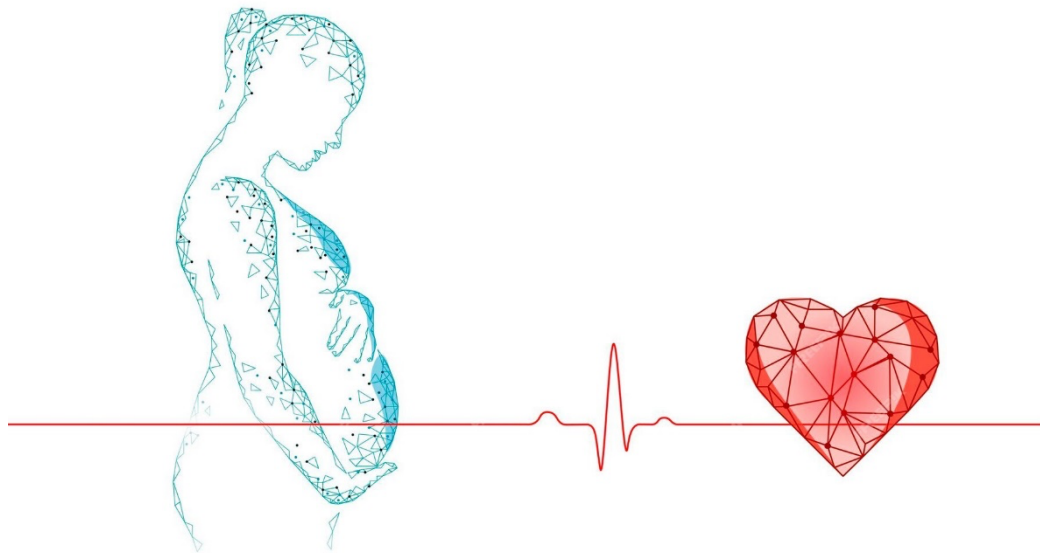


Berner Bildungszentrum Pflege
Nachdiplomstudium HF Anästhesiepflege

S027

Diplomarbeit
**Hämodynamisches Management unter
Sectio caesarea**



Buri Fabienne, Hintermeister Felicia, Kronenberg Nina

Tutor: Strunck Florian

Bern, 31. Januar 2025

Abstract

Die vorliegende Diplomarbeit widmet sich dem hämodynamischen Management während einer Sectio caesarea unter Spinalanästhesie, einem zentralen Thema in der Anästhesiepflege. Der Schwerpunkt liegt auf der Analyse pflegetherapeutischer und medikamentöser Massnahmen zur Stabilisierung des mütterlichen Kreislaufs und zur Sicherstellung der fetalen Perfusion. Ziel ist es, die Herausforderungen und Lösungsansätze in der perioperativen Versorgung evidenzbasiert zu beleuchten und konkrete Handlungsempfehlungen für die Praxis abzuleiten.

Der Hauptteil widmet sich zunächst einer detaillierten Analyse und systematischen Darstellung der physiologischen und anatomischen Veränderungen während der Schwangerschaft, einschliesslich der Veränderungen des Herz- Kreislauf- und Atemwegsystems sowie der Plazentafunktion. Besondere Aufmerksamkeit wird dabei dem Vena-cava-Kompressionssyndrom gewidmet, das in Rückenlage auftreten und sowohl mütterliche Symptome wie Hypotonie und Schwindel als auch fetale Komplikationen durch eine eingeschränkte uteroplazentare Perfusion verursachen kann. Diese physiologischen Besonderheiten verdeutlichen die Notwendigkeit eines zielgerichteten hämodynamischen Managements während einer Sectio caesarea. Darüber hinaus wird die Spinalanästhesie als bevorzugtes Anästhesieverfahren im Kontext der Sectio caesarea erörtert, wobei potenzielle Risiken wie Hypotonie und deren Management eingehend diskutiert werden. Der Fokus liegt hier insbesondere auf präventiven Massnahmen, wie Pre- und Coloadung, spezifische Lagerungsstrategien sowie die gezielte Anwendung von Vasopressoren. In diesem Zusammenhang wird eine Gegenüberstellung von Phenylephrin, Noradrenalin und Ephedrin hinsichtlich ihrer Effektivität und Sicherheit vorgenommen. Studien über die Evidenz der Linksseitenlage werden verglichen und die verschiedenen Resultate dargestellt. Darüber hinaus wird die Rolle zeitgemässer Technologien, wie der Hypotension Prediction Index (HPI), nicht-invasive Überwachungssysteme und die Anwendung künstlicher Intelligenz (KI), zur frühzeitigen Identifikation hypotensiver Episoden und deren Prävention beleuchtet.

Im Schlussteil reflektieren die Autorinnen die gewonnenen Erkenntnisse, betonen die Relevanz eines individualisierten Ansatzes im hämodynamischen Management und unterstreichen die Notwendigkeit weiterer Forschung, um evidenzbasierte Empfehlungen zu präzisieren. Diese Diplomarbeit liefert wertvolle Beiträge zur klinischen Praxis der Anästhesiepflege und leistet einen wichtigen Beitrag zur Sicherheit und zum Wohlbefinden von Mutter und Kind.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
1.1	Themenwahl/Motivation.....	3
1.2	Ausgangslage/Problembeschreibung.....	4
1.3	Fragestellung.....	5
1.4	Zielsetzung.....	5
1.5	Schwerpunkt/Abgrenzung.....	5
1.6	Methodisches Vorgehen.....	6
1.7	Rechtliche Aspekte.....	7
2.	Hauptteil.....	8
2.1	Physiologische und anatomische Veränderungen während der Schwangerschaft.....	8
2.1.1	Veränderungen des Herz-Kreislaufsystems.....	8
2.1.2	Respiratorisches System.....	8
2.1.3	Weitere physiologische Veränderungen in der Schwangerschaft.....	9
2.2	Plazentaanatomie und -physiologie mit uteroplazentarer Perfusion.....	10
2.2.1	Regulation des uteroplazentaren Blutflusses.....	12
2.3	Spinalanästhesie zur Sectio caesarea.....	13
2.3.1	Vorgehen bei Spinalanästhesie.....	14
2.3.2	Hämodynamische Auswirkungen.....	15
2.3.3	Nicht ausreichende Spinalanästhesie.....	16
2.4	Vena-cava-Kompressionssyndrom.....	17
2.5	Hämodynamisches Management unter Sectio caesarea.....	19
2.5.1	Monitoring.....	19
2.5.2	Volumenmanagement.....	22
2.5.3	Vasopressorentherapie.....	23
2.5.4	Künstliche Intelligenz.....	24
2.5.5	Uterotonika.....	25
3	Schlussteil.....	29
3.1	Diskussion- Fabienne Buri.....	29
3.2	Diskussion- Felicia Hintermeister.....	31
3.3	Diskussion- Nina Kronenberg.....	33
3.5	Schlussfolgerung und Konsequenzen- Felicia Hintermeister.....	37
3.6	Schlussfolgerung und Konsequenzen- Nina Kronenberg.....	39
3.7	Überprüfung der Fragestellung und Zielsetzung.....	40
4	Literaturverzeichnis.....	43
5	Anhang.....	49

Abkürzungsverzeichnis

ASA	American Society of Anesthesiologists
BMI	Body Mass Index
CO	Cardiac output
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CTG	Kardiotokografie
E	Perfusionsdruck
EKG	Echokardiogramm
FRC	Funktionelle Residualkapazität
GDFT	Global Directed Fluid Therapy
HPI	Hypotension Prediction Index
HR	Herzfrequenz
HZV	Herzzeitvolumen
KI	Künstliche Intelligenz
LUD	Linksseitige Uterusverlagerung
L3/4	3. und 4. Segment im lumbalen Abschnitt des Rückenmarks
MAP	Mittlerer arterieller Blutdruck
NDS HF	Nachdiplomstudium Höhere Fachschule
O ₂	Sauerstoff
PaO ₂	Sauerstoffpartialdruck
PDA	Periduralanästhesie
PVK	Peripherer Venenkatheter
R	Gefässwiderstand
RSI	Rapid Sequence Induction
SpO ₂	Sauerstoffsättigung
SST	Supine stress test
SV	Schlagvolumen
Th5	5. Segment im thorakalen Abschnitt des Rückenmarks
VCI	Vena cava inferior

1 Einleitung

1.1 Themenwahl/Motivation

Im Jahr 2022 wurden 81'434 Kinder in der Schweiz geboren. Davon sind 33% per Sectio caesarea entbunden worden. Eine Sectio caesarea birgt erhöhte Risiken und potenzielle Komplikationen, welche durch das steigende Alter der Gebärenden nochmals zunehmen. In den letzten 15 Jahren ist die Anzahl der Schwangerschaften bei Frauen über 35 Jahren signifikant gestiegen, was mit einer erhöhten Komplikationsrate korreliert (Bundesamt für Statistik, 2024).

Durch die tägliche Arbeit an einer universitären Klinik und der dadurch gehäuften Konfrontation mit einer Sectio caesarea bei Risikoschwangerschaften haben die Autorinnen ein verstärktes Interesse an diesem komplexen Thema entwickelt.

Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass im Gegensatz zu nicht-schwangeren Patientinnen¹ die physiologischen Voraussetzungen und Veränderungen der schwangeren Frau entsprechende pflegerische und therapeutische Massnahmen bedürfen. Eine der wesentlichen Aufgaben einer Expertin Anästhesiepflege ist es, eine sichere Patientenbetreuung und Anästhesieführung mitzuverantworten. Die Autorinnen möchten diesen Punkten Rechnung tragen und ein vertieftes Verständnis für die pflegetherapeutischen Massnahmen zur Aufrechterhaltung der hämodynamischen Stabilität der schwangeren Frau aufbauen, um auf diesem Weg die Sicherheit der Gebärenden und des ungeborenen Kindes gewährleisten zu können. Die Autorinnen sind hoch motiviert, die verschiedenen Massnahmen zur Aufrechterhaltung der Hämodynamik insbesondere bei regionalanästhesiologischen Verfahren, genauer einer neuraxialen Anästhesie in Form einer Spinalanästhesie, zu beleuchten. Für die Anästhesiepflege ist die Wahl des geeignetsten Medikamentes mit vasopressorischer Wirkung zentral, die Literaturrecherche bietet hier die Möglichkeit, dieses Problem vertieft zu analysieren und Lösungen aufzuzeigen. Ausserdem sind die Autorinnen bestrebt, weiterführende pflegetherapeutische Massnahmen zu beleuchten und moderne technische Hilfsmittel zu erläutern. Damit erhoffen sich die Autorinnen, einen wertvollen Beitrag zur klinischen Praxis zu leisten.

¹ Aufgrund der biologischen Gegebenheiten bezieht sich diese Arbeit ausschliesslich auf das weibliche Geschlecht

1.2 Ausgangslage/Problembeschreibung

Die universitäre Klinik umfasst als Arbeitsumfeld eine breite Palette von Routinefällen. Es gibt aufgrund der spezialisierten Versorgung jedoch auch komplexere und herausfordernde Situationen, denen sich die Autorinnen als Anästhesiefachleute stellen müssen. Dies gilt insbesondere für die geburtshilfliche Anästhesie während einer Sectio caesarea, bei der eine stabile hämodynamische Kontrolle essenziell ist. Sowohl die Mutter als auch das ungeborene Kind sind auf eine konstante und suffiziente Organ- und Plazentaperfusion angewiesen, um Komplikationen wie eine fetale Hypoxie zu vermeiden (Weber, 2020, S.116).

In der geburtshilflichen Praxis wird im Rahmen einer Spinalanästhesie häufig eine Hypotonie ausgelöst (Weber, 2020). Zur Behandlung dieser Blutdruckabfälle wird in der Institution der Autorinnen oftmals Phenylephrin in Form von Bolus-Gaben eingesetzt. Im Gegensatz dazu beobachteten die Autorinnen, dass in anderen chirurgischen Disziplinen bei schwer kranken Patientinnen und Patienten häufig Noradrenalin kontinuierlich verabreicht wird, um Schwankungen der Hämodynamik zu minimieren. Es stellt sich die Frage, weshalb diese Methode in der Geburtshilfe nur selten zur Anwendung kommt, obwohl auch hier stabile hämodynamische Bedingungen von entscheidender Bedeutung sind. Diese Diskrepanz im anästhesiologischen Management deutet auf einen potenziellen Forschungsbedarf hin, um die Effektivität der verschiedenen Ansätze besser zu verstehen. Die Autorinnen beobachteten zudem, dass die Linksseitenlage zur Prävention der Vena-cava-Kompression häufig intuitiv angewendet wird, obwohl hausinterne Richtlinien eine standardisierte 30°- Lagerung empfehlen. Diese Neigung des OP-Tischs wird ausserdem von einigen Patientinnen als unangenehm empfunden, was die Notwendigkeit einer vertieften Untersuchung unterstreicht und ihre Evidenzlage augenscheinlich werden lässt. Die Überwachung der Hämodynamik und die Aufrechterhaltung einer suffizienten Organperfusion ist eine wesentliche Aufgabe des Anästhesiefachpersonals. Die geburtshilfliche Anästhesie erfordert ein spezifisches Verständnis der veränderten Physiologie der Schwangeren sowie der besonderen Anforderungen des ungeborenen Kindes. Der Uterus besitzt keine Autoregulation, wodurch die Perfusion des Fetus unmittelbar von der mütterlichen Hämodynamik abhängt. Infolgedessen ist es zentral, Hypotonien frühzeitig zu erkennen und adäquat zu behandeln, um Risiken für Mutter und Kind zu minimieren (Kranke, 2018). Wie Kranke (2018) darlegt, können hypotone Episoden während einer Sectio caesarea in Spinalanästhesie erhebliche Auswirkungen auf die uteroplazentare Perfusion und somit auf den fetalen Kreislauf haben. Larsen et al. (2022) erläutern die Risiken und Problematiken einer Sectio caesarea in Spinalanästhesie prägnant, weshalb sich aufgrund der vertieften Literaturrecherche für die Autorinnen folgende Frage stellt:

1.3 Fragestellung

Welche pflegetherapeutischen und medikamentösen Massnahmen können durch die Expertin Anästhesiepflege NDS HF bei einer Frau während einer Sectio caesarea in Spinalanästhesie zur Aufrechterhaltung des fetalen Kreislaufs ergriffen werden?

1.4 Zielsetzung

In dieser Arbeit werden anhand der aktuellen Literatur folgende Ziele bearbeitet:

- Die Autorinnen stellen die physiologischen Veränderungen in der Schwangerschaft und deren Auswirkungen auf die Anästhesieführung systematisch dar und erläutern diese in einem wissenschaftlichen Kontext.
- Die Autorinnen analysieren die hämodynamischen Veränderungen und die damit verbundenen Risiken bei einer Spinalanästhesie im Rahmen einer Sectio caesarea.
- Die Autorinnen untersuchen die Pharmakokinetik der Vasopressoren zur hämodynamischen Stabilisierung bei einer Sectio caesarea und hinterfragen deren Einsatz kritisch.
- Die Autorinnen vergleichen präventive und weiterführende Strategien zur Stabilisierung der Hämodynamik bei einer Spinalanästhesie im Rahmen einer Sectio caesarea.
- Die Autorinnen erstellen eine Pocket Card mit anästhesierelevanten Themen zur Stabilisierung der Hämodynamik.

1.5 Schwerpunkt/Abgrenzung

Die Sectio caesarea ist ein umfangreiches Themengebiet. Aus diesem Grund haben die Autorinnen bestimmte Abgrenzungen vorgenommen. Die vorliegende Diplomarbeit fokussiert sich auf das hämodynamische Management bei einer elektiven Sectio caesarea unter Spinalanästhesie, insbesondere bei einer American Society of Anesthesiologists (ASA) 1 oder 2 Patientin. Im Zentrum der Analyse stehen pflegetherapeutische und medikamentöse Massnahmen, die zur Aufrechterhaltung der uteroplazentaren Perfusion beitragen. Patientinnen mit einem ASA- Status von 3 oder 4 werden ausgeschlossen, da ihre komplexeren medizinischen Verläufe individuelle Ansätze erfordern, welche den Rahmen dieser Arbeit überschreiten. Die Allgemein- und Periduralanästhesie (PDA) werden nur am Rande erwähnt und nicht detailliert untersucht. Die Autorinnen werden das Behandlungskonzept der notfallmässigen Sectio caesarea nicht differenziert bearbeiten.

Die vorliegende Arbeit fokussiert die Massnahmen zur hämodynamischen Stabilisierung während der Sectio caesarea und berücksichtigt dabei sowohl die Mutter als auch das ungeborene Kind über den maternalen Kreislauf. Mit der Abnabelung des Kindes geht die Verantwortung in der klinischen Praxis der Autorinnen für dessen Betreuung in den Zuständigkeitsbereich der Pädiatrie oder des Hebammen-Teams über. Folglich wird in der vorliegenden Arbeit die Versorgung des Neugeborenen nicht thematisiert. Weitere Themen, wie das Management von postpartalen Blutungen, die präoperative Optimierung von Patientinnen mit spezifischen Risikofaktoren oder die postoperative hämodynamische Betreuung, werden bewusst ausgeklammert. Aspekte wie abweichende Plazentalokalisationen, wie etwa bei einer Placenta praevia, bleiben in dieser Arbeit ausgeschlossen.

1.6 Methodisches Vorgehen

Die vorliegende Arbeit ist eine theoriegestützte Themenbearbeitung. Die Eingrenzung des Themas erfolgt durch eine klare Fragestellung mit abgeleiteten, spezifischen Zielsetzungen. Die Informationsbeschaffung und die Bearbeitung der Literatur erfolgte durch die Datenbanken PubMed, Springer Link und Swisssortium. Folgende Schlagwörter wurden für die Recherche verwendet:

«Hämodynamik Sectio caesarea», «fetomaternaler Kreislauf», «intrauterine Reanimation», «Anästhesie Sectio caesarea», «geburtshilfliche Anästhesie », «Plazenta», «hemodynamics section caesarea», «Vasopressoren section caesarea», «hemodynamic management in obstetrics», «anaesthesia in obstetrics», «artificial intelligence in obstetrics», «pregnancy-related hemodynamic».

Die Thematik wurde anhand von publizierten Studien, wissenschaftlichen Artikeln und Inhalten von Fachbüchern vertieft bearbeitet. Englischsprachige Publikationen wurden mittels DeepL übersetzt. Durch gemeinsame Leseproben und anschliessende kritische Diskussionen wurde die, für das Thema relevanteste Fachliteratur verwendet. Hierbei orientieren sich die Verfasserinnen an den Leitlinien des Berner Bildungszentrums Pflege und verwendeten ausschliesslich wissenschaftliche Artikel, welche zum Zeitpunkt der Literaturrecherche nicht älter als 5 Jahre und Fachbücher, die nicht älter als 10 Jahre alt sind.

1.7 Rechtliche Aspekte

Die vorliegende Arbeit wurde von den Autorinnen eigenständig und unter Berücksichtigung aller relevanten rechtlichen und ethischen Vorgaben erstellt. Sie basiert auf einer literaturgestützten Auseinandersetzung mit der Fragestellung und bezieht sich ausschliesslich auf Autoren und Autorinnen veröffentlichter Werke. Da keine personenbezogenen Daten verwendet werden, sind Rückschlüsse auf Einzelpersonen ausgeschlossen. Zudem bleibt die Ausbildungsinstitution der Autorinnen in dieser Arbeit anonymisiert. Die Einhaltung wissenschaftlicher Standards und die Transparenz im Umgang mit Quellen und Daten bilden die Grundlage für die Qualität und Integrität dieser Arbeit.

2. Hauptteil

Das hämodynamische Management spielt eine zentrale Rolle bei der Durchführung einer Sectio caesarea, da jede Schwangerschaft mit umfangreichen physiologischen Veränderungen einhergeht. Ziel ist es, die häufige Komplikation einer Hypotonie und die daraus resultierende unzureichende Gewebepfusion zu verhindern, um die Sicherheit von Mutter und Kind zu gewährleisten (Kranke, 2018).

2.1 Physiologische und anatomische Veränderungen während der Schwangerschaft

Der Organismus der Schwangeren durchläuft wichtige Veränderungen, um sich auf die bevorstehende Geburt vorzubereiten. Die anästhesiologischen Massnahmen beeinflussen sowohl die Frau wie auch den Fetus (Kranke, 2018). Untenstehend werden die wichtigsten Veränderungen, genauer erläutert, die für die Anästhesiefachperson zum Zeitpunkt der Geburt essenziell sind.

2.1.1 Veränderungen des Herz-Kreislaufsystems

Um die uteroplazentare Perfusion zu gewährleisten, kommt es physiologisch zu einem Anstieg der Herzfrequenz und des Schlagvolumens (SV). Diese zwei Herzdeterminanten zusammen führen zu einer Erhöhung des Herzzeitvolumens (HZV) (Heck et al., 2015, S.281). Ebenso kommt es zu einer Zunahme des Blutvolumens, was einen Anstieg des Preloads zur Folge hat. Der Afterload hingegen wird durch Reduktion des systemvaskulären Widerstands und der veränderten Blutviskosität gesenkt (Larsen et al., 2022, S.783- 784). Die systemische Vasodilatation resultiert aus der progesteroninduzierten Relaxation der glatten Muskulatur, die den Uterustonos senkt und die Schwangerschaft aufrechterhält (Mändle & Opitz-Kreuter, 2014, S.119-120).

2.1.2 Respiratorisches System

Während der Schwangerschaft kommt es sowohl zu einer Zunahme des Sauerstoffverbrauchs als auch zu einer Steigerung der Kohlendioxidproduktion. Grund dafür ist der durch den Fetus bedingte erhöhte Sauerstoffbedarf.

Gegen Ende der Schwangerschaft steigt das Atemminutenvolumen um 50% (Larsen et al., 2022, S.782-783). Die FRC sinkt aufgrund des Zwerchfellhochstands um 20%. Dies führt zum Verschluss der kleinen Atemwege in der Expiration, folglich nimmt die Atelektasenbildung zu, die auch durch das Liegen in Rückenlage verstärkt wird. Diese Voraussetzungen müssen bei der Anästhesieeinleitung einer Schwangeren berücksichtigt werden, da dies unter anderem zu

einer raschen Desoxygenierung während einer Apnoe und einem schnelleren Konzentrationsausgleich beim Anästhesieunterhalt mittels volatiler Anästhetika führt (Heck et al., 2015, S.281).

Mändle und Opitz-Kreuter (2014) erläutern ausserdem, dass die plazentaren Steroidhormone Einfluss auf das Atemsystem haben und dadurch eine Hyperventilation resultiert. Durch das sinkende CO₂ entsteht ein erhöhtes Diffusionsgefälle zwischen fetalem und mütterlichem Kreislauf. Folglich gelangt das fetale CO₂ leichter in das mütterliche System. Durch die Aktivierung der Puffersysteme kommt es zur vermehrten Ausscheidung von Bicarbonat, wodurch eine respiratorische Alkalose vermieden wird (S.119-120).

2.1.3 Weitere physiologische Veränderungen in der Schwangerschaft

Gastrointestinaltrakt

Aufgrund des grösser werdenden Uterus verändern sich die intraabdominalen Platzverhältnisse. Insbesondere wird der Magen horizontal verlagert. Hierdurch erhöht sich der intragastrale Druck. Zusätzlich wird durch das Progesteron, der Tonus des Ösophagussphinkters gesenkt. Diese beiden Faktoren sind für das Auftreten von Reflux verantwortlich. Gemäss Larsen et al. (2022) ist bei nahezu 70% aller Frauen im letzten Schwangerschaftstrimenon Sodbrennen zu beobachten (S.786). Im Hinblick auf das Anästhesieverfahren, mittels einer endotrachealen Intubation, muss zwingend eine Rapid Sequence Induction (RSI) durchgeführt werden (Larsen et al., 2022, S.783).

Hämatopoetisches- und Gerinnungssystem

Während der Schwangerschaft erhöht sich das Blutvolumen um etwa 40%, wobei der Anstieg der Erythrozyten gering ausfällt. Diese Veränderung führt zu einer physiologischen Dilutionsanämie. Zudem wird die Produktion von Gerinnungsfaktoren wie Faktor VII, VIII, X, dem von-Willebrand-Faktor und Fibrinogen verstärkt. Dieser adaptive Mechanismus bewirkt einerseits eine gesteigerte Gerinnungsneigung, die das Risiko thromboembolischer Ereignisse erhöht, andererseits stellt diese Hyperkoagulabilität einen sinnvollen Schutz für den subpartal zu erwartenden Blutverlust dar. Nach der Geburt normalisiert sich die Gerinnungsaktivität üblicherweise innerhalb kurzer Zeit (Rossaint et al., 2017, S.287).

Schleimhäute

Mändle und Opitz-Kreuter (2014) beschreiben, dass es im Verlauf der Schwangerschaft zu einem Anstieg des Östrogens kommt. Dies führt zu Schleimhautschwellungen im Nasopharynx- Bereich. Ausserdem führt diese hormonelle Veränderung dazu, dass durch die kapillare Stauung vermehrt Ödeme auftreten (S.119-120). Des Weiteren wird die Durchblutung gesteigert. Dies kann eine Verengung der Atemwege zur Folge haben, wodurch sich der Mallampati-Score während der Schwangerschaft signifikant verschlechtert (Söding & Tzabazis, 2023, S.543).

Niere

Die Zunahme des Blutvolumens, bedingt durch die Schwangerschaft, resultiert in einer Erhöhung des HZV und somit auch der Perfusion der Nieren. Dieser Prozess geht einher mit einer vermehrten Rückresorption von Natrium, welche durch die erhöhte Konzentration des Progesterons bedingt ist. Zudem wird durch die Plazenta das hormonähnliche Enzym Renin freigesetzt. Die Aktivierung des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems wird durch die genannten Komponenten begünstigt. Dieser Mechanismus reagiert mit einem erhöhten Aldosteronspiegel, was wiederum eine Wasser- und Natriumrückresorption bewirkt. Ebenfalls durch das Progesteron bedingt ist die Erhöhung des Durstgefühls, das primär zentral durch die Senkung der osmotischen Schwelle ausgelöst wird. Die Flüssigkeitsretention und Natriumrückresorption nehmen gleichermassen zu, was schlussendlich zu isoosmolaren Veränderungen führt (Kranke, 2018, S.93-94).

2.2 Plazentaanatomie und -physiologie mit uteroplazentarer Perfusion

Der Uterus und die Plazenta sind biologisch und anatomisch unterschiedliche Organe, bilden jedoch in der Schwangerschaft funktionell eine Einheit. Beide Organe spielen für die Anästhesie eine zentrale Rolle, da ihre Funktion in komplexer Weise durch die Anästhesieverfahren und deren Pharmaka beeinflusst werden kann (Larsen et al., 2022). Die Plazenta ist ein parenchymatöses Gewebe und stellt die Verbindung zwischen der Mutter und dem Fetus her. Sie ermöglicht lebenswichtige Austauschvorgänge, die der Versorgung des Fetus mit nährstoff- und sauerstoffreichem Blut sowie dem Abtransport von Metaboliten dienen (Kranke, 2018). Dieser Vorgang wird als uteroplazentarer Kreislauf bezeichnet und umfasst den maternalen und den fetalen Anteil. Der maternale Anteil der Plazenta wird über die Arterien des Uterus mit Blut versorgt, wobei die Durchblutung nicht durch autoregulative Mechanismen gesteuert wird, sondern direkt vom Blutdruck und Gefässwiderstand abhängig ist.

Die Uterusgefäße werden vorwiegend durch alpha-adrenerge Rezeptoren sympathisch innerviert, wodurch die Durchblutung einerseits vom Sympathikotonus, andererseits vom Blutdruck und dem HZV der Schwangeren abhängig ist. Im intervillösen Raum erfolgt der Stoffaustausch zwischen der Mutter und dem Fetus. Der Blutstrom in diesem Bereich unterliegt nicht dem regulierenden Einfluss des sympathischen Nervensystems, sondern richtet sich proportional nach dem Blutfluss in der Arteria uterina. Zum Zeitpunkt der Geburt sind im intervillösen Raum etwa 150ml Blut vorhanden, die den Fetus für ungefähr zwei Minuten mit Sauerstoff versorgen können (Larsen et al., 2022, S.786). Die Plazenta übernimmt eine Barriere- und Filterfunktion gegenüber schädlichen Substanzen und produziert essenzielle Hormone, wie das Progesteron und Östrogen, welche für den Verlauf der Schwangerschaft notwendig sind (Weber, 2020, S.78).

Die Nabelschnur verbindet den Fetus mit der Plazenta (siehe Abb. 1) und enthält zwei umbilikale Arterien, die sauerstoff- und nährstoffarmes Blut zur Plazenta befördern sowie eine Vene, die sauerstoff- und nährstoffreiches Blut zum Fetus transportiert (Weber, 2020, S.79). Die Trennung zwischen mütterlichem und fetalem Blut wird durch drei Gewebeschichten der Plazenta gewährleistet, welche eine Blut-Plazenta-Barriere bilden. Der mütterliche und der kindliche Kreislauf sind durch die fetalen Zotten der Plazenta getrennt. Es kommt nicht zu einem direkten Blutaustausch zwischen Mutter und Kind, sondern nur zu einem Stoffaustausch (Skibbe & Löseke, 2021, S.195). Der Austausch von Sauerstoff und Kohlendioxid über die Plazentamembran erfolgt entlang eines Diffusionsgradienten. Fetales Hämoglobin hat eine höhere Sauerstoffbindungskapazität, was den Sauerstoffaustausch zusätzlich begünstigt. Nach dem Stoffaustausch strömt das fetale Blut über die Nabelvene zurück und fließt dann über die Vena cava inferior in den Kreislauf der Mutter (Larsen et al., 2022).

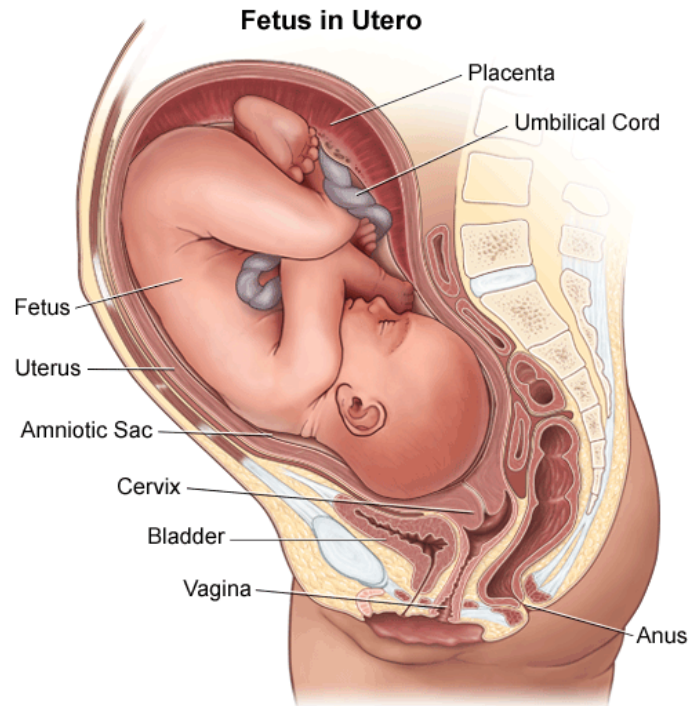


Abb.1: Fetus in Utero (Stanford medicine o. D)

2.2.1 Regulation des uteroplazentaren Blutflusses

Kranke (2018) schreibt, dass eine normale Kindesentwicklung einen suffizienten uterinen Blutfluss erfordert. Veränderungen der mütterlichen Herzdeterminanten und folglich veränderter uteroplazentarer Perfusion können eine Schädigung des Fetus zur Folge haben. Der erhöhte Substratbedarf des Fetus erfordert eine Anpassung des Blutflusses. Im Verlauf der Schwangerschaft steigt der uteroplazentare Blutfluss etwa um das Zehnfache, von ungefähr 50-100ml/min auf 600-700ml/min an. Da es sich beim plazentaren Blutfluss vornehmlich um einen passiven Blutfluss handelt, ist dieser eng an den Perfusionsdruck (E) gekoppelt. Dieser resultiert aus der Differenz zwischen dem arteriellen und dem venösen Blutdruck sowie dem Gefässwiderstand (R).

$$\text{Plazentarer Blutfluss (Flow)} = \text{Perfusionsdruck, (E)} / \text{Gefässwiderstand (R)}$$

(Kranke, 2018, S.108)

Die Regulation des uteroplazentaren Blutflusses ist komplex und wird durch anatomische und funktionelle Unterschiede der Gefässe beeinflusst. Eine Reduktion des vaskulären Tonus sowie die Schwangerschafts-induzierte Dilatation der Arteria uterina sind entscheidende Determinanten für die Steigerung des uteroplazentaren Blutflusses zum Fetus.

Zusätzlich spielen Faktoren wie: endogene Vasokonstriktoren, endothelständige Vasodilatoren und Steroidhormone eine wesentliche Rolle (Kranke, 2018, S.108-109). Der Abfall der intervillösen Perfusion mit nachfolgender Gefährdung des Fetus kann laut Larsen et al. (2022, S.787) durch zwei Faktoren ausgelöst werden:

- Abfall des Endspiralarteriendrucks durch maternale Hypotonie und/oder aortokavale Kompression
- Anstieg des intervillösen Drucks, z.B durch uterine Kontraktionen

Kranke (2018, S.109) beschreibt die Ursachen noch spezifischer:

- Abfall des intrauterinen arteriellen Blutdrucks
 - Aortokavale Kompression
 - Medikamenteninduzierte systemische Hypotension
 - Hämorrhagie/Hypovolämie
- Anstieg des intrauterinen venösen Drucks
 - Vena-cava-Kompressionssyndrom
 - Uteruskontraktionen
 - Uteriner Hypertonus (z.B medikamentös induziert)
 - Skelettmuskelhypertonus (generalisierte Krämpfe, Valsalva-Manöver)
- Anstieg des intrauterinen Gefäßwiderstandes
 - Endogene Vasokonstriktoren (z.B stressinduziert, reaktiv auf Hypovolämie)
 - Exogene Vasokonstriktoren (z.B Adrenalin, Noradrenalin)

2.3 Spinalanästhesie zur Sectio caesarea

1898 führte der Chirurg August Bier und sein Assistent Hildebrandt erstmalig eine Injektion mit Lokalanästhesie zwischen Pia mater und Dura mater durch. Sie erreichten eine sensorische und motorische Blockade der unteren Extremitäten. Nur einige Stunden nach der Blockade traten bei den Betroffenen jedoch starke Kopfschmerzen und Emesis auf. Die Entdecker waren aus diesem Grund zunächst zurückhaltend mit der Methode. Erst 1904, mit einem neuen Lokalanästhetika, wurde Bier berechtigt, die Spinalanästhesie durchzuführen (Larsen et al., 2022, S.443-444). Die Wahl des Anästhesieverfahrens hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie beispielsweise: Indikation, Dringlichkeit, Wunsch der Patientin, Erfahrung der Anästhesisten und Anästhesistinnen und die individuelle Nutzen-Risiko-Analyse. Sowohl die Allgemeinanästhesie wie auch die Spinalanästhesie zeigen Vor- und Nachteile. Für die Sectio caesarea ist die Spinalanästhesie ein Standardverfahren und eine einfache, kostengünstige und zuverlässige Methode, welche aber auch Risiken und Nebenwirkungen mit sich bringt (Larsen et al., 2022, Kapitel 35).

2.3.1 Vorgehen bei Spinalanästhesie

Vor einer Sectio caesarea wird eine präoperative Aspirationsprophylaxe durchgeführt, um die potenziellen Folgen einer Aspiration, insbesondere das Risiko einer aspirationsbedingten Pneumonitis, zu minimieren. Die Patientin erhält hierzu eine orale Zitratlösung, die dazu dient, den pH des Magensaftes zu neutralisieren. Zusätzlich kann ein H₂-Rezeptor-Antagonist intravenös verabreicht werden, um die Magensäuresekretion zu hemmen und dadurch das Volumen und die Azidität des Magensaftes zu reduzieren. Für die Sicherstellung eines stabilen Kreislaufs und für die intravenöse Verabreichung der Medikamente wird vor Anlage der Spinalanästhesie ein peripherer Venenkatheter (PVK) gelegt. Im Anschluss erfolgt die Infusion einer Vollelektrolytlösung, um den Flüssigkeitshaushalt zu optimieren. Ein zusätzlicher PVK wird gelegt, um im Bedarfsfall, beispielsweise bei einer intraoperativen Hämorrhagie, eine alternative Möglichkeit zur intravenösen Therapie bereitzustellen (Larsen et al., 2022, S.812). In einer Studie von Bhiwal et al. (2021) wurde ausserdem darüber berichtet, dass die Verabreichung von Ondansetron 5 Minuten vor Beginn der Spinalanästhesie das Risiko für eine Hypotonie und den Bedarf an Vasopressoren deutlich verringern kann, da es zu einer Unterdrückung des Bezold-Jarisch-Reflexes kommt (Bhiwal et al., 2021).

Für die korrekte Durchführung der Spinalanästhesie wird die Patientin in eine sitzende Position oder in die Linksseitenlage gebracht. Während der gesamten Prozedur werden die Vitalparameter kontinuierlich überwacht, einschliesslich Blutdruck, Herzfrequenz und Sauerstoffsättigung, um eine schnelle Reaktion auf Veränderungen im Kreislaufsystem zu ermöglichen (Larsen et al., 2022, Kapitel 35). Die Spinalanästhesie wird in der Regel durch eine Punktion des Subarachnoidalraums zwischen den Wirbeln L3/4 mit einer Spinalkanüle durchgeführt. Üblicherweise wird eine Lösung aus 8–10 mg hyperbarem oder isobarem Bupivacain injiziert, was zusätzlich mit einem entsprechenden Adjuvant kombiniert werden kann. Hierfür kann beispielsweise ein lipophiles Opioid wie Fentanyl (10–20 µg) beigefügt werden. Dies verbessert die Analgesie der Blockade. Fentanyl und Sufentanil sind bevorzugte Opioide in der Geburtshilfe, da der Wirkeintritt rasch erfolgt und weniger Nebenwirkungen als Morphin aufweisen (Kranke, 2018, S.324). Nach der Injektion des Lokalanästhetikums wird die Patientin in eine Linksseitenlage gebracht. Zusätzlich wird die Infusionsgeschwindigkeit der Kristalloidlösung erhöht, um dem venösen pooling durch die Venodilatation entgegenzuwirken. Es erfolgt ausserdem eine Überprüfung der sensorischen Blockade, um sicherzustellen, dass die Anästhesie ausreichend wirkt und eine schmerzfreie Sectio caesarea ermöglicht wird (Larsen et al., 2022, S.812).

Eine Metaanalyse von Young et al. (2020) untersucht die Wirksamkeit, Sicherheit und benötigte Zeit für eine neuraxiale Blockade bei geburtshilflichen Patientinnen unter Verwendung einer präprozeduralen Sonographie im Vergleich zur herkömmlichen Landmarkentechnik. Die Analyse zeigt, dass der präinterventionelle Ultraschall besonders bei Patientinnen mit vorhersehbaren Schwierigkeiten wie zum Beispiel bei Adipositas oder anatomischen Abweichungen vorteilhaft ist. Hierbei erlaubt die sonographische Darstellung der anatomischen Strukturen eine präzisere Platzierung der Punktionsnadel. In der genannten Analyse wurde festgestellt, dass die Nutzung vom Ultraschall die Erststich-Erfolgsrate signifikant erhöht und Komplikationen wie Rückenschmerzen reduziert, ohne die gesamte Prozedurzeit nennenswert zu verlängern (Young et al., 2020).

2.3.2 Hämodynamische Auswirkungen

Die Spinalanästhesie führt aufgrund der Sympathikolyse bei fast allen Patientinnen zu einem relevanten Abfall des arteriellen Blutdrucks. Dies wird durch die Hemmung präsynaptischer sympathischer Nervenfasern hervorgerufen, was eine ausgeprägte arterielle Vasodilatation, insbesondere der Arteriolen, zur Folge hat. Die begleitete venöse Vasodilatation reduziert den venösen Rückfluss, was das SV und damit das HZV verringert. Die Kompression der grossen Gefässe durch den vergrösserten Uterus in der Rückenlage verschlechtert die hämodynamische Situation und führt zusätzlich zu einer Reduktion des venösen Rückflusses und der kardialen Auswurfleistung. Die Symptomatik tritt typischerweise kurz nach der Injektion des Lokalanästhetikums auf und manifestiert sich klinisch mit diffusem Unbehagen und geht mit Symptomen wie Schwindel, Tachykardie, Nausea, Emesis oder Bewusstseinsverlust einher (van Dyk et al., 2022).

Ein unbehandelter Blutdruckabfall infolge einer Spinalanästhesie kann laut Larsen et al. (2022) schwerwiegende Komplikationen wie Aspiration, Atemstillstand oder einen Herzstillstand nach sich ziehen. Besonders kritisch ist die damit einhergehende, reduzierte Plazentaperfusion, die eine fetale Hypoxie, Azidose und potenzielle neurologische Schäden zur Folge haben kann. Die fehlende Autoregulation der Plazenta verschärft diese Problematik und beeinträchtigt den fetalen Kreislauf erheblich. Um diese Risiken zu minimieren, ist eine engmaschige Überwachung und Kontrolle des Blutdrucks essenziell. Der systolische Blutdruck sollte dabei stets über 100 mmHg liegen und maximal 10% unter dem individuellen Ausgangswert gehalten werden (S.814).

2.3.3 Nicht ausreichende Spinalanästhesie

Für eine schmerzfreie Sectio caesarea wird das Blockadeniveau in den Dermatomen Th5-L3 als notwendig erachtet. Ca. 10 Minuten nach der intrathekalen Applikation des Lokalanästhetikums ist die Ausbreitung komplett. Bei fehlender Wirkung kann eine erneute intrathekale Applikation von Lokalanästhetika erwogen werden. Im Falle einer unzureichenden anästhetischen Wirkung sollte eine erneute Punktion in Seitenlage durchgeführt werden. Abhängig von der erzielten Wirkung ist die Dosierung der Nachinjektion entsprechend anzupassen, wobei das Risiko einer unbemerkten Nervenverletzung sorgfältig zu berücksichtigen ist. Ein sofortiger Wechsel zur Allgemeinanästhesie sollte hingegen nur dann in Betracht gezogen werden, wenn keine weiteren Anpassungsmöglichkeiten bestehen (Kranke, 2018).

Falls die Spinalanästhesie weiterhin frustan ist, erfolgt der Wechsel zur Allgemeinanästhesie. Aufgrund der im Kapitel 2.1 beschriebenen physiologischen Veränderungen sollte die Intubation im Rahmen einer Sectio caesarea mittels RSI erfolgen. Die Inzidenz erschwerter Laryngoskopie ist bei Schwangeren etwa zehnmal höher und wird unter anderem durch Ödeme, Schleimhautschwellung und erhöhte Blutungsneigung begünstigt (siehe Abb. 2). Eine sorgfältige Prüfung der Intubationsbedingungen vor Anästhesiebeginn ist daher unerlässlich (Becke et al., 2019).

Ring et al. (2021) belegen, dass die Indikation für eine Allgemeinanästhesie streng gestellt werden soll, aufgrund der damit assoziierten, signifikant erhöhten Komplikationsrate wie anästhesiebedingte Probleme, Infektionen und venöse Thromboembolien. Zudem erhöhen sich sowohl die mütterliche als auch die perinatale Sterblichkeit und es treten vermehrt postoperative Schmerzen sowie postpartale Depressionen auf (Ring et al., 2021).

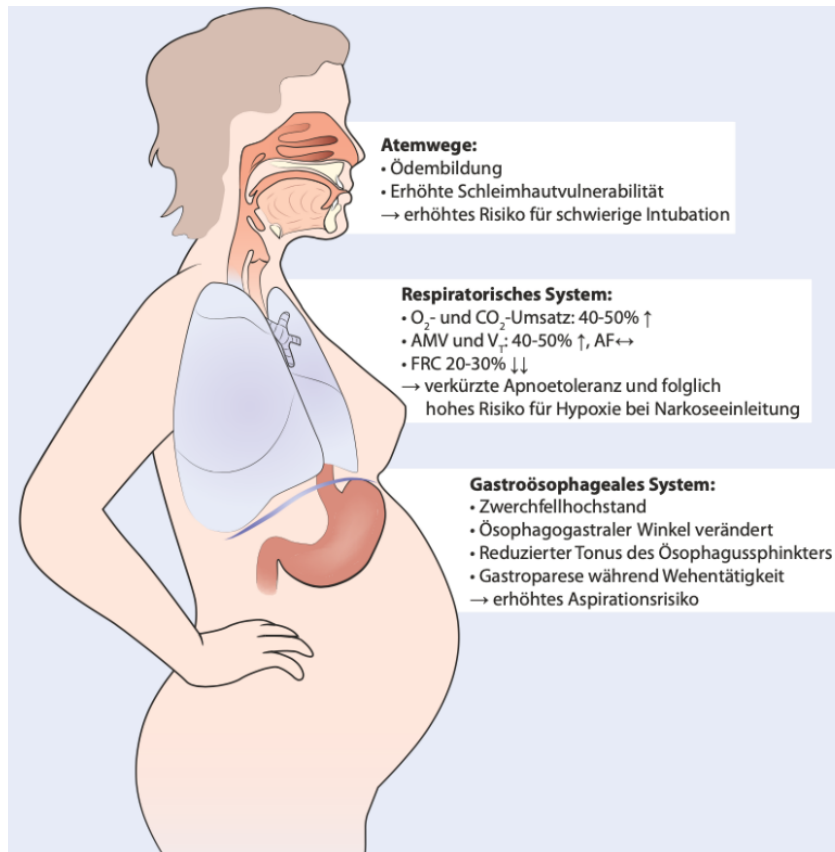


Abb. 2: Schematische Zeichnung einer Schwangeren mit einer Zusammenfassung der anästhesierelevanten schwangerschaftsbedingten Veränderungen in Bezug auf die Atmung und Atemwegssicherung (Kranke, 2018, S.514)

2.4 Vena-cava-Kompressionssyndrom

Das Vena-cava-Kompressionssyndrom tritt insbesondere in der fortgeschrittenen Schwangerschaft auf, wenn die Schwangere in Rückenlage liegt. In dieser Position kann es zu einer teilweisen oder vollständigen Kompression der Vena cava inferior kommen (siehe Abb. 3). Dies führt zu einer Umverteilung des Blutrückflusses aus den unteren Extremitäten auf die intraossären, vertebralen, paravertebralen und epiduralen Venensysteme. Wenn die Kapazität der Umgehungskreisläufe überschritten wird, resultiert daraus eine reflektorische Tachykardie, ein Blutdruckabfall und Symptome wie Schwindel oder Dyspnoe. In etwa 15% der Fälle kann dieser Zustand eine uteroplazentare Minderperfusion zur Folge haben und sporadische Dezelerationen im Kardiotokogramm (CTG) auslösen (Kranke, 2018, S.85-86). Deckende Ergebnisse zeigt auch die Studie von Lawrenzia und Khan (2023), welche zusätzlich ein gesteigertes Risiko bei Frauen mit erhöhtem Body Mass Index (BMI) oder Mehrlingsschwangerschaften beschreibt (Lawrenzia & Khan, 2023).

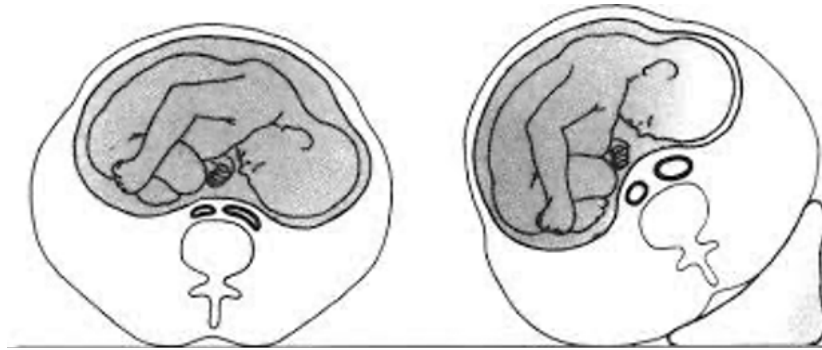


Abb. 3: Darstellung des Vena-cava-Kompressionssyndroms (H. Bürkle, 2015, S.64)

Lagerung

Aufgrund der Symptome, die durch das Vena-cava-Kompressionssyndrom hervorgerufen werden, empfiehlt Kranke (2018), zur prophylaktischen und therapeutischen Unterstützung eine längere Rückenlagerung zu vermeiden und stattdessen eine Linksseitenlagerung anzustreben. Laut Kranke (2018) ist eine Lagerungsposition mit einem Neigungswinkel von mehr als 15° (siehe Abb.3) hinsichtlich der Wirksamkeit vorteilhaft (S.86). Auch die Studie von You et al. (2022) bestärkt, dass die Neigung des Operationstisches um 15° nach links die Kompression der Vena cava inferior reduziert und das Auftreten von Hypotonie während einer Sectio caesarea unter Spinalanästhesie verringert. Dies wurde durch die Reduktion des intraabdominalen Drucks und einer geringeren Schwerkraftbelastung der Vena cava inferior erklärt (You et al., 2022). Im Widerspruch beschreiben Sonnino et al. (2022) die Auswirkungen der linksseitigen Uterusverlagerung (LUD) auf das HZV. Das HZV zeigte keine signifikante Reduktion nach Aufhebung der LUD, sofern eine optimierte Flüssigkeits- und Vasopressortherapie durchgeführt wurde. Auch andere hämodynamische Parameter, wie beispielsweise der mittlere arterielle Druck (MAP), das SV oder die Herzfrequenz (HR) zeigten ebenfalls keine erheblichen Unterschiede mit oder ohne LUD (Sonnino et al., 2022). Auch Neef et al. (2023) beschreiben ähnlich, dass nur etwa 10% der Schwangeren in Rückenlage klinisch relevante Hypotonien zeigen und dass ein venöser Rückstrom auch in neutraler Rückenlage, via Kollateralkreislauf über die Vena azygos, aufrechterhalten werden kann. Eine tatsächliche Entlastung der Vena cava inferior tritt hierbei ohnehin erst ab einem Neigungswinkel von 30° auf (S.577). Gleiche Ergebnisse zeigt auch die Studie von Massoth et al. (2022), welche zusätzlich darauf hinweisen, dass bei einigen Schwangeren die maximale Volumenzunahme in einer Rechtsseitenlage mit einem Neigungswinkel über 30° erreicht wurde.

Darüber hinaus führt eine korrekt durchgeführte 15° Linksseitenlagerung in vielen Fällen zu einer signifikanten Beeinträchtigung der Operationsbedingungen. 76% der Patientinnen haben die Lagerung als unangenehm empfunden und hatten das Gefühl vom Tisch zu rutschen. Es gibt zudem Berichte über Nervenschädigungen, die in Einzelfällen mit der Durchführung solcher Lagerungsmassnahmen in Verbindung gebracht wurden (Massoth et al. 2022). Alternative Strategien beschreiben van Dyk et al. präziser: Es können mechanische Massnahmen wie das Anheben der Beine oder die Verwendung spezieller Lagerungshilfen, beispielsweise eines Keilkissens, eingesetzt werden, um den venösen Rückfluss zu verbessern. Ergänzend dazu kann das prophylaktische Wickeln der unteren Extremitäten mit elastischen Bandagen die venöse Dilatation begrenzen und somit die hämodynamische Stabilität fördern (van Dyk et al., 2022).

2.5 Hämodynamisches Management unter Sectio caesarea

Das hämodynamische Management spielt eine entscheidende Rolle in der perioperativen Betreuung während einer Sectio caesarea, aus diesem Grund werden im nachfolgenden Abschnitt das Monitoring, das Volumenmanagement, Vasopressoren, die künstliche Intelligenz (KI) und die Uterotonika genauer beschrieben.

2.5.1 Monitoring

Das Monitoring nimmt in der frühzeitigen Detektion einer Hypotonie eine zentrale Rolle ein und ist somit wesentlicher Bestandteil des adäquaten Managements der Hämodynamik unter Sectio caesarea. Neben der regelmässigen oder kontinuierlichen Kontrolle von Blutdruck und Herzfrequenz ist es unerlässlich, die klinischen Frühsymptome eines Blutdruckabfalles zu erkennen. Zum Standard-Monitoring einer gesunden Schwangeren zur Sectio caesarea gehört ein 3-Kanal-EKG, eine Pulsoxymetrie und eine nichtinvasive oszillometrische Blutdruckmessung. Das Messintervall sollte in der Anfangsphase aufgrund des Risikos der durch die Spinalanästhesie induzierten Hypotension kürzer als 2.5 Minuten sein. Die Ableitung eines 5-Kanal-EKG ist bei schwangeren Patientinnen mit vorbestehenden oder erworbenen kardialen Erkrankungen sinnvoll. Spezielle Indikationen, wie eine Präeklampsie, Adipositas per magna oder eine schwere Blutung, bedürfen ein erweitertes Monitoring mittels invasiver Blutdruckmessung. In der Initialphase nach erfolgter Spinalanästhesie sollte der Blutdruck minütlich gemessen werden, um Blutdruckabfälle möglichst frühzeitig zu detektieren und somit hypotensive Phasen verhindern zu können. Der verbale Austausch mit der Gebärenden, um Symptome wie Nausea, Schwindel oder Unwohlsein unmittelbar evaluieren zu können, ist ebenso wichtig wie die Palpation des Pulses, wie zum Beispiel der gut

zugänglichen Arteria radialis (Kranke, 2018, Kapitel 14.5.1). Eine Möglichkeit wäre es auch, eine kontinuierliche Messung mittels invasivem oder nicht-invasivem Verfahren durchzuführen. In diesem Zusammenhang analysieren verschiedene Studien, die nachfolgend vorgestellt werden, das hämodynamische Management unter Sectio caesarea und beleuchten sowohl den wissenschaftlichen Konsens als auch die Unterschiede in der Anwendung und Wirksamkeit moderner Überwachungsmethoden.

Misugi et al. (2022) fokussierten sich auf die Evaluierung einer als nicht-invasive Methode geltende kontinuierlichen Blutdrucküberwachung. Das ClearSight-System ermöglicht die Messung von Parametern wie dem Herzzeitvolumenindex und dem systemischen Gefäßwiderstandsindex und liefert dabei präzise Daten, die invasive Messverfahren in bestimmten Situationen ersetzen könnten. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass das System eine zuverlässige Alternative zur herkömmlichen arteriellen Überwachung darstellen kann, insbesondere aufgrund der Reduktion invasiver Risiken wie Infektionen, Nervenverletzungen und Thrombosen.

Ergänzend dazu untersuchten Frassanito et al. (2021) die Genauigkeit des HPI, der hypotensive Ereignisse auf der Basis einer nichtinvasiven Druckwellenanalysen vorhersagen kann. Der HPI erreichte eine beeindruckende Vorhersagegenauigkeit, mit einer Sensitivität und Spezifität von 83% für Ereignisse drei Minuten im Voraus und einer Genauigkeit von bis zu 100% eine Minute vor dem hypotensiven Ereignis. Diese Ergebnisse verdeutlichen das Potenzial, frühzeitig präventive Massnahmen wie Flüssigkeitsgabe oder die Verabreichung von Vasopressoren einzuleiten, um Hypotonien effektiv zu vermeiden. Die Ergebnisse stimmen mit den Beobachtungen von Misugi et al. (2022) überein, dass moderne Systeme die klinische Praxis signifikant verbessern können. Ein abweichender, jedoch komplementärer Ansatz wurde von García et al. (2022) verfolgt, die den HPI anhand invasiver Blutdruckmessungen evaluierten. Die Studie zeigte, dass der Index hypotensive Ereignisse bis zu 15 Minuten im Voraus vorhersagen konnte und die Tiefe sowie Dauer intraoperativer Hypotonien im Vergleich zu konventionellen Methoden signifikant reduziert wurden. Während sich das Messverfahren im Vergleich zur Studie von Frassanito et al. (2021) unterscheidet, zeigt sich eine Übereinstimmung in der Wirksamkeit des HPI, präventive Massnahmen frühzeitig zu ermöglichen.

Neben der technologiebasierten Überwachung befassten sich Yu et al. (2021) mit physiologischen Faktoren, die das Risiko für spinale Anästhesie-induzierte Hypotonien bei Sectio caesarea beeinflussen können. In bis zu 70% der Fälle tritt diese Komplikation auf, wobei ein höherer Ruhepuls mit einem erhöhten Risiko korrelierte, während der systolische

Blutdruck eine geringere Vorhersagekraft hatte. Besonders hervorzuheben ist der supine stress test (SST), ein dynamischer Belastungstest, der eine Hypotonie in 55–80% der Fälle vorhersagen konnte. Der Test misst Veränderungen in Herzfrequenz und Blutdruck, wenn die Patientin in die Rückenlage gebracht wird, was eine aortokavale Kompression simuliert. Diese physiologische Herangehensweise unterscheidet sich von den technologischen Ansätzen der anderen Studien, ergänzt jedoch deren Ergebnisse durch die Betonung individueller Risikofaktoren und kardiovaskulärer Toleranz.

Diurese

Im Rahmen der Spinalanästhesie kommt es zu einer Hemmung der Blasenfunktion. Des Weiteren ist es aufgrund des operativen Vorgehens erforderlich, den Patientinnen einen Blasenkatheter einzulegen. Dies resultiert in optimierten Operationsbedingungen und einer Reduktion von intraoperativen Verletzungen (Kranke, 2018, S.316). Die Überwachung und Messung der Diurese, gibt wichtige Hinweise zur Nierenperfusion und indirekte Hinweise über den Volumenstatus. Die Sammlung des Urins kann demzufolge ein wichtiger Monitoringparameter sein (Kranke, 2018, S.384).

Sauerstoffapplikation und O₂-Bindungskurve

Die Betrachtung der Sauerstoffapplikation und der O₂-Bindungskurve im Kontext der Hämodynamik bei einer Sectio caesarea ist von zentraler Bedeutung, da beide Faktoren entscheidend zur Optimierung des fetalen Sauerstofftransports und der maternalen Perfusion während des Eingriffs beitragen. Larsen et al. (2022) beschreiben, dass eine präventive O₂-Insufflation der Schwangeren zur elektiven Sectio caesarea die fetale Oxygenierung nicht verbessert und daher von einer routinemässigen Sauerstoffzufuhr abgeraten wird. Bei morbidem Adipositas, einer peripheren Sauerstoffsättigung unter 96% oder akuten maternalen oder fetalen Notfallsituationen, erscheint die gezielte Verabreichung von Sauerstoff eine effektive Massnahme zur Steigerung des verfügbaren Sauerstoffangebots und dadurch Verbesserung der Gewebeoxygenation (S.814) zu sein.

Kranke (2018) erläutert, dass der arteriell gemessene Sauerstoffpartialdruck des Fetus nur $\frac{1}{4}$ des mütterlichen pO₂ beträgt. Durch die hohe Sauerstoffbindungskapazität und die Hämoglobinkonzentration kann der Fetus grosse Mengen an Sauerstoff über die Plazenta aufnehmen. Sollte es während der Sectio caesarea jedoch zu einer Hyperventilation der Mutter kommen, ist es essenziell, die Frau möglichst zu beruhigen. Durch das Hyperventilieren entsteht eine respiratorische Alkalose (S.384-385). Die resultierende Hypokapnie bewirkt eine Vasokonstriktion des Uterus und hat eine Beeinträchtigung der

Perfusion zur Folge. Die reduzierte Perfusion des Uterus resultiert in einer Linksverschiebung der Sauerstoffbindungskurve. Folglich wird bei gleichem Hämoglobin das O₂ sehr gut aufgenommen, während die Abgabe von Sauerstoff beeinträchtigt ist. Dieser Vorgang führt zu einer unzureichenden Gewebepfusion sowie Oxygenation und folglich einer reduzierten Sauerstoffabgabe an den Fetus (Larsen et al., 2022, S.783).

2.5.2 Volumenmanagement

Das Volumenmanagement ist ein wichtiger Aspekt des hämodynamischen Managements während der Sectio caesarea und übernimmt eine wesentliche Rolle bei der Stabilisierung des Kreislaufs. Dafür wird vor einer Sectio caesarea mindestens ein PVK mit einem Durchmesser von (18 Gauge) gelegt. Drei Liter balancierte Vollelektrolytlösungen und ein Liter kolloidale Infusionslösung sollten im Operationssaal bereitstehen ebenso wie die Möglichkeit einer Druckinfusion. Zur Vermeidung von Hypotonie beim neuroaxialen Regionalverfahren sollte ein Pre- bzw. Coloadung erfolgen, idealerweise durch Druckinfusion (Kranke, 2018, S.315).

Die randomisierte doppelblind Studie von Chen et al. (2023) stellte einen Vergleich zwischen kolloidaler und kristalloider Coloadung-Strategie auf. Sowohl Kristalloide als auch kolloidale Lösungen werden in der geburtshilflichen Anästhesie häufig sowohl für Preloading als auch Coloadung eingesetzt. Kristalloide zeichnen sich durch das Fehlen unerwünschter Nebenwirkungen und ihre kostengünstige Verfügbarkeit aus. Allerdings ist der Volumeneffekt mit ca. 20% nur gering. Der wesentliche Anteil verschiebt sich ins Interstitium und verbleibt somit nicht intravasal. Kolloide hingegen haben einen deutlich ausgeprägteren Volumeneffekt, zeigen sich jedoch im Nebenwirkungsprofil als nachteilig. Beim Vergleich der beiden Flüssigkeitstypen im Kontext der Behandlung mütterlicher Hypotonie hat sich die kolloidale Vorladung als überlegen erwiesen. Im Rahmen von Coloadung-Strategien legt diese Studie nahe, dass sowohl Kristalloide als auch Kolloide bei der Prävention von Hypotonie ähnlich wirksam sind (Chen et al., 2023).

Eine Studie von Yang et al. (2021) untersucht einen neuen Einsatz eines kontinuierlichen, nicht-invasiven Blutdrucküberwachungssystems zur Steuerung einer sogenannten Goal-Directed Fluid Therapie (GDFT) zur zielgerichteten Flüssigkeitstherapie vor einer Spinalanästhesie bei einer Sectio caesarea. Eine Kontrollgruppe erhielt eine feste Flüssigkeitsmenge von 1000ml Ringer-Lösung vor der Spinalanästhesie. Die GDFT-Gruppe erhielt eine individuell angepasste Flüssigkeitstherapie mit 3ml/kg Körpergewicht als Volumenchallenge. Das Flüssigkeitsvolumen bei der GDFT-Gruppe war höher, bezüglich

postspinaler Hypotonie, Vasopressordosis und neonatalen Ergebnissen waren jedoch keine signifikanten Unterschiede erkennbar. Die GDFT-Gruppe zeigte hingegen eine deutlich geringere Inzidenz von Übelkeit (Yang et al., 2021).

2.5.3 Vasopressorentherapie

Vasopressoren sind pharmakologische Substanzen, die durch Stimulation von alpha-1-Adrenozeptoren eine ausgeprägte Vasokonstriktion induzieren, wodurch der systemische Gefäßwiderstand gesteigert und der arterielle Blutdruck stabilisiert wird. Die Vasopressorentherapie spielt in der geburtshilflichen Anästhesie eine entscheidende Rolle, insbesondere bei der Behandlung einer spinalbedingten Hypotonie während einer Sectio caesarea. Die richtige Wahl des Vasopressors ist dabei nicht nur essenziell für die Stabilisierung des mütterlichen Kreislaufs, sondern hat auch weiterreichende Auswirkungen auf die uteroplazentare Durchblutung sowie die neonatale Gesundheit (Lee & Kee, 2019). Phenylephrin, Noradrenalin und Ephedrin sind Vasopressoren mit unterschiedlichen Wirkungsmechanismen und für unterschiedliche klinische Anwendungen. Phenylephrin ist ein synthetisches, direktes Sympathomimetikum, welches selektiv alpha-1-Adrenozeptoren stimuliert und dadurch eine Vasokonstriktion wie auch eine Blutdrucksteigerung bewirkt (*Compendium.ch*, o. D.-c). Noradrenalin hat primär einen Effekt auf alpha-1-Adrenozeptoren, wirkt in höheren Dosierungen jedoch ebenfalls auf beta-1-Adrenozeptoren und führt hierdurch zu einer Vasokonstriktion sowie einer moderaten Steigerung der Herzkontraktilität (*Compendium.ch*, o. D.-b). Ephedrin hingegen fördert die Freisetzung von Noradrenalin und stimuliert alpha- sowie beta-Adrenozeptoren direkt, wodurch es sowohl den Blutdruck stabilisiert als auch eine geringe Steigerung der Herzfrequenz bewirkt (*Compendium.ch*, o. D.-d).

In der hämodynamischen Steuerung bei Sectio caesarea unter Spinalanästhesie herrscht weitgehende Einigkeit darüber, dass sowohl Phenylephrin als auch Noradrenalin effektive Optionen zur Stabilisierung des mütterlichen Blutdrucks sind. Studien wie die von Cho et al. (2020) und Shafeinia et al. (2020) sowie Mercier et al. (nach Hasanin et al. 2019) zeigen übereinstimmend, dass beide Substanzen den systolischen Blutdruck zuverlässig aufrechterhalten und somit Hypotonien während der Operation effektiv behandeln. Insbesondere Cho et al. (2020) heben hervor, dass Noradrenalin im Vergleich zu Phenylephrin zusätzliche kardiovaskuläre Vorteile bietet. Noradrenalin zeigt eine geringere Inzidenz von Bradykardien, was auf seine beta-adrenergen Effekte zurückzuführen ist. Diese bewirken zudem eine positive Inotropie und steigern das HZV, während Phenylephrin rein alpha-adrenerg wirkt und so eine stärkere Vasokonstriktion hervorruft. Dies deutet darauf hin,

dass Noradrenalin gerade bei Patientinnen mit erhöhtem kardiovaskulärem Risiko eine überlegene Alternative sein könnte, ohne jedoch signifikante Unterschiede in neonatalen Ergebnissen aufzuzeigen (Cho et al., 2020; Mercier et al., nach Kee et al., 2019).

Während die genannten Studien in den zentralen Ergebnissen zur Blutdruckkontrolle und kardiovaskulären Stabilität übereinstimmen sind, zeigt die Untersuchung von Chen et al. (2022) eine differenzierte Perspektive auf. In der spezifischen Anwendung bei Zwillingsschwangerschaften berichten die Autoren und Autorinnen, dass Phenylephrin im Vergleich zu Noradrenalin eine stabilere Blutdruckkontrolle ermöglicht. Gleichzeitig blieb die Inzidenz von Bradykardien bei Noradrenalin signifikant niedriger, wobei beide Substanzen keine wesentlichen Unterschiede in der Herzfrequenz oder den neonatalen Ergebnissen aufwiesen.

Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass der klinische Kontext eine entscheidende Rolle bei der Wahl des Vasopressors spielt. Im Vergleich zu anderen Vasopressoren, wie Ephedrin, zeigen die Ergebnisse eine klare Präferenz für Phenylephrin und Noradrenalin. Elagamy et al. (2021) konnten einen signifikanten Vorteil der intermittierenden Noradrenalingaben gegenüber Ephedrin zeigen. Dabei konnte nicht nur eine stabilere Blutdruckkontrolle, sondern auch eine geringere Notwendigkeit für zusätzliche Bolusgaben aufgezeigt werden. Zudem bewahrt es eine stabilere uteroplazentare Perfusion, was die Sicherheit von Noradrenalin zusätzlich hervorhebt. Ähnlich betonen Lee und Kee (2019) die Vorteile von Phenylephrin gegenüber Ephedrin. Phenylephrin reduziert das Risiko für eine fetale Azidose signifikant, da es eine geringere Plazentagängigkeit aufweist. Ephedrin hingegen, das überwiegend über beta-adrenerge Mechanismen wirkt, erhöht die Herzleistung, führt jedoch häufiger zu metabolischen Belastungen beim Fetus, wie eine Verschiebung des pH-Werts oder erhöhten Laktatwerten.

2.5.4 Künstliche Intelligenz

Die Forschung und Entwicklung der künstlichen Intelligenz (KI) schreitet unaufhaltsam voran und findet auch in medizinischen Bereichen zunehmend Anwendung. Auch in der geburtshilflichen Anästhesie birgt die Nutzung der KI laut Kong et al. (2024) grosses Potential, die Patientenversorgung zu verbessern. Modelle wie der HPI analysieren arterielle Druckwellen, um eine mögliche Hypotension vorherzusagen. Die klinische Validierung solcher Systeme in der Schwangerschaft bleibt jedoch begrenzt, so Kong et al. (2024). Eine Studie von Gratz et al. (2020) untersucht den Einsatz neuronaler Netzwerke zur Vorhersage von Hypotonie und Vasopressorenbedarf bei geburtshilflichen Patientinnen, die sich einer Spinalanästhesie für eine elektive Sectio caesarea unterziehen. Ziel war es, eine nicht-

invasive Methode zur frühzeitigen Identifizierung von Patientinnen mit einem erhöhten Risiko für Hypotonie zu entwickeln. Die Analyse basiert auf Daten eines kontinuierlichen, nicht-invasiven Blutdruckmessgeräts, das Pulswellenparameter wie arterielle Steifigkeit mittels Pulszerlegungsanalyse erfasst. Die Studie hebt hervor, dass nicht-invasive, kontinuierlich erhobene Daten, wie der Parameter der arteriellen Steifigkeit, wertvolle prädiktive Informationen liefern können, insbesondere bei Patientinnen mit eingeschränkter hämodynamischer Reserve. Herausforderungen bei der Implementierung solcher Ansätze liegen in der Integration zusätzlicher Datenquellen wie Herzfrequenzvariabilität oder Atemmuster, um die Vorhersagekraft weiter zu verbessern (Gratz et al., 2020).

Die Vorhersage von Hypotonie mithilfe von KI war ein zentraler Schwerpunkt in der Studie von Hashimoto et al. (2020), insbesondere im Kontext perioperativer und intraoperativer Überwachung. KI-basierte Modelle bieten hier vielversprechende Ansätze, um solche Ereignisse frühzeitig zu erkennen und dadurch präventive Massnahmen einzuleiten. Modelle, die auf grosse klinische Datensätze trainiert wurden, identifizieren Risikofaktoren wie demographische Merkmale und intraoperative Parameter. KI-basierte Systeme zur Vorhersage von Hypotonie bieten eine bahnbrechende Möglichkeit, die perioperative Überwachung zu revolutionieren. Ihre Integration in bestehende anästhesiologische Arbeitsprozesse könnte langfristig die Patientensicherheit erhöhen und die Qualität der Versorgung verbessern (Hashimoto et al., 2020).

2.5.5 Uterotonika

Ogleich Uterotonika während einer Sectio caesarea keinen direkten Einfluss auf die Hämodynamik ausüben, ist die Uteruskontraktion nach der Abnabelung von entscheidender Bedeutung. Sie spielt nicht nur eine zentrale Rolle bei der Minimierung des Blutverlustes, sondern trägt auch wesentlich zur Aufrechterhaltung eines stabilen hämodynamischen Verlaufs nach der Abnabelung bei (Kranke, 2018, Kapitel 9.3). Larsen et al. (2022) beschreiben, dass Uterotonika zum einen bei Bedarf zur Einleitung der Wehen und zum anderen zur Förderung der Plazentaablösung nach der Geburt zum Einsatz kommen. Die Kontraktion des Uterus in der Postpartalphase ist ein zentraler physiologischer Prozess, um den Blutverlust möglichst gering zu halten. In der Praxis wird aufgrund der kurzen Halbwertszeit von lediglich 10–15 Minuten vorwiegend Oxytocin (siehe Tabelle 1) als Medikament der ersten Wahl eingesetzt (Kapitel 35.4.4).

Die Tabellen 1 und 2 geben einen Überblick über die in der S2k- Leitlinie „Peripartale Blutungen, Diagnostik und Therapie“ (Stand 1.08.2022) empfohlenen Uterotonika mit deren Wirkmechanismen, Indikation sowie deren relevantesten Nebenwirkungen (Deutsche

Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, Österreichische Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, & Schweizerische Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, 2022, S.72-74).

Syntocinon® (Oxytocin)		
<p>Wirkungsmechanismus Das synthetische Oxytocin entspricht dem körpereigenen Hormon des Hypophysenhinterlappens. Syntocinon® bindet an die Oxytocin-Rezeptoren und fördert dadurch die Kontraktion der glatten Muskulatur im Uterus, sowohl während der Wehentätigkeit als auch nach der Geburt.</p>	<p>Indikation Präpartal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geburtseinleitung aus medizinischen Gründen (z.B. Übertragung, vorzeitiger Blasensprung, Schwangerschaftshypertonie/Präeklampsie). • Wehenverstärkung bei Wehenschwäche. • Adjuvans bei unvollständigem Abbruch. <p>Postpartal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prophylaxe der postpartalen Uterusatonie/-hämorrhagie nach vaginaler Entbindung oder Sectio caesarea. • Therapie der postpartalen Uterusatonie/-hämorrhagie. 	<p>Nebenwirkungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • QT-Zeit Verlängerung • Bradykardie • Nausea und Emesis • Hypotonien, Reflexbradykardie und Flush, insbesondere bei schneller i.v Applikation, da es zu einer kurzen Relaxation der glatten Muskulatur kommt
Pabal® (Carbetocin)		
<p>Wirkungsmechanismus Pabal® ist ein langwirksamer Oxytocin-Agonist und bindet selektiv an Oxytocin-Rezeptoren im Uterus, erhöht den Muskeltonus und fördert rhythmische Kontraktionen. Postpartal steigert es sowohl die Häufigkeit als auch die Stärke der uterinen Kontraktionen.</p>	<p>Indikationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pabal® wird zur Vorbeugung von uterinen Blutungen eingesetzt, die durch eine Uterusatonie verursacht werden können. • Der Einsatz von Pabal® erfolgt postpartal und die Verabreichung des Medikaments sollte möglichst vor Ablösung der Plazenta erfolgen. 	<p>Nebenwirkungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hypotonien • Kopfschmerzen • Schwindel • Flush • Bradykardie bei zu schneller i.v Verabreichung

Tabelle 1: Selbsterstellte Tabelle, (Compendium.ch, o. D.; Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, Österreichische Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, & Schweizerische Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, 2022, S.72-74).

Nalador® (Sulproston)		
<p>Wirkungsmechanismus Nalador® enthält Sulproston, ein synthetisches Derivat des Prostaglandins. Die induzierten Kontraktionen des Uterus sowie die Verengung der uterinen Gefäße fördern eine schnelle und schonende Ablösung der Plazenta vom Uteruskörper. Die rasche und anhaltende uterine Kontraktion ist bei einer Uterusatonie besonders essenziell.</p>	<p>Indikationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Therapeutische Aborteinleitung • Geburtseinleitung bei intrauterinem Fruchttod • Behandlung von postpartalen Blutungen, welche mit konventionellen Methoden nicht kontrolliert werden können. 	<p>Nebenwirkungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nausea und Emesis • Koronarspasmen • Schwere Hypotonie, Bradykardie bis hin zur Asystolie sowie eine Druckerhöhung in der Lunge bei zu schneller i.v. Injektion

Tabelle 2: Selbsterstellte Tabelle, (Compendium.ch, o. D.; Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, Österreichische Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, & Schweizerische Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, 2022, S.72-74).

3 Schlussteil

3.1 Diskussion- Fabienne Buri

Durch die detaillierte Bearbeitung der Fragestellung hat die Autorin einen grossen Wissenszuwachs und ein vertieftes Verständnis für die komplexen hämodynamischen Prozesse während der Sectio caesarea erlangt. In der folgenden Diskussion werden die wesentlichen Aspekte des hämodynamischen Managements hervorgehoben. Larsen et al. erklärt, dass die Spinalanästhesie die bevorzugte Methode für eine Sectio caesarea ist. In Übereinstimmung damit, legt Kranke weiterführend dar, dass bei unzureichendem Anästhesieniveau die Spinalanästhesie entweder wiederholt oder im Falle eines Anästhesieversagens erneut durchgeführt werden kann. Davon raten die Fachärzte und Fachärztinnen in meiner Institution, aufgrund des potenziellen Risikos einer Nervenverletzung, ab. Im Austausch mit ihnen hat die Autorin festgestellt, dass im klinischen Alltag häufig rasch auf eine Allgemeinanästhesie gewechselt wird. Die Gefahren einer Intubation gelten heute als moderat durch die modernen Airway-Tools, die stets zur Verfügung stehen. Becke et al. legen dagegen offen, dass bei Schwangeren eine zehnfache Inzidenz für einen schwierigen Atemweg herrscht und die Studie von Ring et al. behandelt nicht nur anästhesiebedingte Komplikationen, sondern zeigt auch, dass Komplikationen wie Infektionen, venöse Thromboembolien, postoperative Schmerzen und postpartale Depression mit einer Allgemeinanästhesie korrelieren. Van Dyk et al. geben zu bedenken, dass es bei Spinalanästhesien durch die Sympathikusblockade bei fast allen Patientinnen zu einem Abfall des Blutdrucks kommt, zusätzlich weist Kranke auf die Problematik der Kompression der Vena cava inferior hin, die zu einem reduzierten venösen Rückfluss und somit zu reflektorischen Tachykardien und einem Blutdruckabfall führen kann. Durch die mehrstufige Problematik bezüglich Hämodynamik können verschiedene Interventionen durchgeführt werden, um dieser Hypotonie entgegenzuwirken. Die Wahl des am besten geeigneten Vasopressors wird in zahlreichen Studien intensiv untersucht und kontrovers diskutiert. Die Studien zeigen, dass sowohl Phenylephrin als auch Noradrenalin wirksam zur Stabilisierung des mütterlichen Blutdrucks beitragen. Die in der Diplomarbeit ausführlich erörterten Studien von Mercier et al. und Cho et al. betonen, dass Noradrenalin kardiovaskuläre Vorteile bietet, da es das HZV steigert, was insbesondere bei Patientinnen mit erhöhtem kardiovaskulären Risiko von Vorteil sein kann. Allerdings wurde von Chen et al. auch festgestellt, dass Phenylephrin in bestimmten Situationen, wie bei Zwillingsschwangerschaften, eine stabilere Blutdruckkontrolle ermöglicht. Trotz dieser Unterschiede in der Wirkweise zeigen alle in der Arbeit behandelten Studien, dass sowohl Phenylephrin als auch Noradrenalin keine negativen

Auswirkungen auf die neonatalen Ergebnisse haben. Beide Vasopressoren gelten demnach als sicher in der Anwendung. Die Autorin erlebt im praktischen Alltag verschiedene Haltungen von den Fachärzten und -ärztinnen, die Datenlage gilt bei ihnen als umstritten und zugleich sind beide Vasopressoren wirksam. Diese Faktoren führen zu unterschiedlichen Meinungen und erklärt wohl auch die unterschiedlichen Durchführungen im praktischen Alltag. Die Studien von Elagamy et al. sowie Lee und Kee belegen eindeutig, dass Ephedrin mit mehreren nachteiligen Auswirkungen verbunden ist, weshalb es vermieden werden sollte. Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor auf die Hämodynamik der Patientin ist laut Kranke das Preloading und Coloadung. Diese Massnahmen, die vor oder während der Anästhesie durchgeführt werden, können die Effektivität der Vasopressoren beeinflussen und zur Stabilisierung des Blutdrucks beitragen. Die Studie von Chen et al. vergleicht Kristalloide und Kolloide miteinander und zeigt, dass beide Flüssigkeiten in der Prävention von Hypotonie wirksam sind, jedoch auch gewisse Nachteile mit sich bringen. Im klinischen Alltag erlebt die Autorin andere Strategien, es werden ausschliesslich Kristalloide verabreicht und bei hohem Blutverlust wird ein Erythrozytenkonzentrate verabreicht. Von Kolloiden wird auf Grund der Nachteile abgeraten. Bhiwal et al. thematisieren, dass das Verabreichen von Ondansetron vor der Spinalanästhesie das Risiko für eine Hypotonie und den Bedarf an Vasopressoren deutlich verringern, diese Intervention war für die Autorin neu. Eine weitere präventive Massnahme, welche in der Institution der Autorin immer angewendet wird, ist die Linksseitenlage, die als Standardmassnahme zur Prävention gegen Hypotonie gilt. Neef et al. stellt kontrovers dar, dass der venöse Rückfluss auch in Rückenlage über Kollateralkreisläufe aufrechterhalten werden kann und nur etwa 10% der Schwangeren tatsächlich eine klinisch relevante Hypotonie entwickeln. Massoth et al. stellen fest, dass eine effektive Entlastung der Vena cava inferior erst bei einem Neigungswinkel über 30° erfolgt. Aufgrund der möglichen Beschwerden und Risiken der Linksseitenlagerung sollten alternative Massnahmen, wie das Anheben der Beine oder spezielle Lagerungshilfen in Betracht gezogen und die Wahl der Lagerung sollte individuell an den klinischen Kontext angepasst werden. Kranke veranschaulicht, dass zur Vorbereitung der Spinalanästhesie die Patientinnen mit einem 3-Kanal-EKG, einer Pulsoxymetrie und einer nichtinvasiven oszillometrischen Blutdruckmessung verkabelt werden. Misugi et al. und Frassanito et al. beschäftigen sich mit modernen Instrumenten zur nicht-invasiven Blutdruckmessung, die vielversprechende Ergebnisse liefern. In der Einrichtung der Autorin wird das ClearSight-System für ausgewählte Operationen in der Viszeralchirurgie eingesetzt und von den Fachärzten und -ärztinnen geschätzt. Auch die Forschung zur Anwendung von KI in der Geburtshilfe macht kontinuierliche Fortschritte.

So untersuchen Kong et al. ein Modell, das die arterielle Druckwelle analysiert, um eine mögliche Hypotonie frühzeitig vorherzusagen. In eine ähnliche Richtung geht die Studie von Gratz et al., die den Einsatz neuronaler Netzwerke zur Vorhersage von Hypotonie und den Bedarf an Vasopressoren untersucht. Besonders vielversprechende Ergebnisse liefert auch die Arbeit von Hashimoto et al., die KI-Modelle mit grossen Datensätzen trainiert haben, um Risikofaktoren zu identifizieren, demografische Merkmale zu berücksichtigen und intraoperative Parameter zu verarbeiten.

3.2 Diskussion- Felicia Hintermeister

Die hämodynamischen Herausforderungen während einer Sectio caesarea unter Spinalanästhesie erfordern ein fundiertes Verständnis der adaptiven physiologischen und anatomischen Prozesse in der Schwangerschaft sowie deren Auswirkungen auf die praktische Anästhesieführung, um ein sicheres und effizientes Management zu gewährleisten. Diese Erkenntnis stützt sich auf die analogen Darstellungen der physiologischen und anatomischen Veränderungen während der Schwangerschaft, die in den hier berücksichtigten und analysierten Publikationen unter anderem von Heck et al., Larsen et al., Mändle und Opitz-Kreuter sowie Rossaint et al. ergänzend beschrieben werden.

In Anbetracht der fehlenden Autoregulation der Plazenta herrscht weitgehend Einigkeit darüber, dass interventionsbedürftige Blutdruckgrenzen sorgfältig überwacht werden müssen. Gleichzeitig zeigt der Vergleich mit dem Praxisfeld der Autorin, dass die Empfehlung von Larsen et al., einen systolischen Blutdruckwert über 100 mmHg anzustreben, weitgehend konsistent ist, jedoch die Toleranzgrenze von maximal 10 % unter dem Ausgangswert kontrovers diskutiert wird und möglicherweise einer genaueren Differenzierung bedarf. Ein zentraler Konsens in der hier behandelten Literatur herrscht bei der Bedeutung eines engmaschigen hämodynamischen Monitorings. Wie Larsen et al. und Kranke betonen, ermöglicht dies eine frühzeitige Erkennung einer Hypotonie und den damit einhergehenden Komplikationen. Der Einsatz nicht-invasiver Technologien wie die des ClearSight-Systems, welches im Rahmen einer Publikation von Misugi et al. untersucht wurde, bietet eine vielversprechende Alternative zur invasiven Methode mittels arterieller Blutdruckmessung. Obschon das ClearSight-System in der Institution der Verfasserin vereinzelt im klinischen Alltag eingesetzt wird, hat es sich bislang nicht flächendeckend durchgesetzt. Gemäss Aussagen der in der Institution tätigen Fachexperten und –expertinnen, ist dies auf die Unterlegenheit bezüglich Zuverlässigkeit und Genauigkeit im Vergleich zu invasiven Messmethoden zurückzuführen. In diesem Zusammenhang existieren verschiedene Massnahmen, um einem relevanten Blutdruckabfall entgegenzuwirken.

Hinsichtlich der Bedeutung einer adäquaten Volumenexpansion besteht weitreichender Konsens, wobei Chen et al. einen Vorteil der Preloading-Strategie mit Kolloiden gegenüber kristalloiden Infusionslösungen aufzeigen konnten. Allerdings liess sich im Rahmen der Coloadung-Strategie kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Infusionslösungen feststellen. Die Erfahrung aus dem klinischen Alltag der Autorin zeigt, dass kolloidale Infusionslösungen zurückhaltend und ausschliesslich für spezifische Situationen, wie etwa bei einer katecholamin-refraktären Hypotonie, zum Einsatz kommen. Dies verdeutlicht, dass die auf der Datenlage basierten wissenschaftlichen Ansätze häufig von praktischen Erwägungen beeinflusst werden.

Hinsichtlich der optimalen Lagerungsstrategie für eine Sectio caesarea, besteht in der hier vorgestellten und analysierten Literatur kein Konsens. Während You et al. eine 15°-Neigung des Operationstisches nach links als effektive Massnahme zur Reduktion der Hypotonie hervorheben, betonen Neef et al. und Massoth et al., dass eine tatsächliche Entlastung der Vena cava inferior erst bei einer Linksneigung von 30° erreicht wird. Darüber hinaus stellten Sonnino et al. fest, dass die linksseitige Uterusverlagerung keine signifikante Veränderung der hämodynamischen Parameter bewirkt, sofern eine adäquate Flüssigkeits- und Vasopressorentherapie durchgeführt wird.

Dies legt nahe, dass mechanische Massnahmen, die van Dyk et al. diskutieren, wie eine passive Anhebung der Beine als Volumenchallenge oder der Einsatz von Lagerungshilfen eine Alternative zur linksseitigen Neigung darstellen können. Im klinischen Alltag der Autorin erfolgt die Lagerung, ungeachtet hausinterner Richtlinien, die eine Linksseitenneigung von 30° vorsehen, überwiegend auf Basis von Erfahrungswerten und visueller Beurteilung, ohne eine präzise Einstellung des Neigungswinkels vorzunehmen. Dies spiegelt die Notwendigkeit wider, die wissenschaftlichen Erkenntnisse mit den praktischen Herausforderungen der Patientenversorgung und der Operationsdurchführung in Einklang zu bringen.

Kontrovers bleibt die Wahl der Vasopressoren, die zur Stabilisierung des Blutdrucks eingesetzt werden. Die hier abgehandelten Studien, darunter Shafeinia et al. und Cho et al. betonen die Effektivität von Phenylephrin, welches in der Geburtshilfe als Standardtherapie bei Hypotonie etabliert ist. Gleichzeitig wird Noradrenalin von den Autoren und Autorinnen Cho et al. aufgrund seiner positiven Effekte auf die kardiale Leistung und der geringeren Inzidenz von Bradykardien zunehmend als bevorzugte Alternative diskutiert. Die Studie unterstreicht, dass beide Substanzen wirksam sind, diese jedoch patienten- und situationsentsprechend eingesetzt werden sollten. Die Studie von Lee & Kee zeigt in diesem Zusammenhang, dass Phenylephrin im geburtshilflichen Kontext aufgrund der geringeren Plazentagängigkeit und der besseren Kontrolle des mütterlichen Blutdrucks gegenüber Ephedrin bevorzugt wird, da es im Vergleich einen geringeren Effekt auf den fetalen pH-Wert

ausübt. In der Institution der Autorin findet der Einsatz von Noradrenalin zunehmend Anwendung, insbesondere bei Patientinnen mit kardialen Risikofaktoren. Im internationalen Konsens bleibt Phenylephrin der Goldstandard. Mit zunehmender Datenlage wird Noradrenalin aufgrund möglicher Vorteile gegenüber Phenylephrin alternativ diskutiert. Ein weiterer spannender Ansatz lässt sich aus der Studie von Bhiwal et al. gewinnen, welche einen Vorteil bei prophylaktischer Applikation von Ondansetron zeigen konnten. Hierdurch werden sowohl die Inzidenz von Hypotonien als auch der Bedarf an Vasopressoren reduziert. Dieser Ansatz wird im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht weiterverfolgt, da der Schwerpunkt auf anderen Aspekten des hämodynamischen Managements liegt. Aus der Praxis der Autorin zeigt sich eine generelle Zurückhaltung in Bezug auf den Einsatz von Ondansetron bei Schwangeren, was auf die Plazentagängigkeit des Wirkstoffs und den dadurch unklaren Einfluss auf den Fetus zurückzuführen ist. Eine flächendeckende Empfehlung für die geburtshilfliche Anästhesie erscheint daher wenig wahrscheinlich. Dennoch eröffnet diese Erkenntnis einen vielversprechenden Forschungsansatz, um zu prüfen, ob ein vergleichbarer Nutzen auch bei anderen Formen der Spinalanästhesie nachgewiesen werden könnte.

3.3 Diskussion- Nina Kronenberg

Im Rahmen einer umfassenden Analyse diverser Fachpublikationen und wissenschaftlicher Studien zum Themengebiet des hämodynamischen Managements während einer Spinalanästhesie in Verbindung mit einer Sectio caesarea gelang es der Verfasserin, fundiertes Wissen zu erlangen. Die gewonnenen Erkenntnisse werden im Folgenden näher ausgeführt und erörtert.

Neef et al. und Massoth et al. sind sich darin einig, dass eine Linksseitenlagerung erst ab 30° zu einer tatsächlichen Entlastung der Vena cava inferior führt. Ebenso wird von Neef et al. dargelegt, dass nur 10% der Schwangeren klinisch relevante Hypotonien zeigen und der venöse Rückstrom via Kollateralkreislauf über die Vena azygos aufrechterhalten wird. Die Studie von You et al. hingegen kommt zu dem Schluss, dass bereits ab einer 15° Linksseitenlagerung die Vena cava entlastet und das Risiko einer Hypotonie während einer Spinalanästhesie sinkt. Dies ist auf die geringere Schwerkraftbelastung zurückzuführen. Weiter untersuchen Sonnino et al. die Auswirkungen der linksseitigen Uterusverlagerung während einer Sectio caesarea in Spinalanästhesie und kommen zu folgenden Ergebnissen: Die hämodynamischen Parameter, einschliesslich des mittleren arteriellen Blutdrucks, des SV und der Herzfrequenz, bleiben weitgehend unbeeinflusst, sofern eine adäquate Flüssigkeits- und Vasopressorentherapie gewährleistet ist.

Ergänzend dazu zeigen die Ergebnisse von van Dyk et al., dass eine prophylaktische Kompression der unteren Extremitäten die venöse Dilatation begrenzt und den venösen Rückfluss effektiv unterstützt.

Im klinischen Alltag der Verfasserin wird beobachtet, dass der Operationstisch nach der Anlage der Spinalanästhesie routinemässig in eine Linksseitenposition gekippt wird, wobei ein Neigungswinkel von 15° nicht überschritten wird. Dabei zeigt sich, dass Patientinnen häufig Ängste äussern, vom Tisch zu stürzen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass durch die Spinalanästhesie sowohl die Beweglichkeit der Beine als auch die Sensibilität eingeschränkt sind. Die Verfasserin stellt fest, dass die Fixierung der Beine in Kombination mit einer entsprechenden Erklärung dieser Massnahme dazu beiträgt, das Sicherheitsgefühl der Patientinnen zu erhöhen. Darüber hinaus tragen alle Patientinnen Thrombosestrümpfe. Nach Einschätzung der Verfasserin dienen diese in erster Linie der Thromboseprophylaxe, weniger jedoch der Reduktion der venösen Dilatation oder der Optimierung des venösen Rückflusses. Einig sind sich Kranke und Chen et. al, dass das Preloading mittels Kristalloide wie auch Kolloiden indiziert ist, um präventiv einer Hypotonie entgegenzuwirken. Chen et al. argumentieren, dass ein kolloides Preloading eine effektivere Stabilisierung des mütterlichen Kreislaufs bewirkt. Dennoch wird festgestellt, dass die Wirksamkeit von Kolloiden im Vergleich zu Kristalloiden insgesamt als ähnlich einzustufen ist. Kranke plädiert ausserdem, dass für die elektive Sectio caesarea standardmässig zwei Venenzugänge angelegt werden. Die zielgerichtete Flüssigkeitstherapie in Spinalanästhesie während einer Sectio caesarea erforschten Yang et al. mittels GDFT und kommen zu folgendem Ergebnis: Die GDFT-Gruppe hatte postspinale Hypotonien und benötigte höhere Dosen an Vasopressoren. Neonatologisch konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Ausserdem zeigte die GDFT-Gruppe eine geringere Inzidenz von Übelkeit. Im klinischen Alltag der Verfasserin wird folgendes beobachtet: Das Preloading wird mittels kristalloider Infusionslösung via Druckbeutel verabreicht. Dabei beobachtet die Verfasserin, dass jeweils nicht mehr als 1L kristalloide Infusionslösung als Preloading verabreicht wird. Bei hohem Blutverlust wird niederschwellig eine kolloide Infusionslösung verabreicht und anschliessend Erythrozytenkonzentrate. Ebenfalls bekommt die Patientin nur einen Venenzugang, sollte es die erste Sectio caesarea sein. Bei einer Re-Sectio caesarea oder Patientinnen welche bereits Herzkreislauferkrankungen haben, werden direkt zwei Venenzugänge à jeweils 18G gelegt.

Aussichtsreich ist die Studie von Misugi et al, welche die Genauigkeit des nicht-invasiven ClearSight-Systems zur kontinuierlichen Blutdrucküberwachung untersuchte. Das Resultat ist vielversprechend, denn es bietet eine präzise, nicht invasive und sichere Möglichkeit, die hämodynamischen Parameter kontinuierlich zu überwachen. Im Praxisalltag der Verfasserin

ist diese Methode noch nicht vollumfänglich etabliert. Uneinigkeit besteht in der hier erörterten wissenschaftlichen Literatur bezüglich der adäquaten Vasopressortherapie. So hebt die Studie von Shafeinia et al. hervor, dass Phenylephrin bestens zur Stabilisierung des Blutdrucks während einer Sectio caesarea beiträgt. Nicht nur trägt es zur Linderung der Nausea bei, sondern erzielt auch bessere neonatale Ergebnisse. Die gleiche Meinung bezüglich der optimalen Vasopressortherapie teilen Shafeinia et al. und Lee und Knee. Wobei Lee und Knee die Gabe von Ephedrin und Phenylephrin gegenübergestellt und überprüft haben. Sie stellten fest, dass Ephedrin eine höhere Plazentapassage bewirkt, wodurch die Sympathikusaktivität des Fetus steigt und eine metabolische Azidose entsteht. Mercier et al. hingegen favorisieren Noradrenalin. Im Vergleich zu Phenylephrin reduziert Noradrenalin die Inzidenz einer Bradykardie um steigert ausserdem die mütterliche Herzleistung um 10%, wovon kardial vorbelastete Patientinnen deutlich profitieren. Ebenfalls wird hervorgehoben, dass die Anpassung des Blutdrucks mittels Noradrenalin schneller möglich ist und ausserdem vorteilhafter für den pH-Wert der Nabelschnurarterie sein kann. Gemäss den Forschungsergebnissen von Bhiwal et al. besteht die Möglichkeit, die Verabreichung von Vasopressoren zu reduzieren. Die Studie zeigt, dass Ondansetron einen positiven Effekt auf den Bezold-Jarisch-Reflex hat. Dies führt dazu, dass eine reduzierte Verabreichung von Vasopressoren möglich ist.

Im klinischen Alltag der Verfasserin besteht kein einheitliches Konzept bezüglich der Vasopressortherapie. Obwohl die hier vorgestellten Studien besagen, dass Noradrenalin diverse Benefits im Vergleich zu Phenylephrin bietet, wird dennoch Phenylephrin als Bolus verabreicht. Je nach ärztlicher Leitung und deren Einstellung gegenüber der Vasopressortherapie kommen in der Klinik der Verfasserin Noradrenalinperfusoren im geburtshilflichen Setting immer mehr zum Einsatz. Es erfolgte auch ein Austausch der Verfasserin mit der ärztlichen Leitung der Frauenklinik in Bezug auf die Studie von Bhiwal et al. Gemäss der Fachliteratur und der Handhabung der ärztlichen Leitung ist die Verabreichung von Ondansetron kontraindiziert, da dieses eine hohe Plazentapassage aufweist und den Fetus gefährden kann.

3.4 Schlussfolgerung und Konsequenzen- Fabienne Buri

Durch die vertiefte Literaturrecherche zu den physiologischen Veränderungen der Schwangerschaft und zum hämodynamischen Managements während einer Sectio caesarea resultieren für die Autorin folgende pflegetherapeutische Massnahmen und Empfehlungen. Ähnlich wie die vielfältigen physiologischen Veränderungen während der Schwangerschaft ist auch die therapeutische Vorgehensweise vielschichtig und bislang nicht immer auf dem neusten wissenschaftlichen Stand. Die Autorin erlebt die Anwendung von Vasopressoren in der praktischen klinischen Versorgung als ein kontroverses Thema, wobei auch die hier vorgestellten aktuellen Studien mehrheitlich keine eindeutigen Ergebnisse liefern. Aus Sicht der Autorin wird Noradrenalin als vorteilhaft bewertet, muss jedoch an die klinischen Situationen adaptiert werden. Nur im Falle einer Zwillingschwangerschaft könnte Phenylephrin als vorteilhaft bewertet werden. Neben den Vasopressoren sieht die Autorin auch das Pre- und Coloadung als nicht abschliessend erforscht. Die beschriebene Studie von Chen et al. vergleicht Kristalloide und Kolloid, im klinischen Alltag werden Kolloide nur noch selten angewendet aufgrund der verschiedenen Nachteile. Die Linksseitenlage ist nach wie vor weit verbreitet und wird in vielen klinischen Kontexten als Standardposition bei der Sectio caesarea unter Spinalanästhesie empfohlen. Dabei zeigt die aktuelle Datenlage keinen signifikanten Vorteil dieser Position. Die hier vorgestellten Studien konnten keine eindeutigen, positiven Auswirkungen der linksseitigen Lage auf die Hämodynamik oder das fetale Outcome nachweisen. Daher schliesst die Autorin, dass eine individuelle Anpassung der Geburtsposition erforderlich ist, die situativ evaluiert werden sollte. Insbesondere bei betroffenen Frauen, die bereits Erfahrung mit dem Vena-cava-Kompressionssyndrom aus der Schwangerschaft haben, ist es sinnvoll, sie in eine für sie angenehme Position zu bringen. Viele Betroffene sind in der Lage, die für sie optimale Position zu benennen, in der sie keine Symptome verspüren. Für die Autorin ist fraglich, weshalb jede Frau in eine Linksseitenlage gelegt wird, obwohl nur 10% der Schwangeren klinisch relevante Symptome zeigen und diese Position für viele Frauen unangenehm ist und negative Auswirkungen auf die chirurgischen Bedingungen haben kann. Auch die technischen Hilfsmittel wie das ClearSight-System und die Anwendung von KI verfügen über grosse Ressourcen, um die Sicherheit während einer Sectio caesarea zu steigern und menschliche Faktoren als Fehlerquelle zu reduzieren. Die Sicherheit der Schwangeren wird durch die rasche Identifizierung der Veränderungen der Vitalzeichen gesteigert und die Autorin ist überzeugt, dass sich das Outcome von Frau und Kind verbessert.

Durch die vertiefte Auseinandersetzung mit der analysierten Fachliteratur konnte das physiologische und therapeutische Wissen der Autorin massgeblich erweitert werden. Dies führt zu einer deutlichen Steigerung der Handlungskompetenz im Rahmen einer Sectio caesarea sowie zu einer erhöhten Sicherheit bei der Auswahl der optimalen Therapieansätze. Eine Sectio caesarea kann sehr unterschiedlich verlaufen und muss individuell behandelt werden. Die physiologischen Veränderungen der Schwangerschaft können unterschiedlich ausgeprägt sein und folglich bedeutet dies eine adaptive Behandlung jeder einzelnen Schwangeren. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass kein standardisiertes Vorgehen für die hämodynamische Behandlung während einer Sectio caesarea existiert, da jede klinische Situation eine individuelle Einschätzung erfordert. Aus diesem Grund wurde das Erstellen einer Pocketcard als entbehrlich angesehen. Diese Diplomarbeit liefert keine abschliessenden Ergebnisse, sondern gibt der Autorin praxisorientierte Handlungskompetenz bezüglich Behandlung der Hämodynamik während der Sectio caesarea.

3.5 Schlussfolgerung und Konsequenzen- Felicia Hintermeister

Die intensive Auseinandersetzung mit der analysierten Fachliteratur zum hämodynamischen Management unter Sectio caesarea verdeutlichte der Autorin eindrucksvoll, wie theoretische Grundlagen und praxisorientierte Erkenntnisse wirkungsvoll zusammengeführt werden können, um eine optimierte Patientenversorgung zu gewährleisten. Durch eine vertiefte und systematische Analyse der Studien erlangte die Autorin fundierte Kenntnisse über die anatomischen und physiologischen Veränderungen während der Schwangerschaft sowie die daraus abzuleitenden pflegetherapeutischen Interventionen. Die Autorin erkennt, dass ein fundiertes Verständnis der hämodynamischen Instabilität und ihrer pathophysiologischen Prozesse wesentlich ist, um die klinische Situation der Mutter präzise zu beurteilen und die fetale Perfusion sicherzustellen. Die in der Fachliteratur empfohlenen Massnahmen zum hämodynamischen Management im Rahmen einer Sectio caesarea sind vielfältig und zeigen heterogene Ansätze. Dies lässt den Rückschluss zu, dass die Thematik zwar breit erforscht wurde, jedoch keine allgemein gültige Standardisierung vorliegt.

Die Bedeutung der Applikationsmethode von Vasopressoren im hämodynamischen Management wird in der hier diskutierten Literatur als zentral hervorgehoben. Noradrenalin und Phenylephrin weisen ein vergleichbares pharmakologisches Wirkprofil auf, wobei Noradrenalin bei Risikopatientinnen aufgrund seiner beta-adrenergen Effekte potenziell leichte Vorteile bieten kann. Allerdings bleibt ungeklärt, ab welchen Dosierungen diese positiv-inotropen Effekte eintreten, was darauf hindeutet, dass ein therapeutischer Nutzen bei niedrigeren Dosierungen möglicherweise ausbleibt. Aus Sicht der Autorin hebt sich hierbei

vielmehr die Applikationsform, mit möglichem Vorteil der kontinuierlichen Verabreichung gegenüber der Bolusgabe, hervor.

Die kontinuierliche Verabreichung dieser beiden Wirkstoffe mittels Perfusor könnte die hämodynamische Stabilität verbessern und intraoperative Schwankungen reduzieren. Diese Erkenntnis führt bei der Autorin zum Bewusstsein, bestehende Routinen kritisch zu hinterfragen und evidenzbasierte Anpassungen vorzuschlagen. Konkret plant die Autorin, dieses Thema und ihre erworbene Expertise im Rahmen von Fortbildungen oder Teamgesprächen einzubringen.

Ein Aspekt, der aufgrund der thematischen Eingrenzung nicht näher untersucht wurde, ist der vergleichsweise hohe Katecholaminbedarf bei Patientinnen während einer Sectio caesarea. Dies unterscheidet sich von anderen Patientengruppen, welche gemäss klinischer Erfahrung der Autorin unter Spinalanästhesie häufig gänzlich ohne Vasopressoren auskommen. Diese Beobachtung blieb im Rahmen der Arbeit ungeklärt und offenbarte sich erst im Zuge der abschliessenden Reflexion als persönliche Erkenntnis. Vor diesem Hintergrund möchte die Autorin die ungeklärte Frage durch eine weitere Literaturanalyse und den Austausch mit Fachexperten klären.

Die Auseinandersetzung mit der Thematik sensibilisierte die Autorin dafür, dass konventionelle Monitoring-Systeme eine Hypotonie oft verzögert erfassen, während Patientinnen ihr subjektives Befinden oft früher äussern, was die Bedeutung des kontinuierlichen verbalen Austauschs hervorhebt. Diese Erkenntnisse möchte die Autorin in die Praxis einbringen, indem sie innovative Monitoring-Technologien wie das ClearSight-System sowie den möglichen Einsatz von gezielter KI unterstützt. Ihr Ziel ist es, deren Potenzial im Team zur Diskussion zu stellen und wissenschaftliche Entwicklungen in diesem Bereich zu fördern. Insbesondere in der geburtshilflichen Anästhesie, einem Bereich ohne standardisiertes erweitertes Monitoring, eröffnen solche Systeme neue Möglichkeiten und bieten Ansätze, die Behandlungsqualität nachhaltig zu optimieren.

Eine weitere relevante Erkenntnis betrifft die Lagerung der Patientinnen während des Eingriffs. Die Linksseitenneigung, die häufig zur Entlastung der Vena cava empfohlen wird, zeigt zwar nur bei wenigen Patientinnen einen messbaren klinischen Nutzen, kann jedoch für diese spezifische Gruppe eine erhebliche Wirkung entfalten. Die Literatur-Analyse unterstreicht, dass nicht der genaue Neigungswinkel entscheidend ist, sondern vielmehr die effektive Entlastung des venösen Rückflusses. Ein adäquater Volumenstatus erweist sich hierbei als essenzieller Faktor. Angesichts dessen erscheint der Autorin eine standardisierte Durchführung der Linksseitenlage sinnvoll, um potenziell betroffene Patientinnen systematisch zu berücksichtigen. Gleichzeitig ist es von Bedeutung, die Massnahme flexibel an die

individuellen Bedürfnisse der Patientinnen anzupassen, um eine optimale hämodynamische Stabilität zu gewährleisten.

Die vorliegende Arbeit zeigt auf, dass eine Kombination präventiver und therapeutischer Ansätze, einschliesslich moderner Monitoring-Technologien und evidenzbasierter pharmakologischer Interventionen, entscheidend ist, um hämodynamische Schwankungen effektiv zu kontrollieren. Die hier vorgelegte Analyse unterstreicht zudem die Notwendigkeit eines individualisierten Vorgehens, um den spezifischen Bedürfnissen der Patientinnen gerecht zu werden und die fetale Perfusion zu sichern. Zukünftig wird die Autorin die institutionellen Entwicklungen in diesem Bereich aufmerksam verfolgen und das gewonnene Wissen in der geburtshilflichen sowie allgemeinen Anästhesie praxisorientiert einsetzen.

3.6 Schlussfolgerung und Konsequenzen- Nina Kronenberg

Die Verfasserin konnte durch eine vertiefte Auseinandersetzung mit der Fachliteratur ihr Wissen über die anatomischen und physiologischen Veränderungen während der Schwangerschaft signifikant erweitern. Die hier diskutierten Publikationen zeigen eindrucksvoll die grosse Variabilität pflegetherapeutischer Massnahmen auf und verdeutlichen, dass aufgrund dieses breiten Spektrums kein einheitliches Konzept entwickelt werden kann. Dies zeigt sich beispielsweise im Umgang mit der Vasopressorentherapie. Lediglich bei der Sectio caesarea zeigt sich bei der Zwillingsgeburt Phenylephrin als geeigneter Vasopressor. In der klinischen Praxis der Autorin zeigt sich, dass die Meinungen trotz oder wegen der aktuellen Datenlage unterschiedlich sind. Die vertiefte Auseinandersetzung mit der Fachliteratur lässt laut der Autorin viel Potenzial für eine optimale hämodynamische Situation während einer Sectio caesarea mittels Noradrenalin erkennen. Neben der Reduktion der Bradykardie-Inzidenz trägt Noradrenalin zu einer verbesserten hämodynamischen Stabilität bei. Zudem wird durch Noradrenalin eine Optimierung des pH-Werts der Nabelschnurarterie erreicht, was aus der Perspektive der Autorin einen entscheidenden Beitrag zum optimalen Ergebnis für Mutter und Kind leistet. Die Autorin strebt eine Sensibilisierung der klinisch tätigen Mitarbeitenden im Hinblick auf die Vasopressorentherapie sowie eine Unterstützung des Umgangs mit dem Perfusor an.

Des Weiteren wurde seitens der Verfasserin die Uneinigkeit in der wissenschaftlichen Literatur bezüglich des Neigungswinkels der Linksseitenlagerung sowie dessen Effektivität als bemerkenswert empfunden. Im Hinblick auf den prädiktiven Nutzen zur Überprüfung des aortokavalen Kompressionssyndroms befragt die Verfasserin die Patientinnen bereits im Vorfeld nach dem Wohlbefinden in Rückenlage. Aufgrund der bestehenden Diskrepanz in dieser Thematik ist es aus der Perspektive der Autorin essenziell, im beruflichen Alltag auf die

individuellen Bedürfnisse und das Wohlbefinden der Patientinnen einzugehen und den Neigungswinkel entsprechend anzupassen. Trotz der langjährigen Anwendung dieser Massnahme ist es aus der Perspektive der Autorin unerlässlich, dass diese weiterhin zum Standard nach Anlage der Spinalanästhesie gehört, um die hämodynamische Situation bestmöglich zu unterstützen.

Die Verfasserin kommt zu dem Schluss, dass im Umgang mit Massnahmen wie der Kompression der Beine durchaus Potenzial besteht. Neben der Steigerung des systemvaskulären Widerstands trägt die Kompression der Beine massgeblich zur Thromboseprophylaxe bei. Innovative Messmethoden wie das ClearSight-System bieten in diesem Zusammenhang eine zuverlässige Möglichkeit, die mütterliche Hämodynamik präzise zu überwachen und präventive Massnahmen einzuleiten. Die Verfasserin beabsichtigt, diese Methode in ihr Anästhesiekonzept zu integrieren, um die Sicherheit von Mutter und Kind weiter zu erhöhen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das medizinische Fachgebiet über ein breites Spektrum an Möglichkeiten verfügt, um den Ausgangszustand zu verbessern. Die vorliegende Arbeit leistet einen signifikanten Beitrag zur Vertiefung des Wissens in diesem Bereich und trägt zur Optimierung der zukünftigen Behandlungsmöglichkeiten bei.

3.7 Überprüfung der Fragestellung und Zielsetzung

Das Themenfeld wurde durch die bestehenden Unsicherheiten im anästhesiologischen Management sowie das wissenschaftliche Interesse an einer fundierten und vertieften Auseinandersetzung mit diesem relevanten Aspekt gewählt. In diesem Zusammenhang überprüfen die Autorinnen im folgenden Abschnitt die Fragestellung sowie Zielsetzungen, um deren Eignung im Kontext der Thematik zu beurteilen.

Welche pflegetherapeutischen und medikamentösen Massnahmen können durch die Expertin Anästhesiepflege NDS HF bei einer Frau während einer Sectio caesarea in Spinalanästhesie zur Aufrechterhaltung des fetalen Kreislaufs ergriffen werden?

Die beschriebene Fragestellung konnte von den Autorinnen weitgehend beantwortet werden. Es zeigte sich, dass Massnahmen wie gezielte Lagerungsstrategien, adäquates Volumenmanagement und der differenzierte Einsatz von Vasopressoren zentral für die Stabilisierung des fetalen Kreislaufs sind. Gleichzeitig wird in der hier vorgestellten Literatur keine einheitliche Behandlungsstrategie empfohlen, vielmehr wird von spezifischen Interventionen aufgrund ihrer potenziellen Ineffektivität oder nachteiligen Auswirkungen

abgeraten. Die individuelle Anpassung an die spezifische klinische Situation bleibt essenziell, um optimale hämodynamische Bedingungen sicherzustellen.

Im Zuge der theoriebasierten Auseinandersetzung wurde das breite Spektrum der Thematik deutlich erkennbar, was eine Anpassung und Konkretisierung der Zielsetzungen im weiteren Verlauf erforderlich machte.

Die Autorinnen stellen die physiologischen Veränderungen in der Schwangerschaft und deren Auswirkungen auf die Anästhesieführung systematisch dar und erläutern diese in einem wissenschaftlichen Kontext.

Die anästhesierelevanten Prozesse und Veränderungen konnten im Kontext der geburtshilflichen Anästhesie untersucht und analysiert werden. Hierfür wurden gezielt ausgewählte wissenschaftliche Werke berücksichtigt, um die für dieses spezifische Setting relevanten Erkenntnisse fundiert zu erarbeiten. Dieses Ziel konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit umfassend und zufriedenstellend behandelt werden.

Die Autorinnen analysieren die hämodynamischen Veränderungen und die damit verbundenen Risiken bei einer Spinalanästhesie im Rahmen einer Sectio caesarea.

Durch die Auseinandersetzung mit der Plazentaanatomie und -physiologie konnten die zentralen Herausforderungen präzise erarbeitet werden. Insbesondere das Fehlen einer eigenständigen Autoregulation der Plazenta sowie die daraus resultierende vollständige Abhängigkeit des Fetus von der hämodynamischen Stabilität der Mutter wurde umfassend analysiert und die Risiken sichtbar gemacht.

Die Autorinnen untersuchen die Pharmakokinetik der Vasopressoren zur hämodynamischen Stabilisierung bei einer Sectio caesarea und hinterfragen deren Einsatz kritisch.

Dieses Themenfeld erweist sich als umfangreich erforscht, bleibt jedoch zugleich kontrovers und vielschichtig. Die spezifischen Eigenschaften der einzelnen Vasopressoren hinsichtlich ihrer Pharmakokinetik wurden eingehend untersucht und Studienergebnisse systematisch miteinander verglichen. Trotz der durchaus kontroversen wissenschaftlichen Erkenntnissen konnte in den Schlussfolgerungen eine reflektierte Betrachtung und Orientierung für zukünftige klinische Entscheidungen formuliert werden.

Die Autorinnen vergleichen präventive und weiterführende Strategien zur Stabilisierung der Hämodynamik bei einer Spinalanästhesie im Rahmen einer Sectio caesarea.

Im Rahmen der Literaturanalyse wurden verschiedene präventive Strategien wie das Coloadung sowie weiterführende Massnahmen, darunter die gezielte Anwendung relevanter Uterotonika, behandelt. Dabei lag der Schwerpunkt auf Massnahmen, die in der Praxis besonders anwendbar und relevant sind. Dennoch bleibt anzunehmen, dass dieses komplexe Themenfeld weitere Behandlungsansätze umfasst, die in der vorliegenden Arbeit nicht weiterverfolgt wurden.

Die Autorinnen erstellen eine Pocket Card mit anästhesierelevanten Themen zur Stabilisierung der Hämodynamik.

Das Vorhaben, eine Pocket Card mit anästhesierelevanten Themen zur Stabilisierung der Hämodynamik zu erstellen, wurde nicht weiterverfolgt. Nach Einschätzung der Autorinnen wäre der Nutzen eines solchen Instruments begrenzt, da die praktische Umsetzung eine präzise und individuell angepasste Berücksichtigung der spezifischen Bedürfnisse sowie der klinischen Gegebenheiten jeder einzelnen Patientin erfordert. Zudem stellt die Hämodynamik zwar einen zentralen und bedeutenden Bestandteil dar, repräsentiert jedoch lediglich einen Teilaspekt innerhalb der umfassenden und ganzheitlich ausgerichteten Patientenversorgung.

4 Literaturverzeichnis

- Becke, K., Jöhr, M. & Girard, T. (2019). Einleitung von nicht nüchternen Patienten am Beispiel von Schwangeren und Kindern. *AINS - Anästhesiologie · Intensivmedizin · Notfallmedizin · Schmerztherapie*, 54(10), 617–628. <https://doi.org/10.1055/a-0720-3936>
- Bhiwal, A. K., Chauhan, K., Choudhary, S., Bhatt, H. A. & Gupta, S. (2021). Intravenous ondansetron to prevent hypotension during cesarean section under spinal anaesthesia. *Journal Of Obstetric Anaesthesia And Critical Care*, 11(1), 15–19. https://doi.org/10.4103/joacc.joacc_61_20
- Bürkle H. (2015). Anästhesie bei der schwangeren Patientin. *Aktuelles Wissen für Anästhesisten*. Abgerufen am 04.01.2025 [Abbildung 3]. Abgerufen von: <https://www.ai-online.info/abstracts/pdf/dacAbstracts/2015/2015-01-RC101.1.pdf>
- Bundesamt für Statistik. (2024). Entbindungen und Kaiserschnitte in Spitälern nach Wohnregion. In *Statistik der Schweiz, BFS*. Veröffentlicht am 26.11.2024 <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/gesundheit/gesundheitswesen.asset.detail.33189765.html>
- Chen, Y., Xu, X., Qin, R., Guo, L. & Ni, X. (2023). Comparison of crystalloid and colloid co-load combined with norepinephrine prophylaxis on post-spinal anesthesia hypotension during cesarean delivery: a randomized sequential allocation dose-finding study. *Frontiers in Medicine*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1214598>
- Chen, Z., Zhou, J., Wan, L. & Huang, H. (2022). Norepinephrine versus phenylephrine infusion for preventing postspinal hypotension during cesarean section for twin pregnancy: a double-blinded randomized controlled clinical trial. *BMC Anesthesiology*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12871-022-01562-3>
- Cho, W. J., Cho, S. Y. & Lee, A. (2020). Systemic hemodynamic effects of norepinephrine versus phenylephrine in intermittent bolus doses during spinal anesthesia for cesarean

delivery. *Anesthesia And Pain Medicine*, 15(1), 53–60.

<https://doi.org/10.17085/apm.2020.15.1.53>

Compendium.ch. (o. D.-b). <https://compendium.ch/product/1466767-noradrenalin-sintetica-1-mg-1ml> Abgerufen am 28.12.2024

Compendium.ch. (o. D.-c). <https://compendium.ch/product/1373557-phenylephrin-hcl-bichsel-0-1-mg-ml> Abgerufen am 28.12.2024

Compendium.ch. (o. D.-d). <https://compendium.ch/product/1005258-ephedrin-sintetica-inj-los-50-mg-10ml-durchst> Abgerufen am 28.12.2024

Compendium.ch. (o. D.-g). <https://compendium.ch/product/1328938-pabal-inj-los-100-mcg-ml/mpro> Abgerufen am 27.10.2024

Compendium.ch. (o. D.-h). <https://compendium.ch/product/18906-syntocinon-inj-inf-prap-5-ie/mpro> Abgerufen am 27.10.2024

Compendium.ch. (o. D.-i). <https://compendium.ch/product/1004483-nalador-trockensub-0-5-mg/mpro> Abgerufen am 27.10.2024

Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, Österreichische Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe & Schweizerische Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe. (2022). Peripartale Blutungen, Diagnostik und Therapie. Leitlinie der DGGG, OEGGG und SGGG (S2k-Level, AWMF-Registernummer 015/063). Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften.

Elagamy, A. E., Kamaly, A. M., Shahin, M. I. & Saleh, M. (2021). Norepinephrine versus ephedrine for hypotension prophylaxis during cesarean section under spinal anesthesia. *Ain-Shams Journal Of Anaesthesiology*, 13(1).

<https://doi.org/10.1186/s42077-020-00124-4>

Frassanito, L., Sonnino, C., Piersanti, A., Zanfini, B. A., Catarci, S., Giuri, P. P., Scorzoni, M., Gonnella, G. L., Antonelli, M. & Draisci, G. (2021). Performance of the Hypotension Prediction Index With Noninvasive Arterial Pressure Waveforms in Awake Cesarean

Delivery Patients Under Spinal Anesthesia. *Anesthesia & Analgesia*.

<https://doi.org/10.1213/ane.00000000000005754>

Freepik (o. D). Schwangere Frau mit Herzschlagsymbol Kardiotokographie ctg Medizin Schwangerschaftszentrum Klinik Poster con. Abgerufen am 04.01.2025, [Titelbild]. Abgerufen von: https://de.freepik.com/vektoren-premium/schwangere-frau-mit-herzschlagsymbol-kardiotokographie-ctg-medizin-schwangerschaftszentrum-klinik-poster-con_38287450.htm

García, M. I. M., García-López, D., Gayat, É., Sander, M., Bramlage, P., Cerutti, E., Davies, S. J., Donati, A., Draisci, G., Frey, U. H., Noll, E., Ripollés-Melchor, J., Wulf, H. & Saugel, B. (2022). Hypotension Prediction Index Software to Prevent Intraoperative Hypotension during Major Non-Cardiac Surgery: Protocol for a European Multicenter Prospective Observational Registry (EU-HYPROTECT). *Journal Of Clinical Medicine*, 11(19), 55-85. <https://doi.org/10.3390/jcm11195585>

Gratz, I., Baruch, M., Takla, M., Seaman, J., Allen, I., McEniry, B. & Deal, E. (2020). The application of a neural network to predict hypotension and vasopressor requirements non-invasively in obstetric patients having spinal anesthesia for elective cesarean section (C/S). *BMC Anesthesiology*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12871-020-01015-9>

Hasanin, A., Amin, S., Refaat, S., Habib, S., Zayed, M., Abdelwahab, Y., Elsayad, M., Mostafa, M., Raafat, H., Elshall, A. & Fatah, S. A. E. (2019). Norepinephrine versus phenylephrine infusion for prophylaxis against post-spinal anaesthesia hypotension during elective caesarean delivery: A randomised controlled trial. *Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine*, 38(6), 601–607. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2019.03.005>

Hashimoto, D. A., Witkowski, E., Gao, L., Meireles, O. & Rosman, G. (2019). Artificial intelligence in anesthesiology. *Anesthesiology*, 132(2), 379–394. <https://doi.org/10.1097/aln.0000000000002960>

- Heck, M., Fresenius, M. & Busch, C. (2015). *Klinikmanual Anästhesie* (2.). E-Book. Springer. S. 281-284. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-55440-7>
- Kee, W. D. N., Lee, S. W., Ng, F. F. & Lee, A. (2020). Norepinephrine or phenylephrine during spinal anaesthesia for Caesarean delivery: a randomised double-blind pragmatic non-inferiority study of neonatal outcome. *British Journal Of Anaesthesia*, 125(4), 588–595. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.05.057>
- Kong, A. Y. H., Liu, N., Tan, H. S., Sia, A. T. H. & Sng, B. L. (2024). Artificial intelligence in obstetric anaesthesiology – The future of patient care? *International Journal Of Obstetric Anesthesia*, 61, 104-288. <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2024.104288>
- Kranke, P. (2018). Die geburtshilfliche Anästhesie. In *Springer eBooks*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-54375-7>
- Larsen, R., Fink, T. & Müller-Wolff, T. (2021). Larsens Anästhesie und Intensivmedizin für die Fachpflege. In *Springer eBooks*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-63127-0>
- Lawrensia, S. & Khan, Y. S. (2023). Vena-Cava-Syndrom. In *National Library Of Medicine*. StatPearls Publishing LLC.
- Lee, A. & Kee, W. N. (2019). Effects of Vasoactive Medications and Maternal Positioning During Cesarean Delivery on Maternal Hemodynamics and Neonatal Acid–Base Status. *Clinics in Perinatology*, 46(4), 765–783. <https://doi.org/10.1016/j.clp.2019.08.009>
- Massoth, C., Kranke, P. & Wenk, M. (2022). Der Mythos der 15°-Linksseitenlagerung zur Entlastung der Vena cava inferior. *AINS – Anästhesiologie · Intensivmedizin · Notfallmedizin · Schmerztherapie*, 57(11/12), 737–739. <https://doi.org/10.1055/a-1931-1546>
- Mändle, C. & Opitz-Kreuter, S. (2014). *Das Hebammenbuch: Lehrbuch der praktischen Geburtshilfe* (6. Aufl.). Schattauer
- Mercier, F. J., Soued, M., Morau, E. & Kee, W. D. N. (2019). Noradrenaline for haemodynamic control in obstetric anaesthesia: Is it now a suitable alternative to phenylephrine?

Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine, 38(6), 591–593.

<https://doi.org/10.1016/j.accpm.2019.10.006>

Misugi, T., Juri, T., Suehiro, K., Kitada, K., Kurihara, Y., Tahara, M., Hamuro, A., Nakano, A., Koyama, M., Mori, T. & Tachibana, D. (2022). Non-invasive continuous blood pressure monitoring using the ClearSight system for pregnant women at high risks of post-partum hemorrhage: comparison with invasive blood pressure monitoring during cesarean section. *Obstetrics & Gynecology Science*, 65(4), 325–334.

<https://doi.org/10.5468/ogs.22063>

Neef, V., Wenk, M. & Kranke, P. (2023). Geburtshilfliche Anästhesie. *AINS – Anästhesiologie · Intensivmedizin · Notfallmedizin · Schmerztherapie*, 570–582.

<https://doi.org/10.1055/a-2043-4329>

Ring, L., Landau, R. & Delgado, C. (2021). The Current Role of General Anesthesia for Cesarean Delivery [Die aktuelle Rolle der Allgemeinanästhesie bei Kaiserschnittentbindungen]. *Current Anesthesiology Reports*, 18–27.

<https://doi.org/10.1007/s40140-021-00437-6>

Rossaint, R., Werner, C. & Zwissler, B. (2017). *Die Anästhesiologie* (4. Aufl.). Springer. S. 1393-1395.

Shafeinia, A., Ghaed, M. A. & Nikoubakht, N. (2020). The Effect of Phenylephrine Infusion on Maternal Hemodynamic Changes During Spinal Anesthesia for Cesarean Delivery.

Anesthesiology And Pain Medicine, 10(1). <https://doi.org/10.5812/aapm.99094>

Skibbe, X. & Löseke, A. (2021). *Gynäkologie und Geburtshilfe für die Pflege* (4. Aufl.)

<https://doi.org/10.1055/b000000112>

Söding, P. & Tzabazis, A. (2023). *Klinikleitfaden Anästhesie* (10.). Elsevier

Sonnino, C., Frassanito, L., Piersanti, A., Giuri, P. P., Zanfini, B. A., Catarci, S. & Draisci, G.

(2022). Impact of maternal lateral tilt on cardiac output during caesarean section under spinal anaesthesia: a prospective observational study. *BMC Anesthesiology*, 22, 103.

<https://doi.org/10.1186/s12871-022-01640-6>

Stanford medicine (o. D). Fetus in Utero. Abgerufen am 04.01.2025, [Abbildung 1].

Abgerufen von: <https://www.stanfordchildrens.org/en/topic/default?id=anatomy-fetus-in-utero-85-P01189>

Van Dyk, D., Dyer, R. A. & Bishop, D. G. (2022). Spinal hypotension in obstetrics: Context-sensitive prevention and management. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology* (Bd. 36, S. 69–82). <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2022.04.001>

Weber, S. (2020). BASICS. Gynäkologie und Geburtshilfe (7. Aufl.). Elsevier GmbH.

Yang, S., Lin, Y., Lee, C., Cheng, Y., Chen, Y., Chiu, H. & Wu, C. (2021). Implications of Continuous Noninvasive Finger Cuff Arterial Pressure Device Use during Cesarean Delivery for Goal-Directed Fluid Therapy Preload Optimization: A Randomized Controlled Trial. *BioMed Research International*, 2021, 1–10.
<https://doi.org/10.1155/2021/6685584>

You, J., Li, M., Fan, W., Li, T. & Wang, J. (2022). Effect of different position on inferior vena cava dimensions and its influence on hemodynamics during cesarean section under combined spinal-epidural anesthesia. A randomized controlled trial. *Journal Of Obstetrics And Gynaecology Research*, 48(12), 3103–3110.
<https://doi.org/10.1111/jog.15420>

Young, B., Onwochei, D. & Desai, N. (2020). Conventional landmark palpation vs. preprocedural ultrasound for neuraxial analgesia and anaesthesia in obstetrics – a systematic review and meta-analysis with trial sequential analyses. *Anaesthesia*, 76(6), 818–831. <https://doi.org/10.1111/anae.15255>

Yu, C., Gu, J., Liao, Z. & Feng, S. (2021). Prediction of spinal anesthesia-induced hypotension during elective cesarean section: a systematic review of prospective observational studies. *International Journal Of Obstetric Anesthesia*, 47, 103-175.
<https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2021.103175>

5 Anhang

Selbstständigkeitserklärung



**Berner
Bildungszentrum Pflege**

Anhang 2

Selbstständigkeitserklärung

Name/n der Studierenden/des Studierenden:

Kronenberg Nina

Hintermeister Felicia

Buri Fabienne

Hiermit erklären wir, dass die vorliegende Diplomarbeit (Titel):

Hämodynamisches Management unter Sectio caesarea

von uns selbstständig erarbeitet wurde. Alle Teile, die wörtlich oder sinngemäss aus Quellen übernommen wurden, haben wir als solche gekennzeichnet.

Ort: Bern

Datum:

6.1.25

Unterschrift/en:

F. Hintermeister

F. Buri

N. Kronenberg

Vereinbarung zum Urheberrecht an der Diplomarbeit



**Berner
Bildungszentrum Pflege**

Anhang 3

Vereinbarung zum Urheberrecht an der Diplomarbeit

Zwischen

Name/n der Studierenden/des Studierenden:

Hintermeister Felicia

Kronenberg Nina

Buri Fabienne

und dem Berner Bildungszentrum Pflege, Nachdiplomstudium HF Anästhesiepflege, Intensivpflege und Notfallpflege (NDS HF AIN)

Titel der Diplomarbeit

Hämodynamisches Management unter Sectio caesarea

Rechte und Pflichten:

Die Diplomarbeit der Studierenden ist ein urheberrechtlich geschütztes Werk. Das Verfügungsrecht über die Diplomarbeit kann jedoch erst nach Genehmigung der Arbeit durch den Bildungsanbieter (NDS HF AIN) ausgeübt werden.

Die Studierenden sind verpflichtet, ein gebundenes sowie eine PDF-Version der Diplomarbeit dem Bildungsanbieter (NDS HF AIN) zur internen Nutzung im Unterricht und der Bibliothek zur Verfügung zu stellen. Damit gilt das Werk als veröffentlicht.



Nutzung und Verwertung durch die Studierenden:

- Das Urheberrecht ist bei den Studierenden.
- Nutzungs- und Verwertungsrecht¹: Das Nutzungs- und Verwertungsrecht kann nur nach Rücksprache mit dem NDS HF AIN ausgeübt werden. Das NDS HF AIN muss über eine Nutzung, welche über den Gebrauch der Klinik hinausgeht, informiert werden und seine Zustimmung erteilen.
- Bei der Weiterverwendung der Diplomarbeit (z. B. auch in Leitlinien, Zusammenfassungen und Artikeln auf Papier und elektronisch) muss der Name und Ort der Weiterbildungsinstitution immer angegeben werden.

Bern: Berner Bildungszentrum Pflege, NDS HF AIN

Ort, Datum: Bern, 06.01.2025

Unterschriften:

F. Hintermeister

F. Buri

N. Kronenberg

¹ Die Nutzung und Verwertung kann von einem Urheber abgetreten werden.