

**Aus der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
der Universität Würzburg  
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. med. P. Meybohm**

**Regionalanästhesie in der Geburtshilfe –  
Eine Analyse neuroaxialer Verfahren  
in der Frauenklinik des Universitätsklinikums Würzburg**

**Inauguraldissertation**

**zur Erlangung der Doktorwürde der**

**Medizinischen Fakultät**

**der**

**Julius-Maximilians-Universität Würzburg**

**vorgelegt von**

Katharina Grunz

**aus Würzburg**

**Würzburg, Mai 2021**



Referent: Professor Dr. med. Peter Kranke  
Korreferent: Professor Dr. med. Matthias Eyrich  
Dekan: Professor Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 08. Dezember 2021

Die Promovendin ist Ärztin.

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b> .....                                      | <b>1</b>  |
| 1.1      | Geschichte der Anästhesie in der Geburtshilfe .....          | 1         |
| 1.2      | Wehen- und Geburtsschmerz.....                               | 3         |
| 1.2.1    | Vaginale Geburt: Schmerz und Anästhesie .....                | 3         |
| 1.2.2    | Sectio caesarea: Dringlichkeit und Anästhesie .....          | 4         |
| 1.3      | Regionalanästhesieverfahren in der Geburtshilfe .....        | 5         |
| 1.3.1    | PDA – Periduralanästhesie .....                              | 5         |
| 1.3.2    | SPA – Spinalanästhesie .....                                 | 7         |
| 1.3.3    | CSE – combined spinal epidural anaesthesia .....             | 8         |
| 1.4      | Zielsetzung der Arbeit.....                                  | 9         |
| <b>2</b> | <b>Material und Methoden</b> .....                           | <b>10</b> |
| 2.1      | Ethik- und Tierversuchsvotum .....                           | 10        |
| 2.2      | Patientenkollektiv .....                                     | 10        |
| 2.2.1    | Analysekollektiv .....                                       | 12        |
| 2.3      | Datenerhebung .....  | 16        |
| 2.4      | Beurteilungskriterien .....                                  | 19        |
| 2.4.1    | net-ra.....  | 20        |
| 2.4.2    | Biometrische Daten.....                                      | 20        |
| 2.4.3    | Mehrfachpunktion der Haut bei Regionalanästhesieanlage ..... | 21        |
| 2.4.4    | Verfahrenswechsel .....                                      | 22        |
| 2.4.5    | Katheterliegedauer.....                                      | 22        |
| 2.4.6    | Infektionszeichen .....                                      | 23        |
| 2.4.7    | Postpunktionskopfschmerz .....                               | 23        |
| 2.5      | Auswertung.....  | 24        |
| <b>3</b> | <b>Ergebnisse</b> .....                                      | <b>25</b> |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.1      | Biometrische Daten des Gesamtstudienkollektivs.....  | 25        |
| 3.2      | Komplikationslose Regionalanästhesien .....  | 28        |
| 3.3      | Mehrfachpunktionen bei Regionalanästhesieanlage .....  | 29        |
| 3.3.1    | Mehrfachpunktion und Übergewicht .....   | 29        |
| 3.3.2    | Mehrfachpunktion und Skoliose .....  | 31        |
| 3.4      | Verfahrenswechsel und Neuanlage der Anästhesie.....  | 31        |
| 3.5      | Katheterliegedauer bei CSE und PDA.....  | 35        |
| 3.5.1    | Katheterliegedauer und Alter bzw. BMI der Patientinnen .....   | 39        |
| 3.5.2    | Katheterliegedauer und Geburtsmodus .....  | 39        |
| 3.5.3    | Katheterliegedauer und Erst- oder Mehrfachgebärende.....   | 39        |
| 3.5.4    | Katheterliegedauer bei Patientinnen mit Einfachanlage von PDA- oder CSE<br>und bei Patientinnen mit zusätzlich notwendigen Anästhesieverfahren ..... | 40        |
| 3.6      | Infektionszeichen .....  | 41        |
| 3.7      | Postpunktionskopfschmerz.....  | 42        |
| <b>4</b> | <b>Diskussion .....</b>  | <b>44</b> |
| 4.1      | Studienkollektiv.....  | 44        |
| 4.2      | Komplikationslose Regionalanästhesien .....  | 44        |
| 4.3      | Mehrfachpunktion der Haut bei Regionalanästhesieanlage .....   | 45        |
| 4.4      | Verfahrenswechsel und Neuanlage der Anästhesie.....  | 46        |
| 4.5      | Katheterliegedauer .....   | 47        |
| 4.6      | Infektionszeichen .....  | 49        |
| 4.7      | Postpunktionskopfschmerz.....  | 50        |
| <b>5</b> | <b>Zusammenfassung.....</b>  | <b>51</b> |
| <b>6</b> | <b>Literaturverzeichnis .....</b>  | <b>53</b> |



## **Appendix**

- I      Abkürzungsverzeichnis**
- II     Abbildungsverzeichnis**
- III    Tabellenverzeichnis**
- IV    Danksagung**
- V     Lebenslauf**





### **Anmerkung der Verfasserin**

In der folgenden Arbeit sind bei Berufsbezeichnungen stets Personen aller Geschlechter gemeint. Aus Gründen der Lesbarkeit wird pro Abschnitt wechselnd die männliche oder weibliche Form verwendet. Da es sich bei der Studienpopulation ausschließlich um weibliche Patientinnen handelt, wird hier korrekterweise nur die weibliche Form verwendet.



# 1 Einleitung

Die geburtshilfliche Anästhesie ist heute ein etablierter Bestandteil der Schmerzerleichterung der gebärenden Frauen im Kreißaal.

Die Geburt eines Kindes ist ein natürliches Ereignis, bei dem verschiedene Ansätze zur Schmerzerleichterung verfolgt werden. Die Verfahren reichen von nicht-pharmakologischen Maßnahmen, wie zum Beispiel Akupunktur, über pharmakologische Unterstützung, wie schmerzlindernde Infusionen und Lokalanästhesien. Vor allem jedoch haben sich die geburtshilflichen Regionalanästhesieverfahren, wie die Periduralanästhesie (PDA), die kombinierte Spinal-Epidural-Anästhesie (CSE) und die Spinalanalgesie (SPA) zur Schmerzerleichterung bei einer natürlichen Geburt etabliert und sollen in dieser Arbeit behandelt werden.

Im Rahmen des net-ra (Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie und Akutschmerztherapie) wurde eine Online-Datenbank geschaffen, die durch große Fallzahlen eine Plattform für Studien bietet, die die Sicherheit und Qualität der regionalen Anästhesieverfahren bestätigen und Risikobereiche aufdecken kann [2]. Seit dem Jahr 2018 ist die Abteilung für Anästhesiologie des Universitätsklinikums Würzburg (UKW) Mitglied des net-ra und durch die Registrierung der geburtshilflichen Regionalanästhesieverfahren (in der Frauenklinik des UKW) fester Bestandteil des Netzwerks.

## 1.1 Geschichte der Anästhesie in der Geburtshilfe

Nur wenige Monate nach der ersten erfolgreichen Äthernarkose durch William Green Morton wendete der schottische Geburtshelfer James Young Simpson am 19. Januar 1847 erstmals dieses Verfahren zur Schmerzlinderung in der Geburtshilfe an [3]. Simpson war von der Anwendung überzeugt, obwohl die erste Schwangere ein totes Kind entbunden hatte und setzte die Äthernarkose zahlreich ein. In der Gesellschaft wurde das Vorgehen zunächst stark diskutiert, fand aber Anwendung unter Geburtshelfern [4]. Der Göttinger Geburtshelfer Eduard Caspar von Siebold verglich einige Wochen später die Wirkung des Äthers an Nicht-Schwangeren und Gebärenden um Risiken zu erforschen und kam schon bald zu dem Schluss, dass Äther die Wehentätigkeit herabsetzte und die Blutungsgefahr erhöhte, weshalb er nur durch Ärzte in komplizierten Geburtssituationen angewendet werden sollte [5]. Nur kurze Zeit nach der ersten erfolgreichen Äthernarkose wurde Chloroform verfügbar und ebenfalls durch Simpson in der Geburtshilfe eingesetzt. Da es angenehmer roch und schneller wirkte ersetzte es schon bald den

Äther [6]. Nach wie vor wurde die Gabe von schmerzlindernden Medikamenten unter der Geburt aufgrund der Risiken und der gesellschaftlichen Ansichten zum Geburtsschmerz stark diskutiert. Als jedoch der Londoner Anästhesist John Snow 1853 Queen Victoria zur Geburt ihres 8. Kindes Prinz Leopold und auch zwei Jahre später zur Geburt ihres 9. Kindes Prinzessin Beatrice erfolgreich Chloroform verabreichte, gewann die Anästhesie unter der Geburt zunehmend an Akzeptanz. Lediglich Prinz Leopold schien in den ersten Minuten nach der Geburt weniger aktiv und lebhaft zu sein als seine bisherigen Geschwister, weshalb Snow ein geringes Übertreten der Wirkung des Chloroforms auf das Kind vermutete [7, 8]. Als weiteres Anästhetikum wurde Ende des 19. Jahrhunderts mit Lachgas experimentiert, jedoch war die Herstellung sehr mühsam und kostspielig, weshalb weiterhin häufig Chloroform eingesetzt wurde. 1911 wurde erstmals ein Gerät zur Inhalation von Luft-Lachgas-Gemisch beschrieben und 1930 von dem Liverpools Anästhesisten Robert Minnitt in der Handhabung optimiert und verbreitet eingesetzt. Ende der 1940er Jahre wurde in den Dräger-Werken in Lübeck der erste Narkoseapparat hergestellt und fand bis in die 1970er Jahre weite Verbreitung in den Kreißsälen Deutschlands [9].

Mit der Zeit wurden weitere Wege zur Schmerzlinderung gesucht und die Infiltrationsanästhesie fand bereits 1913 durch George Gellhorn Einzug in die Geburtshilfe. Er nutzte zur Episiotomie, aber auch in der Austrittsphase Damminfiltrationen mit Kokain zur Lokalanästhesie [10]. 1899 wurde in Kiel die erste erfolgreiche Spinalanästhesie mit Kokain von August Bier in der Chirurgie beschrieben, woraufhin kurze Zeit später Oskar Kreis den Vorteil des Verfahrens bei Gebärenden hervorhob [11]. Im Jahr 1902 wurde in den USA durch Samuel Rice Hopkins erstmals über eine erfolgreiche Sectio caesarea in Spinalanästhesie berichtet [12]. Durch die schwierige Technik der spinalen Infiltration und weitere Komplikationen wie Kopfschmerzen, Blutdruckabfälle oder unzureichende Wirkung fand das Verfahren wenige Anhänger. Erst als 1957 Virginia Apgar nachwies, dass das Outcome der Kinder unter Spinalanästhesie besser war als unter Allgemeinanästhesie gewann das Verfahren an Popularität [13]. Als weiteres Verfahren beschrieb der Gynäkologe Walter Stoeckel die Sakral- bzw. Kaudalanästhesie, bei der eine flexible Nadel und später ein Katheter über den Hiatus sacralis in den Epiduralraum eingeführt wurde und ein Lokalanästhetikum als Bolus oder kontinuierlich injiziert werden konnte. Die Schmerzreduktion war jedoch nicht immer ausreichend. 1949 applizierten Charles Edward Flowers und seine Kollegen die Lokalanästhetika erstmals über eine lumbale Punktion mit Hilfe einer Tuohy-Nadel und führten einen Katheter in den Periduralraum ein [14]. Der Grundstein für die heute angewendete PDA war gelegt. Durch technische

Fortschritte wurden die Verfahren der PDA sowie SPA immer komplikationsärmer und wurden ab den 1970er/80er Jahren breit eingesetzt. Zum Beispiel wurde in den 1990er Jahren die neue rundgeschliffene Pencil-Point-Nadel entwickelt und dadurch die Inzidenz des Postpunktionsschmerzes deutlich gesenkt [15]. Obwohl das Verfahren der CSE schon 1937 durch den in New York arbeitenden Chirurgen Angelo Luigi Soresi beschrieben wurde, fand es erst in den 1990er Jahren verbreitete Anwendung in der Geburtshilfe [9]. Bis in die heutige Zeit gibt es zahlreiche Publikationen zu verschiedenen Medikamentenkombinationen aus Lokalanästhetika und Opioiden, bei denen das Ziel einer schmerzarmen Geburt bei erhaltener Motorik erreicht werden soll.

## **1.2 Wehen- und Geburtsschmerz**

### **1.2.1 Vaginale Geburt: Schmerz und Anästhesie**

#### *Schmerzleitung und Geburtsfortschritt*

Der Geburtsschmerz wird je nach Fortschritt der Geburt über verschiedene Nervenbahnen geleitet. Während der Eröffnungsphase bestehen regelmäßige Wehen und der Muttermund weitet sich. Durch die Dehnung des unteren Uterinsegmentes und des Endocervix wird über thorakolumbale Spinalganglien, v.a. Th10 bis L1, ein viszeraler Schmerzreiz weitergeleitet, der eher diffus empfunden wird [1, 16]. Im Verlauf stellt sich der kindliche Kopf im Geburtskanal ein und der Druck auf das Becken und auf Teile des lumbosakralen Plexus nehmen zu, sodass vermehrt Rücken-, Hüft- und Beinschmerzen empfunden werden [1]. Während der Austreibungsphase werden zudem Schmerzreize durch die Dehnung von Portio, Vagina und Perineum über den N. pudendus an die sakralen Spinalganglien S2 bis S4 weitergeleitet. Die Wahrnehmung ist deutlicher lokalisierbar und strahlt teilweise nach anal aus [16]. Insgesamt zeigen Studien, dass die Schmerzintensität unabhängig von der Stärke der Wehen ist und deshalb individuell auf die Bedürfnisse der Mutter eingegangen werden muss [17, 18].

#### *Analgesiemöglichkeiten*

Um den Schwangeren die Geburtsschmerzen zu erleichtern, können neben verschiedenen nicht-pharmakologischen Verfahren auch systemische oder regionalanästhesiologische Verfahren angewendet werden [1]. Eine systemische medikamentöse Schmerzintervention kann eine Dauerinfusion bzw. patientenkontrollierte Analgesie mit Remifentanyl, einem kurzwirksamen Opioid, sein. Es ist plazentagängig, wird aber schnell vom

Fetus und auch von der Mutter wieder abgebaut, sodass es sich gut steuern lässt. Dennoch sollten die Vitalparameter von Mutter und Kind am Monitor bzw. CTG überwacht werden [16]. Eine weitere Möglichkeit ist die Injektion von Lokalanästhetika in die Perinealregion. Dies hat den Vorteil, dass mit geringerer systemischer Wirkung und damit geringerem Risiko für das Kind zu rechnen ist [1]. Ein häufig angewendetes Verfahren zur Linderung der Geburtsschmerzen ist die Regionalanästhesie als Periduralanästhesie (PDA) oder kombinierte Spinal- und Epiduralanästhesie (CSE). Der Zeitpunkt für den Beginn dieser Schmerztherapie wird auf Wunsch der Patientin in Absprache mit dem Anästhesisten, der Hebamme, dem Gynäkologen und Geburtshelfer gewählt. Feste klinische Parameter, wie beispielsweise das Abwarten einer bestimmten Muttermundweite, zeigten keinen Vorteil für den Geburtsverlauf [19]. Bei Risikopatientinnen zum Beispiel mit Mehrlingsschwangerschaften, Präeklampsie oder Adipositas per magna sollte eine Regionalanästhesie jedoch frühzeitig erwogen werden um bei Geburtskomplikationen schnell mit einer adäquaten Analgesie reagieren zu können [20].

### **1.2.2 Sectio caesarea: Dringlichkeit und Anästhesie**

In bestimmten Situationen ist ein Kaiserschnitt, eine Sectio caesarea zur Geburt notwendig. Es werden je nach Indikation und Zeitpunkt primäre und sekundäre Sectiones unterschieden.

#### *Primäre Sectio*

Die primäre Sectio ist ein geplanter Eingriff und findet vor dem Einsetzen muttermundwirksamer Wehen statt. Indikationen hierzu sind mütterlicherseits beispielweise Herz-Kreislauf-Probleme oder der einfache Wunsch das Kind per Sectio zu entbinden. Kindliche Indikationen können Mehrlingsschwangerschaften oder eine geburtsunmögliche Situation wie eine Plazenta praevia totalis sein [21]. Das Standard-Anästhesieverfahren für die primäre Sectio ist die Spinalanästhesie (SPA), da sie die komplette vegetative, sensible und motorische Nervenleitung ausschaltet. Sie bietet eine größere Sicherheit als die Allgemeinanästhesie für Mutter und Kind und kommt mit geringeren Medikamentendosen aus [22]. Außerdem kann die Mutter auf diesem Weg die Geburt ihres Kindes miterleben.

#### *Sekundäre Sectio*

Bei der sekundären Sectio bestehen bereits muttermundwirksame Wehen und der Geburtsmodus wird aus verschiedenen Gründen von einer geplanten vaginalen Geburt zu einer Sectio gewechselt. Indikationen hierzu sind vielfältig und können mütterlicherseits

von Erschöpfung bis zur Uterusruptur reichen. Eine kindliche Indikation zur sekundären Sectio kann eine drohende Asphyxie sein [21]. Zur Analgesie stehen verschiedenen Möglichkeiten zur Verfügung. Wie bei der primären Sectio kann auch zur sekundären Sectio eine SPA angelegt werden. Ist die Patientin bereits mit einem Periduralkatheter versorgt, kann dieser mit einem Lokalanästhetikum bis zur ausreichenden Anästhesie aufgespritzt werden. Falls jedoch eine Notfallindikation zur Sectio gestellt wurde, sollte die Zeit von der Entscheidung bis zur Entwicklung des Kindes nicht mehr als 20 Minuten betragen, sodass mitunter befürchtet wird, dass Regionalanästhesien nicht ihre volle Wirkung erreichen können und gegebenenfalls eine Allgemeinanästhesie notwendig wird [21].

### **1.3 Regionalanästhesieverfahren in der Geburtshilfe**

#### **1.3.1 PDA – Periduralanästhesie**

Bei der Periduralanästhesie werden ein Lokalanästhetikum und ein Opioid in den Periduralraum injiziert um für die Gebärende eine ausreichende Schmerzreduktion unter Erhaltung der für den Geburtsfortschritt essentiellen motorischen Fähigkeiten, zu erreichen. Vorteile der PDA sind weiterhin eine geringere Stressreaktion mit niedrigeren Katecholamin-Konzentrationen der Schwangeren, sodass eine bessere uteroplazentare Perfusion gegeben ist und eine respiratorische Alkalose aufgrund von mütterlicher Hyperventilation vermieden werden kann [16, 23].

##### *Indikationen und Kontraindikationen*

Die Indikation zur PDA-Anlage ist hauptsächlich der Wunsch der Patientin, jedoch bestimmen Gynäkologin, Geburtshelferin, Hebamme und Anästhesistin gemeinsam den richtigen Zeitpunkt und schließen Kontraindikationen aus. Solche Kontraindikationen sind z. B. Infektionen im Bereich der zukünftigen Punktionsstelle oder das Vorliegen von Gerinnungsstörungen oder Antikoagulation der Patientin. Weiterhin sprechen ein erhöhter mütterlicher intrakranieller Druck sowie instabile Herz-Kreislauf-Verhältnisse gegen eine PDA [24]. Die Patientin sollte idealerweise bereits vor Beginn der Wehen über die PDA aufgeklärt werden. Am UKW erfolgt dies einige Wochen vor der Geburt im Rahmen der Vorstellung der Frauen in der Schwangerenambulanz in der sie alle Informationen rund um die Geburt in der Frauenklinik erhalten. Sollte eine Frau ohne Aufklärung, aber bereits mit Wehen den Wunsch einer PDA haben, so ist dies keine Kontraindikation für

eine Anlage. Die Anästhesistin bewertet die Fähigkeit der Schwangeren dem Aufklärungsgespräch zu folgen und stellt gemeinsam mit dem Team die Indikation zur PDA-Anlage [20].

#### *Anlageverfahren*

Bei der Anlage sitzt die Patientin standardmäßig aufrecht oder liegt auf der Seite, beugt sich vor und bildet einen Rundrücken. Die Anästhesistin tastet auf Höhe des Beckenkamms die Dornfortsätze der Lendenwirbelkörper und sucht einen Zwischenwirbelraum, z. B. LWK 3/4, als Punktionsstelle auf. Der Bereich wird desinfiziert und mit einem sterilen Lochtuch abgedeckt. Zur Punktion stehen zwei verschiedene Spezialnadeln zur Verfügung. Die häufiger verwendete Tuohy-Nadel G18 mit einer gebogenen Spitze sowie die Sprötte- oder Pencil-Point-Nadel G25/24 mit einer punktförmig zu geschliffenen Spitze und seitlicher Öffnung [25]. Beide Nadeln enthalten ein Mandrin und ermöglichen eine möglichst atraumatische Punktion. Vor der Punktion wird die Haut mit einem Lokalanästhetikum, z. B. 3 bis 5 ml Mepivacain 1%, betäubt. Die aktuelle Lehrmeinung empfiehlt das Aufsuchen des Periduralraumes mit Hilfe der Loss-of-Resistance-Technik (LOR) [26]. Dabei wird eine mit 10 ml NaCl 0,9% gefüllte Spritze mit der Nadel konnektiert und der bevorzugte Zwischenwirbelraum unter stetigem Spritzen-Stempeldruck punktiert. Bei Durchtritt durch das Ligamentum flavum und Eintreten in den Epiduralraum lässt der Stempeldruck plötzlich nach. Der sogenannte Punkt des LOR wird in Millimeter an der Nadel abgelesen und dokumentiert. Der Katheter wird über die Nadel, etwa 3 bis 5 cm weiter als der LOR, in den Epiduralraum eingeführt und nach negativer Aspirationskontrolle und fehlendem Liquorrückfluss mit einem Bakterienfilter konnektiert und fraktioniert mit einer Testdosis aufgespritzt. Am UKW wurde standardmäßig eine 10 ml-Lösung aus 8 ml Ropivacain 0,2% und 2 ml Sufentanil (= 10 µg) gegeben. Es wird darauf geachtet, dass keine Parästhesien, motorischen Einschränkungen, Blutungen oder Auffälligkeiten der Vitalparameter auftreten. Nun wird die Kathetereinstichstelle mit einem sterilen Pflaster abgeklebt, der Katheter gekennzeichnet und an eine PCEA-Pumpe angeschlossen. Diese Spritze enthielt am UKW standardmäßig 40 ml Ropivacain 0,2%, 6 ml Sufentanil (= 30 µg) und 14 ml NaCl 0,9%, sodass eine Medikamentenkonzentration von 0,133%igem Ropivacain und 0,5 µg/ml Sufentanil mit einer standardisierten Laufrate von 5 ml/h verabreicht wurde. Die Patientinnen können selbstständig Medikamentenboli von 5 ml maximal alle 15 Minuten per Knopfdruck hinzufügen, sodass Schmerzspitzen während einer Wehe abgefangen werden können [16]. Die Anästhesistin dokumentiert die Anlage. Am UKW wird dies standardisiert auf dem Anästhesie-Pro-



tokoll festgehalten und zusätzlich ein Anästhesie-Konsil im Krankenhausinformationssystem (KIS; SAP SE, Walldorf, Deutschland) angelegt, in dem auch alle weiteren Maßnahmen am Katheter dokumentiert werden. Nach 30 Minuten erfolgt die erneute Kontrolle des Wohlbefindens der Patientin sowie der Schmerzreduktion und eine Übergabe an das Kreißsaalteam. Die Überwachung der Patientin mit der PDA kann an geschultes nicht-ärztliches Personal abgegeben werden, solange im Fall einer Komplikation eine Anästhesistin innerhalb von zehn Minuten im Kreißsaal verfügbar ist [20].

Falls wie bereits beschrieben die Indikation zur Sectio gestellt wird, kann der Periduralkatheter mit Lokalanästhetikum fraktioniert aufgespritzt werden, um eine ausreichende Analgesie für die operative Entbindung zu gewährleisten. Am UKW werden für dieses Verfahren 12 bis 20 ml Ropivacain 0,75% verwendet [16].

#### *Vor- und Nachteile*

Ein großer Vorteil der PDA ist die gute Steuerbarkeit der Medikamente über die Pumpe, sodass bei Änderung der Geburtssituation die Schmerzmedikamente zügig angepasst werden können. So kann beispielsweise auch nach der Geburt des Kindes eine mütterliche Geburtsverletzung ohne zusätzliche Infiltration von Lokalanästhetika schmerzfrei versorgt werden. Von Nachteil ist jedoch, dass in akuten Notfallsituationen der Wirkeintritt der Medikamente oftmals zu langsam ist, sodass dort eine Allgemeinanästhesie für die Sectio durchgeführt werden muss [16, 24].

### **1.3.2 SPA – Spinalanästhesie**

#### *Indikation und Kontraindikation*

Die Spinalanästhesie wird zur reinen Schmerzreduktion bei vaginaler Entbindung eher selten angewandt, da sie aufgrund des „Single-Shot“-Vorgehens deutlich schlechter steuerbar ist. Ihr Hauptindikation ist die geplante Sectio caesarea, da die SPA im Vergleich zur Allgemeinanästhesie ein besseres mütterliches und kindliches Outcome bietet [27]. Kontraindikationen entsprechen denen der bereits bei der PDA erwähnten Situationen.

#### *Anlageverfahren*

Das Vorgehen ist ähnlich dem der PDA. Der Hauptunterschied liegt in der tieferen Punktion, da nun zusätzlich die Dura punktiert wird. Um eine atraumatische Punktion ohne zentrale Nervenschädigung zu gewährleisten, wird für dieses Vorgehen meist die Sprotte-Nadel mit rundgeschliffener Spitze gewählt, da diese die Nervenenden der

Cauda equina verdrängt und nicht beschädigt. Bei Zurückziehen des Mandrins ist rückläufiger Liquor ein Hinweis auf die korrekte Lage der Nadel. Am UKW wird für eine Sectio caesarea standardmäßig eine Mischung aus 4 ml Bupivacain 0,25%, 1 ml Sufentanil (= 5 µg) und 5 ml NaCl 0,9% verwendet, sodass eine Konzentration von 0,1%igem Bupivacain und 0,5 µg/ml Sufentanil entsteht. Je nach Konstitution der Schwangeren werden 8 bis 10 ml verabreicht um eine ausreichend hohe Analgesie zu gewährleisten [16, 28].

#### *Vor- und Nachteile*

Ein großer Vorteil der SPA zur Sectio ist, dass Risiken durch die Intubation der Mutter bei der Allgemeinanästhesie vermieden werden können. Des Weiteren ist das Kind deutlich weniger Medikamenten ausgesetzt und das Outcome anhand des APGAR-Scores nach der Geburt besser [16, 27]. Ein positiver Begleiteffekt ist, dass die Mutter die Geburt miterleben kann. Auch eine eilige Sectio caesarea, also eine Kaiserschnittentbindung, bei der die Zeit bis zur Geburt des Kindes maximal noch 30 Minuten betragen soll, kann unter SPA durchgeführt werden, da die Medikamente schneller wirken als bei der PDA. In akuten Notfallsituationen, in denen eine Entbindung des Kindes innerhalb der nächsten 20 Minuten erfolgen soll, ist jedoch der Wirkeintritt der Medikamente zu langsam, sodass eine Allgemeinanästhesie gewählt werden muss [16].

### **1.3.3 CSE – combined spinal epidural anaesthesia**

#### *Anlageverfahren*

Das Verfahren der CSE vereint die Vorgehensweisen der PDA und SPA. So wird wie bei der PDA beschrieben der Epiduralraum mit einer Tuohy-Nadel punktiert. Jedoch wird bei der CSE zusätzlich durch die bereits liegende Nadel mit Hilfe der Sprotte-Nadel die Dura punktiert und am UKW standardisiert 1 ml Bupivacain 0,25% intrathekal injiziert. Der Katheter wird anschließend wie bei der PDA epidural eingeführt und an eine PCEA angeschlossen.

#### *Vor- und Nachteile*

Der Vorteil der CSE liegt in dem schnellen Wirkeintritt durch die intrathekale Injektion und der guten Steuerbarkeit durch die Katheteranlage. Die CSE kann beispielsweise bei Patientinnen mit zu erwartender komplizierter Sectio oder hoher Komorbidität verwendet werden, um initial die Analgesie des operativen Eingriffs zu gewährleisten und im Verlauf die Wundschmerzen abzumildern. Trotz der Vorteile der kombinierten Anlage, wird dieses Verfahren im Vergleich eher selten angewandt [16, 28]. Eine Meta-Analyse von Kim

et al. über Anästhesieverfahren zur Sectio zeigt, dass das Outcome von Mutter und Kinder unter CSE geringfügig schlechter ist, als unter anderen Regionalverfahren [29]. Je nach Situation muss der Anästhesist individuell entscheiden, welches Regionalverfahren für die Patientin am günstigsten ist.

#### **1.4 Zielsetzung der Arbeit**

Die vorliegende Arbeit soll dazu dienen die geburtshilflichen Regionalanästhesien an der Frauenklinik des Universitätsklinikums Würzburg in ihrer Sicherheit und Qualität retrospektiv zu bewerten. Die Analyse der durchgeführten Anästhesien soll die Umsetzung von Klinikstandards und individuellen Herangehensweisen bewerten und die Dokumentationsqualität erfassen, sodass zuletzt ein Bild der geburtshilflichen Regionalverfahren an der Frauenklinik mit Qualitätsmerkmalen und Risiken entsteht und der Anreiz zur Erhaltung oder Verbesserung etablierter Verfahren gegeben wird. Als Ausblick bietet das Einspeisen der Daten in das net-ra in Zukunft die Möglichkeit die Anästhesieverfahren zur Geburt nicht nur klinikintern, sondern deutschlandweit im Hinblick auf Qualität, Effektivität und Sicherheit zu vergleichen. Zudem können Komplikationsraten in einem größeren Kollektiv bewertet werden und gegebenenfalls Rückschlüsse auf Verfahrensänderungen in Erwägung gezogen werden, sodass die Regionalanästhesien einen noch höheren Qualitätsstandard erlangen.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Ethik- und Tierversuchsvotum

Die Ethikkommission der medizinischen Fakultät Würzburg, der die Studienpläne am 15.11.2017 vorgelegt worden war, äußerte keine Bedenken gegen die Durchführung der Studie (Kennzeichen 287/17).

Bei Abschluss der Datenerhebung wurden die Patientinnen digital anonymisiert, sodass anhand der Daten im Nachhinein keine persönliche Identifizierung möglich war.

### 2.2 Patientenkollektiv

#### *Geburten*

Im Jahr 2018 haben 1974 Patientinnen im Kreißsaal der Frauenklinik des UKW entbunden, wobei 2063 Kinder geboren wurden. Es gab 87 Zwillingsgeburten und eine Drillingsgeburt. Insgesamt gebären 1374 Schwangere (69,6%) ihr Kind vaginal und 600 Frauen (30,4%) per Sectio. Die Spontanentbindungen erfolgten mit Lokalanästhesie durch die Gynäkologie, mit Regionalverfahren (PDA/CSE) durch die Anästhesie oder ohne eine dieser schmerzlindernden Maßnahmen. Für die Sectiones wurde der PDA/CSE-Katheter mit Lokalanästhetikum aufgespritzt, eine SPA oder Allgemeinanästhesie verwendet.

#### *Anästhesieverfahren*

Abbildung 1 zeigt die initial angelegten Anästhesieverfahren. 390 Frauen (19,8%) gebären ihr Kind ganz ohne Anästhesie, 497 Schwangere (25,2%) erhielten unterstützend eine Lokalanästhesie und bei 46 Patientinnen (2,3%) wurde eine Allgemeinanästhesie benötigt. Weitere 272 Frauen (13,8%) gebären ihr Kind unter SPA per primärer Sectio. Eine SPA zur sekundären Sectio erhielten 134 Frauen (6,8%). 539 Patientinnen (27,2%) erhielten eine PDA zur Entbindung und 96 Schwangere (4,9%) eine CSE. Bei 54 Frauen (7,0%; n = 769), die eine SPA zur sekundären Sectio, eine PDA oder CSE erhielten, wurde später aufgrund von Geburtskomplikationen oder unzureichender Anästhesie auf ein weiteres Verfahren gewechselt.

## Anästhesieverfahren zur Geburt in der Geburtshilfe des UKW 2018 (n = 1974)

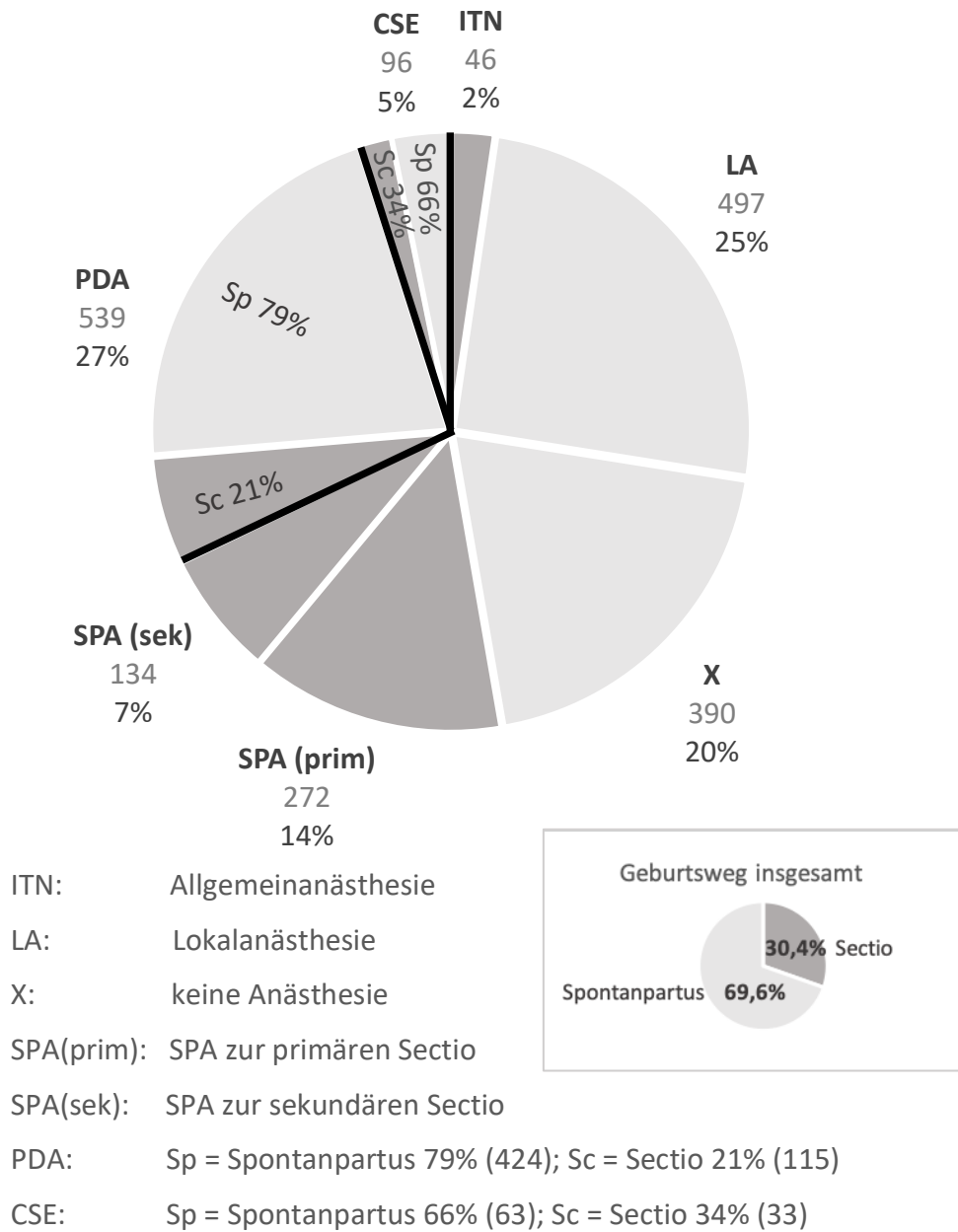


Abbildung 1: Anästhesieverfahren zur Geburt in der Geburtshilfe der Universitätsklinik Würzburg 2018

### **2.2.1 Analysekollektiv**

#### *Ein- und Ausschlusskriterien*

Für diese Arbeit wurden alle Patientinnen, die vom 1. Januar 2018 bis zum 31. Dezember 2018 in der Frauenklinik des Universitätsklinikums Würzburg ihr Kind entbanden und dazu eine geburtshilfliche Regionalanästhesie erhielten, rekrutiert. Es wurden alle Schwangeren mit einer PDA oder CSE zur Geburt eingeschlossen sowie alle Frauen, die eine SPA zur sekundären Sectio erhielten. Ausgeschlossen wurden Schwangere, die zur Geburt eine Allgemeinanästhesie, Lokalanästhesie oder gar keine Anästhesie erhielten. Patientinnen, die zur primären Sectio eine SPA erhielten, wurden ebenfalls ausgeschlossen, da dieses Kollektiv zu einem geplanten Geburtstermin in der Klinik erscheint, meist weniger Wehen erlebt und eine deutlich planbarere Anästhesie mit weniger Störfaktoren durchgeführt werden kann. Ein Einschluss dieses Kollektivs würde das Ergebnis möglicherweise verzerren. Des Weiteren wurden Patientinnen, die unter 18 Jahre alt waren und Frauen, die eine Anästhesie zur Nachsorge der Geburt erhielten, ausgeschlossen. Abbildung 2 zeigt die Patientenverteilung anhand der verwendeten geburtshilflichen Anästhesieverfahren und den Einschluss ins Studienkollektiv dieser Arbeit.

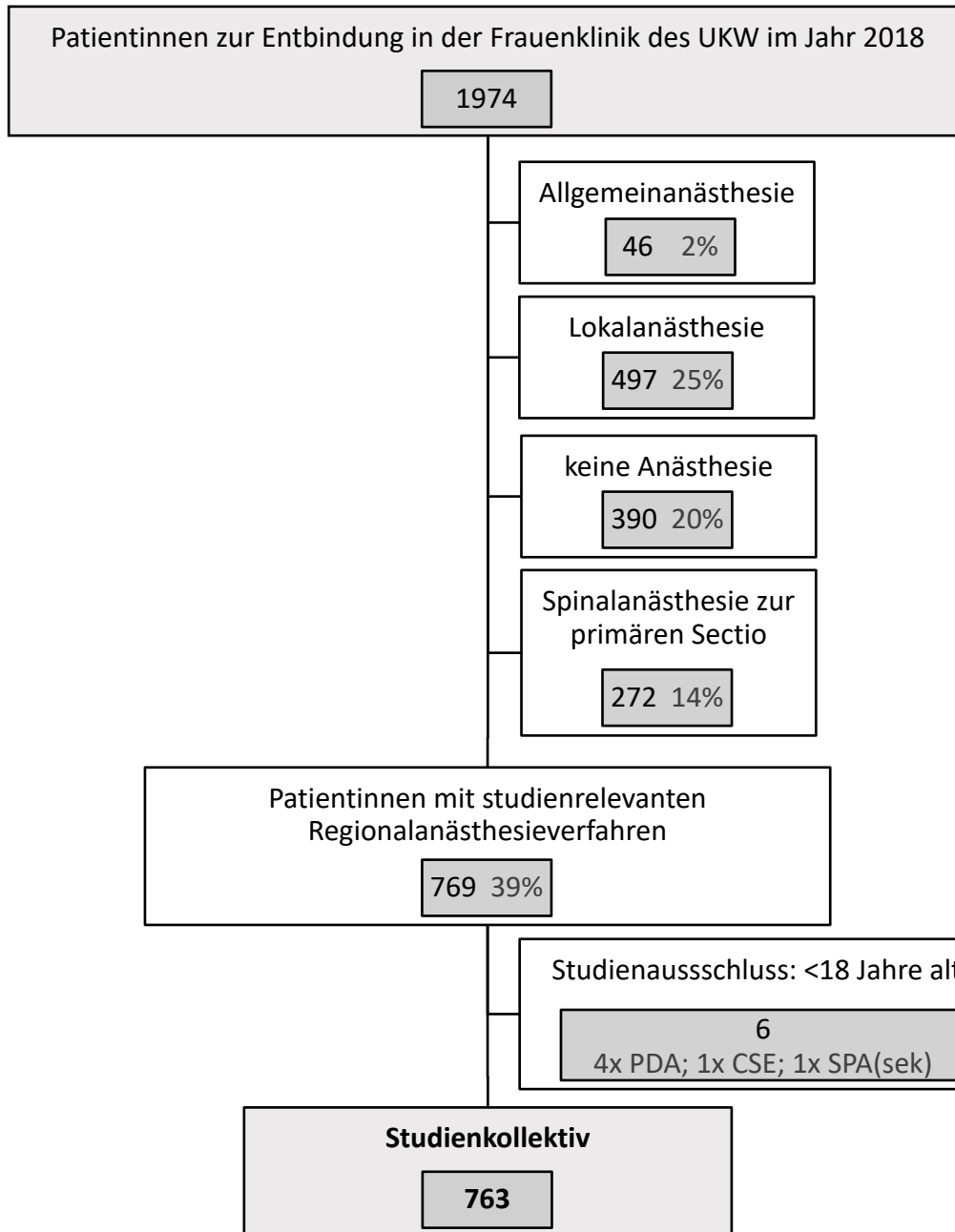


Abbildung 2: Ausschluss von Patientinnen und Definition des Studienkollektivs

Es besteht ein Gesamt-Studienkollektiv von 763 Patientinnen. Abbildung 3 zeigt eine Übersicht über die primär angelegten Regionalanästhesieverfahren und die Entbindungsform der Patientinnen. 95 dieser Frauen (12,5%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) erhielten eine CSE zur Geburt. Wobei 62 Schwangere (65,3%;  $n_{\text{CSE}} = 95$ ) vaginal entbanden. Bei 26 Frauen (27,3%;  $n_{\text{CSE}} = 95$ ) wurde eine sekundäre Sectio notwendig und bei sieben Patientinnen (7,4%;  $n_{\text{CSE}} = 95$ ) wurde die CSE direkt zur primären Sectio angelegt. 535 Schwangere (70,1%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) erhielten eine PDA. Von ihnen gebaren 420 Frauen (78,5%;  $n_{\text{PDA}}$

= 535) ihr Kind spontan, wobei bei zwei Zwillingssgeburten das erste Kind vaginal geboren wurde und das zweite Kind unter Allgemeinanästhesie per Notfall-Sectio entwickelt wurde. Bei 111 Patientinnen (20,8%;  $n_{PDA} = 535$ ) wurde die Indikation zur sekundären Sectio gestellt und bei vier Schwangeren (0,7%;  $n_{PDA} = 535$ ) wurde die PDA direkt zur primären Sectio angelegt. 133 Schwangere (17,4%;  $n_{Gesamt} = 763$ ) erhielten zur sekundären Sectio eine SPA.

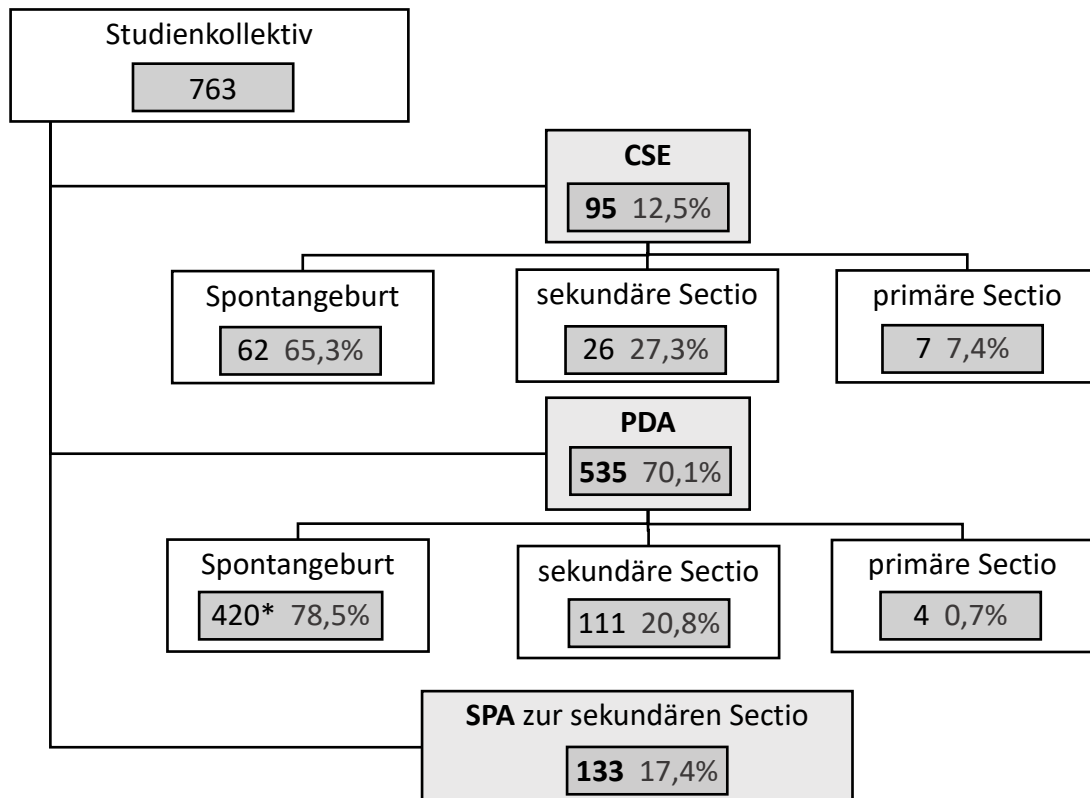


Abbildung 3: Entbindungsform der Patientinnen mit verschiedenen Regionalanästhesieverfahren.

\* bei zwei spontanen Zwillingssgeburten unter PDA wurde das zweite Kind unter Allgemeinanästhesie per Notfall-Sectio entbunden.

#### *Kollektive zur Auswertung verschiedener Variablen*

Zur Auswertung der Daten wurden verschiedene Untergruppen gebildet, da sich durch die retrospektive Datenerhebung je nach Messinstrument nicht bei allen 763 Patientinnen vollständige Datensätze erheben ließen. Tabelle 1 fasst die Analysekollektive zusammen.



Für die Erhebung der **biometrischen Daten** wie Alter, Größe, Gewicht, BMI, Komorbiditäten und Geburtenanzahl wurde das gesamte Studienkollektiv ( $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) zugrunde gelegt, wobei die Angaben zu Gewicht und BMI ( $n_{\text{BMI}} = 752$ ) nicht bei allen Patienten vorhanden waren.

Die **Mehrfachpunktion** der Haut bei Anlage des Regionalanästhesieverfahrens wurde für 762 Patientinnen bewertet, da bei einer Schwangeren, die ausführliche Dokumentation der Anlage der SPA fehlte. Im Hinblick auf den Zusammenhang von Mehrfachpunktionen und Übergewicht wurde ein Kollektiv von 751 Frauen ausgewertet, da bei elf Frauen die Angabe zu Gewicht oder Größe für den BMI fehlte und bei einer weiteren Patientin keine Angaben zur Punktionshäufigkeit gemacht wurden. Für die Auswertung von Mehrfachpunktionen und Skoliose wurde wieder ein Kollektiv von 762 Patientinnen zugrunde gelegt.

Die Patientinnen ( $n_{\text{neu}} = 54$ ) bei denen es zur **Neuanlage** oder zum Wechsel eines Anästhesieverfahrens kam, wurden einzeln beschrieben.

Insgesamt erhielten 632 Frauen einen periduralen Katheter. Zur Analyse der **Liegedauer des Katheters in situ** wurden nur die Patienten mit einem initial angelegten Katheterverfahren und vollständiger Dokumentation eingeschlossen ( $n = 630$ ). Zwei Patientinnen, bei denen die Anlage einer SPA missglückte, erhielten die sonst spinal injizierten Medikamente Bupivacain und Sufentanil über einen periduralen Katheter und wurden von der Analyse ausgeschlossen, da sich in diesen Fällen die Indikation zum primär angelegten PDA-Katheter unterscheidet. Bei den 630 Frauen wurden in 601 Fällen (95,4%) die Zeitpunkte der Katheteranlage und -entfernung vollständig dokumentiert und konnten analysiert werden ( $n_{\text{Katheterliegedauer}} = 601$ ).

Zur Auswertung von **Infektionen** im Rahmen der lumbalen Punktion wurden alle Patientinnen ( $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) eingeschlossen.

Um die Komplikationsrate von **PPKS** zu ermitteln wurde das gesamte Kollektiv ( $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) analysiert. Da alle Patientinnen über die Risiken des PPKS aufgeklärt wurden, ist davon auszugehen, dass bei derartigen Beschwerden eine Wiedervorstellung erfolgte und daher alle Fälle erfasst wurden.

Tabelle 1: Analysekollektive

| <b>Untersuchte Variable</b>                                   | <b>Potentielles Kollektiv</b> | <b>Analysekollektiv</b> |        |
|---|-------------------------------|-------------------------|--------|
|   | <b>n =</b>                    | <b>n =</b>              |        |
| <i>Alter</i>  | 763                           | 763                     | 100,0% |
| <i>Körpergröße</i>  | 763                           | 763                     | 100,0% |
| <i>Gewicht bei Entbindung</i>                                 | 763                           | 752                     | 98,6%  |
| <i>Body Mass Index bei Entbindung</i>                         | 763                           | 752                     | 98,6%  |
| <i>Komorbiditäten</i>   | 763                           | 763                     | 100,0% |
| <i>Geburtenanzahl</i>   | 763                           | 763                     | 100,0% |
| <i>Infektionszeichen</i>                                      | 763                           | 763                     | 100,0% |
| <i>Postpunktionsskopfschmerz</i>                              | 763                           | 763                     | 100,0% |
| <i>Mehrfachpunktion gesamt</i>                                | 763                           | 762                     | 99,9%  |
| <i>Mehrfachpunktion bei erster Anlage und Body Mass Index</i> | 763                           | 751                     | 98,4%  |
| <i>Mehrfachpunktion bei erster Anlage und Skoliose</i>        | 763                           | 762                     | 99,9%  |
| <i>Neuanlagen</i>   | 54                            | 54                      | 100,0% |
| <i>Katheterliegedauer</i>                                     | 630                           | 601                     | 95,4%  |

### 2.3 Datenerhebung

Das Patientenkollektiv wurde zunächst anhand des Geburtenbuches im Kreißsaal erhoben. Es wurden Geburtennummer, Name, Vorname, Geburtstag und Entbindungsdatum dokumentiert. Die patientengebundenen Kerndaten wie Größe, Gewicht, Komorbiditäten, Geburten-, Schwangerschaftsanzahl und der genaue Entbindungszeitpunkt wurden anhand des Hebammenprotokolls im KIS vervollständigt (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Quellen der allgemeinen Patientendaten

|                             | <b>Kreißsaal:<br/>Geburtenbuch</b> | <b>KIS:<br/>Hebammenprotokoll</b> |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Name                        | X                                  |                                   |
| Geburtstag                  | X                                  |                                   |
| Größe                       |                                    | X                                 |
| Gewicht                     |                                    | X                                 |
| Komorbiditäten              |                                    | X                                 |
| - Insulinresistenz          |                                    |                                   |
| - Schilddrüsen-Stoffwechsel |                                    |                                   |
| - Blutgerinnungssystem      |                                    |                                   |
| Entbindungszeitpunkt        | X                                  | X                                 |
| Entbindungsart              |                                    | X                                 |
| Vorherige Schwangerschaften |                                    | X                                 |
| Vorherige Geburten          |                                    | X                                 |

Alle Daten zur Anästhesieverfahrensanlage und den Visiten (siehe Tabelle 3) wurden anhand des Anästhesie-Konsils aus dem KIS bezogen. Falls die Online-Dokumentation nicht ausreichte, wurden die Daten anhand des handschriftlichen Anästhesie-Protokolls aus der Patientenakte aus dem Kreißsaal oder aus dem Archiv der Frauenklinik vervollständigt. Bei Patientinnen mit Komplikationen wurden zudem Daten aus zusätzlichen Konsilen der Anästhesie oder weiterer Fachabteilungen, z. B. der Neurologie, hinzugezogen.

Bei der abschließenden Datenvervollständigung wurden weiterhin fehlende Dokumente bis zum 1. April 2019 neben dem Archiv auch auf den Stationen, im Abrechnungs- und im Schreibbüro gesucht. Zusätzlich wurden Daten aus dem Patienten-Daten-Management-System (PDMS; Copra System GmbH, Berlin, Deutschland), aus dem Narkose-Protokoll (KIS) sowie aus dem Dokument des ambulanten Schmerzdienstes (ASD/KIS) hinzugezogen.

Tabelle 3: Quellen der anästhesiespezifischen Daten

KIS = Krankenhausinformationssystem. PDMS = Patienten-Daten-Management-System.

|                                      | Anästhesie-Konsil (KIS) | Anästhesie-Protokoll (Kreißsaal/Archiv) | Zusätzliche Konsile (KIS) | Narkose, ASD (KIS) | Narkose (PDMS) |
|--------------------------------------|-------------------------|---|---------------------------|--------------------|----------------|
| Anästhesieverfahren                  | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| Anlagezeitpunkt                      | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| Indikation der Anästhesie            | X                       |   |                           | X                  | X              |
| Gerinnungsanamnese d. Pat.           | X                       |   |                           |                    |                |
| Bewusstseinszustand d. Pat.          | X                       |   |                           |                    |                |
| Lagerung d. Pat.                     | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| Zustand der Haut der Punktionsstelle | X                       |   |                           | X                  | X              |
| Haut-Lokalanästhetikum               | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| - Menge (ml)                         | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| Punktionsnadeltyp                    | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| Punktionsnadelgröße                  | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| Punktionszugang                      | X                       |   |                           | X                  | X              |
| Punktionshöhe                        | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| Punktionstiefe LOR (mm)              | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| Katheter-Haut-Niveau (mm)            | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| Anzahl der Mehrfachpunktionen        | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| Initiale Medikamente/Testbolus       | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| Medikamente Perfusor                 | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| - Opioid                             | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| - Menge (µg/ml)                      | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| - Lokalanästhetikum                  | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| - Menge (%)                          | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| - Laufrate (ml/h)                    | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| - Bolus (ml)                         | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| - Lockout-Time (min)                 | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| Medikamente SPA                      | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| - Lokalanästhetikum                  | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| - Konzentration (%)                  | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| - Menge (ml)                         | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| - Opioid                             | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| - Menge (µg)                         | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |
| - Sonstige Volumina (ml)             | X                       | X                                       |                           | X                  | X              |

|  | Anästhe-<br>sie-<br>Konsil<br>(KIS) | Anästhe-<br>sie-<br>Protokoll<br>(Kreiß-<br>saal/<br>Archiv) | Zusätz-<br>liche<br>Konsile<br>(KIS) | Narkose,<br>ASD<br>(KIS) | Narkose<br>(PDMS) |
|--|-------------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------|-------------------|
| - Appliziertes Gesamtvolumen (ml)                            | X                                   | X  |                                      | X                        | X                 |
| Analgesie-Qualität   | X                                   | X  |                                      |                          |                   |
| Weitere Maßnahmen bei unzureichen-<br>der Analgesie-Qualität | X                                   | X  |                                      |                          |                   |
| Komplikationen   | X                                   | X  |                                      | X                        | X                 |
| - Blut rückläufig  | X                                   | X  |                                      | X                        | X                 |
| - Liquor rückläufig  | X                                   | X  |                                      | X                        | X                 |
| - Parästhesien   | X                                   | X  |                                      | X                        | X                 |
| - Aspiration auffällig                                       | X                                   | X  |                                      | X                        | X                 |
| Visiten-Zeitpunkt  | X                                   |  |                                      | X                        |                   |
| - Komplikationen   | X                                   |  |                                      | X                        |                   |
| - Maßnahmen  | X                                   |  |                                      | X                        |                   |
| Neuanlage-Zeitpunkt  | X                                   | X  |                                      |                          |                   |
| - weitere Daten identisch primäre<br>Anlage                  | X                                   | X  |                                      |                          |                   |
| Katheterentfernungszeitpunkt                                 | X                                   |  |                                      | X                        |                   |
| - Komplikationen   | X                                   |  |                                      | X                        |                   |
| - Maßnahmen  | X                                   |  |                                      | X                        |                   |
| Zeitpunkt zusätzlicher Konsile                               |                                     |  | X                                    |                          |                   |
| - Grund  |                                     |  | X                                    |                          |                   |
| - Zusammenhang mit Anästhesie?                               |                                     |  | X                                    |                          |                   |

## 2.4 Beurteilungskriterien

Neben der Zusammensetzung des Patientenkollektivs wurde vor allem die Anlage des geburtshilflichen Regionalverfahrens ausgewertet. Hier lag der Fokus auf der durchgeführten Katheteranlage, dem Verlauf der Regionalanästhesie sowie möglichen Komplikationen.

Bei schwangeren Frauen im Kreißsaal können verschiedene Faktoren die Anlage einer Regionalanästhesie erschweren, so kann z. B. die Compliance der Patientinnen durch

die Wehentätigkeit herabgesetzt sein. Der größere Bauchumfang beeinträchtigt zudem die für die Punktion geeignete vornübergebeugte sitzende Haltung mit Rundrücken.

Auch individuelle Unterschiede wie der BMI oder Wirbelsäulenveränderungen (z. B. Skoliose) können bei der Anlage eine Rolle spielen.

Vor diesem Hintergrund sollte das Studienkollektiv zum einen auf seine Zusammensetzung und die biometrischen Daten untersucht werden. Zum anderen wurden Komplikationen wie Mehrfachpunktionen, Neuanlagen oder Anästhesieverfahrenswechsel, sowie die Liegedauer der Regionalanästhesiekatheter, Infektionen und PPKS ausgewertet. Bei der Auswahl der Variablen wurde Rücksicht auf die im net-ra verwendeten Daten genommen.

#### **2.4.1 net-ra**

Das net-ra wurde 2006 von dem Wissenschaftlichen Arbeitskreis für Regionalanästhesie gegründet. Net-ra steht hierbei für „Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie und Akutschmerztherapie“. Das unter den Trägern Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin und Berufsverband Deutscher Anästhesisten weiterentwickelte Netzwerk ist mit seiner Hauptorganisation in der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie am Universitätsklinikum Homburg/Saar ansässig. Deutschlandweit nehmen aktuell (Stand 2020) zwölf Kliniken aktiv am net-ra teil, wodurch in den ersten zehn Jahren bereits über 170.000 Fälle registriert werden konnten und eine gute Grundlage für große Registerstudien geschaffen wurde [2, 30].

Das Ziel des net-ra ist es, systematisch relevante Daten zur Regionalanästhesie und Akutschmerztherapie zu erfassen, Verfahrensabläufe zu optimieren und eine Plattform für wissenschaftlichen Dialog und Studien zu schaffen.

Die Daten dieser Arbeit wurden ebenfalls ins net-ra eingespeist, weshalb sich die untersuchten Variablen und erhobenen Daten bereits am Aufbau des net-ra orientieren.

#### **2.4.2 Biometrische Daten**

##### *Alter*

Es wurde das Alter der Patientinnen zum Zeitpunkt der Geburt des Kindes dokumentiert. Da laut Mutterschafts-Richtlinien eine Schwangerschaft ab dem Alter von 35 Jahren als Risikoschwangerschaft eingestuft wird, wurde das Kollektiv in manchen Fragestellungen in zwei Gruppen eingeteilt: 1. Alter <35 Jahre und 2. Alter  $\geq$ 35 Jahre [31].

## BMI

Um das Gewicht der Patientinnen besser vergleichen zu können, wurden verschiedene Cluster gebildet. Der BMI-Grenzwert für Übergewicht bei Schwangeren ist in der Literatur nicht klar definiert. Die WHO deklariert Richtwerte für den BMI von Erwachsenen in der Allgemeinbevölkerung und gibt Empfehlungen zur physiologischen Gewichtszunahme in der Schwangerschaft je nach Ausgangs-BMI (siehe Tabelle 4) [32, 33].

In Anlehnung an die WHO wurde der BMI bei Schwangeren zum Entbindungszeitpunkt in dieser Arbeit nun folgendermaßen bewertet: BMI <18,5 kg/m<sup>2</sup> Untergewicht, BMI 18,6 bis 24,9 kg/m<sup>2</sup> Unter- bis Normalgewicht, BMI 25,0 bis 29,9 kg/m<sup>2</sup> Normal- bis Übergewicht, BMI 30,0 bis 34,9 kg/m<sup>2</sup> Übergewicht, BMI 35,0 bis 39,9 kg/m<sup>2</sup> starkes Übergewicht, BMI >40,0 kg/m<sup>2</sup> sehr starkes Übergewicht.

Tabelle 4: WHO-Richtwerte zu BMI und physiologischer Gewichtszunahme während der Schwangerschaft abhängig vom Ausgangs-BMI [32, 33].

|                            | <b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b> | <b>Gewichtszunahme (kg)</b> |
|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| <i>Untergewicht</i>        | < 18,5                        | 13 – 18                     |
| <i>Normalgewicht</i>       | 18,6 – 24,9                   | 10 – 15                     |
| <i>Übergewicht</i>         | 25,0 – 29,9                   | 8 – 10                      |
| <i>Adipositas Grad I</i>   | 30,0 – 34,9                   | 6 – 9                       |
| <i>Adipositas Grad II</i>  | 35,0 – 39,9                   |                             |
| <i>Adipositas Grad III</i> | > 40,0                        |                             |

### 2.4.3 Mehrfachpunktion der Haut bei Regionalanästhesieanlage

Im Rahmen der Anlage der PDA, CSE oder SPA wird die lumbale Punktionsstelle anhand von anatomischen Landmarken aufgesucht. So tastet der Anästhesist den Beckenkamm und die Dornfortsätze der Lendenwirbelsäule und bestimmt einen geeigneten Zwischenwirbelraum für die Punktion. Die Haut wird einmal punktiert und durch den LOR oder Liquor-Rückfluss die korrekte Lage der Nadel angezeigt. Probleme beim Einführen der Nadel können Knochenkontakt, der Rückfluss von Blut oder Parästhesien sein. In manchen Situationen muss eine Punktion wiederholt werden, weil sich der Periduralkatheter nicht vorschieben lässt oder der LOR nicht auffindbar ist.

Bei übergewichtigen Patienten sind die anatomischen Landmarken für die Orientierung beim Aufsuchen einer geeigneten Punktionsstelle oft schwieriger zu tasten, daher soll das Kollektiv in diesem Zusammenhang auf Mehrfachpunktionen untersucht werden.

Alle Patientinnen, bei denen bei der Anlage des initialen Anästhesieverfahrens die Haut mehr als einmal punktiert wurde und deren BMI vorlag, wurden untersucht und dazu in die oben genannten sechs BMI-Cluster unterteilt.

Eine weitere anatomische Schwierigkeit ist eine Skoliose. Diese Wirbelsäulenverkrümmung kann die direkte Punktion des Periduralraumes erschweren [34]. In der vorliegenden Arbeit wurde die Diagnose Skoliose anamnestisch von der Patientin erhoben oder vom Anästhesisten bei der Anlage im Protokoll vermerkt. Dabei wurde die Ausprägung der Verkrümmung nicht berücksichtigt.

#### **2.4.4 Verfahrenswechsel**

Die Indikationen für die jeweiligen initialen Anästhesieverfahren wurden bereits in der Einleitung (siehe 1.3) beschrieben. Je nach Geburtsverlauf und Anästhesieverfahren, gibt es verschiedene Gründe für die Neuanlage oder den Wechsel einer Anästhesie. So kann es vorkommen, dass die Medikamente über einen PDA/CSE-Katheter keine ausreichende Wirkung mehr zeigen oder dass ein Katheter zur Sectio mit Lokalanästhetikum aufgespritzt wird und keine ausreichende Analgesie für die Operation erreicht wird. Zudem kann es aufgrund der Dringlichkeit einer Sectio auch möglich sein, dass eine Allgemeinanästhesie im Sinne einer Rapid Sequence Induction (RSI), das einzige in Frage kommende Anästhesieverfahren ist. In der vorliegenden Arbeit wurden alle Verfahrenswechsel, die vor der Geburt des Kindes stattfanden und deren Indikation untersucht.

#### **2.4.5 Katheterliegedauer**

Der PDA- oder CSE-Katheter wird angelegt, um die Geburtsschmerzen der Schwangeren zu lindern und belassen, um gegebenenfalls postpartale Schmerzen durch Geburtsverletzungen oder nach Kaiserschnittentbindung abzumildern. Es ist also anzunehmen, dass ein Regionalanästhesiekatheter aus geburtshilflicher Indikation nur wenige Stunden bis Tage in situ liegt. In dieser Arbeit sollen verschiedene Variablen auf einen Zusammenhang mit der Länge der Verweildauer des Katheters untersucht werden. Es wurde ausgewertet ob Alter, körperliche Konstitution, Geburtsmodus und Erst- oder Mehrfachgeburt eines Kindes einen verlängernden oder verkürzenden Einfluss auf die Katheterliegedauer haben. Ebenfalls wurde untersucht, ob die Gruppe der notwendigen Mehrfachanlagen von Anästhesieverfahren einen Zusammenhang mit der Katheterliegedauer hat.



#### **2.4.6 Infektionszeichen**

Im Rahmen der lumbalen Punktion, kann es lokal an der Haut oder systemisch zu Infektionen kommen. Um diese Komplikation zu vermeiden, wird unter sterilen Bedingungen gearbeitet und die Invasivität der Regionalanästhesieanlage möglichst geringgehalten. Dennoch kommt es in 1 bis 10% der Regionalanästhesien zu Infektionen. Je nach Definition, schwanken die Angaben zur Inzidenz einer Infektion [35-38]. In der vorliegenden Arbeit wurden Fieber, eine gerötete oder druckschmerzhafteste Einstichstelle sowie ein Hämatom an der Punktionsstelle, als Hinweis auf eine Infektion gewertet. Die Anästhesisten dokumentierten bei der Entfernung des Katheters oder einer weiteren Visite den Befund im Katheteranlagedokument.

#### **2.4.7 Postpunktionskopfschmerz**

Der PPKS ist eine Komplikation, die unter anderem nach einer PDA, CSE oder SPA auftreten kann. Eine häufige Ursache ist ein Liquorleck durch die Punktion des Liquorraumes [39]. In den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie wird der Postpunktionskopfschmerz folgendermaßen definiert:

*„Der ‘Post-dural puncture headache’ (ICHD-3 2013: 7.2.1) oder das ‘Postpunktionelle Syndrom’ (PPS) ist nach den ICHD-3-Kriterien von 2013 (ICHD-3) als ‘Kopfschmerz, der innerhalb von fünf Tagen nach einer Lumbalpunktion (LP) einsetzt und durch den Austritt von Liquor aufgrund einer LP verursacht wird’ definiert. Dieser positionsabhängige/orthostatische Kopfschmerz geht in der Regel mit Nackensteifigkeit und/oder subjektiven Hörstörungen einher und bessert sich spontan innerhalb von zwei Wochen.“ [40]*

Die allgemeine Inzidenz von Kopfschmerzen nach Regionalanästhesieverfahren zur Geburt liegt bei 1 bis 2% je nach verwendetem Verfahren. Werden mehrfache Anlagen von Regionalanästhesien notwendig, steigt die Inzidenz auf bis zu 11% [41]. Differentialdiagnostisch müssen Postpunktionskopfschmerzen von Nacken-/Schulterverspannungen oder Migräneanfällen unterschieden werden. Anamnestisch sollten individuelle Risikofaktoren, wie vorherige PPKS-Episoden oder chronische Kopfschmerzen berücksichtigt werden [42, 43]. Therapeutische Möglichkeiten sind die Flachlagerung des Patienten, die Gabe von Schmerzmedikamenten und Koffein sowie die Anlage eines epiduralen Blutpatches. Hierbei werden dem Patienten etwa 20 ml Eigenblut auf Höhe der ursprünglichen Lumbalpunktion in den Epiduralraum injiziert. Das Blut kann so ein vermeintliches Duraleck tamponieren und die Beschwerden sollten innerhalb eines Tages rückläufig sein [40]. Die Diagnose des PPKS wird durch die diensthabende Anästhesistin gestellt,

wobei folgende Symptome als typisch gewertet werden: Kopfschmerzen, die sich innerhalb der ersten Minute nach dem Aufsetzen verstärken und sich beim Hinlegen bessern, zusätzliche Nackensteifigkeit, Übelkeit, Photophobie oder Hörstörungen [39].

## **2.5 Auswertung**

Die vorliegenden Ergebnisse wurden mit den Programmen Microsoft Excel Version 16.31 und IBM SPSS Statistics Version 27 digital katalogisiert und statistisch ausgewertet. Deskriptive Analysen beinhalteten die Berechnung von Mittelwerten und Standardabweichungen bzw. Medianen und Interquartilsabständen. Standardabweichungen von Mittelwerten wurden im Format  $a (\pm b)$  angegeben. Die Minimal- und Maximalwerte wurden als  $(c - d)$  dokumentiert. Kategorisierte und nominale Variablen wurden als relative und absolute Häufigkeiten aufgeführt. Die Normalverteilung metrischer Variablen wurde mit Hilfe von Kolmogorow-Smirnov-Tests untersucht. War eine Variable normalverteilt, wurden Mittelwerte mittels t-Tests auf ihre Unterschiedlichkeit verglichen. Bei fehlender Normalverteilung wurden Stichproben mit Hilfe nicht-parametrischer Mann-Whitney-U-Tests verglichen. Kategorisierte Variablenvergleiche erfolgten mit Chi-Quadrat-Tests. Der Chi-Quadrat-Wert wurde nach Pearson angegeben, wenn keine der erwarteten Häufigkeiten  $<5$  lag. Die Effektstärke wird dabei durch den Phi-Koeffizienten ( $\phi$ ) ausgedrückt. Korrelationsanalysen nach Spearman wurden durchgeführt, um zu testen, ob zwischen zwei Merkmalen ein linearer Zusammenhang bestand. Der Korrelationskoeffizient ( $\rho$ ) drückt dabei die Stärke der Verbindung zwischen den Variablen aus. Statistische Signifikanzprüfungen wurden zweiseitig durchgeführt, dabei wurde für alle statistischen Tests ein p-Wert  $<0,05$  als signifikant gewertet.

Die Erstellung sämtlicher Flow-Charts und Tabellen geschah per Microsoft Word Version 16.31. Alle Kreis- und Balkendiagramme wurden mit Hilfe von Microsoft Excel Version 16.31 visualisiert.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Biometrische Daten des Gesamtstudienkollektivs

##### Alter

Die Altersverteilung des Gesamtkollektivs ( $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) wird anhand Abbildung 4 gezeigt. Im Durchschnitt lag das Alter bei 31,9 Jahren ( $\pm 5,1$ ; 19 - 50). 549 Patientinnen (72,0%) waren unter 35 Jahre alt und 214 Frauen (28,0%) waren 35 Jahre oder älter. Wobei der Altersdurchschnitt bei Geburt des ersten Kindes bei 31,0 Jahren lag, beim zweiten Kind bei 32,7 Jahren, beim dritten Kind bei 34,6 Jahren und beim vierten oder mehr Kindern bei 38,4 Jahren.

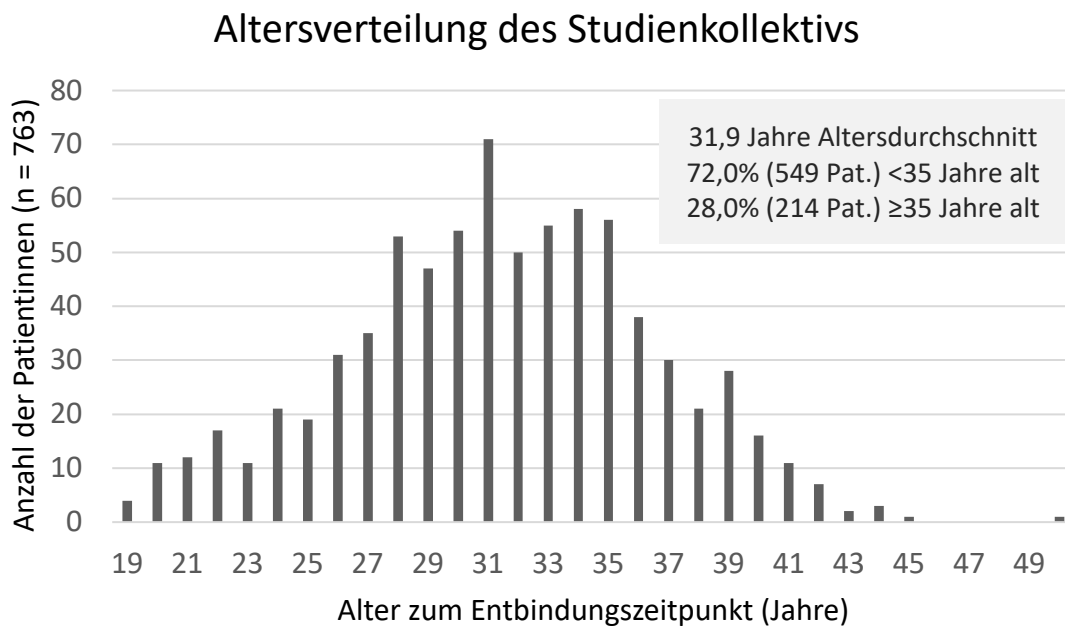


Abbildung 4: Altersverteilung des Studienkollektivs

##### Größe, Gewicht und BMI zum Zeitpunkt der Entbindung

Die Körpergröße der Frauen ( $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) betrug durchschnittlich 1,66 m (IQR 0,08; 1,46 - 1,83). Das Gewicht zum Entbindungszeitpunkt ( $n = 752$ ) lag durchschnittlich bei 80,0 kg (IQR 20,0; 48 - 171). Von der Erstuntersuchung bis zur Entbindung nahmen die Schwangeren ( $n = 751$ ) durchschnittlich 14,0 kg (IQR 17,0; -19 - 40) an Gewicht zu. Die Veränderung des Körpergewichts reichte von einer Abnahme von 19 kg bis zu einer Zunahme von 40 kg während der Schwangerschaft. Bei den Angaben zum Gewicht ist

zu beachten, dass die Schwangerschaftsdauer sowie der genaue Zeitpunkt der Erstuntersuchung in der Schwangerschaft nicht berücksichtigt wurden. Abbildung 5 zeigt die Verteilung des BMI zum Entbindungszeitpunkt ( $n_{\text{BMI}} = 752$ ) mit einem Durchschnitt von  $28,7 \text{ kg/m}^2$  (IQR 6,7; 18,0 - 57,1).

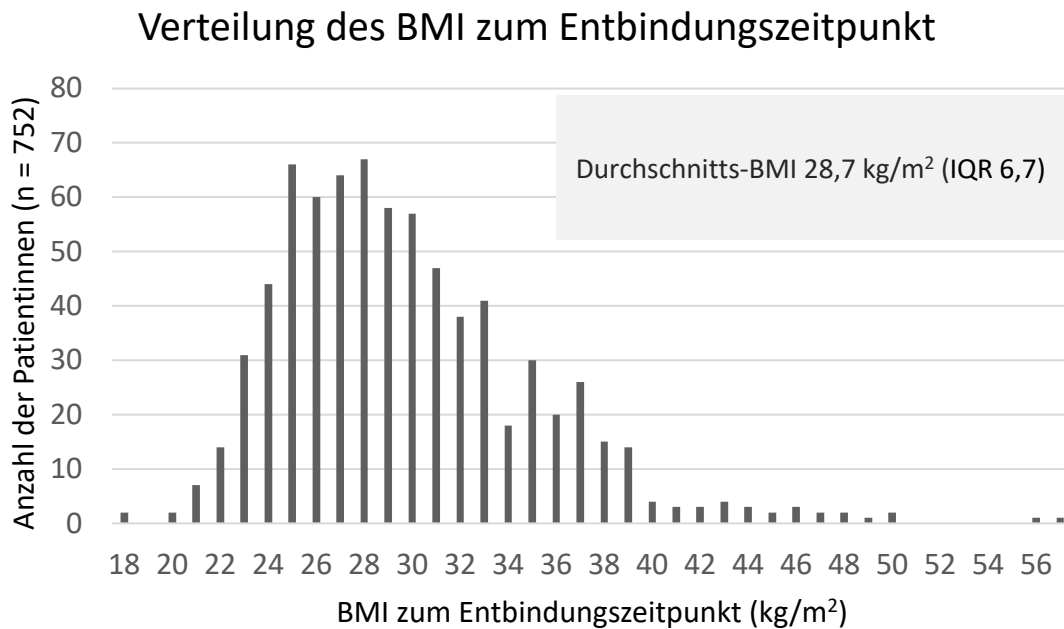


Abbildung 5: Verteilung des BMI zum Entbindungszeitpunkt

Um das Gewicht der Patientinnen besser vergleichen zu können, erfolgte wie in 2.3.1 Beurteilungskriterien der biometrischen Daten beschrieben, die Einteilung der BMI-Werte anhand der von der WHO deklarierten Richtwerte. Im hiesigen Studienkollektiv zeigt sich die in Abbildung 6 dargestellte Verteilung des BMI zum Zeitpunkt der Entbindung.

## BMI zum Entbindungszeitpunkt

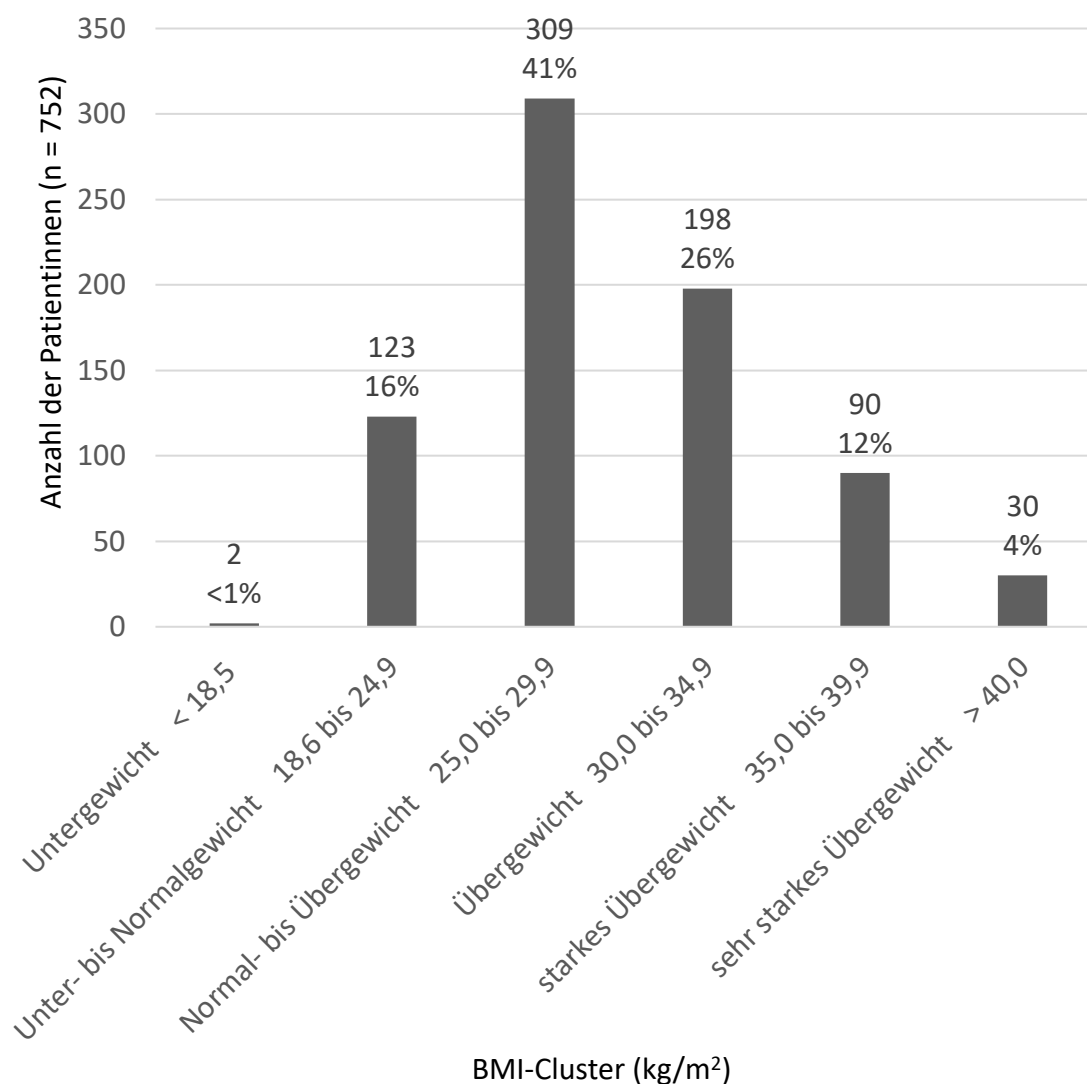


Abbildung 6: Cluster: BMI zum Entbindungszeitpunkt

### Komorbiditäten

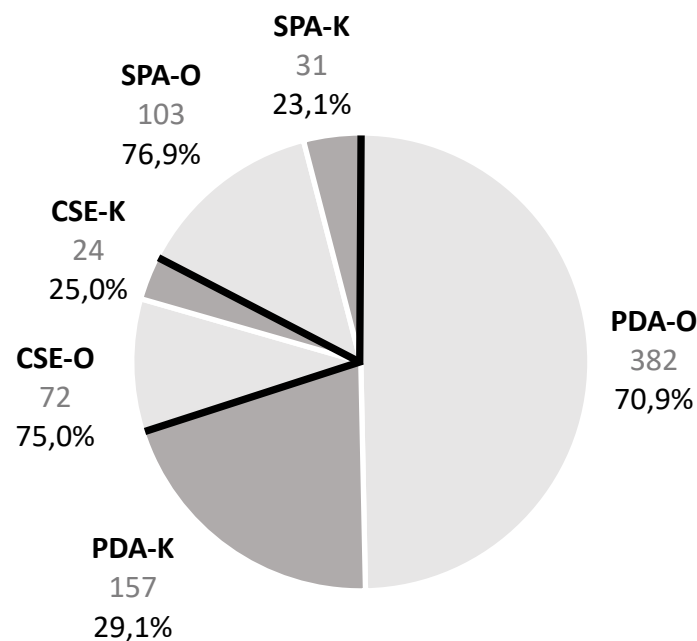
Es wurde bei 136 Schwangeren (17,8%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) eine Störung im Insulin-Stoffwechsel sowie bei weiteren 104 Frauen (13,6%,  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) eine Schilddrüsen-Erkrankung dokumentiert. Bei 21 Patientinnen (2,8%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) lag eine Störung in beiden Stoffwechselsystemen vor. Insgesamt wiesen 28 Frauen (3,7%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) Anzeichen einer Skoliose auf. Genetische Erkrankungen im Gerinnungssystem (Faktor-V-Leiden-Mutation, MTHFR-Mutation, Willebrand-Jürgens-Syndrom, Prothrombin-Mutation, Faktor-XIII-Mangel, Protein-S-Mangel) wurden bei insgesamt 13 Patientinnen (1,7%;  $n_{\text{Gesamt}}$

= 763) angegeben. Bei weiteren 32 Frauen (4,2%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) wurden Auffälligkeiten in der Gerinnungsanamnese, wie Thrombosen oder vermehrte Blutungen, erhoben.

### 3.2 Komplikationslose Regionalanästhesien

Bei 557 Patientinnen (73,0%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) wurde keine der im Abschnitt 2.4 unter Material und Methodik beschriebenen Komplikationen gefunden (siehe Abbildung 7). Vor dem Hintergrund des jeweils angelegten Anästhesieverfahrens, verliefen bei 382 Patientinnen (70,9%;  $n_{\text{PDA}} = 539$ ) die PDA, bei 72 Frauen (75,0%;  $n_{\text{CSE}} = 96$ ) die CSE und bei 103 Schwangeren (76,9%,  $n_{\text{SPA}} = 134$ ) die SPA komplikationslos.

Anteil der komplikationslos verlaufenen Regionalanästhesien



- PDA-O: PDA ohne genannte Komplikationen
- PDA-K: PDA mit Komplikationen
- CSE-O: CSE ohne genannte Komplikationen
- CSE-K: CSE mit Komplikationen
- SPA-O: SPA ohne genannte Komplikationen
- SPA-K: SPA mit Komplikationen

Abbildung 7: Anteil der komplikationslos verlaufenen Regionalanästhesien

### 3.3 Mehrfachpunktionen bei Regionalanästhesieanlage

In dieser Arbeit wurde bei 164 Patientinnen (21,5 %;  $n_{\text{Punktion}} = 762$ ) die Haut mehr als einmal punktiert. Dies kann im Rahmen der Erstanlage oder durch erneute Anlage eines Regionalverfahrens zustande gekommen sein. Die häufigsten Gründe für die erneute Punktion waren Knochenkontakt mit der Nadel (40 Pat.) ( $n_{\text{Mehrfachpunktion}} = 164$ ; 24,4%) ( $n_{\text{Punktion}} = 762$ ; 5,2%), Parästhesien (24 Pat.) ( $n_{\text{Mehrfachpunktion}} = 164$ ; 14,6%) ( $n_{\text{Punktion}} = 762$ ; 3,1%), rückläufiges Blut (14 Pat.) ( $n_{\text{Mehrfachpunktion}} = 164$ ; 8,6%) ( $n_{\text{Punktion}} = 762$ ; 1,8%) oder eine Kombination dieser Vorfälle. In manchen Fällen ließ sich der Katheter nicht vorschieben (6 Pat.) ( $n_{\text{Mehrfachpunktion}} = 164$ ; 3,7%) ( $n_{\text{Punktion}} = 762$ ; 0,8%) oder es musste aufgrund einer unzureichenden Wirkung ein neues Verfahren angelegt werden (25 Pat.) ( $n_{\text{Mehrfachpunktion}} = 164$ ; 15,2%) ( $n_{\text{Punktion}} = 762$ ; 3,3%). Häufig wurde jedoch kein Grund (62 Pat.) ( $n_{\text{Mehrfachpunktion}} = 164$ ; 37,8%) ( $n_{\text{Punktion}} = 762$ ; 8,1%) für die Mehrfachpunktion genannt.

#### 3.3.1 Mehrfachpunktion und Übergewicht

Um das Patientenkollektiv ( $n_{\text{Punktion+BMI}} = 751$ ) genauer zu untersuchen wurden die Patientinnen in sechs BMI-Gruppen, wie in 2.3.1 beschrieben, unterteilt und die Häufigkeit der Mehrfachpunktion in den jeweiligen Gruppen ermittelt (Abbildung 8). Zwischen Einfach- und Mehrfachpunktierten bestand ein signifikanter Unterschied in Bezug auf die BMI-Verteilung ( $p = 0,010$ ). Einfachpunktionen gelangen häufiger bei Unter- bis Normalgewichtigen (Cluster B; Einfachpunktion / Mehrfachpunktion: 17,3% / 12,4%) und Normal- bis Übergewichtigen (Cluster C; 42,7% / 34,3%), während Mehrfachpunktionen vermehrt bei Übergewichtigen (Cluster D; 25,4% / 30,7%) und stark Übergewichtigen (Cluster E; 10,6% / 17,5%) notwendig waren.

## Einfach- und Mehrfachpunktionen bei Regionalanästhesie-Anlage nach BMI-Cluster

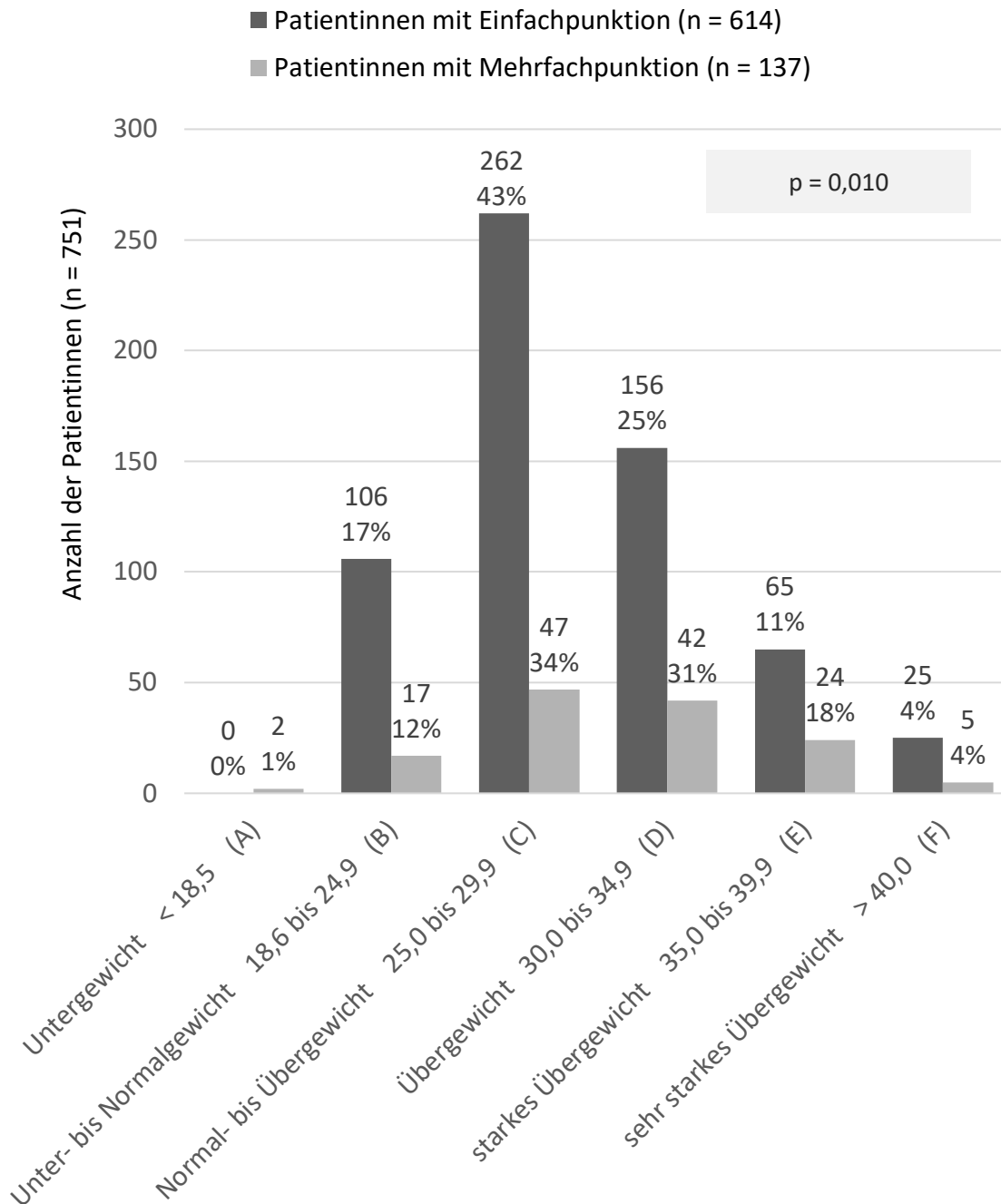


Abbildung 8: Patientinnen mit Einfach- und Mehrfachpunktionen bei der initialen Regionalanästhesie-Anlage nach BMI-Cluster (kg/m<sup>2</sup>)



### 3.3.2 Mehrfachpunktion und Skoliose

Unter der Annahme, dass anatomische Veränderungen an der Wirbelsäule eine korrekte lumbale Punktion erschweren können, wurde das Kollektiv ( $n_{\text{Punktion}} = 762$ ) auf Mehrfachpunktionen bei der initialen Anlage eines Regionalanästhesieverfahrens und Skoliose untersucht (Tabelle 5). Für 28 Frauen (3,7%;  $n_{\text{Punktion}} = 762$ ) wurde eine Skoliose dokumentiert. Bei 138 Schwangeren (18,1%;  $n_{\text{Punktion}} = 762$ ) war eine Mehrfachpunktion notwendig. 39,3% aller Patientinnen mit Skoliose (11 Pat.;  $n_{\text{Skoliose}} = 28$ ) und 17,3% der Patientinnen ohne Skoliose (127 Pat.;  $n_{\text{keine Skoliose}} = 734$ ) wurden mehrfach punktiert. Somit kam es bei Patientinnen mit Skoliose prozentual häufiger zu Mehrfachpunktionen als bei Patientinnen ohne Skoliose ( $p = 0,003$ ).

Tabelle 5: Verteilung der Patientinnen mit oder ohne Skoliose und Mehr- oder Einfachpunktion bei der initialen Regionalanästhesieanlage

|                         | Skoliose   | keine Skoliose |             |
|-------------------------|------------|----------------|-------------|
| <b>Mehrfachpunktion</b> | 11 (39,3%) | 127 (17,3%)    | 138 (18,1%) |
| <b>Einfachpunktion</b>  | 17 (60,7%) | 607 (82,7%)    | 624 (81,9%) |
|                         | 28 (3,7%)  | 734 (96,3%)    | 762         |

### 3.4 Verfahrenswechsel und Neuanlage der Anästhesie

Insgesamt kam es im Studienkollektiv dieser Arbeit ( $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) bei 54 Patientinnen (7,1%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) zur Anlage eines weiteren Anästhesieverfahrens zur Geburt. Bei acht Frauen (1,0%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) (14,8%;  $n_{\text{Wechsel}} = 54$ ) musste eine Allgemeinanästhesie (ITN) zur Notfall- Sectio durchgeführt werden. Bei den anderen 46 Schwangeren (6,0%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) kam es aufgrund unzureichender Anästhesie zum Verfahrenswechsel. Die folgenden Abbildungen (Abbildung 9-11) zeigen das initiale Anästhesieverfahren, das neu angelegte Verfahren und den Grund für den Wechsel oder die Neuanlage der Anästhesie.

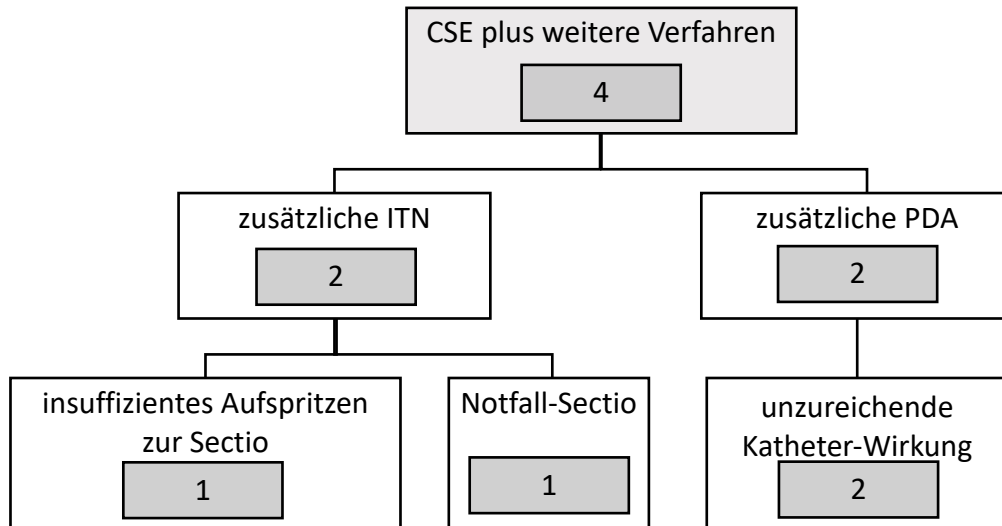


Abbildung 9: Initial angelegte CSE und weitere Anästhesieverfahren bis zur Geburt mit Begründung der erneuten Anästhesie

Die Fälle, bei denen nach einer initialen CSE ein weiteres Verfahren notwendig wurde, sind in Abbildung 9 aufgeführt. Von den 95 Patientinnen mit CSE-Anlage wurde bei vier Patientinnen (0,5%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) (4,2%;  $n_{\text{CSE}} = 95$ ) ein weiteres Anästhesieverfahren angelegt. In einem Fall (0,1%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) (1,1%;  $n_{\text{CSE}} = 95$ ) wurde eine Allgemeinanästhesie aufgrund der Dringlichkeit einer Sectio angelegt, in einem anderen Fall (0,1%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) (1,1%;  $n_{\text{CSE}} = 95$ ) wurde eine Allgemeinanästhesie benötigt, weil der Katheter sich zur Sectio nicht ausreichend aufspritzen ließ und bei zwei Patientinnen (0,3%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) (2,1%;  $n_{\text{CSE}} = 95$ ) wurde der Katheter aufgrund unzureichender Wirkung entfernt und als PDA neu angelegt.

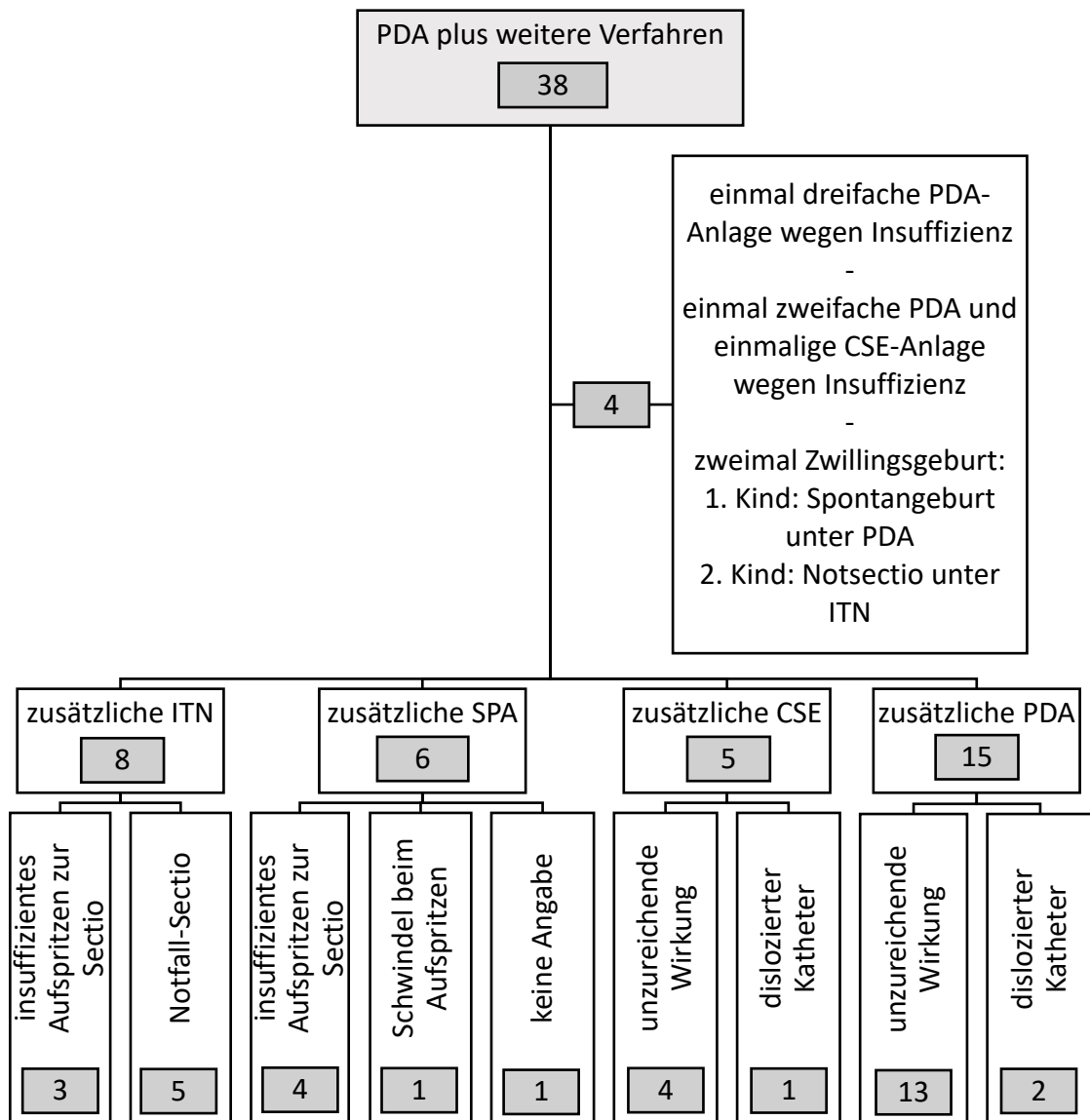


Abbildung 10: Initial angelegte PDA und weitere Anästhesieverfahren bis zur Geburt mit Begründung der erneuten Anästhesie

Abbildung 10 zeigt die Fälle, in denen nach der initialen PDA-Anlage eine weitere Anästhesie notwendig wurde. Von den 535 Patientinnen mit PDA wurden bei 38 Frauen (5,0%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) (7,1%;  $n_{\text{PDA}} = 535$ ) weitere Anästhesieverfahren angelegt. In zwei Fällen (0,3%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) (0,4%;  $n_{\text{PDA}} = 535$ ) kam es zu zweifachen Neuanlagen aufgrund unzureichender Wirkung. Eine Patientin (0,1%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) (0,2%;  $n_{\text{PDA}} = 535$ ) erhielt drei PDA bis zur Geburt. Die erste Neuanlage erfolgte nach etwa zwei Stunden, aufgrund unzureichender Schmerzreduktion und gleichzeitigem Druckalarm der PCEA-Pumpe. Die zweite Neuanlage erfolgte weitere vier Stunden später, ebenfalls aufgrund

unzureichender Wirkung. Zuletzt wurde der liegende PDA-Katheter zur Sectio aufgespritzt. Eine andere Schwangere (0,1%; n<sub>Gesamt</sub> = 763) (0,2%; n<sub>PDA</sub> = 535) erhielt zwei PDA und eine CSE. Die erste Neuanlage der PDA erfolgte nach etwa vierzehn Stunden aufgrund einseitiger unzureichender Wirkung, trotz Rückzug des Katheters und Lagekorrektur. Die zweite Neuanlage als CSE erfolgte nach weiteren sechs Stunden ebenfalls aufgrund unzureichender Schmerzreduktion. Des Weiteren kam es bei zwei Frauen mit Zwillingsschwangerschaften (0,3%; n<sub>Gesamt</sub> = 763) (0,4%; n<sub>PDA</sub> = 535) zur Spontangeburt des ersten Kindes unter PDA, das zweite Kind musste jedoch per Notfall-Sectio unter Allgemeinanästhesie entwickelt werden. Acht weitere Frauen (1,0%; n<sub>Gesamt</sub> = 763) (1,5%; n<sub>PDA</sub> = 535) erhielten eine Allgemeinanästhesie wegen Dringlichkeit zur Notfall-Sectio (5) oder insuffizient aufgespritztem Katheter zur Sectio (3). Sechs Frauen (0,8%; n<sub>Gesamt</sub> = 763) (1,1%; n<sub>PDA</sub> = 535) erhielten eine SPA zur Sectio wegen insuffizient aufgespritztem PDA-Katheter (4), Schwindel der Patientin beim Aufspritzen (1) oder unbekanntem Grund (1). Fünf Patientinnen (0,7%; n<sub>Gesamt</sub> = 763) (0,9%; n<sub>PDA</sub> = 535) erhielten eine CSE, da die Wirkung der PDA unzureichend (4) oder der Katheter disloziert (1) war. Insgesamt erhielten 15 Frauen (2,0%; n<sub>Gesamt</sub> = 763) (2,8%; n<sub>PDA</sub> = 535) eine weitere PDA, ebenfalls aufgrund unzureichender Wirkung (13) oder disloziertem Katheter (2).

Die Komplikationen, die bei Regionalanästhesien mit Katheterverfahren zur Neuanlage oder zum Verfahrenswechsel führten, sind in Tabelle 6 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zusammengefasst.

Tabelle 6: Ursachen die zur Neuanlage eines Anästhesieverfahrens führten bei initial angelegter PDA oder CSE. Anteil an den Komplikationen (n = 42). Anteil an allen initial angelegten Katheterverfahren (n = 630).

| Ursache der erneuten Anästhesie                          | PDA | CSE | gesamt | Komplikationen<br>(n = 42) | Risiko bei Katheterverfahren<br>(n = 630) |
|--|-----|-----|--------|----------------------------|---|
| <i>Unzureichende Wirkung zur Analgesie der Wehen</i>     | 19  | 2   | 21     | 50,0%                      | 3,3%                                      |
| <i>Unzureichende Wirkung nach Aufspritzen zur Sectio</i> | 7   | 1   | 8      | 19,0%                      | 1,3%                                      |
| <i>Dringlichkeit zur Notfall-Sectio</i>                  | 5   | 1   | 6      | 14,3%                      | 1,0%                                      |
| <i>Notfall-Sectio für zweites Kind bei Zwillingen</i>    | 2   |     | 2      | 4,8%                       | -   |
| <i>Dislozierter Katheter</i>                             | 3   |     | 3      | 9,6%                       | 0,5%                                      |
| <i>Schwindel beim Aufspritzen zur Sectio</i>             | 1   |     | 1      | 2,4%                       | 0,2%                                      |
| <i>Keine Angabe</i>                                      | 1   |     | 1      | 2,4%                       | -   |

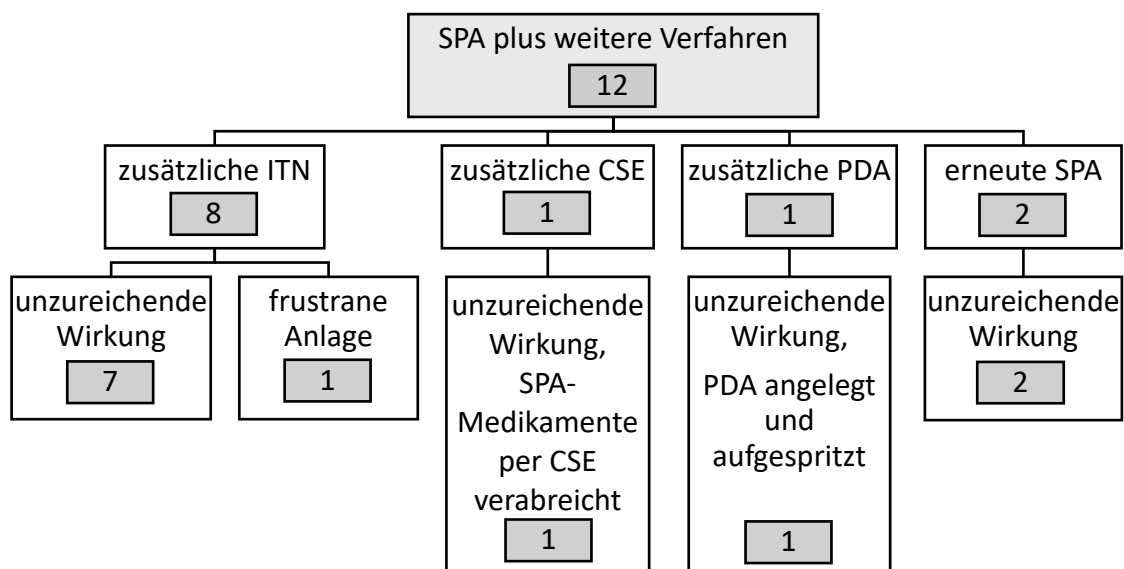


Abbildung 11: Initial angelegte SPA und weitere Anästhesieverfahren bis zur Sectio mit Begründung der erneuten Anästhesie

Von 134 Patientinnen, die initial eine Spinalanästhesie zur sekundären Sectio erhielten, wurde in zwölf Fällen (1,6%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) (9,0%;  $n_{\text{SPA}} = 134$ ) eine weitere Anästhesie notwendig (Abbildung 11). Bei acht Frauen (1,0%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) (6,0%;  $n_{\text{SPA}} = 134$ ) wurde eine Allgemeinanästhesie zur Sectio notwendig, da in sieben Fällen die Wirkung der SPA unzureichend war und bei einer Schwangeren die SPA-Anlage nicht gelang. Bei vier weiteren Patientinnen war die SPA ebenfalls unzureichend. In einem Fall (0,1%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) (0,7%;  $n_{\text{SPA}} = 134$ ) wurden die SPA-Medikamente über eine CSE verabreicht, bei einer anderen Patientin (0,1%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) (0,7%;  $n_{\text{SPA}} = 134$ ) wurde eine PDA angelegt und mit Lokalanästhetikum aufgespritzt und bei zwei anderen Schwangeren (0,3%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) (1,5%;  $n_{\text{SPA}} = 134$ ) wurde die SPA-Anlage wiederholt, sodass letztendlich bei elf der initial angelegten SPA (91,7%) die Wirkung unzureichend war und in einem Fall (8,3%) die SPA-Anlage nach mehrfachem Knochenkontakt komplett misslang.

### 3.5 Katheterliegedauer bei CSE und PDA

In dieser Studie wurde bei 630 Patientinnen ein periduraler Katheter zur geburtshilflichen Analgesie angelegt. Bei retrospektiver Datenauswertung konnten 601 Fälle (95,4%) ausgewertet werden. Es ist zu beachten, dass in diesem Kollektiv 559 Frauen (93,0%;  $n_{\text{Katheterliegedauer}} = 601$ ) eine einfache PDA oder CSE-Anlage erhielten. Die restlichen 42

Frauen (7,0%;  $n_{\text{Katheterliegedauer}} = 601$ ) erhielten zusätzlich oder im Anschluss weitere Anästhesieverfahren. Dazu gehören 24 Patientinnen (4,0%;  $n_{\text{Katheterliegedauer}} = 601$ ) bei denen die Anlage des ersten Katheters keine ausreichende Wirkung zeigte (21) oder der Katheter dislozierte (3). Bei zwei dieser Frauen war auch die zweite Katheteranlage unzureichend, sodass dieser wieder entfernt wurde und ein drittes Mal eine PDA oder CSE angelegt wurde. In sechs Fällen (1,0%;  $n_{\text{Katheterliegedauer}} = 601$ ) wurde nach der ersten PDA oder CSE eine SPA zur Sectio angelegt, da es zu Schwindel (1) beim Aufspritzen kam oder keine ausreichende Analgesie (4) durch das Aufspritzen des Katheters erreicht wurde. Bei einer Patientin wurde kein Grund für die SPA-Anlage angegeben. In zwölf Fällen (2,0%;  $n_{\text{Katheterliegedauer}} = 601$ ) wurde zusätzlich zur PDA oder CSE eine Allgemeinanästhesie notwendig. Wobei sechsmal die Indikation zur Notsectio gestellt wurde, viermal die Wirkung des aufgespritzten Katheters unzureichend war und bei zwei Zwillingsgeburten der Erste spontan und der Zweite in Allgemeinanästhesie per Sectio entbunden wurde. Abbildung 12 zeigt eine Übersicht über die Zusammensetzung des Analysekollektivs ( $n = 601$ ) zur Auswertung der Liegedauer des Periduralkatheters in situ.

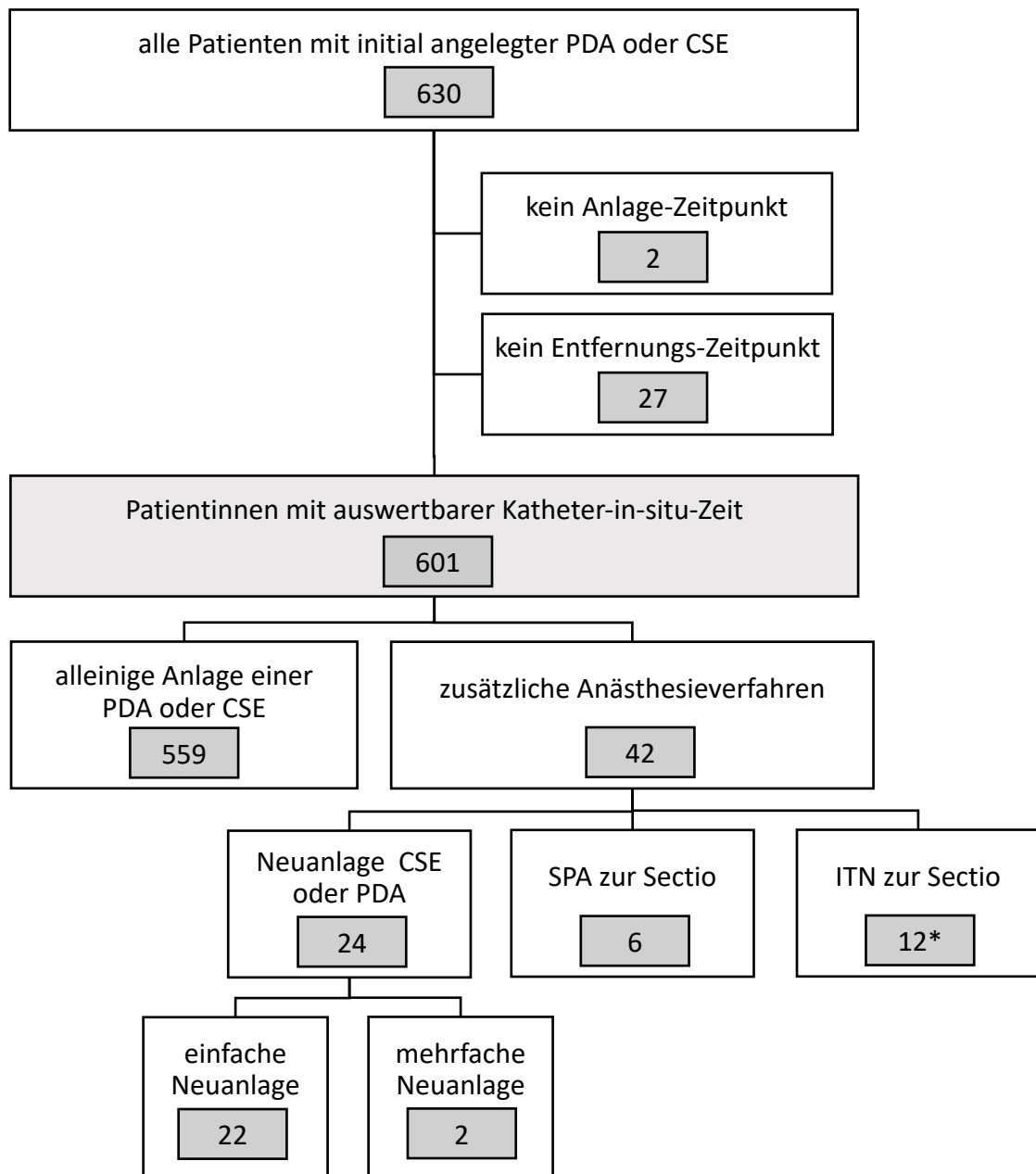


Abbildung 12: Zusammensetzung des Analysekollektivs zur Auswertung der Liegedauer des Periduralkatheters in situ

\* Zwei Patientinnen gebaren Zwillinge, wobei der Erste spontan geboren wurde und der Zweite per Sectio entwickelt wurde.

In dem Analysekollektiv (n = 601) beträgt der Zeitraum von der Anlage des ersten Regionalanästhesiekatheters bis zur Entfernung des zuletzt angelegten Katheters durchschnittlich 11:35 Stunden (IQR 10:00; 1:45 - 63:35). Von der ersten Anlage eines Katheters bis zur Entbindung des Kindes vergingen im Durchschnitt 5:45 Stunden (IQR 6:32; 0:02 - 63:02). Nach der Entbindung verblieb ein Katheter im Schnitt weitere 5:15 Stunden

(IQR 6:08; 0:03 - 63:02) in situ. Abbildung 13 zeigt die Verteilung der Patientinnen bei Einteilung der Katheterliegezeit in 2-Stunden-Cluster.

### Häufigkeitsverteilung der Patientinnen nach Katheterliegedauer (2-Stunden-Cluster)

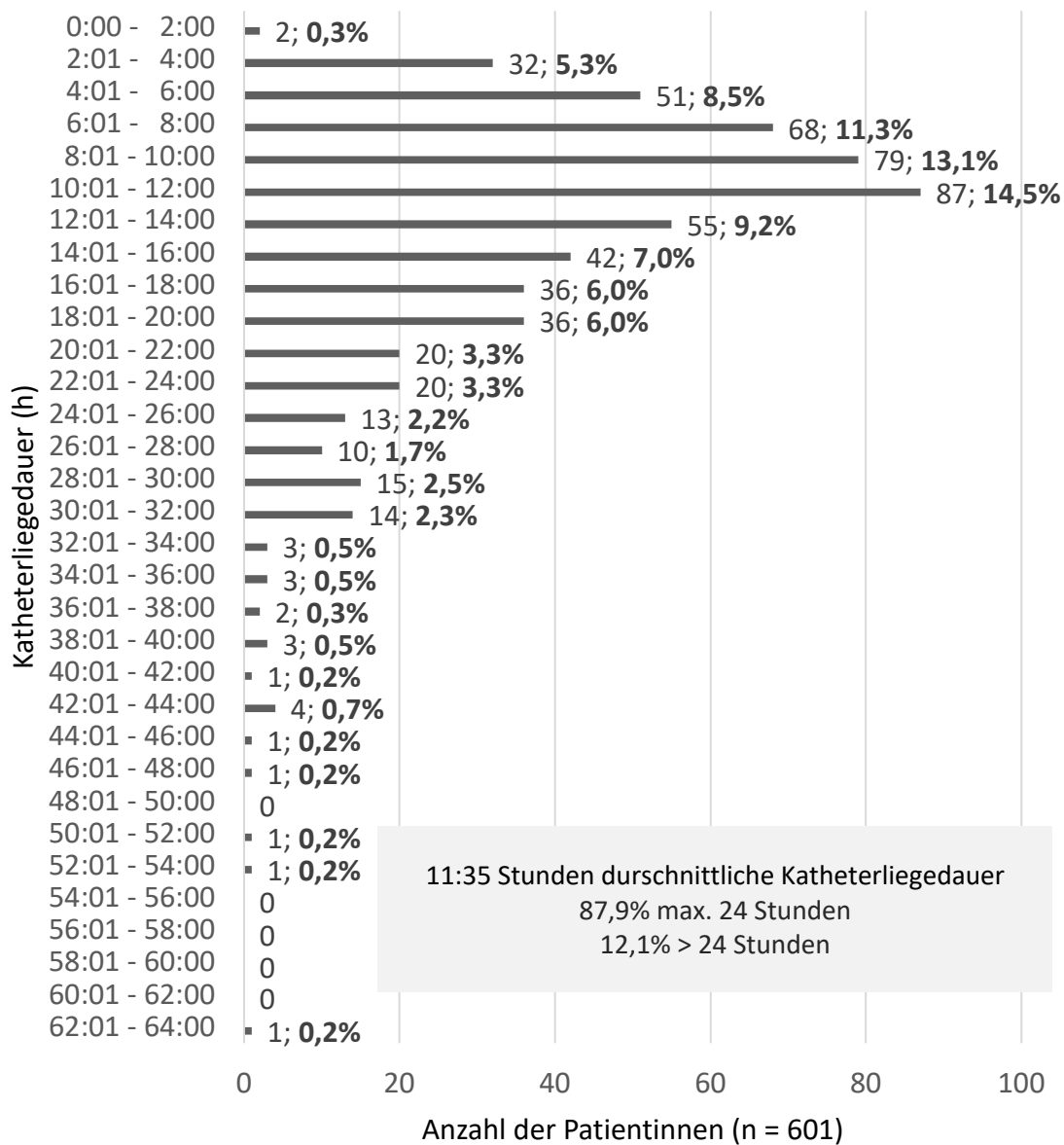


Abbildung 13: Häufigkeitsverteilung der Patientinnen nach Katheterliegedauer bei Einteilung in 2-Stunden-Cluster



### 3.5.1 Katheterliegedauer und Alter bzw. BMI der Patientinnen

Zwischen der Katheterliegedauer und dem Alter der Patientinnen besteht keine Korrelation ( $p = 0,337$ ). Die Liegedauer des Katheters und der BMI der Patientinnen zum Entbindungszeitpunkt weist eine schwache Korrelation auf ( $r = 0,10$ ;  $p = 0,018$ ).

### 3.5.2 Katheterliegedauer und Geburtsmodus

461 Patientinnen (76,7%;  $n_{\text{Katheterliegedauer}} = 601$ ) gebären ihr Kind spontan. 140 Frauen (23,3%;  $n_{\text{Katheterliegedauer}} = 601$ ), die eine PDA oder CSE bekamen, erhielten eine Sectio. Bei zwei dieser Patientinnen wurden Zwillinge geboren, wobei das erste Kind spontan entwickelt wurde und das zweite Kind per Sectio geboren wurde. Bei Spontangebärenden lag ein Periduralkatheter im Durchschnitt 10:45 Stunden (IQR 8:10; 1:45 - 42:45) und bei Patientinnen, die eine Sectio benötigten, 18:03 Stunden (IQR 15:34; 0:03 - 63:35). Bei Sectio-Patientinnen verblieb der Katheter signifikant länger in situ ( $p < 0,001$ ). In sieben Fällen wurde der Katheter kurz vor der Sectio entfernt und unter SPA oder Allgemeinanästhesie operiert. Tabelle 7 gibt eine Übersicht über die verschiedenen Zeiträume des Katheters in situ und der Entbindung.

Tabelle 7: Katheter-in-situ-Zeit im Zusammenhang mit dem Geburtsmodus

\* Da bei sieben Patientinnen der Katheter vor der Sectio entfernt wurde, beläuft sich das Bezugskollektiv für diese Werte auf  $n = 133$ .

|                                      | <b>Patientinnen mit PDA oder CSE bei Spontangeburt<br/>n = 461</b> | <b>Patientinnen mit PDA oder CSE bei Sectio<br/>n = 140</b> |
|--------------------------------------|--|---|
| <i>Katheter-in-situ-Zeit</i>         | 10:45 h (IQR 8:10; 1:45 - 42:45)                                   | 18:03 h (IQR 15:34; 0:03 - 63:35)                           |
| <i>Katheteranlage bis Entbindung</i> | 5:24 h (IQR 5:46; 0:03 - 41:54)                                    | 6:52 h (IQR 9:04; 0:02 - 43:06) *                           |
| <i>Entbindung bis K.-Entfernung</i>  | 4:30 h (IQR 5:15; 0:22 - 26:59)                                    | 8:56 h (IQR 12:19; 0:03 - 63:02) *                          |
| <i>Patientenalter (Jahre)</i>        | 31,2 ( $\pm 5,2$ )   | 33,0 ( $\pm 4,5$ )  |
| <i>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</i>        | 28,5 (IQR 6,3)   | 29,8 (IQR 7,1)  |
| <i>Erstgebärende</i>                 | 291 (63,1%)  | 92 (65,7%)  |
| <i>Mehrfachgebärende</i>             | 170 (36,9%)  | 48 (34,3%)  |

### 3.5.3 Katheterliegedauer und Erst- oder Mehrfachgebärende

383 Schwangere (63,7%;  $n_{\text{Katheterliegedauer}} = 601$ ) entbanden ihr erstes Kind und erhielten dazu eine PDA oder CSE. Für 218 Schwangere (36,3%;  $n_{\text{Katheterliegedauer}} = 601$ ) war es bereits die zweite, dritte oder vierte Geburt eines Kindes. Bei den Erstgebärenden lag

ein Periduralkatheter durchschnittlich signifikant länger in situ als bei Mehrfachgebärenden (Primipara 13:00 h; IQR 10:23 vs. Multipara 9:43 h; IQR 7:39) ( $p < 0,001$ ). Tabelle 8 gibt eine Übersicht über die verschiedenen Zeiträume des Katheters in situ in diesen beiden Gruppen.

Tabelle 8: Vergleich der Katheterliegedauer bei Erstgebärenden und Mehrfachgebärenden

|                                      | <b>Erstgebärende</b><br><b>n = 383</b> | <b>Mehrfachgebärende</b><br><b>n = 218</b> |
|--------------------------------------|--|--|
| <i>Katheter-in-situ-Zeit</i>         | 13:00 h (IQR 10:23; 2:15 - 50:38)      | 9:43 h (IQR 7:39; 1:45 - 63:35)            |
| <i>Katheteranlage bis Entbindung</i> | 6:44 h (IQR 6:02; 0:02 - 43:06)        | 3:24 h (IQR 4:52; 0:03 - 24:38)            |
| <i>Entbindung bis K.-Entfernung</i>  | 5:20 h (IQR 6:40; 0:03 - 41:03)        | 5:07 h (IQR 5:29; 0:32 - 63:02)            |
| <i>Patientenalter (Jahre)</i>        | 30,7 ( $\pm$ 4,9)                      | 33,2 ( $\pm$ 4,9)                          |
| <i>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</i>        | 29,1 (IQR 6,6)                         | 28,4 (IQR 6,7)                             |

### 3.5.4 Katheterliegedauer bei Patientinnen mit Einfachanlage von PDA- oder CSE und bei Patientinnen mit zusätzlich notwendigen Anästhesieverfahren

559 Frauen (93,0%;  $n_{\text{Katheterliegedauer}} = 601$ ) bekamen eine Einfachanlage einer PDA oder CSE. Bei 42 Schwangeren (7,0%;  $n_{\text{Katheterliegedauer}} = 601$ ) wurden weitere Analgesieverfahren notwendig. Bei den Patientinnen mit mehrfachen Analgesieverfahren lag ein Katheter durchschnittlich länger als bei den Patientinnen mit Einfachanlage (Mehrfachanlage 15:33 h; IQR 14:42 vs. Einfachanlage 11:20 h; IQR 9:55) ( $p = 0,001$ ). Tabelle 9 zeigt die Zusammensetzung und Unterschiede der Kollektive. Die beiden Gruppen unterscheiden sich nicht signifikant in Alter ( $p = 0,987$ ) oder BMI ( $p = 0,188$ ). In der Gruppe der Patientinnen mit zusätzlichen Analgesieverfahren wurden jedoch prozentual häufiger Sectiones durchgeführt und es gab prozentual mehr Erstgebärende.

Tabelle 9: Vergleich der Katheterliegedauer bei Patientinnen mit einfacher PDA- oder CSE-Anlage und bei Patientinnen mit zusätzlichen Anästhesieverfahren.

\* zwei Patientinnen bekamen Zwillinge, der Erste wurde spontan geboren, der Zweite per Sectio entwickelt

|   | <b>Patientinnen mit einfacher PDA oder CSE-Anlage</b><br><br><b>n = 559</b> | <b>Patientinnen mit zusätzlichem Anästhesieverfahren nach der ersten PDA oder CSE</b><br><br><b>n = 42</b> |
|---|---|--|
| <i>Katheter-in-situ-Zeit</i>                      | 11:20 h (IQR 9:55)  | 15:33 h (IQR 14:42)  |
| <i>Zeitraum 1. Katheteranlage bis Entbindung</i>  | 5:29 h (IQR 6:13)   | 9:18 h (IQR 8:14) n = 35*  |
| <i>Zeitraum Entbindung bis Katheterentfernung</i> | 5:13 h (IQR 6:09)   | 6:28 h (IQR 7:28) n = 35*  |
|   |   | * 7 K. vor Entbindung entfernt   |
| <i>Patientenalter (Jahre)</i>                     | 31,6 (± 5,0)  | 31,7 (± 5,4)   |
| <i>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</i>                     | 28,7 (IQR 6,5)  | 30,3 (IQR 5,8)   |
| <i>Geburtsmodus: spontan</i>                      | 446 (79,8%)   | 15 (35,7%)   |
| <i>Geburtsmodus: Sectio</i>                       | 113 (20,2%)   | 27 (64,3%) *   |
| <i>Erstgebärende</i>                              | 351 (62,8%)   | 32 (76,2%)   |
| <i>Mehrfachgebärende</i>                          | 208 (37,2%)   | 10 (23,8%)   |

### 3.6 Infektionszeichen

Im Rahmen dieser Arbeit wurden Fieber, eine gerötete oder schmerzhafteste Einstichstelle sowie ein lokales Hämatom als Hinweise auf eine mögliche Infektion gewertet. 34 Patientinnen (4,5%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) zeigten leichte Auffälligkeiten, jedoch kam es in keinem Fall zu einer manifesten Infektion, die auf die Punktion zurückzuführen war. Lediglich bei einer Patientin (2,9%,  $n_{\text{Infektion}} = 34$ ) trat fünf Stunden nach der PDA-Anlage leichtes Fieber auf, woraufhin der Katheter entfernt wurde. Zusätzlich kam es bei ihr zu Kopfschmerzen. In der Nachbeobachtung zeigten sich nach acht Stunden keine Symptome mehr. Bei zwei Frauen (5,9%,  $n_{\text{Infektion}} = 34$ ) wurde bei der Katheterentfernung eine leichte Rötung der Einstichstelle beobachtet, jedoch blieb der weitere Verlauf unauffällig. Weitere 14 Patientinnen (41,2%,  $n_{\text{Infektion}} = 34$ ) gaben ein leicht schmerzhaftes Gefühl an der Punktionsstelle an und 17 Frauen (50,0%;  $n_{\text{Infektion}} = 34$ ) wiesen ein leichtes Hämatom an

der Einstichstelle auf. Von diesen 34 Frauen erhielt eine Frau eine SPA und die restlichen 33 Schwangeren ein Katheterverfahren. Bei neun Frauen (26,4%,  $n_{\text{Infektion}} = 34$ ) mit Anzeichen für eine lokale Infektion war bei der Anlage der Regionalanästhesie eine Mehrfachpunktion notwendig.

### **3.7 Postpunktionskopfschmerz**

In dem Analysekollektiv ( $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) dieser Arbeit klagten 17 Frauen (2,2%) in den ersten ein bis drei Tagen nach dem Erhalt eines Regionalanästhesieverfahrens über Kopfschmerzen, wovon bei acht Patientinnen (1,0%) ein PPKS diagnostiziert wurde und bei zwei weiteren ein PPKS nicht sicher ausgeschlossen werden konnte. Zur Therapie wurde bei allen Patientinnen Ibuprofen, Paracetamol und Koffein angeordnet. In drei Fällen (0,4%;  $n_{\text{Gesamt}} = 763$ ) (37,5%;  $n_{\text{PPKS}} = 8$ ) wurde nach wenigen Tagen zusätzlich ein epiduraler Blutpatch zur Linderung der Beschwerden angelegt.

Aufgrund der niedrigen Inzidenz von PPKS im vorliegenden Kollektiv beschränkt sich die folgende Tabelle 10 auf zehn deskriptive Einzelfallberichte. Acht Frauen erhielten eine einfache PDA-Anlage. Eine Patientin erhielt eine PDA, bei der aufgrund von unzureichender Wirkung nach zwei Stunden der Entschluss zur PDA-Neuanlage gefasst wurde und eine weitere Patientin bekam ursprünglich eine SPA, die aufgrund unzureichender Wirkung in eine Allgemeinanästhesie überführt werden musste.

Tabelle 10: Merkmale der Patientinnen mit PPKS

ADP = accidental dural puncture. BP = Blutpatch. ITN = Intubationsnarkose. MED = medikamentös. PDA = Periduralanästhesie. S = Spritze-Nadel. SPA = Spinalanästhesie. T = Tuohy-Nadel. + = mehrmals punktiert.

| Patient     | Therapie | Anästhesie | Punktionsnadel | Anzahl Punktion | Komplikation                          | BMI (kg/m <sup>2</sup> ) | Komorbiditäten             |
|-------------|----------|------------|----------------|-----------------|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1           | BP       | PDA        | T              | 1               | -                                     | 29,0                     | -                          |
| 2           | BP       | PDA        | T              | 3               | ADP, Parästhesien                     | 26,2                     | Skoliose                   |
| 3           | BP       | PDA        | -              | 1               | -                                     | 30,1                     | -                          |
| 4           | MED      | PDA        | S              | +               | Knochenkontakt                        | 25,7                     | -                          |
| 5           | MED      | PDA        | T              | 2               | Parästhesien                          | 25,3                     | Willebrand-Jürgens-Syndrom |
| 6           | MED      | PDA        | T              | 1               | Parästhesien                          | 30,1                     | Skoliose                   |
| 7           | MED      | PDA        | S              | 1               | -                                     | 24,0                     | -                          |
| 8           | MED      | SPA ITN    | S              | 1               | -                                     | 24,5                     | -                          |
| 9           | MED      | PDA        | T              | 2               | -                                     | 18,3                     | Skoliose                   |
| 10          | MED      | PDA PDA    | T, T           | 1, +            | bei 2. Anlage mehrfach Knochenkontakt | 31,2                     | -                          |
| Anmerkungen |          |            | 2x S bei PDA   | 50% >1mal       |                                       | 26,5 (±3,9)              | 3x Skoliose                |

## 4 Diskussion

### 4.1 Studienkollektiv

Das Gesamtkollektiv der vorliegenden Studie (n = 1974) umfasst alle Patientinnen, die im Kalenderjahr 2018 (01.01.2018 - 31.12.2018) in der Universitäts-Frauenklinik Würzburg entbunden haben. Aus diesem Kollektiv erhielten 30,4% der Patientinnen eine primäre oder sekundäre Sectio zur Geburt ihres Kindes, während im deutschlandweiten Durchschnitt 31,8% der Geburten per Kaiserschnitt erfolgten [44]. Auch der Altersmittelwert des Kollektivs war mit 31,9 Jahren ( $\pm 5,1$ ; 19 - 50 Jahre) mit dem bundesweiten Durchschnitt (31,3 Jahre) der Frauen bei einer Geburt vergleichbar [45]: Während eine Frau bei der Geburt des ersten Kindes in Deutschland 2018 durchschnittlich 30,0 Jahre alt war (zweites Kind: 32,0; drittes Kind: 33,1; viertes Kind oder mehr: 34,2 Jahre) [46], lag das Alter der Erstgebärenden in diesem Studienkollektiv bei durchschnittlich 31,0 Jahren (zweites Kind: 32,7; drittes Kind 34,6; viertes Kind oder mehr: 38,4 Jahre). Der mittlere BMI von Gebärenden in der vorliegenden Studie betrug  $28,7 \text{ kg/m}^2$  (IQR 6,7; 18,0 - 57,1). Dabei wurde das Gewicht der Patientin zum Entbindungszeitpunkt unabhängig vom Schwangerschaftsfortschritt erfasst. Ein- und Mehrlingsschwangerschaften wurden nicht differenziert. Zudem war nicht dokumentiert, ob Größe und Gewicht bei der Schwangeren erfragt oder tatsächlich von medizinischem Personal gemessen wurden. Es ist deshalb anzunehmen, dass Messzeitpunkt und Messmethode Störfaktoren für die Variable BMI darstellen. Im Gegensatz zur Altersverteilung lagen nationale Statistiken zum BMI von Schwangeren oder Frauen im gebärfähigen Alter zum Zeitpunkt der Studie nicht vor. Der durchschnittliche BMI aller erwachsenen Frauen in Deutschland lag 2017 laut statistischem Bundesamt bei  $25,1 \text{ kg/m}^2$  [47]. Aufgrund des geringen Anteils schwangerer Frauen an der Gesamtbevölkerung muss hier jedoch von einer eingeschränkten Vergleichbarkeit ausgegangen werden.

### 4.2 Komplikationslose Regionalanästhesien

Die Komplikationsraten bei Regionalanästhesien konnten in den letzten Jahrzehnten stark verringert werden. In der Literatur werden je nach Definition der ausgewerteten Komplikationen Raten von 0,1% bis ca. 20% beschrieben [48-51]. Auch in der vorliegenden Studie verlief die Prozedur bei drei von vier Schwangeren (73,0%) ohne fassbare Komplikationen. Auch wenn die Regionalanästhesie in der Geburtshilfe kein komplett

komplikationsfreies Verfahren ist, so sind schwerwiegende Komplikationen dennoch äußerst selten [52].

### **4.3 Mehrfachpunktion der Haut bei Regionalanästhesieanlage**

Die Notwendigkeit einer Mehrfachpunktion bei der Anlage einer lumbalen Regionalanästhesie ist eine mögliche Komplikation. Abhängig von der Compliance und Anatomie der Patientin kann die Anlage erschwert sein. Während in dieser Studie bei 21,5% der Patientinnen eine Mehrfachpunktion durchgeführt wurde, beschreiben Bomberg et al. in ihrer Studie aus dem Jahr 2018 mit 14.503 Patienten bei 29% der Prozeduren eine mehrfache Punktion der Haut [53]. Eine mögliche Erklärung für die niedrigere Komplikationsrate in der aktuellen Studie ist die ausschließliche Durchführung von lumbalen Regionalanästhesien, wohingegen in der Arbeit von Bomberg auch thorakale Verfahren Berücksichtigung fanden. Aufgrund der steileren Dornfortsätze im Bereich der Brustwirbelsäule ist der thorakale Punktionsvorgang zumeist schwieriger als im Bereich der Lendenwirbelsäule [54]. Darüber hinaus war das Studienkollektiv der Homburger Kollegen nicht auf geburtshilfliche Indikationen limitiert, sodass die Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen dieser Arbeit eingeschränkt ist. Eine besser vergleichbare Studienpopulation findet sich in der Arbeit von Alves et al. mit 1.206 retrospektiv analysierten periduralen Regionalanästhesien bei Schwangeren zur Geburt. In dieser Kohorte wurden im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit nur bei 7,87% der Patientinnen Schwierigkeiten bei der initialen Katheteranlage angegeben [55]. Übereinstimmend mit der Literatur bestand ein signifikanter Zusammenhang von BMI und Mehrfachpunktionen, d. h. übergewichtige und stark übergewichtige Frauen wurden häufiger mehrfachpunktiert [53, 56, 57]. Stiffler et al. konnten zeigen, dass die anatomischen Landmarken zum Aufsuchen der Punktionsstellen bei übergewichtigen Patienten erschwert zu tasten sind und diskutierten dies als möglichen Grund für die häufigere Notwendigkeit von Mehrfachpunktionen [57]. Es ist anzunehmen, dass in den nächsten Jahren durch den zunehmenden Anteil Übergewichtiger an der Gesamtbevölkerung auch das Problem der Regionalanästhesieanlage bei adipösen Schwangeren an Relevanz gewinnen wird [58]. Um einem entsprechenden Anstieg der Mehrfachpunktionsrate entgegenzuwirken, kann beispielsweise ein Ultraschallgerät zum Auffinden der Punktionsstelle verwendet werden. Eine Arbeit von Grau et al. von 2003 ergab, dass die sonographische Steuerung der Regionalanästhesieanlage gerade bei erschwerten Punktionsbedingungen zu einer geringeren Rate an Mehrfachpunktionen führt [59]. Eine weitere Alternative bietet die zurzeit in klinischen Studien

erprobte Druckkurvenanalyse. Hierbei wird der sonst manuell ertastete Spritzenstempel-druck bei der LOR-Technik durch ein elektronisches Gerät, welches durch ständige Flüssigkeitszufuhr zur Punktionsnadel eine Druckkurve erhebt, akustisch und visuell auf einem Bildschirm wiedergegeben. Erste Fallserien zeigen, dass die Anlage des Peridural-katheters so deutlich objektivierbarer wird und neue Perspektiven für eine sichere komplikationsarme Periduralanästhesieanlage bietet [60].

Neben der positiven Korrelation zwischen BMI und Mehrfachpunktionen bestand ein gleichgerichteter signifikanter Zusammenhang zwischen dem Vorliegen einer Skoliose und der Notwendigkeit zur mehrfachen Punktion. Aufgrund der veränderten Anatomie mit potenzieller Distorsion der Processi spinosi kann die Lokalisation der korrekten Punktionsstelle erschwert sein, somit erscheint das gehäufte Auftreten von Mehrfachpunktionen in dieser Subgruppe nachvollziehbar [61]. Auch bei skoliotischen Wirbelsäulendeformitäten kann die Verwendung der Sonographie die Rate an Mehrfachpunktionen senken [62, 63]. Limitierend sei angemerkt, dass der Grad der Skoliose bei der vorliegenden Datenauswertung nicht berücksichtigt wurde. Allein die Anamneseerhebung und die Interpretation der Anatomie durch den Anästhesisten wurden als Studiengrundlage verwendet.

#### **4.4 Verfahrenswechsel und Neuanlage der Anästhesie**

Im untersuchten Kollektiv konnten 92,9% der anästhesiologisch begleiteten Geburten ohne Wechsel des Anästhesieverfahrens durchgeführt werden. Der bei weitem häufigste Grund für einen Verfahrenswechsel war die unzureichende Wirkung der primären Analgesie. Vergleichbare Ergebnisse finden sich unter anderem in den Studien von Eappen et al. (1998) und Bucstain et al. (2017) [64-67]. Mögliche Ursachen für eine insuffiziente Anästhesie können Katheterdislokationen mit einseitiger Analgesie oder zu geringe Mengen an verabreichten Anästhetika sein. Die Anästhesistin sollte deshalb bei jeder Anlage die korrekte Lage der SPA-Nadel oder des Katheters prüfen und einen eingebrachten Katheter stets ausreichend fixieren [68]. Generell kann die Notwendigkeit eines Anästhesieverfahrenswechsels in der Geburtshilfe jedoch auch durch andere Faktoren entstehen. Die Compliance der Patientin kann beispielweise durch die Wehentätigkeit limitiert sein und auch die sitzende Rundrückenposition zur Anlage aufgrund des Bauchumfanges nur eingeschränkt eingenommen werden, was die Anlagebedingungen für die Anästhesistin erschwert. Im Fall eines Geburtsstillstandes und bei vitaler Gefährdung



von Mutter oder Kind besteht die zwingende Indikation zur Notfall-Section unter Allgemeinanästhesie [21]. Diese Konstellation war in der vorliegenden Studie der Grund für 8 von 54 Verfahrenswechseln (14,8%, 1,0% des Studienkollektivs, 0,3% aller Geburten in der Universitätsfrauenklinik Würzburg 2018). Sofern bei liegendem Periduralkatheter ein zeitlicher Handlungsspielraum bis zur Section verbleibt, kann der Katheter zunächst mit Lokalanästhetikum aufgespritzt werden, bis die gewünschte Anästhesie zur Durchführung einer Kaiserschnittentbindung erreicht wird [16]. Führt dies zu keiner ausreichenden analgesierenden Wirkung, wurde in jeweils vier Fällen eine Spinal- oder Allgemeinanästhesie durchgeführt. Aufgrund der überwiegenden Mehrheit von Periduralanästhesien im Studienkollektiv erfolgte der Großteil der Anästhesieanlagen nach PDA (38 von 54). Prozentual benötigten in der vorliegenden Studie jedoch Patientinnen mit SPA (9,0%) häufiger ein zweites Verfahren als Gebärende mit PDA (7,1%) und CSE (4,2%), was möglicherweise auf den Studienausschluss der potenziell häufiger unkomplizierten Spinalanästhesien zur primären Section zurückzuführen ist.

#### **4.5 Katheterliegedauer**

Da einliegendes Fremdmaterial unabhängig von der zugrundeliegenden Indikation bzw. Lokalisation eine potenzielle Infektionsquelle darstellt, kommt der Minimierung der Liegedauer eine besondere Bedeutung zu [38]. In der anästhesiologischen Begleitung der Geburtshilfe betrifft dies vor allem die kathetergestützten Verfahren PDA und CSE. In der vorliegenden Studie betrug die durchschnittliche Katheterliegedauer 11 Stunden und 35 Minuten. Dabei waren die Zeiträume zwischen Katheteranlage und Entbindung sowie Entbindung und Katheterentfernung annähernd gleich lang (5:45 h vs. 5:15 h). Aufgrund des stark heterogenen Ablaufs bzw. Zeitrahmens von Geburtsvorgängen existieren kaum Daten zur Gesamtliegedauer von periduralen Kathetern. In einer aktuellen Studie von Garcia-Lausin et al. fanden die Autoren vergleichbare Zeitfenster von der Anlage des Katheters bis zur Geburt des Kindes [69]. Die anschließende Liegedauer des Katheters wurde jedoch nicht untersucht. Grundsätzlich können verschiedene Faktoren den postpartalen Verbleib eines Katheters beeinflussen. Vor allem das subjektive Schmerzempfinden der Gebärenden spielt dabei eine große Rolle, da peridurale Katheter nach der Geburt weiter zur Schmerzentlastung genutzt werden können, beispielsweise bei Schmerzen durch Kaiserschnittwunden [70, 71]. Auch die klinikspezifischen organisatorischen Abläufe können einen Effekt auf die Katheter-in-situ-Zeit ausüben, z.B. wenn nach einer nächtlichen Entbindung der Katheter trotz Schmerzfreiheit der Patientin bis

zur Entfernung im Rahmen der morgendlichen Visite verbleibt. Generell wurden im betrachteten Kollektiv 87,5% der zur Anästhesie während des Geburtsvorgangs eingebrachten Katheter innerhalb von 24 Stunden wieder entfernt. Damit ist die durchschnittliche Liegedauer erheblich kürzer als nach viszeralchirurgischen Eingriffen [72]. Ein möglicher Erklärungsansatz für den vergleichsweise kurzen Verbleib findet sich in der Indikation zur periduralen Anästhesie: Während Regionalanästhesien in der Abdominalchirurgie zur Linderung der postoperativen Wundschmerzen eingesetzt werden, dienen sie in der Geburtshilfe vor allem der Abmilderung von Wehen- und Geburtsschmerzen.

Entgegen unserer Erwartung wies der BMI zum Geburtszeitpunkt lediglich eine schwach positive Korrelation mit der Katheterliegedauer auf. Vorarbeiten von Butwick et al. hatten gezeigt, dass übergewichtige Gebärende signifikant häufiger eine Epiduralanästhesie erhalten als normalgewichtige Frauen [73]. Unsere Hypothese, dass der Katheter folglich auch länger in situ verbleiben würde, konnte nur eingeschränkt bestätigt werden. Als mögliche Erklärung für den schwachen Zusammenhang kann die generell kurze Katheterverweildauer im Studienkollektiv angenommen werden. Zwischen Alter zum Entbindungszeitpunkt und Katheter-in-situ-Zeit bestand sogar keine Korrelation.

Im Gegensatz dazu fand sich jedoch ein signifikanter Unterschied in der Katheterliegedauer zwischen den Patientengruppen, die mittels Sectio oder Spontangeburt entbunden. Da ein Kaiserschnitt, also eine Unterbauchquerlaparotomie, mit einem größeren Ausmaß an periprozeduralen Verletzungen einhergeht, erscheint insbesondere das mehr als doppelt so lange Zeitfenster zwischen Entbindung und Katheterentfernung erklärbar [72]. Speziell für das vorliegende Patientinnengut sei angemerkt, dass es sich bei den durchgeführten Kaiserschnitten ausschließlich um sekundäre Sectios handelte, d. h. die Indikationsstellung zur OP erfolgte, nachdem primär eine Vaginalgeburt angestrebt wurde. Dies kann als mögliche Begründung für die ebenfalls längere Katheter-in-situ-Zeit zwischen Anlage und Entbindung im Sectio-Kollektiv dienen, da der Wechsel des Geburtsmodus mutmaßlich eher bei einem protrahierten und komplizierten Geburtsverlauf durchgeführt wird. Auch Garcia-Lausin et al. fanden in ihrer rein deskriptiven Studie eine prolongierte Epiduralanästhesie bei nicht-spontanen Geburten [69].

Die Katheterliegezeit unterschied sich ebenfalls signifikant zwischen den Subgruppen der Erst- und Mehrfachgebärenden, wobei vor allem die Dauer zwischen Katheteranlage und Geburt des Kindes in der Gruppe der Multipara geringer war. Dieses Ergebnis ist kongruent mit der aktuellen Literatur. So beschreiben auch Gabriel et al. eine längere Epiduralanästhesie bis zur Geburt bei Erstgebärenden sowie eine höhere Sectio-Rate

[74]. Da generell von einer längeren Dauer der ersten Geburt ausgegangen wird, kann auch die prolongierte Wehentätigkeit ursächlich für die erhöhte Katheterliegedauer sein [75].

#### **4.6 Infektionszeichen**

Infektionen stellen bei der Anwendung von Regionalanästhesieverfahren eine seltene Komplikation dar. Je nach Interpretation der klinischen Anzeichen und Dokumentation liegt die Inzidenz von Infektionen in der Literatur etwa zwischen 1% und 10% [36, 37, 76]. In dieser Arbeit betrug die Infektionsrate 4,5% gemäß den in 2.3.7 definierten Kriterien. Dieses Ergebnis ist vergleichbar mit einer Studie von Volk et al. aus dem Jahr 2009 basierend auf den net.ra-Daten von 8.781 Regionalanästhesien, in der bei lumbalen Katheterverfahren eine Infektionsrate von 2,7% ermittelt wurde [38]. Im Gegensatz zu dieser Arbeit kam es im vorliegenden Kollektiv jedoch in keinem Fall zu einer schweren Infektion, die auf das Anästhesieverfahren zurückzuführen war. Auch muss bei der Interpretation der Infektionsinzidenz berücksichtigt werden, dass die eingeschlossenen Infektionsanzeichen (Fieber, Rötung, schmerzhaftes Einstichstelle, lokales Hämatom) vergleichsweise unspezifisch sind und demzufolge nicht in kausalem Zusammenhang mit der Analgesie stehen müssen. In einer Studie mit 44.555 eingeschlossenen Patienten konnten Bomberg et al. zeigen, dass die Infektionsrate bei Regionalanästhesieverfahren insbesondere ab dem vierten Tag der Katheterliegedauer zunimmt, wobei auch in diesem Kollektiv schwere Infektionen mit chirurgischem Handlungsbedarf eine Rarität darstellten [77]. Da die durchschnittliche Katheter-in-situ-Zeit in unserem Kollektiv basierend auf geburtshilflichen Anästhesieanlagen deutlich unter 24 Stunden lag, kann die schnelle Entfernung des Fremdmaterials, neben dem sterilen Vorgehen bei der Anästhesieanlage, als eine Hauptursache für die niedrige Infektionsinzidenz und das Fehlen schwerwiegender Infektionen angenommen werden. Auch wird in der Literatur ein Zusammenhang zwischen Mehrfachpunktionen und dem Auftreten von Infektionsgeschehen beschrieben [78]. So wurde auch in der vorliegenden Arbeit bei etwa einem Viertel der Subgruppe mit lokalen Entzündungszeichen eine Mehrfachpunktion zur Katheteranlage durchgeführt.

#### **4.7 Postpunktionsskopfschmerz**

Die Inzidenz von Kopfschmerzen nach geburtshilflichen Regionalanästhesieverfahren wird in der Literatur mit ca. 1% bis 2% angegeben. Werden im Rahmen des Geburtsvorgangs mehrfache Anlagen von Regionalanästhesien notwendig, kann die Inzidenz bis auf 11% ansteigen [41]. Im vorliegenden Kollektiv wurde PPKS bei zehn Patientinnen (1,3%) suspiziert. Damit bestätigen unsere Ergebnisse die aktuelle Studienlage zum Auftreten von PPKS. Differentialdiagnostisch muss PPKS von Nacken-/Schulterverspannungen oder Migräneanfällen unterschieden werden, was der klinischen Einschätzung des behandelnden Ärzteteams obliegt. Dabei gelten positionsabhängige (v.a. orthostatisch bedingte) Schmerzexazerbationen als hinweisend auf das Vorliegen von PPKS [40]. Nichtmodifizierbare Risiken für das Auftreten von PPKS sind gemäß der aktuellen Studienlage weibliches Geschlecht, höheres Alter, niedriger BMI, stattgehabter PPKS in der Patientenanamnese und chronisches Kopfschmerzleiden. Als sogenannte modifizierbare Risiken werden Größe und Form der Punktionsnadel sowie Punktionserfahrung des durchführenden Arztes gewertet [39]. Als mögliche Ursachen für die niedrige Inzidenz von PPKS in unserem Patientinnengut sind demzufolge zunächst die standardisierte Verwendung von geeignetem Punktionsequipment und die hohe Qualifikation bzw. engmaschige Supervision der punktierenden Anästhesisten zu nennen. Chan et al. beschreiben ein vermehrtes Auftreten von PPKS im Rahmen von Mehrfachpunktionen bei Gebärenden [41]. Dies deckt sich ansatzweise mit den Einzelfallbeschreibungen aus dem vorliegenden Kollektiv, da die Hälfte der Patientinnen mit PPKS ebenfalls mehrfachpunktiert wurde.

## 5 Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die Qualitäts- und Komplikationsanalyse von Regionalanästhesien in der Geburtshilfe der Universitäts-Frauenklinik Würzburg. Zu diesem Zweck wurden die monozentrisch innerhalb eines Jahres (1.1.2018 - 31.12.2018) erhobenen Daten von 763 Gebärenden, die zur Unterstützung des Geburtsvorgangs eine Periduralanästhesie, eine kombinierte Spinal- und Periduralanästhesie oder eine reine Spinalanästhesie zur sekundären Sectio erhielten, ausgewertet. In die Betrachtung mit einbezogen wurden das Erfordernis von Mehrfachpunktionen und anästhesiologischen Verfahrenswechseln, die Katheterliegedauer sowie das Auftreten von Infektionen und Postpunktionsschmerz. Die Studienpopulation dieser Arbeit entsprach mit einem Altersdurchschnitt von 31,9 Jahren und einem BMI von 28,7 kg/m<sup>2</sup> etwa den Patientenkollektiven vergleichbarer Arbeiten zu Regionalanästhesien bei Schwangeren.

In der vorliegenden Studie verliefen 73,0% der durchgeführten Regionalanästhesien komplikationslos. Das mit Abstand häufigste unerwünschte Ereignis war die Notwendigkeit zur Mehrfachpunktion (21,6%). Die Durchführung von Mehrfachpunktionen war häufiger nötig bei Patientinnen mit höherem BMI und vorbestehender Skoliose, was in erster Linie auf die erschwerten Punktionsverhältnisse zurückgeführt werden kann. Verfahrenswechsel waren mit 7,1% erheblich seltener notwendig und wurden zumeist begründet durch unzureichende Analgesie oder die Indikation zur Notfall-Sectio.

Die Katheterliegedauer war mit durchschnittlich 11:35 Stunden kürzer als in Kollektiven mit Regionalanästhesieverfahren bei viszeralchirurgischen Eingriffen, wobei sich die prä- und postpartale Katheter-in-situ-Zeit im Gesamtkollektiv nicht wesentlich unterschieden. Eine signifikant längere Katheterverweildauer konnte bei Geburten per Sectio gegenüber Spontangeburt gezeigt werden. Während bezüglich der Liegedauer zwischen Erst- und Mehrfachgebärenden nach der Geburt kein Unterschied bestand, war in der Subgruppe der Multipara ein signifikant kürzeres Zeitfenster zwischen Katheteranlage und Entbindung zu beobachten. Infektionszeichen und Postpunktionsschmerz traten im Rahmen der Regionalanästhesie äußerst selten auf. Insbesondere kam es im gesamten Kollektiv zu keiner manifesten Infektion, die auf die lumbale Punktion zurückzuführen war. Zusammenfassend kann postuliert werden, dass Regionalanästhesieverfahren in der Geburtshilfe, trotz der für die Patientin und den durchführenden Anästhesisten anspruchsvollen Gesamtsituation, ein komplikationsarmes Prozedere darstellen.



## 6 Literaturverzeichnis

1. Heesen, M., et al., *Analgesia in Obstetrics*. Geburtshilfe Frauenheilkd. 2012. **72**(7): p. 596-601.
2. DGAI, et al., *net-ra*. 2019. URL: <https://www.dgai.de/projekte/net-ra.html>. Zugriff am 09.04.2019.
3. Heyfelder, J., *Die Versuche mit dem Schwefeläther*. 1847. Heyder: Erlangen. p. 62-63.
4. Duncum, B., *The Development of Inhalation Anaesthesia in the Second Half of the Nineteenth Century*. Proc R Soc Med. 1946. **40**(2): p. 68-74.
5. Siebold, E.v., *Über die Anwendung der Schwefel-Äther-Dämpfe in der Geburtshülfe*. 1847. Dieterichsche Buchhandlung: Göttingen. p. 23-25.
6. Simpson, J.Y., *Discovery of a New Anaesthetic Agent More Efficient Than Sulphuric Aether*. Prov Med Surg J. 1847. **11**(24): p. 656-658.
7. Snow, J., *On chloroform and other anaesthetics: their action and administration*. Br J Anaesth. 1955. **27**(9): p. 42-46.
8. Caton, D., *Obstetric anesthesia: The first ten years*. Anesthesiology. 1970. **33**(1): p. 102-109.
9. Goerig, M., et al., *Geschichte der geburtshilflichen Anästhesie*, in Die geburtshilfliche Anästhesie. 2017. p. 13-39.
10. Gellhorn, G., *Local and Spinal Anesthesia in Gynecology and Obstetrics*. JAMA. 1913. **61**: p. 1354-1358.
11. Kreis, O., *Über Medullarnarkose bei Gebärenden*. Cbl f Gyn. 1900. **24**: p. 724-729.
12. Hopkins, S.R., *Case of Cesarean Section under Spinal Anesthesia*. JAMA. 1902. **38**: p. 1355.
13. Apgar, V., *Comparison of results to infant following maternal regional or general anesthesia for delivery*. N Y State J Med. 1957. **57**(18): p. 2955-2956.

14. Flowers, C.E., Jr., et al., *Continuous peridural anesthesia and analgesia for labor, delivery and cesarean section*. *Curr Res Anesth Analg*. 1949. **28**(4): p. 181-189.
15. Sprotte, G., et al., *Eine "atraumatische" Universalkanüle für einzeitige Regionalanaesthesien. Klinische Ergebnisse nach sechsjähriger Erprobung bei über 30.000 Regionalanaesthesien*. *Reg Anaesth*. 1987. **10**(3): p. 104-108.
16. Kranke, P., et al., *Anästhesie in der Geburtshilfe*, in *Praxis der Anästhesiologie: konkret - kompakt - leitlinienorientiert*, W. Wilhelm, Editor. 2018. Springer: Berlin, Heidelberg. p. 901-942.
17. Melzack, R., *The myth of painless childbirth (The John J. Bonica Lecture)*. *Pain*. 1984. **19**(4): p. 321-337.
18. Adachi, K., et al., *The relationship between the parturient's positions and perceptions of labor pain intensity*. *Nurs Res*. 2003. **52**(1): p. 47-51.
19. Marucci, M., et al., *Patient-requested neuraxial analgesia for labor: Impact on rates of cesarean and instrumental vaginal delivery*. *Anesthesiology*. 2007. **106**(5): p. 1035-1045.
20. DGAI, *Durchführung von Analgesie- und Anästhesieverfahren in der Geburtshilfe*. *Anästh Intensivmed*. 2009. **50**: p. 490-495.
21. Kainer, F., et al., *Geburtshilfliche Operationen*, in *Gynäkologie und Geburtshilfe - Duale Reihe*. 2013. Thieme: Stuttgart. p. 634-639.
22. Wallenborn, J., et al., *Schmerztherapie in der Geburtshilfe*. *Schmerz*. 2017. **31**(6): p. 621-638.
23. Tsuzuki, Y., et al., *Pain-reducing anesthesia prevents oxidative stress in human term placenta*. *J Clin Biochem Nutr*. 2016. **58**(2): p. 156-160.
24. Fischer, M., et al., *Periduralanästhesie (PDA)*, in *Kreißsaaltaschenbuch*, U. Jahn-Zöhrens, Editor. 2018. Thieme: Stuttgart.
25. Ristev, G., et al., *Initiation of labor analgesia with injection of local anesthetic through the epidural needle compared to the catheter*. *J Pain Res*. 2017. **10**: p. 2789-2796.



26. Duniec, L., et al., *Randomized comparison of two methods of the epidural space identification during regional labour analgesia*. Ginekol Pol. 2019. **90**(5): p. 279-284.
27. Rafi, M.A., et al., *Conversion of regional to general anaesthesia at caesarean section: Increasing the use of regional anaesthesia through continuous prospective audit*. Int J Obstet Anesth. 2010. **19**(2): p. 179-182.
28. Fischer, M., et al., *Spinalanästhesie (SPA)*, in Kreißsaaltaschenbuch, U. Jahn-Zöhrens, Editor. 2018. Thieme: Stuttgart.
29. Kim, W.H., et al., *Comparison between general, spinal, epidural, and combined spinal-epidural anesthesia for cesarean delivery: a network meta-analysis*. Int J Obstet Anesth. 2019. **37**: p. 5-15.
30. Kubulus, C., et al., *Im Wandel der Zeit: aus NRA wird net-ra – Das Netzwerk Regionalanästhesie geht neue Wege*. Anästh Intensivmed. 2019. **60**: **V22-V24**.
31. Gemeinsamer Bundesausschuss, *Richtlinien über die ärztliche Betreuung während der Schwangerschaft und nach Entbindung („Mutterschafts-Richtlinien“)*. 2016. Bundesanzeiger. p. 9.
32. World Health Organization, *Good maternal nutrition - The best start in life*. 2016. URL: <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/good-maternal-nutrition.-the-best-start-in-life-2016>. Zugriff am 19.01.2021.
33. World Health Organization, *Body mass index*. 2019. URL: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>. Zugriff am 18.04.2019.
34. Ko, J.Y., et al., *Clinical implications of neuraxial anesthesia in the parturient with scoliosis*. Anesth Analg. 2009. **109**(6): p. 1930-1934.
35. Ruppen, W., et al., *Incidence of epidural hematoma, infection, and neurologic injury in obstetric patients with epidural analgesia/anesthesia*. Anesthesiology. 2006. **105**(2): p. 394-399.

36. Steffen, P., et al., *Bacterial contamination of epidural catheters: microbiological examination of 502 epidural catheters used for postoperative analgesia*. J Clin Anesth. 2004. **16**(2): p. 92-97.
37. Popping, D.M., et al., *Effectiveness and safety of postoperative pain management: a survey of 18 925 consecutive patients between 1998 and 2006 (2nd revision): a database analysis of prospectively raised data*. Br J Anaesth. 2008. **101**(6): p. 832-840.
38. Volk, T., et al., *Incidence of infection from catheter procedures for regional anesthesia: first results from the network of DGAI and BDA*. Anaesthesist. 2009. **58**(11): p. 1107-1112.
39. Bezov, D., et al., *Post-dural puncture headache: part I diagnosis, epidemiology, etiology, and pathophysiology*. Headache. 2010. **50**(7): p. 1144-1152.
40. Dieterich, M., et al., *Diagnostik und Therapie des postpunktionellen und spontanen Liquorunterdruck-Syndroms, S1 Leitlinie*, in Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. 2018. Deutsche Gesellschaft für Neurologie: München. p. 7-10.
41. Chan, T.M., et al., *Postpartum headaches: summary report of the National Obstetric Anaesthetic Database (NOAD) 1999*. Int J Obstet Anesth. 2003. **12**(2): p. 107-112.
42. Amorim, J.A., et al., *Postdural puncture headache is a risk factor for new postdural puncture headache*. Cephalalgia. 2008. **28**(1): p. 5-8.
43. Clark, J.W., et al., *Substance P concentration and history of headache in relation to postlumbar puncture headache: towards prevention*. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1996. **60**(6): p. 681-683.
44. Robert-Koch-Institut, *Gesundheit in Deutschland*, in Gesundheitsberichterstattung des Bundes. 2015. RKI und Destatis: Berlin. p. 105.
45. Destatis, *Durchschnittliches Alter der Mutter bei der Geburt ihrer lebend geborenen Kinder: Deutschland, Jahre, Familienstand der Eltern*. 2018. URL: <https://www-genesis.destatis.de>. Zugriff am 21.11.2019.

46. Destatis, *Durchschnittliches Alter der Mutter bei der Geburt: Deutschland, Jahre, Lebendgeburtenfolge*. 2018. URL: <https://www-genesis.destatis.de>. Zugriff am 21.11.2019.
47. Robert-Koch-Institut, *Body-Mass-Index. Gliederungsmerkmale: Jahre, Deutschland, Alter, Geschlecht*. Gesundheitsberichterstattung des Bundes 2017. URL: [www.gbe-bund.de](http://www.gbe-bund.de). Zugriff am 21.11.2019.
48. Kranke, P., et al., *Anasthesie in der Geburtshilfe: Altbewährtes, gegenwärtige Standards und neue Herausforderungen*. *Anaesthesist*. 2016. **65**(1): p. 3-21.
49. Paech, M.J., et al., *Complications of obstetric epidural analgesia and anaesthesia: a prospective analysis of 10,995 cases*. *Int J Obstet Anesth*. 1998. **7**(1): p. 5-11.
50. Schier, R., et al., *Epidural space identification: a meta-analysis of complications after air versus liquid as the medium for loss of resistance*. *Anesth Analg*. 2009. **109**(6): p. 2012-2021.
51. Meyer-Bender, A., et al., *Incidence and predictors of immediate complications following perioperative non-obstetric epidural punctures*. *BMC Anesthesiol*. 2012. **12**: p. 31.
52. Larsen, R., *Geburtshilfe und Erstversorgung des Neugeborenen*, in *Anästhesie und Intensivmedizin für die Fachpflege*. 2016. Springer: Berlin, Heidelberg. p. 319-350.
53. Bomberg, H., et al., *Epidural needle insertion: A large registry analysis*. *Anaesthesist*. 2018. **67**(12): p. 922-930.
54. Chien, I., et al., *Spinal process landmark as a predicting factor for difficult epidural block: a prospective study in Taiwanese patients*. *Kaohsiung J Med Sci*. 2003. **19**(11): p. 563-568.
55. Alves, S., et al., *Obstetric epidural catheter placement: learning curve*. *Eur J Anaesthesiol*. 2014. **31**: p. 185-186.
56. Ranta, P., et al., *The effect of maternal obesity on labour and labour pain*. *Anaesthesia*. 1995. **50**(4): p. 322-326.

57. Stiffler, K.A., et al., *The use of ultrasound to identify pertinent landmarks for lumbar puncture*. Am J Emerg Med. 2007. **25**(3): p. 331-334.
58. Statistisches Bundesamt, *Anteil der Frauen mit Übergewicht und Adipositas in Deutschland in den Jahren 2005 bis 2017*. 2018. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/233461/umfrage/entwicklung-von-uebergewicht-und-adipositas-in-deutschland-unter-frauen/#statisticContainer>. Zugriff am 02.08.2020.
59. Grau, T., et al., *Ultrasound imaging improves learning curves in obstetric epidural anesthesia: a preliminary study*. Can J Anaesth. 2003. **50**(10): p. 1047-1050.
60. Helf, A., et al., *Identifikation des Epiduralraums mithilfe einer Druckkurvenanalyse (CompuFlo®-Technologie): eine Fallserie*. Anaesthesist. 2019. **68**(10): p. 689-694.
61. Huang, J., *Paramedian approach for neuroaxial anesthesia in parturients with scoliosis*. Anesth Analg. 2010. **111**(3): p. 821-822.
62. McLeod, A., et al., *Case series: Ultrasonography may assist epidural insertion in scoliosis patients*. Can J Anaesth. 2005. **52**(7): p. 717-720.
63. Smith, P.S., et al., *Regional blockade for delivery in women with scoliosis or previous spinal surgery*. Int J Obstet Anesth. 2003. **12**(1): p. 17-22.
64. Hermanides, J., et al., *Failed epidural: causes and management*. Br J Anaesth. 2012. **109**(2): p. 144-154.
65. Pan, P.H., et al., *Incidence and characteristics of failures in obstetric neuraxial analgesia and anesthesia: a retrospective analysis of 19,259 deliveries*. Int J Obstet Anesth. 2004. **13**(4): p. 227-233.
66. Eappen, S., et al., *Incidence of epidural catheter replacement in parturients: a retrospective chart review*. Int J Obstet Anesth. 1998. **7**(4): p. 220-225.
67. Bucstain, C., et al., *Risk factors and peripartum outcomes of failed epidural: a prospective cohort study*. Arch Gynecol Obstet. 2017. **295**(5): p. 1119-1125.

68. Sellmann, T., et al., *Tunneling and suture of thoracic epidural catheters decrease the incidence of catheter dislodgement*. ScientificWorldJournal. 2014. **2014**(610635): p. 1-9.
69. Garcia-Lausin, L., et al., *Relation between Length of Exposure to Epidural Analgesia during Labour and Birth Mode*. Int J Environ Res Public Health. 2019. **16**(2928): p. 1-13.
70. American Society of Anesthesiologists, *Patient-controlled epidural anesthesia after C-section may reduce oral opioid use*. 2018. URL: <https://www.asahq.org/about-asa/newsroom/news-releases/2018/10/patient-controlled-epidural-anesthesia>. Zugriff am 26.08.2020.
71. Komatsu, R., et al., *Recovery after Nulliparous Birth: A Detailed Analysis of Pain Analgesia and Recovery of Function*. Anesthesiology. 2017. **127**(4): p. 684-694.
72. Popping, D.M., et al., *Impact of epidural analgesia on mortality and morbidity after surgery: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials*. Ann Surg. 2014. **259**(6): p. 1056-1067.
73. Butwick, A.J., et al., *Maternal Body Mass Index and Use of Labor Neuraxial Analgesia: A Population-based Retrospective Cohort Study*. Anesthesiology. 2018. **129**(3): p. 448-458.
74. Gabriel, L., et al., *Generalisability of randomised trials of the programmed intermittent epidural bolus technique for maintenance of labour analgesia: a prospective single centre cohort study*. Br J Anaesth. 2019. **123**(2): p. e434-e441.
75. Grubert, T., et al., *Physiologischer Ablauf der Geburt*, in Duale Reihe Gynäkologie und Geburtshilfe, T. Weyerstahl, et al., Editors. 2013. Thieme: Stuttgart. p. 559-561.
76. Holt, H.M., et al., *Infections following epidural catheterization*. J Hosp Infect. 1995. **30**(4): p. 253-260.
77. Bomberg, H., et al., *Prolonged Catheter Use and Infection in Regional Anesthesia: A Retrospective Registry Analysis*. Anesthesiology. 2018. **128**(4): p. 764-773.

78. Bomberg, H., et al., *Obesity in regional anesthesia - a risk factor for peripheral catheter-related infections*. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2015. **59**(8): p. 1038-1048.

## I. Abkürzungsverzeichnis

|        |  |
|--------|--|
| ASD    | Ambulanter Schmerzdienst   |
| BMI    | Body Mass Index  |
| CSE    | Combined spinal epidural anaesthesia                                   |
| ICHD   | International Classification of Headache Disorders                     |
| ITN    | Intubationsnarkose   |
| KIS    | Krankenhausinformationssystem  |
| LOR    | Loss of resistance   |
| MTHFR  | Methylen-Tetrahydrofolat-Reduktase (Enzym verändert DNA-Methylierung)  |
| net-ra | Netzwerk zur Sicherheit von Regionalanästhesie und Akutschmerztherapie |
| Pat.   | Patientinnen   |
| PCEA   | Patient controlled epidural anaesthesia                                |
| PDA    | Periduralanästhesie  |
| PDMS   | Patienten-Daten-Management-System                                      |
| PPKS   | Postpunktionskopfschmerz   |
| PPS    | Postpunktionelles Syndrom  |
| SPA    | Spinalanästhesie   |
| UKW    | Universitätsklinikum Würzburg  |

## II. Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 1: Anästhesieverfahren zur Geburt in der Geburtshilfe der Universitätsklinik Würzburg 2018.....                        | 11 |
| Abbildung 2: Ausschluss von Patientinnen und Definition des Studienkollektivs.....   | 13 |
| Abbildung 3: Entbindungsform der Patientinnen mit verschiedenen Regionalanästhesieverfahren .....                                | 14 |
| Abbildung 4: Altersverteilung des Studienkollektivs .....  | 25 |
| Abbildung 5: Verteilung des BMI zum Entbindungszeitpunkt.....  | 26 |
| Abbildung 6: Cluster: BMI zum Entbindungszeitpunkt .....   | 27 |
| Abbildung 7: Anteil der komplikationslos verlaufenen Regionalanästhesien .....   | 28 |
| Abbildung 8: Patientinnen mit Einfach- und Mehrfachpunktionen bei der initialen Regionalanästhesie-Anlage nach BMI-Cluster ..... | 30 |
| Abbildung 9: Initial angelegte CSE und weitere Anästhesieverfahren bis zur Geburt mit Begründung der erneuten Anästhesie .....   | 32 |
| Abbildung 10: Initial angelegte PDA und weitere Anästhesieverfahren bis zur Geburt mit Begründung der erneuten Anästhesie .....  | 33 |
| Abbildung 11: Initial angelegte SPA und weitere Anästhesieverfahren bis zur Sectio mit Begründung der erneuten Anästhesie .....  | 35 |
| Abbildung 12: Zusammensetzung des Analysekollektivs zur Auswertung der Liegedauer des Periduralkatheters in situ .....           | 37 |
| Abbildung 13: Häufigkeitsverteilung der Patientinnen nach Katheterliegedauer bei Einteilung in 2-Stunden-Cluster.....            | 38 |



### III. Tabellenverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 1: Analysekollektive .....  | 16 |
| Tabelle 2: Quellen der allgemeinen Patientendaten .....   | 17 |
| Tabelle 3: Quellen der anästhesiespezifischen Daten .....   | 18 |
| Tabelle 4: WHO-Richtwerte zu BMI und physiologischer Gewichtszunahme während der Schwangerschaft abhängig vom Ausgangs-BMI .....                                | 21 |
| Tabelle 5: Verteilung der Patientinnen mit oder ohne Skoliose und Mehr- oder Einfachpunktion bei der initialen Regionalanästhesieanlage .....                   | 31 |
| Tabelle 6: Ursachen die zur Neuanlage eines Anästhesieverfahrens führten bei initial angelegter PDA oder CSE .....  | 34 |
| Tabelle 7: Katheter-in-situ-Zeit im Zusammenhang mit dem Geburtsmodus.....  | 39 |
| Tabelle 8: Vergleich der Katheterliegedauer bei Erstgebärenden und Mehrfachgebärenden .....   | 40 |
| Tabelle 9: Vergleich der Katheterliegedauer bei Patientinnen mit einfacher PDA- oder CSE-Anlage und bei Patientinnen mit zusätzlichen Anästhesieverfahren. .... | 41 |
| Tabelle 10: Merkmale der Patientinnen mit PPKS .....  | 43 |



## **IV. Danksagung**

Ich danke herzlich Herrn Prof. Dr. med. Peter Kranke für die Bereitstellung des Themas und die wertvollen Anregungen zum Studienaufbau.

Mein besonderer Dank gilt zudem Frau Dr. med. Antonia Helf für ihre Anleitung und Unterstützung bei allen inhaltlichen und strukturellen Fragen zur Studie sowie für die Geduld im Schreibe- und Korrekturprozess der Promotionsarbeit.

Außerdem danken möchte ich Eva Kranke, Ines Guzman, Dr. rer. nat. Stephanie Weibel und der gesamten Arbeitsgruppe für ihre Hilfe bei organisatorischen Problemen und den kleinen Fragen des Alltags.

Meinen Eltern Angelika und Franz sowie meinen Schwestern Carolin und Anna Droste danke ich von Herzen für ihren Rückhalt auf dem Weg zum und durch das Medizinstudium. Ohne diese Unterstützung hätte ich es niemals soweit geschafft. Zuletzt möchte ich auch meinem Ehemann Jan-Peter Grunz für seinen emotionalen Beistand danken. Sein Rückhalt hat maßgeblich zum Gelingen der Arbeit beigetragen.