0= nein, 1= ja	
	Bloody_tap_1_vorhanden	Blutige Aspiration	0= nein, 1= ja	
Parästhesien_1_vorhanden	Intraoperative Parästhesien	0= nein, 1= ja		
Epi_Durapunktion_1	akzidentelle Durapunktion	0= nein, 1= ja		
Per_Pneumothorax_1	Pneumothorax	0= nein, 1= ja		
Neuro_Intoxikation_1	systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika	0= nein, 1= ja	Vorliegen von Intoxikationszeichen nach LA-Injektion	
weitere Komplikationen 1. Katheter	Infekt_Kategorie_1_Infekt_vorhanden	Infektion (leicht, mittel, schwer)	0= nein, 1= ja	zwei der Zeichen: Rötung, Schwellung, Druckschmerz; Therapie: nur Entfernen des Katheters leichte Infektion + 2 der Kriterien: CRP/PCT-Erhöhung, Leukozytose, Eiteraustritt an der Einstichstelle, Fieber; Therapie: notwendige Antibiotika-Gabe bei Ausschluss anderer Ursache chirurgische Intervention Hypästhesie im Ausbreitungsgebiet der Regionalanästhesie Parästhesie im Ausbreitungsgebiet der Regionalanästhesie Kraftgrade nach Janda: 0/5= keine Muskelaktivität, 1/5= sichtbare Muskelkontraktion ohne Bewegungseffekt, 2/5= Bewegungseffekt unter Ausschaltung der Eigenschwere, 3/5= Bewegung gegen Eigenschwere möglich, 4/5= Bewegung gegen mäßigen Widerstand möglich, 5/5= normale Muskelkraft PDPH= "post-dural-puncture-headache" Durchführung eines Blut-Patches bei PDPH Notwendigkeit einer Zusatzanalgesie Völlige Unwirksamkeit des Katheters Diskonnektion des Filters vom Katheter Verschluss des Katheters Austritt von LA aus der Einstichstelle
	Infekt_Kategorie_1_Infekt_leicht	Infektion leicht	0= nein, 1= ja	
	Infekt_Kategorie_1_Infekt_mittel	Infektion mittel	0= nein, 1= ja	
	Infekt_Kategorie_1_Infekt_schwer	Infektion schwer	0= nein, 1= ja	
	NeuroSens_1_Hypästhesie	Postoperative Hypästhesie	0= nein, 1= ja	
	NeuroSens_1_Parästhesie	Postoperative Parästhesie	0= nein, 1= ja	
	NeuroSens_1_Störung_vorhanden	Hyp- oder Parästhesie	0= nein, 1= ja	
	Neuro_pathie_1_vorhanden	Postoperativer neuropathischer Schmerz	0= nein, 1= ja	
	NEURO_MOT_1_min	Motorik in Kraftgraden	0/5, 1/5, 2/5, 3/5, 4/5, 5/5	
	Neuro_Motorik_1_volle_Kraft	volle Kraft	0= ≤4/5, 1=5/5	
	Neuro_Motorik_1_verminderte_Kraft	Kraftminderung	0=5/5, 1= ≤4/5	
	Neuro_Hämatom_1_vorhanden	Hämatom	0= nein, 1= ja	
	Neruo_PDPH_1_vorhanden	Postpunktioneller Kopfschmerz	0= nein, 1= ja	
	Neuro_PDPH_Patch_1_vorhanden	Blutpatch	0= nein, 1= ja	
	Neuro_TNS_1_vorhanden	Transientes neurologisches Syndrom	0= nein, 1= ja	
	Kath_part_unwirksam_1_vorhanden	partielle Unwirksamkeit des Katheters	0= nein, 1= ja	
	Kath_Versagen_1_vorhanden	Katheter-Versagen	0= nein, 1= ja	
	Kath_prox_Disk_1_vorhanden	Katheter proximal disloziert	0= nein, 1= ja	
	Kath_Filterwechsel_1_vorhanden	Filterwechsel	0= nein, 1= ja	
	Kath_Okklusion_1_vorhanden	Katheter-Okklusion	0= nein, 1= ja	
	Kath_Leckage_ESS_1_vorhanden	Leckage an der Einstichstelle	0= nein, 1= ja	
	Kath_techn_Probleme_1_vorhanden	technische Probleme	0= nein, 1= ja	

	Variablenname laut Tabelle	bereinigter Variablenname	Erklärung/Codierung	Definition (z.T. laut NRA-Legende)
Liegendauer 1. Katheter	LIEGEDAUER_1_mean	Liegendauer des Katheters [d]	Liegendauer in stetigen Zahlen	
	Katheterentfernung_1_irregulär	irreguläre Katheterentfernung	0= nein, 1= ja	Katheterentfernung akzidentell, vorzeitig wegen Infektion, eingeschränkter Wirksamkeit, unzufriedenem Patienten etc.
	Katheterentfernung_1_regulär	reguläre Katheterentfernung	0= nein, 1= ja	Katheterentfernung zum geplanten Zeitpunkt
2. Katheter				
Lokalisation 2. Katheter	Lokalisation_2_peripher	periphere Lokalisation	0= nein (rückenmarksnah), 1= ja (peripher)	axillär, femoral, infraklavikulär, interskalenär, N. ischiadicus, N. saphenus, N. suprascapularis, sonstiger Nerv, paravertebral, Psoas-Kompartiment, supraklavikulär
	Lokalisation_2_peripher_axillär	axillär	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_2_peripher_femoral	femoral	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_2_peripher_infraklavikulär	infraklavikulär	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_2_peripher_interskalenär	interskalenär	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_2_peripher_N.ischiadicus	N. ischiadicus	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_2_peripher_sonstiger_Nerv	sonstiger Nerv	0= nein, 1= ja	N. saphenus, N. suprascapularis, sonstiger Nerv
	Lokalisation_2_peripher_paravertebral	paravertebral	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_2_peripher_PsoasKomp	Psoas-Kompartiment	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_2_periclavikulär_infra_supraclaviculär	periklavikulär	0= nein, 1= ja	infraklavikulär, supraklavikulär
	Lokalisation_2_peripher_supraklavikulär	supraklavikulär	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_2_RMnah	rückenmarksnah Lokalisation	0= nein (peripher), 1= ja (rückenmarksnah)	CSE, intrathekal, kaudal, lumbal, thorakal
	Lokalisation_2_CSE	kombinierte Spinal-Epiduralanästhesie	0= nein, 1= ja	
	Lokalisation_2_RMnah_intrathekal	rückenmarksnah intrathekal	0= nein, 1= ja	
Lokalisation_2_RMnah_kaudal	rückenmarksnah kaudal	0= nein, 1= ja		
Lokalisation_2_RMnah_lumbal	rückenmarksnah lumbal	0= nein, 1= ja		
Lokalisation_2_RMnah_thorakal	rückenmarksnah thorakal	0= nein, 1= ja		
2. Katheter	Katheter_2_Katheter	Katheter	0= nein, 1= ja	
	Katheter_2_Single_Shot	Single-Shot	0= nein, 1= ja	
	Kathetertyp_2_konventionell	konventioneller Katheter	0= nein, 1= ja	
	Kathetertyp_2_Stimulationskatheter	Stimulationskatheter	0= nein, 1= ja	
Punktionstechnik 2. Katheter	Punktionstechnik_2_anterolateral	Punktionstechnik anterolateral	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_2_distal_lateral	Punktionstechnik distal lateral	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_2_distal_popliteal	Punktionstechnik distal popliteal	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_2_dorsolateral	Punktionstechnik dorsolateral	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_2_Multistimulation	Punktionstechnik Multistimulation	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_2_perivaskulär	Punktionstechnik perivaskulär	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_2_proximal_dorsal_Andere	Punktionstechnik proximal dorsal (andere)	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_2_proximal_dorsal_Labat	Punktionstechnik proximal dorsal (Labat)	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_2_proximal_lateral	Punktionstechnik proximal lateral	0= nein, 1= ja	
	Punktionstechnik_2_proximal_ventral	Punktionstechnik proximal ventral	0= nein, 1= ja	
	Zugang_2_median	Zugang median	0= nein, 1= ja	
	Zugang_2_paramedian	Zugang paramedian	0= nein, 1= ja	
	Nadel_1_2_Facettenschliff	Nadel 1.2 Facettenschliff	0= nein, 1= ja	
	Nadel_1_2_Pencil_Point	Nadel 1.2 Pencil Point	0= nein, 1= ja	
	Nadel_1_2_Tuohy	Nadel 1.2 Tuohy	0= nein, 1= ja	
	NADELGROESSE_1_2_first	Nadelgröße 1.2 [cm]	Nadelgröße 1.1 in stetigen Zahlen	
	Nadel_2_2_Facettenschliff	Nadel 2.2 Facettenschliff	0= nein, 1= ja	
	Nadel_2_2_Pencil_Point	Nadel 2.2 Pencil Point	0= nein, 1= ja	
	Nadel_2_2_Tuohy	Nadel 2.2 Tuohy	0= nein, 1= ja	
	NADELGROESSE_2_2_first	Nadelgröße 2.2 [cm]	Nadelgröße 2.1 in stetigen Zahlen	
Punktion_WK_2_L	Punktion auf Höhe Wirbelkörper lumbal	0= nein, 1= ja		
Punktion_WK_2_S	Punktion auf Höhe Wirbelkörper sakral	0= nein, 1= ja		
Punktion_WK_2_Th	Punktion auf Höhe Wirbelkörper thorakal	0= nein, 1= ja		
PUNKTION_WK_HOEHE_2_first	Punktionshöhe Wirbelkörper	Wirbelkörper in stetigen Zahlen		
PUNKTION_TIEFE_2_first	Punktionstiefe [cm]	Punktionstiefe in stetigen Zahlen		
PUNKTION_HAUTNIVEAU_2_first	Einlagetiefe ab Hautniveau [cm]	Einlagetiefe in stetigen Zahlen		

	Variablenname laut Tabelle	bereinigter Variablenname	Erklärung/Codierung	Definition (z.T. laut NRA-Legende)
Ultraschall/Nervenstimulation 2.Katheter	PER_SONO_NADEL_gemacht	Nadel per Sono sichtbar	0= nein, 1= ja	Ultraschallgestützte Punktion
	Per_Sono_Nadel_2_gut	Nadel per Sono gut sichtbar	0= nein, 1= ja	
	Per_Sono_Nadel_2_mittel	Nadel per Sono mittel sichtbar	0= nein, 1= ja	
	Per_Sono_Nadel_2_schlecht	Nadel per Sono schlecht sichtbar	0= nein, 1= ja	
	PER_SONO_LA_2_first	Lokalanästhetikum per Sono	0= nein, 1= ja	
	Per_Sono_LA_2_gut	Lokalanästhetikum per Sono gut sichtbar	0= nein, 1= ja	
	Per_Sono_LA_2_mittel	Lokalanästhetikum per Sono mittel sichtbar	0= nein, 1= ja	
	Per_Sono_LA_2_schlecht	Lokalanästhetikum per Sono schlecht sichtbar	0= nein, 1= ja	
	NS_IMPULS_2_first	Nervenstimulation Impuls [ms]	Impulsdauer in stetigen Zahlen	
NS_STROM_2_first	Nervenstimulation Stromstärke [mA]	Stromstärke in stetigen Zahlen		
punktionsbezogene Komplikationen 2. Katheter	Abbruch_Anatomie_2	Verfahrensabbruch wegen Anatomie	0= nein, 1= ja	die zu blockierende Struktur ist nicht auffindbar
	Abbruch_Compliance_2	Verfahrensabbruch wegen Compliance	0= nein, 1= ja	Patient toleriert die Anlage nicht/Compliance nicht ausreichend
	Abbruch_Anatomie_Compliance	Verfahrensabbruch wegen Anatomie o. Compliance	0= nein, 1= ja	Zusammenfassung von Abbruch Anatomie und Compliance
	PrimärversagenAnalgesie_2	Ungeplante Zusatzanalgesie	0= nein, 1= ja	
	Primärversagen_Analgesie_2_Allgemeinanästhesie	Ungeplante Zusatzanalgesie mit Allgemeinanästhesie	0= nein, 1= ja	
	Primärversagen_Analgesie_2_Analgosedierung	Ungeplante Zusatzanalgesie mit Analgosedierung	0= nein, 1= ja	
	Primärversagen_Analgesie_2_Nachblockade	Ungeplante Zusatzanalgesie mit Nachblockade	0= nein, 1= ja	
	Primärversagen_Analgesie_2_Wechsel	Ungeplante Zusatzanalgesie mit Wechsel	0= nein, 1= ja	
	MehrfachHautpunktion_2	Mehrfachpunktion	0= nein, 1= ja	Wechsel auf ein zweites RA-Verfahren
	Bloody_tap_2_vorhanden	Blutige Aspiration	0= nein, 1= ja	jede mehrfache Hautpunktion, die über LA und anschließende Punktion hinausgeht
	Parästhesien_2_vorhanden	Intraoperative Parästhesien	0= nein, 1= ja	blutige Punktion, Blutaspiration über Punktionsnadel oder Katheter
Epi_Durapunktion_2	akzidentelle Durapunktion	0= nein, 1= ja	akzidentelle Durapunktion	
Per_Pneumothorax_2	Pneumothorax	0= nein, 1= ja	klinisch-relevanter Pneumothorax	
Neuro_Intoxikation_2	systemische Intoxikation mit Lokalanästhetika	0= nein, 1= ja	Vorliegen von Intoxikationszeichen nach LA-Injektion	
weitere Komplikationen 2. Katheter	Infekt_Kategorie_2_Infekt_vorhanden	Infektion (leicht, mittel, schwer)	0= nein, 1= ja	zwei der Zeichen: Rötung, Schwellung, Druckschmerz; Therapie: nur Entfernen des Katheters
	Infekt_Kategorie_2_Infekt_leicht	Infektion leicht	0= nein, 1= ja	
	Infekt_Kategorie_2_Infekt_mittel	Infektion mittel	0= nein, 1= ja	
	Infekt_Kategorie_2_Infekt_schwer	Infektion schwer	0= nein, 1= ja	leichte Infektion + 2 der Kriterien: CRP/PCT-Erhöhung, Leukozytose, Eiteraustritt an der Einstichstelle, Fieber; Therapie: notwendige Antibiotika-Gabe bei Ausschluss anderer Ursache
	NeuroSens_2_Hypästhesie	Postoperative Hypästhesie	0= nein, 1= ja	chirurgische Intervention
	NeuroSens_2_Parästhesie	Postoperative Parästhesie	0= nein, 1= ja	Hypästhesie im Ausbreitungsgebiet der Regionalanästhesie
	NeuroSens_2_Störung_vorhanden	Hyp- oder Parästhesie	0= nein, 1= ja	Parästhesie im Ausbreitungsgebiet der Regionalanästhesie
	Neuro_pathie_2_vorhanden	Postoperativer neuropathischer Schmerz	0= nein, 1= ja	Kraftgrade nach Janda: 0/5= keine Muskelaktivität, 1/5= sichtbare Muskelkontraktion ohne Bewegungseffekt, 2/5= Bewegungseffekt unter Ausschaltung der Eigenschwere, 3/5= Bewegung gegen Eigenschwere möglich, 4/5= Bewegung gegen mäßigen Widerstand möglich, 5/5= normale Muskelkraft
	NEURO_MOT_2_min	Motorik (Kraftgrade)	0/5, 1/5, 2/5, 3/5, 4/5, 5/5	
	Neuro_Motorik_2_volle_Kraft	volle Kraft	0= ≤4/5, 1=5/5	
	Neuro_Motorik_2_verminderte_Kraft	Kraftminderung	0=5/5, 1= ≤4/5	
	Neuro_Hämatom_2_vorhanden	Hämatom	0= nein, 1= ja	
	Neruo_PDPH_2_vorhanden	Postpunktioneller Kopfschmerz	0= nein, 1= ja	
	Neuro_PDPH_Patch_2_vorhanden	Blutpatch	0= nein, 1= ja	
	Neuro_TNS_2_vorhanden	Transientes neurologisches Syndrom	0= nein, 1= ja	
	Kath_part_unwirksam_2_vorhanden	partielle Unwirksamkeit des Katheters	0= nein, 1= ja	
	Kath_Versagen_2_vorhanden	Katheter-Versagen	0= nein, 1= ja	
	Kath_prox_Disk_2_vorhanden	Katheter proximal disloziert	0= nein, 1= ja	PDPH= "post-dural-puncture-headache"
	Kath_Filterwechsel_2_vorhanden	Filterwechsel	0= nein, 1= ja	Durchführung eines Blut-Patches bei PDPH
	Kath_Okklusion_2_vorhanden	Katheter-Okklusion	0= nein, 1= ja	Notwendigkeit einer Zusatzanalgesie
Kath_Leckage_ESS_2_vorhanden	Leckage an der Einstichstelle	0= nein, 1= ja		
Kath_techn_Probleme_2_vorhanden	technische Probleme	0= nein, 1= ja		
			Völlige Unwirksamkeit des Katheters	
			Diskonnektion des Filters vom Katheter	
			Verschluss des Katheters	
			Austritt von LA aus der Einstichstelle	

	Variablenname laut Tabelle	bereinigter Variablenname	Erklärung/Codierung	Definition (z.T. laut NRA-Legende)
Liegendauer 2. Katheter	LIEGEDAUER_2_mean	Liegendauer des Katheters [d]	Liegendauer in stetigen Zahlen	Katheterentfernung akzidentell, vorzeitig wegen Infektion, eingeschränkter Wirksamkeit, unzufriedenem Patienten etc. Katheterentfernung zum geplanten Zeitpunkt
	Katheterentfernung_2_irregulär	irreguläre Katheterentfernung	0= nein, 1= ja	
	Katheterentfernung_2_regulär	reguläre Katheterentfernung	0= nein, 1= ja	
	vegetative Symptome	Schmerzniveau	0-10	angegeben durch NRS=Numerische Rating-Skala, 0= keine Schmerzen, 10= stärkste vorstellbare Schmerzen
Zufriedenheit	NRS_GESAMT_mean	Harnverhalt		angegeben durch NRS= Numerische Rating-Skala, 0= geringste Zufriedenheit, 10= höchste Zufriedenheit
	Harnverhalt_vorhanden	Hypotension		
	Hypotension_vorhanden	Vigilanzniveau		angegeben durch NRS= Numerische Rating-Skala, 0= geringste Zufriedenheit, 10= höchste Zufriedenheit
	SEDIERUNGSGRAD_max	Atemdepression		
	Atemdepression_vorhanden	Übelkeit		
	Übelkeit_vorhanden	Erbrechen		
	Erbrechen_vorhanden	Pruritus		
	Pruritus_vorhanden			
	ABSCHL_PAT_ZUFR_mean	Patientenzufriedenheit		angegeben durch NRS= Numerische Rating-Skala, 0= geringste Zufriedenheit, 10= höchste Zufriedenheit
	ABSCHL_DOC_ZUFR_mean	Zufriedenheit des Anästhesisten		

Anlage 8: Perzentilenwerte nach Kromeyer-Hauschild

Jungen			
Alter (Jahre)	Größe (cm)	Gewicht (kg)	BMI (kg/m²)
0-1	47,02 – 82,49	2,42 – 12,78	10,29 – 19,81
1-2	70,95 – 94,61	7,83 – 15,84	14,58 – 19,14
2-3	81,53 – 103,88	9,79 – 18,49	14,00 – 18,82
3-4	89,06 – 112,30	11,39 – 21,89	13,55 – 18,83
4-5	95,84 – 120,69	13,26 – 25,63	13,36 – 19,02
5-6	102,67 – 128,03	15,14 – 29,58	13,24 – 19,44
6-7	108,83 – 134,50	16,94 – 33,94	13,18 – 20,15
7-8	114,29 – 140,62	18,80 – 38,94	13,23 – 21,11
8-9	119,25 – 148,00	20,84 – 45,15	13,37 – 22,21
9-10	124,80 – 154,29	23,21 – 51,12	13,56 – 23,35
10-11	128,96 – 159,94	25,23 – 57,11	13,80 – 24,45
11-12	132,46 – 166,79	27,13 – 64,62	14,11 – 25,44
12-13	136,86 – 175,16	29,40 – 73,66	14,50 – 26,28
13-14	143,09 – 182,57	32,65 – 81,70	14,97 – 26,97
Ab 14	150,44 – 220,00	37,57 – 250,00	15,50 – 70,00

Quelle: Kromeyer-Hauschild et al., 2001 ⁹⁸

Mädchen			
Alter (Jahre)	Größe (cm)	Gewicht (kg)	BMI (kg/m²)
0-1	46,86 – 80,86	2,43 – 11,89	10,21 – 19,22
1-2	69,93 – 92,99	7,32 – 15,32	14,14 – 19,03
2-3	80,14 – 102,90	9,41 – 18,38	13,68 – 18,84
3-4	88,01 – 111,92	11,13 – 21,72	13,29 – 18,85
4-5	95,29 – 120,01	12,88 – 25,64	13,06 – 19,16
5-6	101,93 – 127,49	14,71 – 29,80	12,97 – 19,67
6-7	108,26 – 133,70	16,48 – 33,99	12,92 – 20,44
7-8	113,47 – 139,86	18,12 – 39,17	12,98 – 21,47
8-9	118,32 – 147,31	20,09 – 45,19	13,16 – 22,54
9-10	123,94 – 154,06	22,49 – 50,99	13,38 – 23,54
10-11	128,62 – 160,84	24,56 – 57,68	13,61 – 24,51
11-12	133,41 – 167,83	26,81 – 64,65	13,95 – 25,47
12-13	139,57 – 172,95	30,27 – 70,38	14,45 – 26,33
13-14	145,63 – 176,02	34,83 – 74,84	15,04 – 27,01
Ab 14	149,94 – 220,00	39,06 – 250,00	15,65 – 70,00

Quelle: Kromeyer-Hauschild et al., 2001 ⁹⁸

Anlage 9: CKD-EPI-Formel zur Berechnung der GFR

White or other race Female

If serum creatinine (Scr) \leq 0.7

$$eGFR = 144 \times (SCr/0.7)^{-0.329} \times 0.993^{Age}$$

If serum creatinine (Scr) $>$ 0.7

$$eGFR = 144 \times (SCr/0.7)^{-1.209} \times 0.993^{Age}$$

White or other race Male

If serum creatinine (Scr) \leq 0.9

$$eGFR = 141 \times (SCr/0.9)^{-0.411} \times 0.993^{Age}$$

If serum creatinine (Scr) $>$ 0.9

$$eGFR = 141 \times (SCr/0.9)^{-1.209} \times 0.993^{Age}$$

Quellen: Matsushita et al., 2010⁹⁹, Levey et al., 2009¹⁰⁰

Anlage 10: Tabellenübersicht zur Adjustierung der Odds Ratios

Adjustierungen der Odds Ratios						
Lokalisation	Blutige Aspiration	Mehrfachpunktion	Verfahrensabbruch (Anatomisch)	Verfahrensabbruch (Compliance)	ungeplante Zusatzanalgesie	postop. Parästhesie & neurop. Schmerz
<u>periphere Verfahren</u>	Geschlecht	Alter	Antikoagulation	Antikoagulation	kein Ultraschall	Alter
	Alter	Diabetes mellitus	kein Ultraschall	blutige Aspiration	Mehrfachpunktion	Antikoagulation
	Antikoagulation	Antikoagulation	blutige Aspiration	Mehrfachpunktion		kein Ultraschall
	kein Ultraschall	kein Ultraschall	Mehrfachpunktion			Mehrfachpunktion
	Mehrfachpunktion	blutige Aspiration				blutige Aspiration
	Verf.abbruch (anatom.)	Verf.abbruch (anatom.)				
interskalenär	Antikoagulation	Geschlecht	blutige Aspiration	/	/	/
	kein Ultraschall	Diabetes mellitus	Mehrfachpunktion			
	Mehrfachpunktion	kein Ultraschall				
	Verf.abbruch (anatom.)	blutige Aspiration				
	Verf.abbruch (anatom.)					
infraklavikulär	Antikoagulation	kein Ultraschall	blutige Aspiration	/	/	/
	kein Ultraschall	blutige Aspiration	Mehrfachpunktion			
	Mehrfachpunktion	Verf.abbruch (anatom.)				
	Verf.abbruch (anatom.)					
axillär	/	Geschlecht	/	/	/	/
		blutige Aspiration				
supraklavikulär	/	Alter	/	/	/	/
		kein Ultraschall				
		Verf.abbruch (anatom.)				
femoral	Alter	Antikoagulation	blutige Aspiration	/	/	/
	Antikoagulation	kein Ultraschall	Mehrfachpunktion			
	kein Ultraschall	blutige Aspiration				
	Mehrfachpunktion	Verf.abbruch (anatom.)				
	Verf.abbruch (anatom.)					
N. ischiadicus	Alter	Antikoagulation	kein Ultraschall	/	/	/
	Antikoagulation	kein Ultraschall	blutige Aspiration			
	kein Ultraschall	blutige Aspiration	Mehrfachpunktion			
	Mehrfachpunktion	Verf.abbruch (anatom.)				
	Verf.abbruch (anatom.)					
Psoas-Kompartiment	kein Ultraschall	Antikoagulation	Diabetes mellitus	/	/	/
	Mehrfachpunktion	kein Ultraschall	blutige Aspiration			
	Verf.abbruch (anatom.)	blutige Aspiration	Mehrfachpunktion			
	Verf.abbruch (anatom.)					
paravertebral	/	/	/	/	/	/
andere periphere Blöcke	Alter	kein Ultraschall	/	/	/	/

Adjustierungen der Odds Ratios						
Lokalisation	Blutige Aspiration	Mehrfachpunktion	Verfahrensabbruch (Anatomisch)	Verfahrensabbruch (Compliance)	ungeplante Zusatzanalgesie	postop. Parästhesie & neurop. Schmerz
<u>rückenmarksnahe Verfahren</u>	Geschlecht Antikoagulation Mehrfachpunktion Verf.abbruch (anatom.)	Geschlecht Diabetes mellitus Antikoagulation kein Ultraschall blutige Aspiration Verf.abbruch (anatom.)	Antikoagulation blutige Aspiration Mehrfachpunktion	Antikoagulation blutige Aspiration Mehrfachpunktion	Antikoagulation Mehrfachpunktion	Mehrfachpunktion
thorakal epidural	Alter Antikoagulation Mehrfachpunktion Verf.abbruch (anatom.)	Geschlecht Antikoagulation kein Ultraschall blutige Aspiration Verf.abbruch (anatom.)	blutige Aspiration Mehrfachpunktion	/	/	/
lumbal epidural	Geschlecht Antikoagulation Mehrfachpunktion	Geschlecht Diabetes mellitus Antikoagulation blutige Aspiration Verf.abbruch (anatom.)	/	/	/	/
CSE	Diabetes mellitus	Geschlecht Antikoagulation blutige Aspiration Verf.abbruch (anatom.)	/	/	/	/
intrathekal	Antikoagulation Mehrfachpunktion	Diabetes mellitus blutige Aspiration Verf.abbruch (anatom.)	Mehrfachpunktion	/	/	/
kaudal epidural	/	/	/	/	/	/

Anlage 10: Tabellenübersicht zur Adjustierung der Odds Ratios

Die Odds Ratios zu folgenden punktionsbezogenen Komplikationen wurden in der vorliegenden Studie adjustiert: Blutige Aspiration, Mehrfachpunktion, anatomisch begründeter Verfahrensabbruch (Verfahrensabbruch anatomisch), Verfahrensabbruch wegen mangelnder Compliance (Verfahrensabbruch Compliance), ungeplante Zusatzanalgesie sowie postoperative Parästhesie und neuropathischer Schmerz (postop. Parästhesie und neurop. Schmerz).

Andere periphere Blöcke= N. saphenus, N. suprascapularis, sonstige. CSE= kombinierte Spinal-Epidural-Anästhesie. Verf.abbruch (anatom.) = anatomisch begründeter Verfahrensabbruch. / = die jeweilige Adjustierung wurde nicht berechnet.

7. Literaturverzeichnis

1. Brodner G, Van Aken H, Gogarten W. [Regional anesthesia for postoperative pain control]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2007;42:32-41.
2. Gwartz KH, Young JV, Byers RS, et al. The safety and efficacy of intrathecal opioid analgesia for acute postoperative pain: seven years' experience with 5969 surgical patients at Indiana University Hospital. *Anesth Analg* 1999;88:599-604.
3. Chestnut DH. Efficacy and safety of epidural opioids for postoperative analgesia. *Anesthesiology* 2005;102:221-3.
4. Mugabure Bujedo B, Tranque Bizueta I, Gonzalez Santos S, Adrian Garde R. [Multimodal approaches to postoperative pain management and convalescence]. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 2007;54:29-40.
5. Neuman MD, Silber JH, Elkassabany NM, Ludwig JM, Fleisher LA. Comparative effectiveness of regional versus general anesthesia for hip fracture surgery in adults. *Anesthesiology* 2012;117:72-92.
6. Andrae MH, Andrae DA. Regional anaesthesia to prevent chronic pain after surgery: a Cochrane systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth* 2013;111:711-20.
7. Memtsoudis SG, Stundner O, Rasul R, et al. Sleep apnea and total joint arthroplasty under various types of anesthesia: a population-based study of perioperative outcomes. *Reg Anesth Pain Med* 2013;38:274-81.
8. Memtsoudis SG, Sun X, Chiu YL, et al. Perioperative comparative effectiveness of anesthetic technique in orthopedic patients. *Anesthesiology* 2013;118:1046-58.
9. Pschyrembel W. *Pschyrembel Klinisches Wörterbuch*, 265. Auflage. De Gruyter, Berlin 2013.
10. Goerig M, Bacon D, van Zundert A. Carl Koller, cocaine, and local anesthesia: some less known and forgotten facts. *Reg Anesth Pain Med* 2012;37:318-24.
11. Koller C. The use of cocaine for producing anaesthesia of the eye [translated and reprinted]. *Lancet* 1884;2:990-2.
12. Mattison J. Cocaine poisoning. *The Dublin Journal of Medicine Science* 1895;99:116-9.
13. Bier A. Experiments regarding cocainization of the spinal cord. *Zietschr Chir* 1899;51:361-9.
14. Cathelin F, Sicard J. Discovery of epidural anesthesia [translated and published in classical file] *Surv Anesthesiol* 1979;23:271-3.
15. Faccenda KA, Finucane BT. Complications of regional anaesthesia Incidence and prevention. *Drug Saf* 2001;24:413-42.
16. Bier A. Ueber einen neuen Weg Localanästhesie an den Gliedmassen zu erzeugen. *Arch klin Chir* 1908;86:1007-16.
17. Hirschel G. Anesthesia of the brachial plexus for operations on the upper extremity. *MMW* 1911;58.
18. Kuhlenkampff D. Die Anästhesierung des Plexus brachialis. *Beitr Klin Chir* 1912;79:550.
19. Perthes G. Ueber Leitungsanästhesie unter Zuhilfenahme elektrischer Reizung. *Münch Med Wochenschr* 1912;47:2543-5.
20. Martini JA, Bacon DR, Vasdev GM. Edward Tuohy: the man, his needle, and its place in obstetric analgesia. *Reg Anesth Pain Med* 2002;27:520-3.

21. Neuburger M, Buttner J. [Complications of peripheral regional anesthesia]. *Anaesthesist* 2011;60:1014-26.
22. Meuser T, Wiese R, Molitor D, Grond S, Stamer UM. [A survey of labour pain management in Germany]. *Schmerz* 2008;22:184-90.
23. Capdevila X, Barthelet Y, Biboulet P, Ryckwaert Y, Rubenovitch J, d'Athis F. Effects of perioperative analgesic technique on the surgical outcome and duration of rehabilitation after major knee surgery. *Anesthesiology* 1999;91:8-15.
24. Borgeat A, Blumenthal S, Lambert M, Theodorou P, Vienne P. The feasibility and complications of the continuous popliteal nerve block: a 1001-case survey. *Anesth Analg* 2006;103:229-33.
25. Bartussek E, Fatehi S, Motsch J, Frau T. Umfrage zur aktuellen Situation der Regionalanästhesie im deutschsprachigen Raum. Teil 1: Qualitätssicherung und Ausbildungskonzepte. *Anaesthesist* 2004;53:836-46.
26. Larsen R. *Anästhesie*, 10. Auflage. Elsevier, Urban & Fischer, München 2013.
27. Vloka JD, Hadzic A, Drobnik L, Ernest A, Reiss W, Thys DM. Anatomical landmarks for femoral nerve block: a comparison of four needle insertion sites. *Anesth Analg* 1999;89:1467-70.
28. Brodsky JB, Mariano ER. Regional anaesthesia in the obese patient: lost landmarks and evolving ultrasound guidance. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2011;25:61-72.
29. Neuburger M, Schwemmer U, Volk T, Gogarten W, Kessler P, Steinfeldt T. [Localization of peripheral nerves : Success and safety with electrical nerve stimulation]. *Anaesthesist* 2014;63:422-8.
30. Fredrickson MJ, Kilfoyle DH. Neurological complication analysis of 1000 ultrasound guided peripheral nerve blocks for elective orthopaedic surgery: a prospective study. *Anaesthesia* 2009;64:836-44.
31. Abrahams MS, Aziz MF, Fu RF, Horn JL. Ultrasound guidance compared with electrical neurostimulation for peripheral nerve block: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth* 2009;102:408-17.
32. Walker KJ, McGrattan K, Aas-Eng K, Smith AF. Ultrasound guidance for peripheral nerve blockade. *Cochrane Database Syst Rev* 2009:CD006459.
33. Sanford CL, 2nd, Rodriguez RE, Schmidt J, Austin PN. Evidence for using air or fluid when identifying the epidural space. *AANA J* 2013;81:23-8.
34. Todorov L, VadeBoncouer T. Etiology and Use of the "Hanging Drop" Technique: A Review. *Pain Res Treat* 2014;2014:146750.
35. Gerheuser F, Crass D. [Spinal anaesthesia]. *Anaesthesist* 2005;54:1245-67.
36. Hong JY, Han SW, Kim WO, Cho JS, Kil HK. A comparison of high volume/low concentration and low volume/high concentration ropivacaine in caudal analgesia for pediatric orchiopexy. *Anesth Analg* 2009;109:1073-8.
37. Standl T. [Combined spinal-epidural anaesthesia for pain relief in obstetric patients]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2007;42:342-9.
38. Rawal N, Holmstrom B, Crowhurst JA, Van Zundert A. The combined spinal-epidural technique. *Anesthesiol Clin North America* 2000;18:267-95.
39. Bernards CM, Hadzic A, Suresh S, Neal JM. Regional anesthesia in anesthetized or heavily sedated patients. *Reg Anesth Pain Med* 2008;33:449-60.
40. Barrington MJ, Watts SA, Gledhill SR, et al. Preliminary results of the Australasian Regional Anaesthesia Collaboration: a prospective audit of more than 7000 peripheral nerve and plexus blocks for neurologic and other complications. *Reg Anesth Pain Med* 2009;34:534-41.
41. Hohener D, Blumenthal S, Borgeat A. Sedation and regional anaesthesia in the adult patient. *Br J Anaesth* 2008;100:8-16.

42. Dove P, Gilmour F, Weightman WM, Hocking G. Patient perceptions of regional anesthesia: influence of gender, recent anesthesia experience, and perioperative concerns. *Reg Anesth Pain Med* 2011;36:332-5.
43. Hamilton PD, Pearce CJ, Pinney SJ, Calder JD. Sciatic nerve blockade: a survey of orthopaedic foot and ankle specialists in North America and the United Kingdom. *Foot Ankle Int* 2009;30:1196-201.
44. Ironfield CM, Barrington MJ, Kluger R, Sites B. Are patients satisfied after peripheral nerve blockade? Results from an International Registry of Regional Anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2014;39:48-55.
45. Wu CL, Naqibuddin M, Fleisher LA. Measurement of patient satisfaction as an outcome of regional anesthesia and analgesia: a systematic review. *Reg Anesth Pain Med* 2001;26:196-208.
46. Jlala HA, Bedforth NM, Hardman JG. Anesthesiologists' perception of patients' anxiety under regional anesthesia. *Local Reg Anesth* 2010;3:65-71.
47. Kessler P, Steinfeldt T, Gogarten W, et al. [Peripheral regional anesthesia in patients under general anesthesia: risk assessment with respect to paresthesia, injection pain and nerve damage]. *Anaesthesist* 2013;62:483-8.
48. Terasako K. Experience of lumbar epidural insertion in 573 anesthetized patients. *J Anesth* 2011;25:950-1.
49. Bogdanov A, Loveland R. Is there a place for interscalene block performed after induction of general anaesthesia? *Eur J Anaesthesiol* 2005;22:107-10.
50. Misamore G, Webb B, McMurray S, Sallay P. A prospective analysis of interscalene brachial plexus blocks performed under general anesthesia. *J Shoulder Elbow Surg* 2011;20:308-14.
51. 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;83:904-12.
52. Brull R, McCartney CJ, Chan VW, El-Beheiry H. Neurological complications after regional anesthesia: contemporary estimates of risk. *Anesth Analg* 2007;104:965-74.
53. Berde CB. Toxicity of local anesthetics in infants and children. *J Pediatr* 1993;122:14-20.
54. Capdevila X, Pirat P, Bringuier S, et al. Continuous peripheral nerve blocks in hospital wards after orthopedic surgery: a multicenter prospective analysis of the quality of postoperative analgesia and complications in 1,416 patients. *Anesthesiology* 2005;103:1035-45.
55. Barrington MJ, Kluger R. Ultrasound guidance reduces the risk of local anesthetic systemic toxicity following peripheral nerve blockade. *Reg Anesth Pain Med* 2013;38:289-97.
56. Neal JM, Bernardis CM, Butterworth JFt, et al. ASRA practice advisory on local anesthetic systemic toxicity. *Reg Anesth Pain Med* 2010;35:152-61.
57. Auroy Y, Benhamou D, Bargues L, et al. Major complications of regional anesthesia in France: The SOS Regional Anesthesia Hotline Service. *Anesthesiology* 2002;97:1274-80.
58. Sites BD, Taenzer AH, Herrick MD, et al. Incidence of local anesthetic systemic toxicity and postoperative neurologic symptoms associated with 12,668 ultrasound-guided nerve blocks: an analysis from a prospective clinical registry. *Reg Anesth Pain Med* 2012;37:478-82.
59. Gauss A, Tugtekin I, Georgieff M, Dinse-Lambracht A, Keipke D, Gorsewski G. Incidence of clinically symptomatic pneumothorax in ultrasound-guided

- infraclavicular and supraclavicular brachial plexus block. *Anaesthesia* 2014;69:327-36.
60. Childs SG. Tension pneumothorax: a pulmonary complication secondary to regional anesthesia from brachial plexus interscalene nerve block. *J Perianesth Nurs* 2002;17:404-10.
61. Hempel V. [Anesthesia in the brachial plexus]. *Anaesthesist* 1999;48:341-55.
62. Bhatia A, Lai J, Chan VW, Brull R. Case report: pneumothorax as a complication of the ultrasound-guided supraclavicular approach for brachial plexus block. *Anesth Analg* 2010;111:817-9.
63. Bellas S, Marengo ML, Sepulveda A, Suan C. [Incidence of accidental dura mater punctures in a university hospital: a prospective observational study]. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 2012;59:410-4.
64. Gleeson CM, Reynolds F. Accidental dural puncture rates in UK obstetric practice. *Int J Obstet Anesth* 1998;7:242-6.
65. Hollister N, Todd C, Ball S, Thorp-Jones D, Coghill J. Minimising the risk of accidental dural puncture with epidural analgesia for labour: a retrospective review of risk factors. *Int J Obstet Anesth* 2012;21:236-41.
66. Stein MH, Cohen S, Mohiuddin MA, Dombrovskiy V, Lowenwirt I. Prophylactic vs therapeutic blood patch for obstetric patients with accidental dural puncture--a randomised controlled trial. *Anaesthesia* 2014;69:320-6.
67. Volk T, Wolf A, Van Aken H, Burkle H, Wiebalck A, Steinfeldt T. Incidence of spinal haematoma after epidural puncture: analysis from the German network for safety in regional anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol* 2012;29:170-6.
68. Klein SM, D'Ercole F, Greengrass RA, Warner DS. Enoxaparin associated with psoas hematoma and lumbar plexopathy after lumbar plexus block. *Anesthesiology* 1997;87:1576-9.
69. Gogarten W, Vandermeulen E, Van Aken H, Kozek S, Llau JV, Samama CM. Regional anaesthesia and antithrombotic agents: recommendations of the European Society of Anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol* 2010;27:999-1015.
70. Bickler P, Brandes J, Lee M, Bozic K, Chesbro B, Claassen J. Bleeding complications from femoral and sciatic nerve catheters in patients receiving low molecular weight heparin. *Anesth Analg* 2006;103:1036-7.
71. Wiegel M, Gottschaldt U, Hennebach R, Hirschberg T, Reske A. Complications and adverse effects associated with continuous peripheral nerve blocks in orthopedic patients. *Anesth Analg* 2007;104:1578-82.
72. Mhyre JM, Greenfield ML, Tsen LC, Polley LS. A systematic review of randomized controlled trials that evaluate strategies to avoid epidural vein cannulation during obstetric epidural catheter placement. *Anesth Analg* 2009;108:1232-42.
73. Clendenen SR, Robards CB, Wang RD, Greengrass RA. Case report: continuous interscalene block associated with neck hematoma and postoperative sepsis. *Anesth Analg* 2010;110:1236-8.
74. Sprung J, Bourke DL, Grass J, et al. Predicting the difficult neuraxial block: a prospective study. *Anesth Analg* 1999;89:384-9.
75. Harrison DA, Langham BT. Spinal anaesthesia for urological surgery. A survey of failure rate, postdural puncture headache and patient satisfaction. *Anaesthesia* 1992;47:902-3.
76. Volk T, Engelhardt L, Spies C, et al. [Incidence of infection from catheter procedures for regional anesthesia: first results from the network of DGAI and BDA]. *Anaesthesist* 2009;58:1107-12.

77. Merritt CK, Mariano ER, Kaye AD, et al. Peripheral nerve catheters and local anesthetic infiltration in perioperative analgesia. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2014;28:41-57.
78. Kopacz DJ, Neal JM, Pollock JE. The regional anesthesia "learning curve". What is the minimum number of epidural and spinal blocks to reach consistency? *Reg Anesth* 1996;21:182-90.
79. Chin KJ, Chan VW, Ramlogan R, Perlas A. Real-time ultrasound-guided spinal anesthesia in patients with a challenging spinal anatomy: two case reports. *Acta Anaesthesiol Scand* 2010;54:252-5.
80. Chin KJ, Perlas A, Chan V, Brown-Shreves D, Koshkin A, Vaishnav V. Ultrasound imaging facilitates spinal anesthesia in adults with difficult surface anatomic landmarks. *Anesthesiology* 2011;115:94-101.
81. Portnoy D, Vadhera RB. Mechanisms and management of an incomplete epidural block for cesarean section. *Anesthesiol Clin North America* 2003;21:39-57.
82. Fettes PD, Jansson JR, Wildsmith JA. Failed spinal anaesthesia: mechanisms, management, and prevention. *Br J Anaesth* 2009;102:739-48.
83. Sng BL, Lim Y, Sia AT. An observational prospective cohort study of incidence and characteristics of failed spinal anaesthesia for caesarean section. *Int J Obstet Anesth* 2009;18:237-41.
84. Kinsella SM. A prospective audit of regional anaesthesia failure in 5080 Caesarean sections. *Anaesthesia* 2008;63:822-32.
85. Pandit JJ, Satya-Krishna R, Gration P. Superficial or deep cervical plexus block for carotid endarterectomy: a systematic review of complications. *Br J Anaesth* 2007;99:159-69.
86. Horlocker TT, Kufner RP, Bishop AT, Maxson PM, Schroeder DR. The risk of persistent paresthesia is not increased with repeated axillary block. *Anesth Analg* 1999;88:382-7.
87. Steinfeldt T, Nimphius W, Werner T, et al. Nerve injury by needle nerve perforation in regional anaesthesia: does size matter? *Br J Anaesth* 2010;104:245-53.
88. Zink W, Graf BM. [Toxicology of local anesthetics. Clinical, therapeutic and pathological mechanisms]. *Anaesthesist* 2003;52:1102-23.
89. Borgeat A, Dullenkopf A, Ekatodramis G, Nagy L. Evaluation of the lateral modified approach for continuous interscalene block after shoulder surgery. *Anesthesiology* 2003;99:436-42.
90. Neal JM, Barrington MJ, Brull R, et al. The Second ASRA Practice Advisory on Neurologic Complications Associated With Regional Anesthesia and Pain Medicine: Executive Summary 2015. *Reg Anesth Pain Med* 2015;40:401-30.
91. De Andres J, Valia JC, Gil A, Bolinches R. Predictors of patient satisfaction with regional anesthesia. *Reg Anesth* 1995;20:498-505.
92. Bürkle H. Anlage der Regionalanästhesie - Wacher Patient, ein Muss? *Anästhesiologie Intensivmedizin* 2010;51:402.
93. Volk T, Engelhardt L, Spies C, et al. [A German network for regional anaesthesia of the scientific working group regional anaesthesia within DGAI and BDA]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2009;44:778-80.
94. Engelhardt L, Gogarten W, Kessler P, Wulf H, Freitag M, Kutter B, Franz M, Zink W, Müller R, Neuburger M, Heller A, Meier G, Meißner W, Schwemmer U, Pogatzki-Zahn E, Heid F, Steinfeldt T, Kill C, Plöger B, Gottschalk A, Bürkle H, Kugler M, Lange M, Standl T, Wiebalck A, Grau T, Estel B, Hamann J, Reichstein F, Marx A, Wernecke KD, Schleppers A, Volk T. A network for the safety of regional

anaesthesia in Germany An initiative of the DGAI and BDA. *Anasth Intensivmed* 2008;49:55-61.

95. Bomberg H, Kubulus C, List F, et al. Diabetes: a risk factor for catheter-associated infections. *Reg Anesth Pain Med* 2015;40:16-21.

96. Bomberg H, Albert N, Schmitt K, et al. Obesity in regional anesthesia - a risk factor for peripheral catheter-related infections. *Acta Anaesthesiol Scand* 2015;59:1038-48.

97. Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults--The Evidence Report. National Institutes of Health. *Obes Res* 1998;6 Suppl 2:51-209.

98. Kromeyer-Hauschild K WM, Kunze D, Geller F, Geiß HC, Hesse V, vonHippel A, Jaeger U, Johnsen D, Korte W, Menner K, Müller G, Müller JM, Niemann-Pilatus A, Remer T, Schaefer F, Wittchen H-U, Zabransky S, Zellner K, Ziegler A, Hebebrand J. Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben *Monatsschrift Kinderheilkunde* 2001;8:807-18.

99. Matsushita K, Selvin E, Bash LD, Astor BC, Coresh J. Risk implications of the new CKD Epidemiology Collaboration (CKD-EPI) equation compared with the MDRD Study equation for estimated GFR: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. *Am J Kidney Dis* 2010;55:648-59.

100. Levey AS, Stevens LA, Schmid CH, et al. A new equation to estimate glomerular filtration rate. *Ann Intern Med* 2009;150:604-12.

101. Daabiss M. American Society of Anaesthesiologists physical status classification. *Indian J Anaesth* 2011;55:111-5.

102. Johr M. Regional anaesthesia in neonates, infants and children: an educational review. *Eur J Anaesthesiol* 2015;32:289-97.

103. Hillmann R, Kretz FJ. [Risks and dangers in pediatric regional anesthesia]. *Anaesthesist* 2008;57:165-74.

104. Rochette A, Dadure C, Raux O, Troncin R, Mailhee P, Capdevila X. A review of pediatric regional anesthesia practice during a 17-year period in a single institution. *Paediatr Anaesth* 2007;17:874-80.

105. Ecoffey C, Lacroix F, Giaufre E, Orliaguet G, Courreges P. Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a follow-up one-year prospective survey of the French-Language Society of Paediatric Anaesthesiologists (ADARPEF). *Paediatr Anaesth* 2010;20:1061-9.

106. Polaner DM, Taenzer AH, Walker BJ, et al. Pediatric Regional Anesthesia Network (PRAN): a multi-institutional study of the use and incidence of complications of pediatric regional anesthesia. *Anesth Analg* 2012;115:1353-64.

107. DeVera HV, Furukawa KT, Matson MD, Scavone JA, James MA. Regional techniques as an adjunct to general anesthesia for pediatric extremity and spine surgery. *J Pediatr Orthop* 2006;26:801-4.

108. Walker BJ, Long JB, De Oliveira GS, et al. Peripheral nerve catheters in children: an analysis of safety and practice patterns from the pediatric regional anesthesia network (PRAN). *Br J Anaesth* 2015;115:457-62.

109. Taenzer AH, Walker BJ, Bosenberg AT, et al. Asleep versus awake: does it matter?: Pediatric regional block complications by patient state: a report from the Pediatric Regional Anesthesia Network. *Reg Anesth Pain Med* 2014;39:279-83.

110. Macfarlane AJ, Chin KJ, Prasad GA, Brull R. Regional anaesthesia: awake or asleep? *Anaesthesia* 2008;63:1259-60.

111. Benumof JL. Permanent loss of cervical spinal cord function associated with interscalene block performed under general anesthesia. *Anesthesiology* 2000;93:1541-4.
112. Ben-David B, Barak M, Katz Y, Stahl S. A retrospective study of the incidence of neurological injury after axillary brachial plexus block. *Pain Pract* 2006;6:119-23.
113. Fischer HB. Regional anaesthesia--before or after general anaesthesia? *Anaesthesia* 1998;53:727-9.
114. Feely NM, Popat MT, Rutter SV. Regional anaesthesia for limb surgery: a review of anaesthetists' beliefs and practice in the Oxford region. *Anaesthesia* 2008;63:621-5.
115. Torriillo TM, Rosenblatt MA. Ultrasound-guided interscalene catheters performed under general anesthesia in a patient with Huntington's disease. *Minerva Anestesiol* 2010;76:645-8.
116. de Bessa PR, da Costa VV, Arci EC, Fernandes Mdo C, Saraiva RA. Thoracic epidural block performed safely in anesthetized patients. A study of a series of cases. *Rev Bras Anestesiol* 2008;58:354-62.
117. Herr MJ, Keyarash AB, Muir JJ, Kile TA, Claridge RJ. Lateral trans-biceps popliteal block for elective foot and ankle surgery performed after induction of general anesthesia. *Foot Ankle Int* 2006;27:667-71.
118. Horlocker TT, Abel MD, Messick JM, Jr., Schroeder DR. Small risk of serious neurologic complications related to lumbar epidural catheter placement in anesthetized patients. *Anesth Analg* 2003;96:1547-52.
119. Sieber FE, Zakriya KJ, Gottschalk A, et al. Sedation depth during spinal anesthesia and the development of postoperative delirium in elderly patients undergoing hip fracture repair. *Mayo Clin Proc* 2010;85:18-26.
120. Borgeat A, Aguirre J. Sedation and regional anesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol* 2009;22:678-82.
121. Bishop JY, Sprague M, Gelber J, et al. Interscalene regional anesthesia for shoulder surgery. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:974-9.
122. Van de Velde M, Schepers R, Berends N, Vandermeersch E, De Buck F. Ten years of experience with accidental dural puncture and post-dural puncture headache in a tertiary obstetric anaesthesia department. *Int J Obstet Anesth* 2008;17:329-35.
123. Robinson BJ, Ebert TJ, O'Brien TJ, Colino MD, Muzi M. Mechanisms whereby propofol mediates peripheral vasodilation in humans. Sympathoinhibition or direct vascular relaxation? *Anesthesiology* 1997;86:64-72.
124. Watson JC, Huntoon MA. Neurologic Evaluation and Management of Perioperative Nerve Injury. *Reg Anesth Pain Med* 2015;40:491-501.

8. Veröffentlichungen

Originalarbeiten:

Bomberg H, Kubulus C, List F, Albert N, Schmitt K, Gräber S, Kessler P, Steinfeldt T, Standl T, Gottschalk A, Wirtz SP, Burgard G, Geiger P, Spies CD, Volk T, German Network for Regional Anesthesia Investigators

Diabetes: a risk factor for catheter-associated infections

Regional Anesthesia and Pain Medicine. 2015 Jan-Feb; 40(1):16-21

Bomberg H, Albert N, Schmitt K, Gräber S, Kessler P, Steinfeldt T, Hering W, Gottschalk A, Standl T, Stork J, Meißner W, Teßmann R, Geiger P, Koch T, Spies CD, Volk T und Kubulus C

Obesity in regional anesthesia – a risk factor for peripheral catheter-associated infections

Acta Anesthesiologica Scandinavica. 2015 Sep; 59(8):1038-48

Bomberg H, Schmitt K, Albert N, Raddatz A, Gräber S, Kessler P, Steinfeldt T, Standl T, Gottschalk A, Meissner W, Wirtz SP, Birnbaum J, Stork J, Volk T, German Network for Regional Anesthesia Investigators und Kubulus C

Asleep or awake? Regional anesthesia and safety in adult patients

European Journal of Anaesthesiology – under review

Posterpräsentationen:

Schmitt K, Albert N, Kubulus C, Bomberg H, Gräber S, List F, Volk T

Does the incidence of bloody tap depend on the state of consciousness?

23rd Annual ESRA Congress 2013, Glasgow, UK

Albert N, Schmitt K, Kubulus C, Bomberg H, Gräber S, List F, Volk T

Patients' risk for catheter associated infections in regional anaesthesia

23rd Annual ESRA Congress 2013, Glasgow, UK

Albert N, Schmitt K, Kubulus C, Bomberg H, Gräber S, List F, Volk T

Obese patients' complications in regional anaesthesia

23rd Annual ESRA Congress 2013, Glasgow, UK

9. Danksagung

Allen voran möchte ich Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Thomas Volk für die Bereitstellung des Themas und somit für die Möglichkeit danken, diese wissenschaftliche Arbeit verfassen zu dürfen. Durch die Promotion unter seiner Leitung und mit seiner Diskussionsbereitschaft ermöglichte er mir das Erlernen wissenschaftlichen Arbeitens und die Vorstellung des Themas auf dem Kongress der Europäischen Gesellschaft für Regionalanästhesie (ESRA).

Mein aufrichtiger Dank gilt auch Herrn Dr. med. Hagen Bomberg für die konstruktive Kritik und die hilfreichen Anregungen, die meine Arbeit vorangebracht haben. Nur durch seine herausragende Betreuung und Zuverlässigkeit war es möglich, diese Arbeit auf höchstem Niveau anzufertigen.

Frau Dr. med. Christine Kubulus möchte ich herzlich danken für ihr Engagement im Hinblick auf die Datenbank des NRAs sowie ihre Unterstützung bei der Diskussion der Ergebnisse und der Verfassung des Papers.

Ich danke Herrn PD Dr. med. Stefan Gräber für seine Anregungen und Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Bei Noemi Albert-Diehl möchte ich mich ganz besonders bedanken für die gute Zusammenarbeit während der gesamten Zeit der Promotion.

Mein Dank gilt auch allen teilnehmenden Zentren am „*Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland*“ (NRA) für die Bereitstellung der Daten.

Zuletzt möchte ich mich bei meiner Familie für die immerwährende Unterstützung während meiner Promotion bedanken.

