

Diplomarbeit

**LITERATURÜBERSICHT ZU DEN
ANÄSTHESIEFORMEN IN DER OPERATIVEN
TRAUMATOLOGISCHEN VERSORGUNG VON
HÜFTNAHEN FRAKTUREN**

eingereicht von

Daniela Otto

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin

unter der Anleitung von

PD, Dr. med. univ. et scient. med. Helmar Bornemann-Cimenti

Dr. med. Gregor Alexander Schittek

Graz, 06.09.2021

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 06.09.2021

Daniela Otto eh.

Danksagungen

An erster Stelle möchte ich ein Dankeschön an PD Dr. med. univ. et scient. med. Helmar Bornemann-Cimenti, MSc, für die Erstellung und fachliche Unterstützung dieser Arbeit richten. Ein weiteres großes Dankeschön gilt Dr. med. Gregor Schitteck, welcher mir jederzeit mit schneller, kompetenter Kommunikation und Hilfe zur Seite stand. Durch diese gute Betreuung konnte ich im Zuge dieser Diplomarbeit Erfahrungen für das wissenschaftliche Arbeiten sammeln und hatte die Möglichkeit am AIC 2019 teilzunehmen und zu präsentieren.

Ich möchte mich vor allem auch bei meinen Eltern und meiner Schwester für die Unterstützung bedanken, auf welche ich bisher nicht nur während des Studiums, sondern mein ganzes Leben vertrauen durfte und welche mir vor allem in den letzten Jahren eine große Stütze waren.

Ein großes Dankeschön geht auch an meinen Partner, der die letzten Jahre immer hinter mir stand und nicht nur die Erfolge, sondern auch die schwierigen Momente mit mir teilte und natürlich für die akribische Korrekturarbeit.

Einen ganz besonderen Beitrag zu meiner Studienzeit haben meine Freunde und Studienkollegen geleistet. Denen möchte ich für die schöne, durchaus emotionale gemeinsame Zeit danken.

Inhaltsverzeichnis

Danksagungen	III
Inhaltsverzeichnis.....	IV
Glossar und Abkürzungen.....	VI
Abbildungsverzeichnis.....	VII
Tabellenverzeichnis.....	VIII
Zusammenfassung.....	IX
Abstract	X
1 Einleitung	1
1.1 Hüftnahe Frakturen	2
1.2 Geriatrische Patient*innen	3
1.2.1 Physiologische Veränderungen im Alter	4
1.2.2 Risikofaktoren.....	6
1.3 Anästhesieformen	7
1.3.1 Allgemeinanästhesie	7
1.3.1.1 Intravenöse Anästhetika.....	7
1.3.1.2 Inhalative Anästhetika	10
1.3.2 Regionalanästhesie.....	12
1.3.2.1 Zentrale Leitungsanästhesie	12
1.3.2.2 Periphere Leitungsanästhesie.....	14
2 Material und Methoden	17
2.1 Informationsquellen.....	17
2.2 Auswahlkriterien.....	17
2.3 Suche.....	18
2.4 Kategorisierungsprozess	19
3 Ergebnisse	21

3.1	Auswahl der Studien	21
3.2	Studienmerkmale	23
3.3	Ergebnisse der einzelnen Studien	25
3.4	Sekundäre Endpunkte	34
4	Diskussion	37
4.1	Delir und neurologische Komplikationen.....	38
4.2	Hämodynamik	39
4.3	Mortalität	41
4.4	Sekundäre Endpunkte	41
5	Conclusio	42
	Literaturverzeichnis	XI

Glossar und Abkürzungen

CPNB	Plexus Lumbosacralis Block
CSE	Kombinierte Spinal- und Epiduralanästhesie
DXA	Dual-Röntgen-Absorptiometrie
ET	Endotracheale Intubation
GA	Allgemeinanästhesie
GFR	Glomeruläre Filtrationsrate
HT	Hypertonie
LMA	Larynxmaske
LPSB	Plexus Lumbalis und Nervus Ischiadicus Block
ORIF	Open Fracture and Internal Fixation
PDA	Periduralanästhesie
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
PONV	Postoperative Übelkeit und Erbrechen
RA	Regionalanästhesie
SA	Spinalanästhesie
TIVA	Total intravenöse Anästhesie

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Frakturlokalisierung des proximalen Femurs.....	2
Abbildung 2: PRISMA Flussdiagramm	20
Abbildung 3: Publikationsdatum der inkludierten Studien	21
Abbildung 4: Verteilung primäre Endpunkte.....	23
Abbildung 5: Häufigkeiten der Untersuchungsschwerpunkte Studien.....	24
Abbildung 6 und Abbildung 7: Delir bei unterschiedlicher Sedierungstiefe	26
Abbildung 8: Auftreten einer Hypotonie bei GA und SA.....	29
Abbildung 9 und Abbildung 10: Hypotonie bei unterschiedlichen Dosierungen....	31
Abbildung 11: Prozentuales Auftreten der 1-Jahres Mortalität bei erhöhtem Charlson-Komorbiditäts-Index.....	33

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht aller inkludierten Studien	22
Tabelle 2: postoperatives Delir.....	25
Tabelle 3: Hypotonie	27
Tabelle 4: 1-Jahres Mortalität und 30-Tage Mortalität.....	32
Tabelle 5: Anzahl an Behandlungen auf der Intensivstation	34
Tabelle 6: Operationsdauer.....	35
Tabelle 7: Aufenthaltsdauer im Krankenhaus	36

Zusammenfassung

Einleitung

Hüftnahe Frakturen sind Verletzungen mit weltweit zunehmender Inzidenz, insbesondere bei fortgeschrittenem Alter. Bei der angewandten Anästhesieform in der operativen traumatologischen Versorgung gibt es verschiedene Optionen. Da es aktuell keinen Goldstandard gibt, hat diese Diplomarbeit das Ziel die aktuell verfügbare Literatur zu diesem Thema zu untersuchen, die Vor- und Nachteile der jeweils angewandten Verfahren zu erfassen und in Relation zu setzen.

Methoden

Für diese Übersichtsarbeit wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Publikationen wurden in die Auswertung eingeschlossen, wenn sie die zuvor definierten Einschlusskriterien erfüllten. Die benötigten Daten der letzten 20 Jahre wurden mittels Titel-, Abstract- und Volltextscreening extrahiert, verglichen, interpretiert und diskutiert.

Ergebnisse

Es wurden 285 Treffer in der Datenbank von PubMed gefunden. Davon konnten 18 für die Arbeit herangezogen werden. Aus diesen ging hervor, dass eine intraoperative Hypotonie bei Spinalanästhesie seltener auftrat als bei Allgemeinanästhesie (20% versus 60%). Auch bei peripherer Leitungsanästhesie trat eine Hypotonie signifikant seltener auf als bei Allgemeinanästhesie (3,2% versus 84%). Außerdem zeigte sich, dass sich das Auftreten eines Delirs bei niedrigerer Sedierungstiefe unter Spinalanästhesie um die Hälfte reduzierte (19% versus 40%). Hinsichtlich einer Reduzierung der Mortalität war kein Verfahren überlegen.

Schlussfolgerung

Unterschiedliche anästhesiologische Verfahren, Sedierungstiefen und Dosierungen können intra- und postoperative Komplikationen beeinflussen. Regionalanästhesiologische Verfahren mit niedriger Dosierung und Sedierungstiefe die besten Ergebnisse. Zusätzlich spielen weitere Faktoren eine wichtige Rolle für intra- und postoperative Komplikationen. Diese stellen somit ein komplexes Geschehen dar und das anästhesiologische Verfahren ist folglich nicht das alleinige Ausschlagkriterium.

Abstract

Background

Close to hip fractures are serious injuries with an increasing incidence worldwide, especially in advanced age. There are various options for the anaesthetic techniques used in surgical traumatological care. As there is currently no gold standard, the aim of this diploma thesis is to examine the currently available literature on this topic and to compare the advantages and disadvantages of the procedures used.

Methods

A systematic literature search was conducted for this review. Publications were included in the evaluation if they fulfilled the previously defined inclusion criteria. The required data from the last 20 years were extracted, compared, interpreted and discussed by means of title, abstract and full text screening.

Results

285 hits were found in the PubMed database. Of these, 18 could be used for the diploma thesis. These showed that intra-operative hypotension occurred less frequently with spinal anaesthesia than with general anaesthesia (20% versus 60%). Hypotension also occurred significantly less frequently with peripheral conduction anaesthesia than with general anaesthesia (3.2% versus 84%). Furthermore the occurrence of delirium was found to be reduced by half with lower sedation depth under spinal anaesthesia (19% versus 40%). With regard to a reduction in mortality, no procedure was superior.

Conclusion

Different anaesthesiological techniques, sedation depths and dosages can influence intraoperative and postoperative complications. Regional anaesthesiological procedures with low dosage and sedation depth showed the best results in view of these. In addition, other factors play an important role in intraoperative and postoperative complications. These are therefore complex events and the anaesthesiological procedure is therefore not the only decisive criterion.

1 Einleitung

Hüftnahe Frakturen sind schwere und komplikationsreiche Verletzungen, deren Inzidenz, insbesondere mit fortschreitendem Alter, weltweit zunimmt. Geriatrische Patient*innen bzw. Patient*innen mit erhöhtem Lebensalter leiden häufig an einer Vielzahl an Erkrankungen. Deren Körper reagiert mitunter unerwartet, überschießend oder zu wenig auf Erkrankungen und Verletzungen. Daher sollte diese Patient*innengruppe mit besonderer Aufmerksamkeit behandelt werden.

Bei der angewandten Anästhesieform in der operativen traumatologischen Versorgung können mehrere Optionen angewandt werden. Aus den verschiedenen anästhesiologischen Formen ergeben sich entsprechende Vor- und Nachteile sowie Theorien, warum das eine Verfahren dem anderen überlegen sein soll.

Die häufigste Form der angewandten Anästhesie bei der operativen Versorgung von hüftnahen Frakturen variiert von Land zu Land. Die Allgemeinanästhesie und neuroaxiale Verfahren, wie die Spinalanästhesie, stellen hierbei aber die zwei am häufigsten eingesetzten Verfahren dar (1).

Da es aktuell keinen Goldstandard gibt, ist das Ziel der Arbeit die aktuelle verfügbare Literatur zu diesem Thema heranzuziehen und die Vor- und Nachteile der jeweilig angewandten Verfahren zu erfassen und in Relation zu setzen. Das Ziel ist es eine Empfehlung zugunsten eines Verfahrens herauszuarbeiten.

Um dies zu erreichen, wurde in dieser Arbeit mit einer systematischen Literaturrecherche nach dem PRISMA Schema (2), siehe Abbildung 2, vorgegangen. Diese erfolgte mit mittels zuvor festgelegten Suchbegriffen und einem Ausschlussverfahren der klinischen Studien mittels Titel-, Abstract- und Volltextscreening. Anschließend wurden die Arbeiten extrahiert, interpretiert und diskutiert.

Um an die oben bereits thematisierten Gebiete heranzuführen, werden in den folgenden Kapiteln zunächst ein Überblick über hüftnahe Frakturen, geriatrische Patient*innen, insbesondere physiologische Prozesse im Alter und Risikofaktoren, sowie die aktuell unterschiedlich angewandten Anästhesieformen gegeben.

Auf die anschließende Präsentation der Resultate der Literaturrecherche folgt die Schlussfolgerung hinsichtlich eines geeigneten Verfahrens.

1.1 Hüftnahe Frakturen

Hüftnahe Frakturen sind schwere Verletzungen und ereignen sich pro Jahr weltweit über 1,6 Millionen Mal (3). Die Inzidenz ist steigend und wird schätzungsweise bis 2050 auf über 1 Millionen Fälle in Europa und weltweit auf über 6 Millionen Fälle pro Jahr ansteigen (4).

Mit dem Begriff hüftnahe Fraktur wird eine Fraktur des proximalen Femurs (des Oberschenkels) beschrieben (5). Diese kann nach ihrer anatomischen Lokalisation eingeteilt werden. Dabei können in Oberschenkelkopf-, Oberschenkelhals- (lateral und medial), pertrochantäre und subtrochantäre Frakturen unterschieden werden. Mediale Oberschenkelhalsfrakturen sind mit über 80% die häufigste Form einer proximalen Femurfraktur (6).

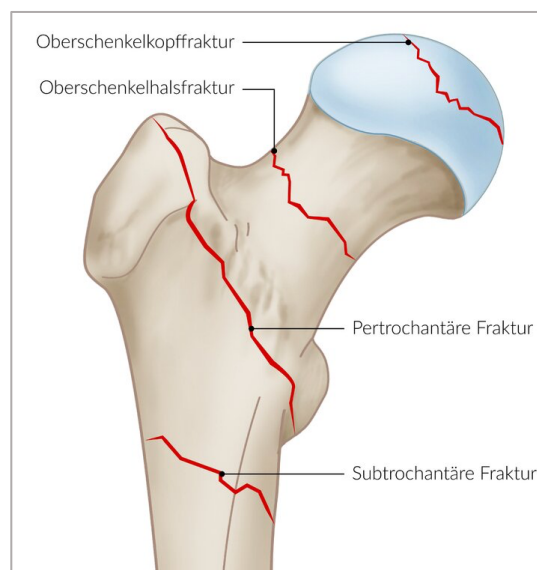


Abbildung 1: Frakturlokalisation des proximalen Femurs (7)

Das Auftreten von hüftnahen Frakturen steigt mit fortschreitendem Alter an. 90% der hüftnahen Frakturen werden bei älteren Patient*innen durch einen Sturz verursacht (5). Bei jüngeren Patient*innen sind im Gegensatz dazu Unfälle mit hoher Gewalteinwirkung ursächlich (6). Zusätzlich sind hüftnahe Frakturen bei geriatrischen Patient*innen mit Morbidität, mehreren zeitgleichen Erkrankungen, längere Erholungsdauer, erhöhter Mortalität und höheren Kosten verbunden. 25%

der Patient*innen versterben binnen 12 Monaten nach der Operation, wovon mehr Frauen als Männer betroffen sind (3). Grund dafür ist, dass Frauen häufiger an Osteoporose leiden. Jedoch sinkt die Geschlechterdifferenz, seit der Einführung von DXA im Jahr 1995, welches ein Verfahren zur Knochendichtemessung ist (5). Weitere Gründe der sinkenden Differenz sind ein vermehrtes Bewusstsein für die Zufuhr von Kalzium und Vitamin D, sowie die Weiterentwicklung der Osteoporosebehandlung (5).

Hüftnahe Frakturen stellen einen dringlichen Eingriff dar und sollten binnen 24-48 Stunden operiert werden (5).

Die zwei am häufigsten angewandten Formen der Anästhesie bei der operativen Versorgung von hüftnahen Frakturen stellen die Allgemeinanästhesie und neuroaxiale Verfahren, wie die Spinalanästhesie, dar. In Schweden werden über 80% der Eingriffe mit Spinalanästhesie durchgeführt (1).

1.2 Geriatrische Patient*innen

In den letzten Jahrzehnten ist neben der Weltbevölkerung auch der Anteil der älteren Population durch erhöhte Lebenserwartungen gestiegen, allgemein spricht man diesbezüglich vom demographischen Wandel. Die Zahl der geriatrischen Patient*innen, welche sich chirurgischen Eingriffen, wie insbesondere nach hüftnahen Frakturen unterziehen, hat daraus folgend ebenso zugenommen (8).

Gemäß der deutschen Gesellschaft für Geriatrie, werden geriatrische Patient*innen entweder durch Multimorbidität (das Auftreten mehrerer zeitgleichen Erkrankungen) und einem erhöhten Lebensalter ab in der Regel 70 Jahren oder einem erhöhten Lebensalter von über 80 Jahren, Vulnerabilität, altersentsprechende Funktionseinschränkungen und einer Verschlechterung des Selbsthilfestatus definiert (9). Das Alter allein stellt somit kein Kriterium für die Definition geriatrischer Patient*innen dar. Es gibt jedoch keine einheitliche Definition für die genaue Altersangabe. Im folgenden Textabschnitt wird detaillierter auf die physiologischen

Veränderungen und Risikofaktoren im Alter eingegangen.

1.2.1 Physiologische Veränderungen im Alter

Im Alter kommt es unter anderem zu einer Vielzahl an Veränderungen des Hormonhaushaltes, des kardiovaskulären Systems, des Nervensystems und der Sinnesorgane und weiteren Organen wie Lunge, Niere, dem Gastrointestinaltrakts und des Bewegungsapparates (10).

Hormonelle Veränderungen und Osteoporose

Eine wichtige Veränderung des Alters ist der Abfall der Östrogenkonzentration in der Menopause bei Frauen. Dies erhöht das Risiko für Osteoporose und Koronarsklerose (10). Ein Östrogenmangel ist zu 90% ursächlich für eine Osteoporose. Entsprechend sind Frauen häufiger von einer dieser Erkrankungen betroffen als Männer (11).

Der Ersatz von Östrogen durch die Zufuhr in Form von Medikamenten, einer Hormonersatztherapie, ist umstritten, da dies weitere Risiken, wie ein erhöhtes Brustkrebsrisiko, bewirken kann. Osteoporose bewirkt einen Mangel an Knochenmasse, was zu erhöhter Morbidität, Mortalität und Frakturraten beiträgt. Des Weiteren wird der Knochenmangel durch fehlende Belastung im Alter und Bettlägerigkeit begünstigt (11).

Bei Männern ist die Abnahme von Testosteron weniger stark ausgeprägt und bleibt länger konstant. Erst im hohen Alter, der Andropause, kommt es dadurch zu Anämie (Blutarmut) und Muskelschwäche (10).

Kardiovaskuläres System

Die maximale Herzfrequenz und das Herzzeitvolumen sinken mit zunehmendem Alter. Im Gefäßsystem treten vermehrt arteriosklerotische Erscheinungen auf, wodurch zum einen die Organe vermindert durchblutet werden und zum anderen das Risiko für koronare Herzerkrankungen und Schlaganfälle steigt (10).

Nervensystem und Sinnesorgane

Mit fortschreitendem Alter gehen Nervenzellen zugrunde, es bilden sich Plaques und fibrile Veränderungen aus und die Nervenleitgeschwindigkeit sinkt, da die Myelinisierung der Axone abnimmt (10). Folglich kommt es zu einem reduzierten Reaktionsvermögen und das Risiko für Demenzen und Alzheimer Erkrankungen steigt.

Bei den Sinnesorganen wie Augen und Ohren kommt es zu weiteren Einschränkungen. Die Linse kann eintrüben und zu einer Kataraktbildung führen (10). Zudem nimmt die Elastizität der Linse ab, wodurch das Sehvermögen reduziert wird und eine Presbyopie (Alterssichtigkeit) entsteht. Im Ohr kommt es zu einem Verlust der Haarzellen und folglich zur Presbyakusis (Altersschwerhörigkeit), wodurch hohe Frequenzen nicht mehr gehört werden können (10). Entsprechend der Veränderungen steigen auch das Risiko für Schwindel und erhöhter Sturzneigung (9).

Weitere Organe

Im Alter ist die Nierenfunktion eingeschränkt, da die glomeruläre Filtrationsrate (GFR) ab dem 40. Lebens um 10% pro weiterer Dekade abnimmt (12). Dies ist zum einen durch die abnehmende Anzahl an Nephronen bedingt, sowie durch eine verringerte Kreatinin-Clearance. Zudem nimmt die Fähigkeit, den Urin zu konzentrieren, ab. Dies trägt zu einer Dehydrierung, die häufig bei älteren Patient*innen zu beobachten ist, bei (10).

Die Leistungsfähigkeit der Leber nimmt im Alter ebenfalls ab. Durch reduzierte Funktion von Leber und Niere, kann es zu einer Akkumulation von Wirkstoffen bei Medikamenteneinnahme und folglich zu einer erhöhten Medikamentenempfindlichkeit mit vermehrt Neben- und Wechselwirkungen, insbesondere gegenüber Hypnotika und Opioiden, kommen (12). Daher ist es wichtig bei der Dosierung von Medikamenten darauf zu achten, dass das Alter berücksichtigt wird (10).

Am Bewegungsapparat lassen sich degenerative Veränderungen an Muskeln, Knochen und Gelenken feststellen, wodurch die Muskelkraft abnimmt, das Sturz-

und Frakturrisiko, insbesondere für hüftnahe Frakturen, steigt und eine Immobilität begünstigt wird (9).

Osteoporose und degenerative Veränderungen am Bewegungsapparat stellen die wichtigsten Gründe für ein erhöhtes Frakturrisiko im Alter dar.

1.2.2 Risikofaktoren

Geriatrische Patient*innen sind häufig von Multimorbidität, einer Vielzahl an gleichzeitigen Erkrankungen, betroffen und haben dadurch ein hohes Risiko für Sturz-, intra- und postoperative sowie anästhesiologische Komplikationen (13).

Das fortgeschrittene Alter der Patient*innen stellt einen der größten Risikofaktoren für ein solche Geschehen dar, da dies häufig mit Schwäche und höherer 30-Tage und 1-Jahres Mortalität als bei jungen Patient*innen einhergeht (8).

Das Geschlecht stellt einen weiteren Risikofaktor dar, denn das Risiko für das Auftreten einer hüftnahen Fraktur ist bei Frauen doppelt so hoch wie bei Männern, da diese ein höheres Osteoporoserisiko haben und folglich ein erhöhtes Frakturrisiko mit sich bringen (5).

Ein weiterer Risikofaktor ist die Multimedikation. Bei älteren Patient*innen bestehen häufig Mehrfachmedikationen. Durch die physiologischen körperlichen Veränderungen von Leber- und Nierenfunktion erhöht sich das Risiko eines Arzneimittelereignisses mit jedem zusätzlichen Medikament, welches einen direkten Einfluss auf die Morbidität und Mortalität nach einer Operation haben kann (12).

Ein erhöhter BMI, schlechte Lipidwerte und erhöhter Blutdruck sind begünstigend für eine Arteriosklerose. Arteriosklerose kann eine koronare Herzerkrankung auslösen. Beim Auftreten dieser steigt das perioperative Risiko bezüglich Morbidität und Mortalität um das Dreifache (12).

1.3 Anästhesieformen

Es gibt unterschiedliche anästhesiologische Möglichkeiten, um Patient*innen mit einer hüftnahen Fraktur zu versorgen. Diese sind in Allgemein- und Regionalanästhesie mit zentralen sowie peripheren Verfahren zu unterscheiden. Heutzutage ist es auch möglich diese Verfahren untereinander zu kombinieren, was eine weitere Option darstellt.

1.3.1 Allgemeinanästhesie

Bei der Allgemeinanästhesie kommt es zu einer reversiblen Veränderung des zentralen Nervensystems. Die hierbei benutzten Medikamente bewirken einen Bewusstseinsverlust, ante- und retrograde Amnesie sowie Ausschaltung vegetativer Schmerzreaktionen während der Narkose (14). Die genauen Vorgänge, die den Zustand einer Narkose verursachen, konnten bis heute noch nicht eindeutig geklärt werden. In der heutigen Allgemeinanästhesie wird häufig eine Kombination aus intravenösen und inhalativen Anästhetika verwendet (14). Diese kann mit Opioiden und einer peripheren Muskelrelaxation ergänzt werden.

1.3.1.1 Intravenöse Anästhetika

Intravenöse Anästhetika eignen sich sehr gut, um eine Narkose einzuleiten. Sie bewirken ein schnelles und angenehmes Einschlafen. Jedoch sind sie im Verhältnis zu inhalativen Anästhetika schlechter steuerbar, sobald sie einmal intravenös verabreicht wurden (14).

Ein ideales intravenöses Medikament weist laut Schulte am Esch et al. im Jahr 2011 unter anderem folgende klinische Eigenschaften auf (14):

- Gute Steuerbarkeit und somit eine rasch mögliche Veränderung der Narkosetiefe
- Analgesie

- Reflexdämpfung
- Keine Herz-Kreislauf Belastung
- Keine Atemdepression
- Eine große therapeutische Breite
- Keine Histaminfreisetzung
- Keine Metabolisierung in der Leber
- Eine gute Venenverträglichkeit
- Eine gute Wasserlöslichkeit.

Ein ideales Medikament, das alle genannten Eigenschaften aufweist, gibt es nicht. Die angewandten Medikamente bieten jeweils Vor- und Nachteile gegenüber anderen. Im Folgenden werden die aktuell gängigen Medikamente mit ihren Vor- und Nachteilen sowie ihrer Wirkungsweise kurz erklärt.

Propofol

Dieses Medikament gewinnt immer mehr an Bedeutung und verdrängt andere Medikamente wie Barbiturate oder Etomidat vom Markt (14). Propofol wird zur Narkoseeinleitung sowie bei einer totalen intravenösen Anästhesie (TIVA) verwendet. Die Patient*innen erwachen nach einer Propofolgabe früher als bei Barbituraten.

Propofol gibt es in 0,5%, 1% und 2%iger Lösung (14). Diese kommen in der Kinderanästhesie, zur Narkoseeinleitung bzw. als Sedierung auf der Intensivstation zum Einsatz.

Propofol bietet den Vorteil, dass postoperative Übelkeit und Erbrechen (PONV) seltener auftreten als bei der Anwendung inhalativer Anästhetika. Weitere Vorteile des Medikaments sind ein selteneres Auftreten von Myoklonien (unwillkürliche Muskelzuckungen) und eine stärkere Senkung des Augeninnendrucks. Propofol wirkt jedoch nicht analgetisch und bei zu hoher Verabreichung kann Propofol zu einer Apnoe (Atemstillstand) führen. Bei einer Langzeitanwendung besteht die Gefahr eines Propofol-Infusions-Syndroms. Dies ist mit einer Rhabdomyolyse (Auflösung quergestreifter Muskelfasern), Nieren- und Herzversagen sowie einer metabolischen Azidose assoziiert (14).

Barbiturate

Barbiturate wirken hypnotisch, haben keine analgetische (schmerzstillende) Wirkung und werden zur Narkoseeinleitung verwendet (15).

Die hypnotische Wirkung beträgt 5-15 Minuten. Dies wird durch eine körperliche Umverteilung in weniger gut durchblutetes Gewebe, wie Fettgewebe, terminiert und nicht durch eine Elimination der Substanz erzielt (14). Daher ist es wichtig die Dosis dieses Medikaments bei Hypovolämie (Volumenmangel) und geriatrischen Patient*innen zu reduzieren, um eine erhöhte Konzentration im Gehirn zu vermeiden, denn bei jenen Patient*innen stellen ein vermindertes Verteilungsvolumen und eine verzögerte Umverteilung des Medikaments ein erhöhtes Risiko für eine Überdosierung dar (14).

Da Barbiturate eine Venodilatation (Dehnung der Venen) bewirken und einen negativ inotropen Effekt (Verringerung der Kontraktionskraft des Herzens) haben, sollte das Medikament bei Patient*innen mit koronaren Herzerkrankungen und Herzinsuffizienz ebenfalls vorsichtig und mit Bedacht verabreicht werden (15).

Etomidate

Dieses Medikament wird zur Narkoseeinleitung in der Allgemeinanästhesie verwendet (14). Es ist wasserunlöslich und wird in der Leber metabolisiert. Die Eliminationshalbwertszeit ist von der Leberddurchblutung abhängig und beträgt in etwa 2-5 Stunden (14).

Etomidat ist nicht analgetisch wirksam. Daher ist die zusätzliche Gabe von Opioiden, welche später genauer beschrieben werden, erforderlich. Das Medikament hat im Vergleich zu Barbituraten nur einen minimalen kardiovaskulären Einfluss und eignet sich somit für Patient*innen mit kardiovaskulären Einschränkungen und wird auch bei Patient*innen mit erhöhtem intrakraniellen Druck empfohlen (14). Bei älteren Patient*innen sowie bei Leberzirrhose sollte eine Dosisreduzierung erfolgen (15).

Ketamine

Heutzutage stellen Ketamine im Rahmen einer Allgemeinanästhesie zur Narkoseeinleitung und -aufrechterhaltung keine relevante Option mehr dar (14). Jedoch spielen sie weiterhin in der Notfallmedizin eine wichtige Rolle, da Ketamine

zu einem Blutdruckanstieg führen und sich somit bei Patient*innen in Schockzuständen und bei Kreislaufinstabilitäten positiv auswirken (15).

Opioide

Opioide werden für Narkosezwecke zur Analgosedierung eingesetzt. Sie gelten allerdings nicht als Narkotika, da sie die neuronale Aktivität nicht hemmen (14). Jedoch sind sie ein wichtiger Bestandteil, da nicht alle intravenösen Anästhetika analgetische Wirkungen aufweisen. Zusätzlich werden sie zur postoperativen Schmerztherapie verwendet. Typischerweise werden intravenöse Anästhetika mit einer intravenösen Gabe von Fentanyl, Alfentanil, Sufentanil oder Remifentanyl kombiniert (14). Opioide haben neben der Analgesie den Vorteil, dass sie gut steuerbar sind. Jedoch haben sie auch zahlreiche Nebenwirkungen und Risiken wie Atemdepression, respiratorische Azidose, Hirndruckanstieg, Opioidabhängigkeit, Hypotonie (Blutdruckabfall), Übelkeit und Erbrechen, Juckreiz, Obstipation, Harnverhalt und ein erhöhtes Risiko für das Auftreten eines Delirs (akuter Verwirrtheitszustand) (16).

1.3.1.2 Inhalative Anästhetika

Inhalationsnarkotika werden heutzutage mit intravenösen Anästhetika kombiniert, da die Steuerbarkeit, therapeutische Breite wie kardiovaskuläre Nebenwirkungen, muskelrelaxierende und analgetische Wirkung noch verbesserungswürdig sind (14). Sie werden hauptsächlich zum Aufrechterhalten der Narkose verwendet und wirken hypnotisch (17). Die Einleitung erfolgt mit einem intravenösen Anästhetikum und einem Analgetikum (14).

Volatile Anästhetika

Diese liegen bei Zimmertemperatur als flüssige Inhalationsanästhetika vor (17). Die Wirkstoffgruppe sind Flurane. Isofluran, Sevofluran und Desfluran sind die aktuell am häufigsten verwendeten Inhalationsnarkotika (14). Enfluran ist ein weiteres Anästhetikum dieser Gruppe, wird jedoch kaum mehr eingesetzt. Isofluran und Desfluran haben einen unangenehmen, ätherartigen Geruch. Dadurch können sie

eine Schleimhautreizung, Hypersekretion, Husten und Laryngospasmus (Stimmritzenkrampf) auslösen (14). Sevofluran hat einen süßlichen Geruch und löst keine Schleimhautreizung und Atemwegsirritationen aus (14). Dadurch ist eine inhalative Einleitung möglich und es stellt somit das Mittel der Wahl für die Maskeneinleitung dar.

Volatile Anästhetika haben eine schwache analgetische, gut hypnotische und gut muskelrelaxierende Wirkung (17).

Gasförmige Anästhetika

Gasförmige Anästhetika haben eine gute analgetische aber nur eine geringe hypnotische Wirkung und weisen ein erhöhtes Risiko einer Diffusionshypoxie bei Narkoseausleitung auf (14).

Lachgas

Lachgas gehört in diese Gruppe und ist bei Raumtemperatur gasförmig (17). Es ist geruchlos und löst keine Schleimhautreizung oder Atemwegsirritationen aus.

Aufgrund seiner Nebenwirkungen wird es aber zunehmend weniger verwendet und hat an Bedeutung in der modernen Anästhesie verloren (14).

Xenon

Xenon ist ein Edel- und sehr selten vorkommendes Gas (14). Es ist geruchs-, farb- und geschmacklos. Außerdem weist Xenon mit 0,14 den günstigsten Blut-Gas Verteilungskoeffizienten auf und ist somit gut steuerbar (14). Es hat anästhetische und analgetische Eigenschaften, keine kardiovaskulären Risiken und bietet eine schnelle Erholung nach Ende der Gabe (14). Trotz der vielen positiven Eigenschaften wird Xenon beinahe ausschließlich in klinischen Studien verwendet, da das seltene Vorkommen das Gas sehr teuer macht (14).

1.3.2 Regionalanästhesie

Bei der Regionalanästhesie kommt es im Vergleich zur Allgemeinanästhesie zu einer Schmerzausschaltung in einer bestimmten Region (18). Schmerzen können auf verschiedenen Ebenen blockiert werden (14). Dabei werden die Fortleitungen von Nervenaktionspotentialen über eine Blockade des Natriumkanals reversibel blockiert. Es kommt zur Hemmung des Natriumeinstroms und zu Veränderungen der Kalium- und Kalziumionenleitfähigkeit (14). Bei der Regionalanästhesie wird zwischen zentraler und peripherer Leitungsanästhesie unterschieden.

1.3.2.1 Zentrale Leitungsanästhesie

Zu den zentralen Leitungsanästhesien gehören die rückenmarksnahen, neuroaxialen Verfahren, wie Spinal- und Epiduralanästhesie, sowie eine kombinierte Spinal- und Epiduralanästhesie (CSE) (14). Als Synonyme werden häufig Subarachnoidalblock für Spinalanästhesie und Periduralanästhesie für Epiduralanästhesie verwendet. Bei rückenmarksnahen Verfahren kann es zu einer Sympathikusblockade und somit zu Vasodilatation, Bradykardie, Blutdruckabfall und Abfall des Herzzeitvolumen kommen (14). Mittels Volumengabe und Vasopressoren kann diesen gegengesteuert werden (14).

Spinalanästhesie

Hierbei wird ein Lokalanästhetikum in den Subarachnoidalraum meist zwischen dem 3. und 4. Lendenwirbelkörper eingebracht, wodurch eine Anästhesie der unteren Körperhälfte erzielt wird (14).

Neben Hüftoperationen stellen Operationen in der Leistenregion, Perineum, Unterbauch und Patient*innen, die an respiratorischen Vorerkrankungen leiden, Indikationen für eine Spinalanästhesie dar. Kontraindikationen sind unter anderem Hypovolämie, Blutgerinnungsstörungen, Allergien gegen Lokalanästhetika, Hautinfektionen im Punktionsgebiet, erhöhter intrakranieller Druck und Erkrankungen des Rückenmarks (14).

Anhand der voraussichtlichen Operationsdauer wird das passende Lokalanästhetikum gewählt (18). Zur Auswahl stehen Lidocain 5% hyperbar, Mepivacain 4% hyperbar, und Bupivacain 0,5% hyperbar. Bupivacain 0,5% hyperbar wird bei Eingriffen über einer Stunde gewählt, Mepivacain 4% hyperbar für Eingriffe bis zu einer Stunde (14).

Periduralanästhesie (PDA)

Durch das Einbringen eines Lokalanästhetikums in den Epi- bzw. Periduralraum kommt es zu einer bilateralen Blockade der Spinalnerven. Dies kann mittels Single-Dose Technik oder kontinuierlicher Gabe über einen Verweilkatheter erfolgen (14). Die Wirkhöhe kann über den Punktionsort bestimmt werden. Bei der Operation von hüftnahen Frakturen geschieht dies im Bereich L2/3-4 (18). Dabei werden hintereinander das Ligamentum intraspinale und das Ligamentum flavum durchdrungen (18).

Die Indikationen und Kontraindikationen für Spinal- und Periduralanästhesie unterscheiden sich nicht. Jedoch ergeben sich weitere Indikationen für eine Katheterperiduralanästhesie wie lang andauernde Eingriffe, da so eine repetitive Gabe über den Katheter möglich ist, für postoperative und chronische Schmerztherapie und für Kombinationen mit einem allgemeinanästhesiologischen Verfahren, um den Anästhetika- und Opioidbedarf zu reduzieren (14).

Kombinierte Spinal- und Epiduralanästhesie (CSE)

Dieses Verfahren wird insbesondere im orthopädischen und geburtshilflichen Bereich angewandt (14). Dadurch werden die Vorteile der jeweiligen Verfahren miteinander kombiniert. Durch die Spinalanästhesie kommt es zu einem schnelleren Wirkungseintritt und motorischen Blockade (18). Darüber hinaus besteht durch die Epiduralanästhesie die Möglichkeit einer postoperativen Schmerzmittelgabe über den im Periduralraum liegenden Katheter (14).

1.3.2.2 Periphere Leitungsanästhesie

Durch die periphere Leitungsanästhesie ist es möglich sowohl einzelne Nerven als auch ganze Nervenplexus zu betäuben. Bei diesem Verfahren wird die Weiterleitung von Aktionspotentialen durch die Injektion von Lokalanästhetika unterbrochen. Dadurch liegt der anästhesierte Bereich distal der Punktionsstelle und es können sowohl sensible als auch motorische Fasern blockiert werden (14). Die periphere Leitungsanästhesie bietet folgende Vorteile: eine erhöhte Sicherheit, da portionierte Injektionen erforderlich sind, die Frühmobilisation wird verbessert, da es durch eine unilaterale (einseitige) Blockade zu Schmerzfreiheit und verbesserter Durchblutung kommt (14). Weiteres wird das postoperative Wohlbefinden der Patient*innen durch Reduktion von Übelkeit und Erbrechen erhöht (14). Außerdem kann durch periphere Leitungsanästhesie präoperativer Schmerz behandelt werden sowie die Opioidgabe und entsprechende Nebenwirkungen, wie das Auftreten eines Delirs, reduziert werden (5).

Blockaden des Plexus Lumbosacralis

Damit man eine komplette Anästhesie einer unteren Extremität erzielen kann, ist es notwendig eine unilaterale Blockade des Plexus Lumbosacralis durchzuführen. Dieser setzt sich aus dem Plexus Lumbalis und dem Plexus Sacralis zusammen und ist für die sensomotorische Innervation des Beckens und Beins zuständig.

Der Plexus Lumbalis wiederum setzt sich aus den Rami anteriores der Spinalnerven Th12 bis L4 und zusammen (14). Er formt die Nerven: Nervus iliohypogastricus, Nervus ilioinguinalis, Nervus genitofemoralis, Nervus cutaneus femoris lateralis, Nervus femoralis und Nervus obturatorius.

Der Plexus sacralis wird aus den Rami anteriores der Spinalnerven L4 bis S4 gebildet (14). Dieser formt die Nerven: Nervus gluteus superior, Nervus gluteus inferior, Nervus cutaneus femoris posterior, Nervus ischiadicus und den Nervus pudendus.

Es sind zwei Injektionen, je eine in den Plexus Lumbalis und den Plexus Sacralis erforderlich, um eine Blockade des Plexus Lumbosacralis zu erzielen (14). Dadurch wird eine größere Menge an Lokalanästhetika erforderlich.

Diese Blockade stellt eine Alternative zu den bereits beschriebenen rückenmarksnahen Verfahren dar, falls diese abgelehnt werden oder Kontraindikationen bestehen (14).

Psoas-Kompartiment-Blockade (nach Chayen)

Durch diesen Block werden die Nervi femoralis, cutaneus femoris lateralis, obturatorius und genitofemoralis durch die Injektion eines Lokalanästhetikums wie Prilocain 1% oder Ropivacain 0,75% blockiert (14). Die Psoas-Kompartiment-Blockade ist ein rückenmarksnaher Block. Wird dieser Block mit einer proximalen Blockade des Nervus ischiadicus kombiniert, werden sämtliche Eingriffe an Hüfte und Bein möglich gemacht (14).

3-in-1-Blockade (nach Winnie)

Eine weitere Bezeichnung hierfür ist die inguinale paravaskuläre Blockade (14). Die Injektion erfolgt im Bereich des Leistenbandes (14). Dadurch können die Nervi femoralis lateralis und obturatorius blockiert werden. Wenn dieser Block mit einem proximalen Ischiadikus Block, wie die parasakrale Ischiadikusblockade (nach Mansour) kombiniert wird, können Eingriffe an der Hüfte und am gesamten Bein durchgeführt werden (14). Bei isolierter Blockade können Eingriffe am ventralen und lateralen Oberschenkel, sowie an der Unterschenkelinnenseite erfolgen (14).

Parasakrale Ischiadikusblockade (nach Mansour)

Durch diese Blockade kann eine komplette Anästhesie des Plexus Sacralis erzielt werden (14). Sie wird über den proximalsten Zugang zum Nervus ischiadicus erreicht und dabei werden ca. 30 ml eines Lokalanästhetikums wie Prilocain 1% oder Ropivacain 0,75% injiziert (14).

Wenn diese Blockade mit einer Plexus Lumbalis Blockade wie die 3-in-1-Blockade (nach Winnie) kombiniert wird, sind auch Eingriffe an Hüfte und Bein möglich (14).

Anteriore Ischiadikusblockade (nach Beck)

Diese Blockade stellt einen Zugangsweg zum Plexus Sacralis dar (14). Die versorgenden Nerven des Hüftgelenks verlassen jedoch bereits kranial der Punktionsstelle den Nervus ischiadicus und daher sind mit der anterioren Ischiadikusblockade keine Eingriffe an der Hüfte möglich (14). Somit stellt dieser Block keine Möglichkeit für hüftnahe Frakturen dar und ist für die Arbeit nicht von Relevanz.

Erector Spinae Plane Blockade (ESP)

Die Blockade wurde 2016 erstmalig zur Behandlung von neuropathischen Thoraxschmerzen angewandt. Aktuell wird deren Einsatz für hüftnahe Frakturen untersucht, da dieser eine lokale Anästhesie von L2 bis S1 bewirken kann und somit eine Schmerzfreiheit ohne Opiode bietet (5).

Leitungsanästhesie einzelner peripherer Nerven

Häufig einzeln durchgeführte Nervenblockaden im Bereich der Hüfte und des Beins sind Blockaden der Nervi Ischiadicus, femoralis, obturatorius und pudendus (14).

2 Material und Methoden

Für die vorliegenden Übersichtsarbeit wurde das PRISMA-Statement ausgewählt und dessen Richtlinien eingehalten. Das PRISMA-Statement trägt beim Berichten von systematischen Übersichten und Meta-Analysen zu deren Verbesserung bei. (2) Es besteht aus einer 27 Punkte Checkliste sowie einem Flussdiagramm, wie in Abbildung 2 dargestellt, das aus 4 Phasen besteht (19).

1. Identifikation
2. Vorauswahl
3. Eignung
4. Eingeschlossen

2.1 Informationsquellen

Die Ergebnisse der vorliegenden Übersichtsarbeit basieren auf einer Literaturrecherche, die in der Datenbank von PubMed durchgeführt wurde.

PubMed ist eine textbasierte Meta-Datenbank der nationalen Bibliothek der Vereinigten Staaten und bezieht sich auf medizinische Artikel (20).

Diese hier vorliegende Arbeit wurde an der Medizinischen Universität Graz an der klinischen Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin durchgeführt. Alle Datenbankzugriffe erfolgten mit Lizenzen der Medizinischen Universität Graz.

2.2 Auswahlkriterien

Bei der Auswahl wurden zunächst Publikationen in jeder Sprache berücksichtigt. Die Publikationen wurden in Form von klinischen Studien in die Auswertung eingeschlossen, wenn sie die zuvor definierten Einschlusskriterien erfüllten:

1. Patient*innen mindestens 50 Jahre alt waren
2. Operationsindikation ist eine hüftnahe Fraktur
3. Eine Kontrollgruppe mit einem anderen anästhesiologischen Verfahren oder anderen Dosierung beschrieben wurde

Als primäre Endpunkte wurden folgende Aspekte ausgewählt:

- 30-Tage Mortalität
- 1-Jahres Mortalität
- Auftreten eines Delirs
- Einfluss auf die Hämodynamik

Als sekundäre Endpunkte wurden folgende Aspekte definiert:

- Operationsdauer
- Aufenthaltsdauer im Krankenhaus
- Anzahl an Behandlungen auf der Intensivstation

2.3 Suche

Im Folgenden wird die vollständige elektronische Suchstrategie erläutert, damit die relevanten Publikationen identifiziert werden konnten.

Zunächst wurden Begriffe definiert, um die Literatursuche in der Datenbank von PubMed zu beginnen. Anfangs wurden verschiedene Suchbegriffe getestet, bis sich am 23.03.2020 die richtig angewandten Begriffe etablierten. Mit einer Kombination der Begriffe (Hip fracture) AND (Anaesthesia) wurde nach relevanten Publikationen der letzten 20 Jahre, die zwischen dem 1. Januar 2000 und dem 31. März 2020 veröffentlicht wurden, gesucht.

Die Suche in der Datenbank von PubMed ergab 285 Treffer. Anhand der Titel der Publikationen konnten 214 Artikel, die nicht themenbezogen waren, entfernt werden. Es wurden nur jene Publikationen berücksichtigt, wenn diese in englischer, deutscher oder schwedischer Sprache veröffentlicht wurden. Nach dem Titelscreening verblieben noch 71 und nach dem anschließenden

Abstractscreening 42 Publikationen. Nach dem Durchlesen dieser Artikel konnten 18 für die Arbeit herangezogen werden, die auch die obig definierten Einschlusskriterien erfüllten.

2.4 Kategorisierungsprozess

Von den verbliebenen 71 Artikeln wurden alle Abstracts gelesen und die Publikation-en in Subgruppen unterteilt:

1. Einfluss auf Delir durch verschiedene Verfahren
2. Einfluss auf Hämodynamik durch verschiedene Verfahren
3. Einfluss auf Mortalität durch verschiedene Verfahren
4. Direkter Vergleich verschiedener Verfahren

Durch das Lesen der Abstracts konnten 29 Publikationen ausgeschlossen werden. Hierbei handelte es sich um 14 Artikel, die den Altersvorgaben nicht entsprachen und Patient*innen unter 50 Jahren enthielten, acht Publikationen, die ein anderes Operationsgebiet behandelten, zwei technische Publikationen, eine Tierstudie, zwei Kommentare, sowie zwei Duplikate.

Nach dem Abstractscreening blieben 42 Publikationen übrig. Darauffolgend wurden die Volltextartikel durchgelesen. Von diesen wurden 24 Volltextartikel ausgeschlossen.

Von diesen 24 Publikationen wurden bei 16 Publikationen die definierten Kriterien der primären oder sekundären Endpunkte nicht erfüllt; drei Artikel wurden exkludiert, da diese geplante Studien darstellten; zwei Artikel wiesen keine passende Vergleichsgruppe auf und bei drei Publikationen war nur ein Zugriff auf die Abstracts möglich.

Damit konnten mithilfe der vier Phasen des PRISMA Statements (2) eine Stichprobe von 18 Artikel für die Arbeit aufgenommen werden.

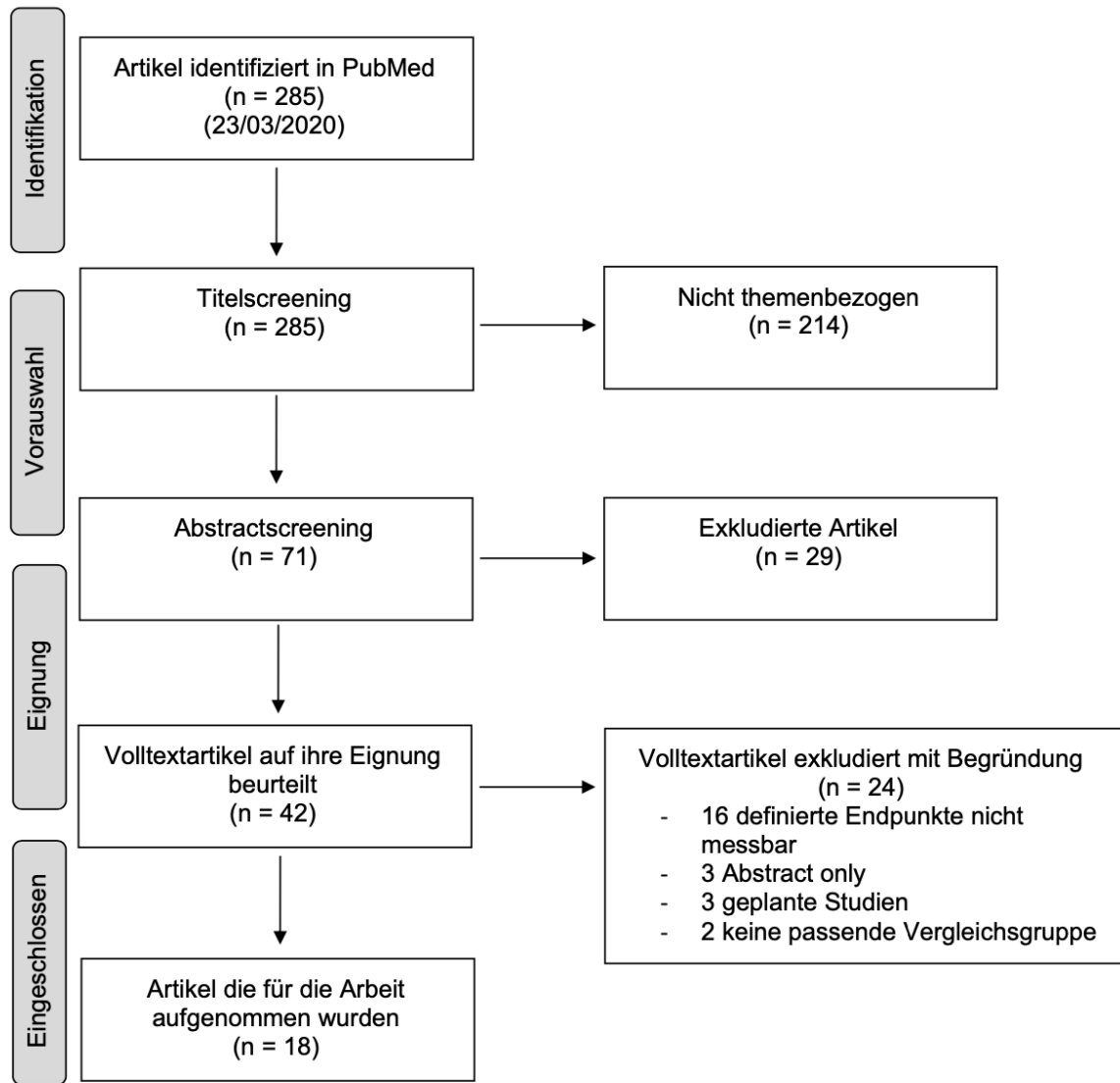


Abbildung 2: PRISMA Flussdiagramm

3 Ergebnisse

3.1 Auswahl der Studien

18 Artikel konnten nach Abschluss der Literaturrecherche für die systematische Übersichtsarbeit aufgenommen werden.

Eine Auflistung dieser ist in Tabelle 1 als Übersicht dargestellt.

Gesamt wurden dabei 24.592 Patient*innen aus 18 Studien untersucht und ausgewertet. Zu Beginn der Studien kamen 32.726 Patient*innen in Frage. Die häufigsten Gründe, warum diese ausgeschlossen wurden, stellten multiple Frakturen, die Ablehnung eines bestimmten Anästhesieverfahrens, Kontraindikationen auf Spinalanästhesie, Bluttransfusionen, medizinisch instabile Patient*innen, kein vorhandenes Studienpersonal sowie ein zu geringes Patient*innenalter dar.

Bei dieser Diplomarbeit wurden die Publikationen der letzten 20 Jahre, die zwischen dem 1. Januar 2000 und dem 31. März 2020 veröffentlicht wurden, herausgearbeitet.

Acht der 18 Studien wurden im Zeitraum 2000 bis 2005 publiziert, eine zwischen 2006 und 2010, 3 zwischen 2011 und 2015 und 6 Studien wurden im Zeitraum 2016 bis 2020 veröffentlicht.

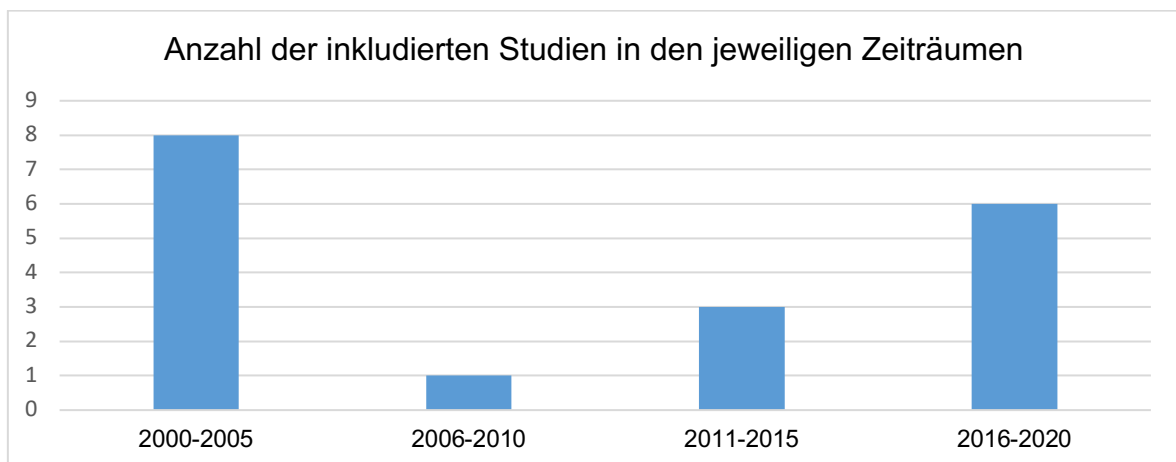


Abbildung 3: Publikationsdatum der inkludierten Studien

3.2 Studienmerkmale

Für die Literaturrecherche kamen nur klinische Studien in Frage. Von den eingeschlossenen 18 Studien waren 16 randomisiert kontrollierte Studien, eine retrospektive Registerstudie und eine retrospektive Kohortenstudie.

In den eingeschlossenen Publikationen wurde die Anwendung verschiedener Anästhesieformen, Dosierungen, Sedierungstiefen oder Kombinationsmöglichkeiten und deren Auswirkung auf die primären Endpunkte, postoperatives Delir, Hämodynamik sowie Mortalität, untersucht.

Vier der Studien befassen sich mit dem Auftreten eines Delirs, zehn mit Auswirkungen auf die Hämodynamik und vier mit der Mortalität. Zwei der Studien (23, 32) untersuchen jeweils zwei der genannten Auswirkungen.

In Abbildung 4 wird verdeutlicht, dass 55% der Studien Auswirkungen auf die Hämodynamik untersuchen, Delir und Mortalität werden jeweils in 20% bzw. 25% der Studien behandelt.

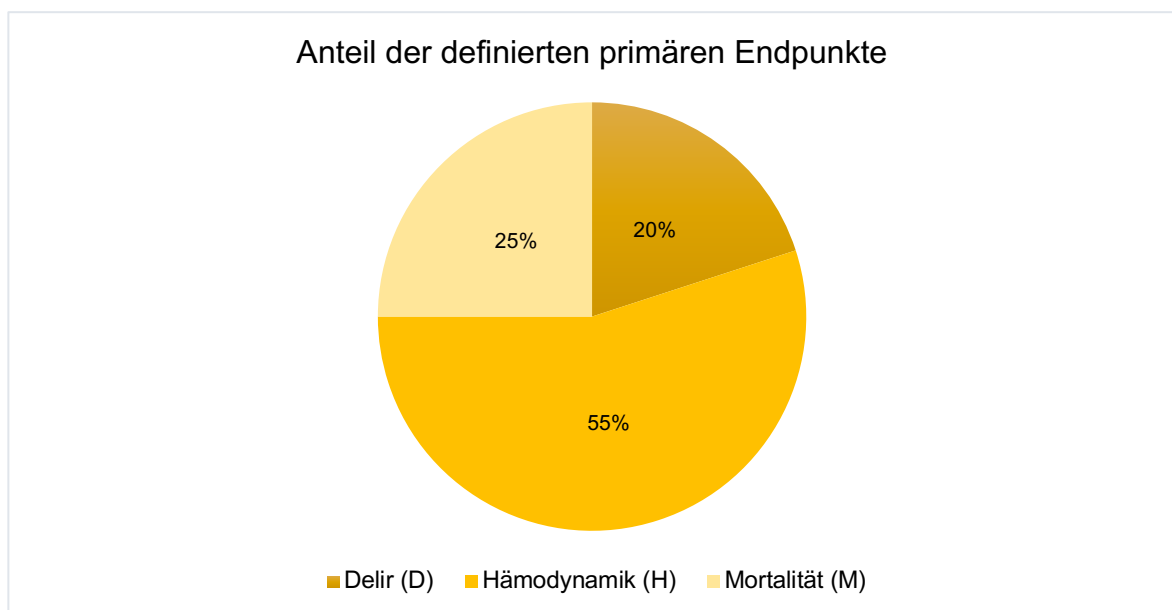


Abbildung 4: Verteilung primäre Endpunkte

Die Graphik zeigt die jeweiligen Anteile der festgelegten primären Endpunkte unter den eingeschlossenen Studien.

Sieben Studien (1, 23, 24, 26, 30, 32, 37) stellten zwei verschiedene Anästhesieformen gegenüber, um deren Auswirkungen auf die primär- und

sekundär definierten Endpunkte zu untersuchen. Dabei wurden Allgemeinanästhesie, neuroaxiale Verfahren wie Spinalanästhesie und Periduralanästhesie, periphere Regionalanästhesieverfahren sowie mögliche Kombinationen aus diesen miteinander verglichen.

Drei Studien (22, 34, 35) befassen sich mit den Auswirkungen anhand von leichter und tieferer Sedierung, fünf Studien (21, 27-29, 31) anhand von unterschiedlichen Dosierungen und drei der Studien (25, 31, 34) greifen auf verschiedene Möglichkeiten innerhalb einer Anästhesieform zurück. Die Möglichkeit eine Allgemeinanästhesie mittels Sevofluran oder Xenon durchzuführen wäre hierfür ein Beispiel.

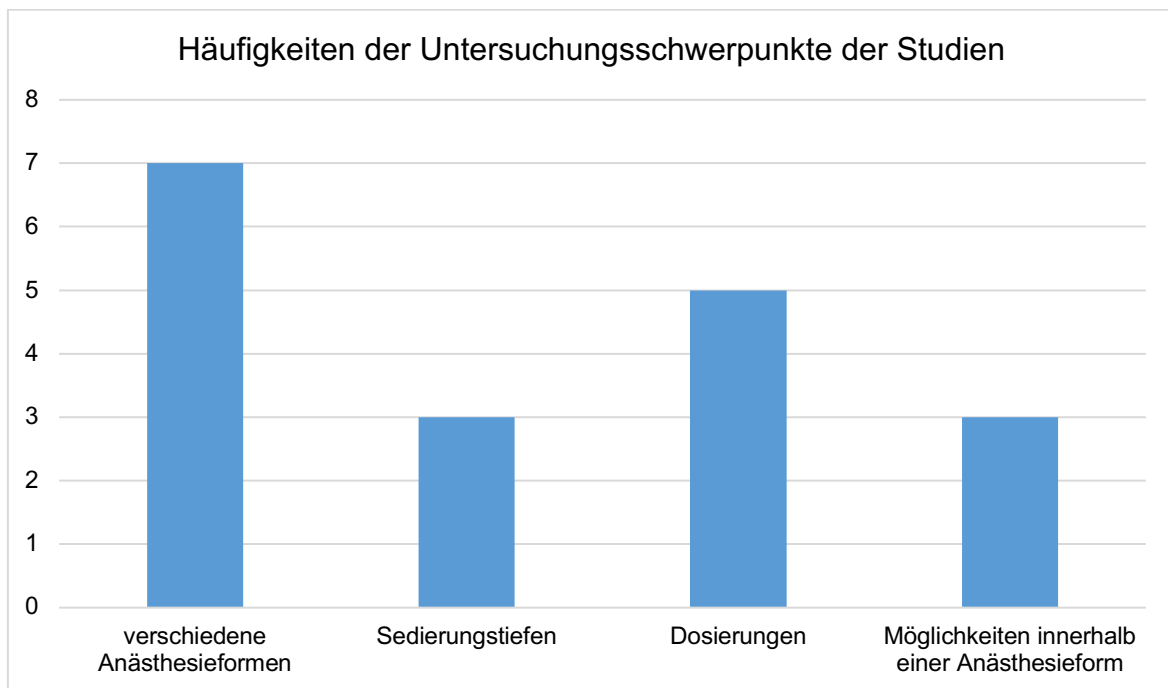


Abbildung 5: Häufigkeiten der Untersuchungsschwerpunkte Studien

3.3 Ergebnisse der einzelnen Studien

Delir

Vier Studien (23, 25, 35, 36) befassen sich mit dem Auftreten eines Delirs und neurologischen Komplikationen wie Desorientierung, Verwirrung und Agitation (krankhafte Unruhe). Dabei sind 458 Patient*innen in die Analyse aufgenommen worden. Bei 98 Patient*innen (21,4%) trat ein Delir auf. Die Studien vergleichen das Auftreten eines Delirs in der Untersuchungsgruppe mit einer Vergleichsgruppe, wo ein anderes Verfahren angewandt wurde.

Studie	Patient*innen-anzahl	Auftreten Delir Gruppe A	Auftreten Delir Gruppe B	Anästhesieform und Patient*innenanzahl pro Gruppe
<u>Casati et al. (2003) (23)</u>	n = 30	60%	53%	A: GA (Sevofluran): 15 B: SA (Bupivacain): 15
<u>Coburn et al. (2018) (25)</u>	n = 256	13,6%	9,7%	A: GA (Sevofluran): 132 B: GA (Xenon): 124
<u>Sieber et al. (2010) (35)</u>	n = 114	19%	40%	A: SA mit niedriger Sedierung (Propofol <i>BIS</i> ≥ 80): 57 B: SA mit höherer Sedierung (Propofol <i>BIS</i> ≈ 50): 57
<u>Vives et al. (2019) (36)</u>	n = 58	50% neurologische Auffälligkeiten	21,4% neurologische Auffälligkeiten	A: SA (Bupivacain + Fentanyl): 25 B: SA (Levobupivacain + Fentanyl): 25

Tabelle 2: postoperatives Delir

Auflistung der Studien, welche sich mit dem Auftreten eines postoperativen Delirs befassen

Zur Übersicht wurden Abkürzungen für die jeweiligen Anästhesieformen gewählt:

BIS Bispektralindex

GA Allgemeinanästhesie

SA Spinalanästhesie

Eine Studie (23) verglich das Auftreten eines Delirs bei Gruppe A Allgemeinanästhesie (GA) mit Gruppe B Spinalanästhesie (SA). Wie in Tabelle 2 dargestellt, trat bei in etwa der Hälfte der Patient*innen pro Gruppe ein Delir und ein Score von >2 beim Mini Mental Test nach 24h auf. Verwirrung nach sieben Tagen bestand weiterhin bei drei Patient*innen (20%) aus Gruppe A und einem*einer Patienten*Patientin aus Gruppe B (6%).

Coburn et al. untersuchte in einer Studie 2018, ob die Allgemeinanästhesie mittels Sevofluran oder Xenon das Auftreten eines Delirs beeinflusst (25). Hierbei trat dies

bei 18 Patient*innen (9,7%) aus Gruppe B bei Xenon Gabe und 12 Patient*innen (13,6%) in Gruppe A mit Sevofluran auf und zeigte somit einen nicht signifikanten Zusammenhang.

Vives et al. verglich 2019 in einer Studie primär den Unterschied in der Sauerstoffversorgung des Gehirns bei Spinalanästhesie mittels Bupivacain oder Levobupivacain (36). Diesbezüglich zeigte sich kaum ein Unterschied. Jedoch traten postoperativ neurologische Komplikationen wie Desorientierung, Verwirrung und Agitation bei Spinalanästhesie mit Bupivacain bei 50% der Patient*innen und somit deutlich häufiger auf als bei Spinalanästhesie mit Levobupivacain (21,4%) ($p = 0,05$). Die hüftnahen Frakturen wurden zu mehr als 50% mit einer intramedullären Osteosynthese versorgt (36).

Sieber et al. verglich in einer Studie im Jahr 2010 unterschiedliche Sedierungstiefen mittels Propofol bei Spinalanästhesie (35). Vergleicht man die beiden Ergebnisse zeigt sich, dass bei Patient*innen mit einer niedrigeren Sedierungstiefe ($BIS \geq 80$) ein Delir mit 19% signifikant seltener auftrat als in der Vergleichsgruppe $BIS \approx 50$ mit 40% ($p = 0,02$) (35).

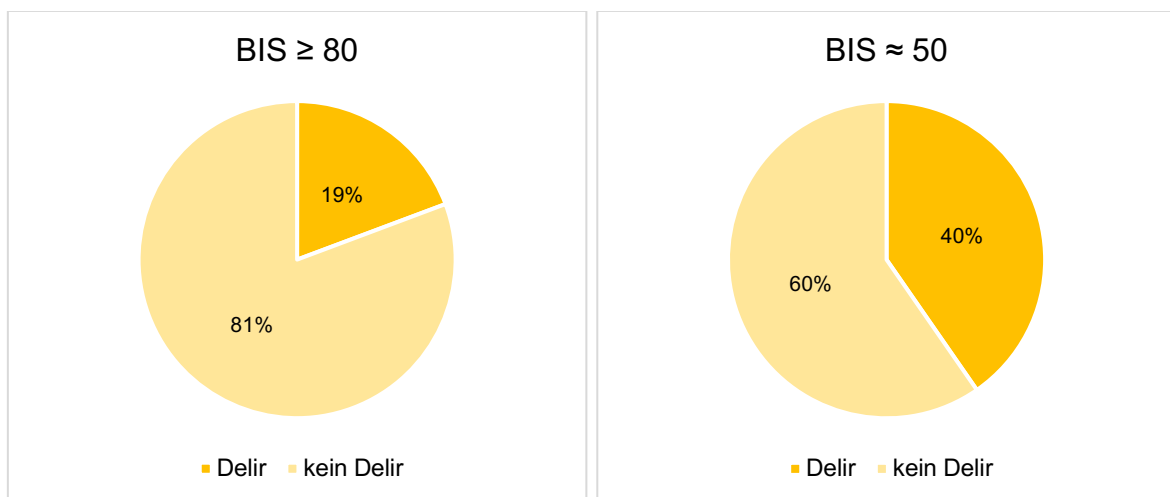


Abbildung 6 und Abbildung 7: Delir bei unterschiedlicher Sedierungstiefe

Die Graphiken zeigen das prozentuale Auftreten eines Delirs bei leichter und tiefer Sedierung.

Hämodynamik

Zehn der Studien (21, 23, 24, 26-28, 30-33) untersuchen Einflüsse auf die Hämodynamik. Verglichen mit den anderen primären Endpunkten befassen sich somit die meisten der Studien der Literaturrecherche mit der Hämodynamik. Um Einflüsse auf die Hämodynamik zu analysieren, haben die Studien das Auftreten einer intraoperativen Hypotonie bei unterschiedlichen anästhesiologischen Verfahren oder Dosierungen untersucht. Als Hypotonie wird ein Abfall des mittleren arteriellen Blutdrucks oder der Systole bezeichnet. Der prozentuale Abfall hierfür ist in jeder Studie etwas anders definiert. Dies wird in Tabelle 3 genauer erläutert.

Studie	Patient*innenanzahl	Hypotonie Gruppe A	Hypotonie Gruppe B	Anästhesieform und Patient*innenanzahl / Gruppe	Hypotonie Definition
<u>Ben-David et al. (2000) (21)</u>	n = 20	10%	90%	A: SA 4mg Bupivacain + 10µg Fentanyl: 10 B: SA 10mg Bupivacain): 10	Abfall >25% d. Ausgangs-MAP Systole: <90mmHg
<u>Casati et al. (2003) (23)</u>	n = 30	46%	80%	A: SA (Bupivacain): 15 B: GA (Sevofluran): 15	Abfall >20% d. Ausgangs-Systole
<u>Chen et al. (2019) (24)</u>	n = 63	3,2%	84%	A: LPSB und LMA: 31 B: GA und ET: 32	Abfall MAP >30% d. Ausgangs-MAP
<u>de Visme et al. (2000) (26)</u>	n = 29	27%	38%	A: CPNB (Lidocain + Epinephrin): 15 B: SA (Bupivacain): 14	Abfall >20% d. Ausgangs-MAP
<u>Kahloul et al. (2017) (27)</u>	n = 108	59,25%	92,59%	A: SA 5mg Bupivacain: 54 B: SA 7,5mg Bupivacain: 54	Abfall >20% d. Ausgangs-Systole
<u>Martyr et al. (2001) (28)</u>	n = 42	65%	55%	A: SA 7,5mg Bupivacain + 20µg Fentanyl: 20 B: SA 12,5mg Bupivacain: 22	Abfall >25% d. Ausgangs-Systole Systole: <90mmHg
<u>Messina et al. (2013) (30)</u>	n = 20	34,5%	65,5%	A: SA 7,5mg Levobupivacain + 10µg Sufentanil: 10 B: GA Remifentanyl + Propofol: 10	Abfall >15% d. Ausgangs-MAP
<u>Olofsson et al. (2004) (31)</u>	n = 50	16% (4)	88% (22)	A: SA 7,5mg Bupivacain + 2µg Sufentanil+ 0,5ml NaCl: 25 B: SA 15mg Bupivacain): 25	Abfall >25% d. Ausgangs-Systole Systole: <100mmHg
<u>Parker et al. (2015) (32)</u>	n = 322	5,6%	10,4%	A: SA: 145 B: GA: 177	Abfall >40mmHg d. Ausgangs-Systole
<u>Passot et al. (2005) (33)</u>	n = 52	A: ≈77,5%	B: ≈72,5% C: ≈45%	A: GA (Sevofluran/Etomidat): 17 B: GA (TCI Propofol): 18 C: GA (MAN Propofol): 17	Zeitspanne wo Abfall zwischen 15-30% d. Ausgangs-MAP

Tabelle 3: Hypotonie

Auflistung der Studien, welche sich mit Hypotonie befassen

Zur Übersicht wurden Abkürzungen für die jeweiligen Anästhesieformen gewählt:

<i>ET</i>	<i>Endtracheale Intubation</i>	<i>MAN</i>	<i>Manually Controlled Infusion</i>
<i>CPNB</i>	<i>Plexus Lumbosacralis Block</i>	<i>MAP</i>	<i>mittlerer arterieller Druck</i>
<i>GA</i>	<i>Allgemeinanästhesie</i>	<i>SA</i>	<i>Spinalanästhesie</i>
<i>LMA</i>	<i>Larynxmaske</i>	<i>TCI</i>	<i>Targeted Controlled Infusion</i>
<i>LPSB</i>	<i>Plexus Lumbalis und Nervus Ischiadicus Block</i>		

Drei der Studien (23, 30, 32) vergleichen hämodynamische Schwankungen und das Auftreten einer Hypotonie bei Allgemeinanästhesie und Spinalanästhesie. Alle drei Studien berichten über ein häufigeres Auftreten einer Hypotonie bei Allgemeinanästhesie. Wie in Abbildung 8 dargestellt, trat eine Hypotonie in allen drei Studien etwa doppelt so häufig auf, als wenn Spinalanästhesie angewandt wurde. In der Studie von Casati et al. im Jahr 2003 musste bei einem (21%) von sieben Patient*innen (46%), bei denen eine Hypotonie bei Spinalanästhesie auftrat, Phenylephrin zur Blutdruckstabilisierung gegeben werden und bei vier (26%) von zwölf (80%) Patient*innen die eine Allgemeinanästhesie erhielten (23). Messina et al. untersuchte 2013 in einer Studie Jahr hämodynamische Schwankungen mittels LiDCO plus Monitor (30). Hierbei zeigte Spinalanästhesie ein signifikant stabileres hämodynamisches Profil als Allgemeinanästhesie ($p < 0,001$). In der Studie wird nicht näher beschrieben, welche Operation dabei genau durchgeführt wurde. Der mittlere arterielle Druck war bei Allgemeinanästhesie signifikant unter dem Ausgangswert. In dieser Studie ist ein Abfall von mindestens 15% des mittleren arteriellen Drucks als Hypotonie definiert (30).

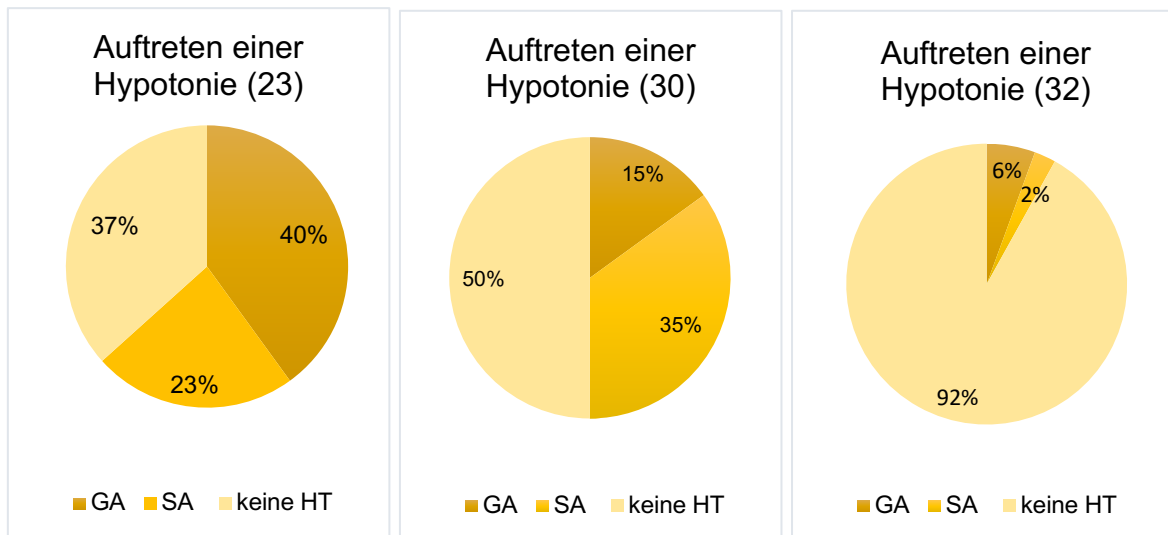


Abbildung 8: Auftreten einer Hypotonie bei GA und SA

Zur Übersicht wurden folgende Abkürzungen gewählt:

GA Allgemeinanästhesie HT Hypotonie

SA Spinalanästhesie

Zwei der Studien (24, 26) vergleichen Auswirkungen auf die Hämodynamik durch periphere Regionalanästhesieverfahren mit Verfahren mit Allgemeinanästhesie (24) und Spinalanästhesie (26).

Chen et al. verglich 2019 in einer Studie neben den beiden anästhesiologischen Verfahren auch die Auswirkungen durch Verwendung einer Larynxmaske oder durch endotracheale Intubation (24). In der Studiengruppe, wo regionalanästhesiologische Verfahren mittels Plexus Lumbalis und Nervus Ischiadicus Block (LPSB) und Larynxmaske verwendet wurden, konnte eine signifikante Reduzierung im Auftreten einer Hypotonie festgestellt werden ($p < 0,001$). In der Vergleichsgruppe waren 84% der Patient*innen von mindestens einer einmalig auftretenden Hypotonie betroffen. Die Patient*innen wurden mit einer elektiven Open Reduction and Internal Fixation (ORIF), einem Osteosyntheseverfahren, operiert (24). Es wurden noch weitere Endpunkte untersucht, die in Kapitel Sekundäre Endpunkte näher beschrieben werden.

De Visme et al. zeigte im Jahr 2000 in einer Studie ähnliche Hypotonie Resultate in beiden Gruppen, jedoch konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (26). Hypotonie trat in der Studiengruppe mit Plexus Lumbosacralis zu 27% und in der Vergleichsgruppe mit Spinalanästhesie zu 38% auf. In der Studie verblieb eine

Hypotonie bei Spinalanästhesie länger und der Blutdruck musste häufiger mittels Ephedrin stabilisiert werden (26). Die Studie, zeigt auch, dass Patient*innen mit einem Alter ab 85 Jahren, einen signifikant höheren Blutdruckabfall haben als jüngere Patient*innen ($p < 0,01$) (26).

Drei der Studien (21, 28, 31) untersuchten Auswirkungen auf die Hämodynamik. Die Untersuchungsgruppe erhielt eine Spinalanästhesie mittels einem niedrig dosiertem Lokalanästhetikum, in Kombination mit einem Opioid und die andere Gruppe erhielt eine Spinalanästhesie mit einem höher dosiertem Lokalanästhetikum ohne Zugabe eines Opioids.

In der Studie von Olofsson et al. im Jahr 2004 trat Hypotonie in Gruppe A, der Untersuchungsgruppe, mit 16% signifikant seltener auf, als in Gruppe B ($p < 0,001$) mit 80% (31). Nur 4 Patient*innen mussten mit Ephedrin, im Vergleich zu 22 von 25 Patient*innen mit einer Blutdruckstabilisierung behandelt werden. Hier wird nicht näher erläutert welche Operation durchgeführt wurde.

Martyr et al. definiert in einer Studie im Jahr 2001 Hypotonie als einen systolischen Blutdruck $< 90\text{mmHg}$ oder $< 75\%$ des Systolen Ausgangswertes (28). Dies trat bei 59,9% der eingeschlossenen Patient*innen, in Gruppe A zu 65% und in Gruppe B zu 55%, auf. Hier konnte kein Unterschied in Häufigkeit und Schwere der Hypotonie zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. Die Studie vergleicht ihre Ergebnisse mit jenen der Studie im Jahr 2000 von Ben-David et al. (21). Hier sind im Gegenteil zu ihren eigenen Ergebnissen Unterschiede im Ergebnis festzustellen, obwohl beide Studien einen sehr ähnlichen Ansatz verfolgen. Es trat dort in Gruppe A eine Hypotonie zu 10% und in Gruppe B zu 90% auf. Martyr et al. könnte sich dies dadurch erklären, dass in der Vergleichsstudie der Blutdruck nach der Gabe von Flüssigkeit, Midazolam und Fentanyl gemessen wurde, während er in seiner Studie (28) davor gemessen wurde.

Kahloul et al. verglich 2017 in einer Studie die Auswirkungen auf die Hämodynamik unter Spinalanästhesie bei zwei verschiedenen Dosierungen von hyperbaren Bupivacain, 5mg und 7,5mg (27). Das Vorkommen von hypotonen Episoden war in der Gruppe mit der niedrigen Dosierung mit 59,25% signifikant ($p < 0,001$) seltener als bei der Gruppe mit der höheren Dosierung mit 92,59%. Auch mit der niedrigeren

Dosis war die erzielte Anästhesie ausreichend (27). In der Studie wird nicht näher beschrieben, welche Operation dabei genau durchgeführt wurde.

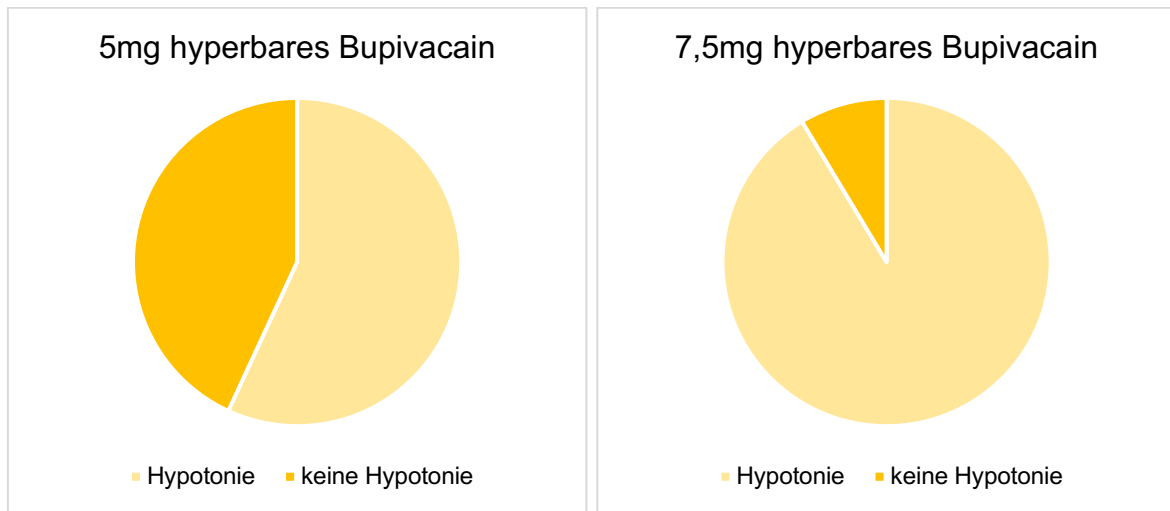


Abbildung 9 und Abbildung 10: Hypotonie bei unterschiedlichen Dosierungen

Die Graphiken stellen das jeweilige Auftreten einer Hypotonie bei unterschiedlicher Dosierung von hyperbarem Bupivacain dar.

In der Studie von Passot et al. im Jahr 2005 wurden drei verschiedene Möglichkeiten in allgemein-anästhesiologischen Verfahren miteinander verglichen (33). Eine Gruppe erhielt Etomidat/Sevofluran, eine erhielt eine Targeted Controlled Infusion (TCI) mit Propofol und eine Gruppe erhielt eine manuell kontrollierte (MAN) Propofol Infusion. Im Vergleich konnte festgestellt werden, dass bei der Etomidat/Sevofluran und TCI Gruppe der mittlere arterielle Druck (MAP) während 60-80% der Zeit zwischen einem Abfall von 15-30% des MAPs lag. In der MAN Gruppe war dies weniger ($p < 0,05$) und es wurden mehr Medikamente zur hämodynamischen Stabilisierung benötigt. In der Studie wird nicht näher beschrieben, welche Operation zur Versorgung der hüftnahen Frakturen durchgeführt wurde.

Mortalität

Fünf Studien (1, 22, 32, 34, 37) befassen sich mit der Mortalität. Es wurden 23.680 in die Analyse aufgenommen. Vier Studien (1, 32, 34, 37) beleuchten die 30-Tage Mortalität und drei Studien (22, 32, 34) die 1-Jahres Mortalität. Die Studien

vergleichen die Mortalitäten in der Untersuchungsgruppe (Gruppe A) mit einer Vergleichsgruppe (Gruppe B), wo ein anderes anästhesiologisches Verfahren oder eine unterschiedliche Sedierungstiefe angewandt wurden.

Studie	Patient*innen -anzahl	Mortalität in Gruppe A	Mortalität in Gruppe B	Anästhesieform und Patient*innenanzahl / Gruppe
<u>Brown et al.</u> (2014) (22)	n = 114	1 Jahr: 19,3%	1 Jahr: 29,8%	A: SA mit niedriger Sedierung (BIS >80) B: SA mit tiefer Sedierung (BIS ca. 50)
<u>Gremillet et al.</u> (2018) (1)	n = 13.649	A: 30 Tage: 7,7%	B: 30 Tage: 7,8% C: 30 Tage: 7,4%	A: NA (SA oder PDA): 11.257 B: GA: 2.190 C: CA aus NA und GA: 202
<u>O'Hara et al.</u> (2000) (37)	n = 9.425	30 Tage: 4,4%	30 Tage: 5,4%	A: GA: 6.206 B: NA (SA ode PDA): 3.219
<u>Parker et al.</u> (2015) (32)	n = 322	30 Tage: 4,9% 1 Jahr: 11,7%	30 Tage: 3,2% 1 Jahr: 20,2%	A: GA: 164 B: SA: 158
<u>Sieber et al.</u> (2018) (34)	n = 200	30 Tage: 3% 1 Jahr: 14%	30 Tage: 3% 1 Jahr: 14%	A: SA mit niedriger Sedierung: 100 B: SA mit tiefer Sedierung: 100

Tabelle 4: 1-Jahres Mortalität und 30-Tage Mortalität

Auflistung der Studien, welche sich mit der 1-Jahres Mortalität oder 30-Tage Mortalität befassen.

Zur Übersicht wurden Abkürzungen für die jeweiligen Anästhesieformen gewählt:

BIS	Bispektralindex	CA	Kombinationsanästhesie
GA	Allgemeinanästhesie	PDA	Periduralanästhesie
NA	neuroaxiale Verfahren	SA	Spinalanästhesie

Drei der Studien (1, 32, 37) vergleichen Auswirkungen auf die Mortalität durch neuroaxiale Verfahren wie Spinal- oder Epiduralanästhesie mit Verfahren unter Allgemeinanästhesie sowie einer Kombination aus den beiden Verfahren (1).

In der Studie von Gremillet et al. im Jahr 2018 wurde die 30-Tage Mortalität unter Anwendung der drei Verfahren verglichen (1). Hier lag die 30-Tage Mortalität jeweils etwa bei 7,5%.

Auch in den beiden anderen Studien (32, 37) konnte kein signifikanter Unterschied unter Anwendung verschiedener Verfahren festgestellt werden.

Zwei der Studien (22, 34) untersuchen die Auswirkungen unterschiedlicher Sedierungstiefen auf die Mortalität.

Brown et al. verglich dies 2014 in einer Studie bezüglich der 1-Jahres Mortalität bei 114 Patient*innen (22). Des Weiteren wurden 84 Patient*innen mit einem Charlson-Komorbiditäts-Index >4 und 60 Patient*innen mit einem Charlson-Komorbiditäts-

Index >6 separat analysiert. Je höher der Charlson-Komorbiditäts-Index, desto mehr zusätzliche Erkrankungen wiesen die Patient*innen auf (38). Bei der Analyse der 114 Patient*innen lag die 1-Jahres Mortalität in der Gruppe die eine leichte Sedierung erhielten bei 19,3% und in der mit einer tiefen Sedierung bei 29,8%. Jedoch zeigt sich bei den Patient*innen mit einem Charlson-Komorbiditäts-Index >4 ein Trend in Reduzierung der 1-Jahres Mortalität und verlängerter Zeit bis zum Tod bei leichter Sedierung. Die 1-Jahres Mortalität konnte bei leichter Sedierung (22,2%) im Vergleich zu einer tiefen Sedierung (43,6%) signifikant ($p = 0,04$) reduziert werden. Bei Patient*innen mit einem Charlson-Komorbiditäts-Index >6 wurde sie bei leichter Sedierung noch deutlicher reduziert (52,6% versus 28,6%) ($p = 0,04$). Es wird nicht näher beschrieben, welche Operation zur Versorgung der hüftnahen Frakturen durchgeführt wurde.

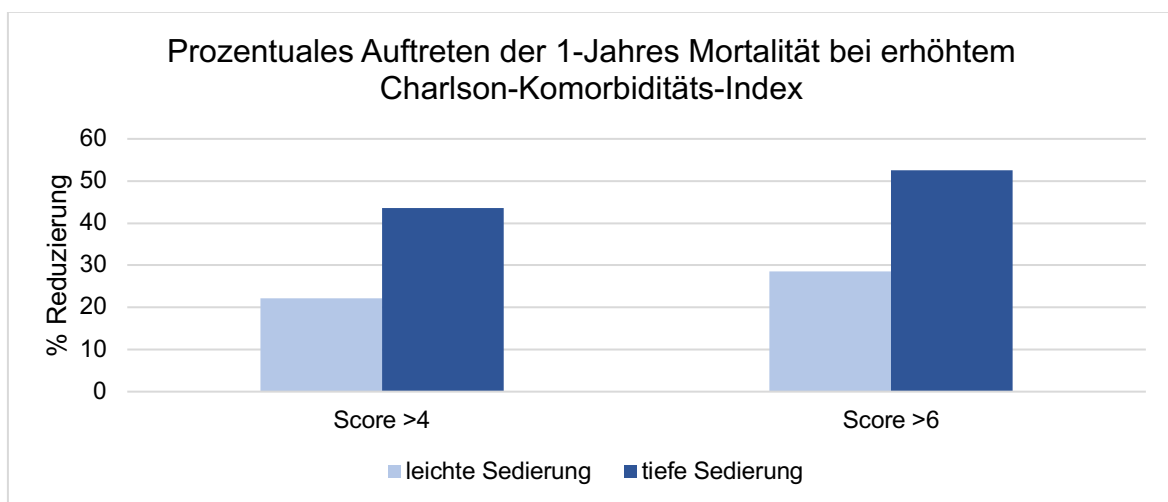


Abbildung 11: Prozentuales Auftreten der 1-Jahres Mortalität bei erhöhtem Charlson-Komorbiditäts-Index

Die Graphik stellt das prozentuale Auftreten der 1-Jahres Mortalität bei unterschiedlicher Sedierungstiefe und unter Berücksichtigung eines Charlson-Komorbiditäts-Index >4 und eines Charlson-Komorbiditäts-Index >6 dar. Es zeigt sich, dass sich die 1-Jahres Mortalität bei diesen Patient*innen bei leichter Sedierung reduziert.

Sieber et al. untersuchte 2018 in einer Studie ebenso, ob es einen Unterschied in der 30-Tage Mortalität und 1-Jahres Mortalität gibt, wenn bei den Patient*innen-gruppen unterschiedliche Sedierungstiefen angewandt werden (34). Hierbei zeigte sich hinsichtlich der Mortalitäten kein Unterschied.

3.4 Sekundäre Endpunkte

Als sekundäre Endpunkte der Arbeit wurden Operationsdauer, Aufenthaltsdauer im Krankenhaus sowie die Anzahl an Behandlungen auf der Intensivstation definiert. Vier der Studien untersuchten die Behandlungsanzahl auf der Intensivstation, vier die Operationsdauer und vier Studien die Aufenthaltsdauer im Krankenhaus. Die in den Studien eingeschlossenen Patient*innen erhielten entweder ein anderes anästhesiologisches Verfahren oder eine unterschiedliche Sedierung als eine Vergleichsgruppe.

Die Anzahl an Behandlungen auf der Intensivstation werteten vier Studien (22, 24, 34, 35) mit 461 Patient*innen aus, wobei drei der Studien keinen signifikanten Unterschied zwischen den jeweiligen Gruppen aufweisen konnten. Eine Studie (24) konnte einen signifikanten Unterschied ($p = 0,016$) zum Vorteil für die Patient*innen-Gruppe, die einen Plexus Lumbalis und Nervus Ischiadicus Block erhielt und mit Larynxmaske beatmet wurde, feststellen. Der Hauptgrund für eine Behandlung auf der Intensivstation der anderen Gruppe war, dass die Patient*innen im Operationssaal nicht extubiert werden konnten.

Studie	Anzahl Gruppe A	Anzahl Gruppe B	Gruppenbeschreibung
<u>Brown et al. (2014) (22)</u>	0 (keine Patient*innen musste auf der Intensivstation behandelt werden)	0 (keine Patient*innen musste auf der Intensivstation behandelt werden)	Gruppe A: Leichte Sedierung Gruppe B: Tiefe Sedierung
<u>Chen et al. (2019) (24)</u>	32,26% (10 von 31)	62,5% (20 von 32)	Gruppe A: LPSB und LMA Gruppe B: GA und ET
<u>Sieber et al. (2018) (34)</u>	11% (11 von 100)	13% (13 von 100)	Gruppe A: Leichte Sedierung Gruppe B: Tiefe Sedierung
<u>Sieber et al. (2010) (35)</u>	12% (7 von 57)	25% (7 von 57)	Gruppe A: Leichte Sedierung Gruppe B: Tiefe Sedierung

Tabelle 5: Anzahl an Behandlungen auf der Intensivstation

Relevante klinische Studien zur Behandlung auf der Intensivstation. Die Daten stellen den prozentualen Anteil der Patient*innen die eine intensivmedizinische Behandlung postoperativ benötigten dar. (x von X) gibt die numerische Anzahl der eingeschlossenen Patient*innen pro Gruppe an.

Zur Übersicht wurden Abkürzungen für die jeweiligen Anästhesieformen gewählt:

ET Endotracheale Intubation

GA Allgemeinanästhesie

LMA Larynxmaske

LPSB Plexus Lumbalis und Nervus Ischiadicus Block

Fünf der Studien (22, 25, 26, 30, 31) werteten die Operationsdauer aus. Dabei wurden 439 Patient*innen in die Analyse aufgenommen. Es konnte in keiner der Studien ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Die längste Operationsdauer wies die Gruppe der Studie von Brown et al. im Jahr 2014 auf, die eine tiefe Sedierung mit Spinalanästhesie mit durchschnittlich 78,6 Minuten erhielt (22), während die kürzeste Operationsdauer mit durchschnittlich 39 Minuten in der Studie von Olofsson et al. im Jahr 2004 in jener Gruppe, die nur eine Spinalanästhesie erhielt, gemessen wurde (31).

Studie	Dauer Gruppe A	Dauer Gruppe B	Gruppenbeschreibung
<u>Brown et al. (2014) (22)</u>	78,6 ± 36	87,0 ± 41	Gruppe A: Leichte Sedierung Gruppe B: Tiefe Sedierung
<u>Coburn et al. (2018) (25)</u>	72,4 ± 39,1	62 ± 31,1	Gruppe A: Xenon Gruppe B: Sevofluran
<u>de Visme et al. (2000) (26)</u>	44 ± 14	61 ± 32	Gruppe A: CPNB Gruppe B: SA
<u>Messina et al. (2013) (30)</u>	53,1 ± 18,4	64,1 ± 15,1	Gruppe A: SA Gruppe B: GA
<u>Olofsson et al. (2004) (31)</u>	49 ± 8	39 ± 5	Gruppe A: SA + Sufentanil: Gruppe B: SA

Tabelle 6: Operationsdauer

Auflistung der klinisch relevanten Studien, welche die Operationsdauer auswerteten. Die Daten der Operationsdauer sind in Minuten angegeben. Die Daten sind als Mittelwert mit Standardabweichung $\pm x$ angegeben.

Zur Übersicht wurden Abkürzungen für die jeweiligen Anästhesieformen gewählt:

CPNB Plexus Lumbosacralis Block

GA Allgemeinanästhesie

SA Spinalanästhesie

Vier Studien (25, 32, 34, 35) beobachteten die Aufenthaltsdauer der Patient*innen im Krankenhaus. Hierbei wurden 892 Patient*innen in die Analyse aufgenommen. Wie in Tabelle 7 dargestellt, gaben alle Studien den Mittelwert und die Standardabweichung an. Bei allen vier Studien konnte kein signifikantes Ergebnis ermittelt werden.

Der durchschnittlich längste Krankenhausaufenthalt mit 16,2 Tagen wies die Gruppe in der Studie von Parker et al. im Jahr 2015, die eine Spinalanästhesie erhielt, auf (32), während der kürzeste Krankenhausaufenthalt mit durchschnittlich

3,7 Tagen in der Studie von Sieber et al. im Jahr 2018 in jener Gruppe, die eine tiefe Sedierung bei Spinalanästhesie erhielt, zeigte (34).

Studie	Dauer Gruppe A	Dauer Gruppe B	Gruppenbeschreibung
<u>Coburn et al. (2018) (25)</u>	10,8 ± 5,2	11,4 ± 6,2	Gruppe A: Xenon Gruppe B: Sevofluran
<u>Parker et al. (2015) (32)</u>	16,2 ± 14,6	15,9 ± 13,7	Gruppe A: SA Gruppe B: GA
<u>Sieber et al. (2018) (34)</u>	4,1 ± 2,3	3,7 ± 3,1	Gruppe A: Leichte Sedierung Gruppe B: Tiefe Sedierung
<u>Sieber et al. (2010) (35)</u>	4,5 ± 2,3	4,7 ± 3,1	Gruppe A: Leichte Sedierung Gruppe B: Tiefe Sedierung

Tabelle 7: Aufenthaltsdauer im Krankenhaus

Relevante klinische Studien zur Aufenthaltsdauer im Krankenhaus. Die Daten der Aufenthalte sind in Tagen angegeben. Die Daten sind als Mittelwert mit Standardabweichung $\pm x$ angegeben.

Zur Übersicht wurden Abkürzungen für die jeweiligen Anästhesieformen gewählt:

GA Allgemeinanästhesie

SA Spinalanästhesie

4 Diskussion

In dieser Arbeit wurden zunächst die medizinischen Grundlagen des Untersuchungsgebietes wie Frakturen, geriatrische Patient*innen, Anästhesieformen sowie die Methoden zur Literaturrecherche erarbeitet. Mit Hilfe einer methodischen Literaturrecherche wurden 18 klinische Studien gefunden, die primär das Auftreten eines Delirs, Hämodynamik und Mortalität bei unterschiedlichen anästhesiologischen Verfahren, Sedierungstiefen und Dosierungen sowie sekundär Operationsdauer, Aufenthaltsdauer im Krankenhaus sowie die Anzahl an Behandlungen auf der Intensivstation miteinander verglichen.

Alle 18 Studien die ausgewertet wurden, waren klinische Studien. 16 davon waren randomisiert kontrollierte Studien, eine retrospektive Registerstudie und eine retrospektive Kohortenstudie.

Vier dieser Studien analysierten das Auftreten eines Delirs (23, 25, 35, 36), zehn die Auswirkungen auf die Hämodynamik (21, 23, 24, 26-28, 30-33) und vier die Mortalität (1, 22, 32, 34, 37). Zwei der Studien befassten sich gleich mit zwei der genannten Auswirkungen (23,32).

Sieben Studien stellten (1, 23, 24, 26, 30, 32, 37) zwei verschiedene Anästhesieformen gegenüber. Dadurch war es möglich, die primär und die sekundär definierten Endpunkte zu analysieren. Insgesamt wurden in allen Analysen die Verfahren der Spinalanästhesie und Allgemeinanästhesie am häufigsten miteinander verglichen.

Drei weitere Studien (22, 34, 35) befassten sich mit den Auswirkungen leichter und tiefer Sedierung, weitere fünf Studien (21, 27-29, 31) analysierten unterschiedliche Dosierungen und drei weitere Studien (25, 31, 34) griffen auf verschiedene Möglichkeiten innerhalb einer Anästhesieform zurück.

Forschungsfrage

In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass unterschiedliche anästhesiologische Verfahren, Sedierungstiefen und Dosierungen durchaus einen Einfluss auf die primären und sekundär festgelegten Endpunkte haben können.

4.1 Delir und neurologische Komplikationen

Die Auswertung der Literaturrecherche zeigt, dass die Wahl des Lokalanästhetikums, wenn eine Spinalanästhesie durchgeführt wird, durchaus einen Einfluss auf neurologische Komplikationen wie Desorientierung, Verwirrung und Agitation haben kann. Diese traten bei Levobupivacaingabe signifikant seltener auf als bei Bupivacaingabe (36), während die Sauerstoffversorgung des Gehirns und Veränderungen in der Hämodynamik keine Unterschiede zeigen.

Da Levobupivacain ein Enantiomer von Bupivacain ist, weist es ähnliche pharmakokinetische und pharmakodynamische Eigenschaften auf. Die Beurteilung der neurologischen Komplikationen in dieser Studie ist auf die subjektive Befundung der Ärzt*innen zurückzuführen, stellt somit eine Limitation der Studie dar und könnte der Grund für den festgestellten Unterschied sein (36). Daher wird empfohlen, noch weitere Studien diesbezüglich durchzuführen.

Bezüglich des Delirs konnte festgestellt werden, dass dieses bei einer niedrigeren Sedierungstiefe ($BIS \geq 80$) mit Propofol bei Spinalanästhesie signifikant seltener auftritt als bei einer tiefen Sedierung ($BIS \approx 50$) (35). Ein BIS von 40-60 gilt neben einer tiefen Sedierung ebenfalls bereits als Allgemeinanästhesie (39). Im Vergleich sind bei leichter bis moderater Sedierung, BIS von 60-80, die Vitalfunktionen noch stabil und das Bewusstsein erhalten. Durch diese Unterschiede könnte sich das vermehrte Auftreten eines Delirs bei tiefer Sedierung erklären lassen. Je mehr Vorerkrankungen Patient*innen aufweisen, desto wahrscheinlicher ist das Auftreten eines postoperativen Delirs.

Das Alter stellt einen großen Risikofaktor für das Auftreten eines Delirs dar. Daher empfiehlt die DAS-Leitlinie 2015 (40) bei erhöhtem Alter ein regelmäßiges, aktives Screening für ein Delir durchzuführen, da delirassoziierte Komplikationen im Alter schlechter kompensiert werden können. Weitere negativ beeinflussende Faktoren hinsichtlich neurologischer Komplikationen sind eine nicht ausreichende Behandlung der Schmerzen sowie eine hohe Dosierung von Opioiden (5). Schmerzen haben negative Auswirkungen auf die Genesung und wirken als Stressoren, die ein Delir auslösen können. Opioide erhöhen das Risiko eines Delirs und somit ist es wichtig diese nicht zu hoch zu dosieren. Aus diesen Gründen

empfiehlt die Leitlinie eine individuelle suffiziente Analgesie, wenn möglich patient*innen kontrolliert. (40)

Somit lässt sich schlussfolgern, dass eine Spinalanästhesie mit Levobupivacain möglicherweise zu empfehlen ist, da diese eine geringere neurologische Komplikationen aufweisen könnte. In Kombination mit einer leichten Sedierung, BIS 40-60, mittels Propofol, stellt sie eine einfache, günstige und sichere Methode dar, um das Auftreten eines postoperativen Delirs bei geriatrischen Patient*innen zu reduzieren. Des Weiteren ist es wichtig, bei geriatrischen Patient*innen ein regelmäßiges Delir-Screening durchzuführen und die Analgesie genau auf den*die Patienten*Patientin abzustimmen.

4.2 Hämodynamik

Drei der Studien (23, 30, 32) vergleichen hämodynamische Schwankungen und das Auftreten einer Hypotonie bei Allgemeinanästhesie und Spinalanästhesie. Alle drei Studien berichten über ein häufigeres Auftreten einer Hypotonie, wenn ein allgemeinanästhesiologisches Verfahren angewandt wird. Auch bei dem Vergleich einer Studie (24) von Regionalanästhesie mittels einer Plexus Lumbalis und Nervus Ischiadicus Blockade und Allgemeinanästhesie treten hämodynamische Schwankungen bei dem Block seltener auf. Eine Studie (26) vergleicht selbiges bei zentraler (Spinalanästhesie) und peripherer Leitungsanästhesie (Plexus Lumbosacralis Block). Hierbei ist der Unterschied hinsichtlich hämodynamischer Schwankungen zwar nicht signifikant, jedoch treten hämodynamische Schwankungen auch bei Spinalanästhesie häufiger auf und Patient*innen müssen im Vergleich häufiger mit Ephedrin behandelt werden, um den Blutdruck zu stabilisieren. Allerdings konnte eine ausreichende Anästhesie bei 1 von 15 Patient*innen bei der peripheren Leitungsanästhesie nicht erzielt werden. Dies ist auch ein Grund, warum dieser Block selten angewandt wird, da es schwierig ist, alle für eine Hüftoperation erforderlichen Nerven von einer Injektionsstelle aus zu blockieren, während die Spinalanästhesie im Vergleich einfach und schneller durchzuführen ist. Diese Studie weist darauf hin, dass bei geriatrischen

Patient*innen auf eine ausreichende Hydratierung zu achten ist, um Komplikationen, wie eine Hypotonie, bestmöglich zu vermeiden.

Die Erwartungshaltung, dass hämodynamische Instabilitäten bei regional-anästhesiologischen Verfahren seltener auftreten als bei Allgemeinanästhesie kann bei dieser Arbeit bestätigt werden.

Innerhalb eines anästhesiologischen Verfahrens, bei Spinalanästhesie, zeigen zwei Studien (27, 31), dass auch hier Veränderungen bei hämodynamischen Schwankungen bei unterschiedlicher Dosierung des Lokalanästhetikums zu erwarten sind. Diese treten zum einen signifikant seltener bei niedriger dosiertem Bupivacain (7,5mg) und Fentanylgabe als bei höherer Bupivacaindosis (15mg) und ohne Opioidgabe auf. Zum anderen treten hämodynamische Schwankungen auch seltener auf, wenn die Dosierung von Bupivacain von 7,5mg auf 5mg reduziert wird. Im direkten Vergleich der beiden Studien zeigt sich, dass bei zusätzlicher Opioidgabe, Ephedrin zur Blutdruckstabilisierung seltener gegeben werden muss. Eine niedrigere Dosis eines Lokalanästhetikums (Bupivacain) reduziert die Inzidenz von hämodynamischen Schwankungen, jedoch erhöht es das Risiko einer unzureichenden Anästhesie. Um diesem gegenzusteuern, kann zusätzlich ein Opioid, wie Fentanyl, gegeben werden.

Hinsichtlich hämodynamischer Schwankungen lässt sich somit schlussfolgern, dass auch bei einer niedrigeren Dosierung eines Lokalanästhetikums eine ausreichende Anästhesie in Kombination mit einem Opioid erzielt werden kann und dadurch geringere hämodynamische Schwankungen auftreten. Des Weiteren stellt auch ein regionalanästhesiologisches Verfahren durchaus eine Alternative im Vergleich zur Spinalanästhesie dar, jedoch sollte beachtet werden, dass dies mit vermehrtem Zeitaufwand und häufigeren Misserfolgen hinsichtlich ausreichender Anästhesie verbunden ist und eine chirurgische Versorgung bei einer traumatischen hüftnahen Fraktur schnellstmöglich erfolgen sollte.

4.3 Mortalität

Je höher der Charlson-Komorbiditäts-Index, desto mehr Erkrankungen weisen Patient*innen auf. Eine der Studien zeigt (22), dass bei einem Charlson-Komorbiditäts-Index >4 die Mortalität bei Spinalanästhesie mit einer leichten Sedierung im Vergleich zu einer tiefen Sedierung sinkt. Dieser Zusammenhang verstärkt sich bei einem Charlson-Komorbiditäts-Index >6 . Bei einem geringeren Charlson-Komorbiditäts-Index zeigt sich hinsichtlich der Sedierungstiefe kein Unterschied in der Mortalität. Jene drei Studien (1, 32, 37) zeigen, dass unterschiedliche anästhesiologische Verfahren hinsichtlich der Mortalität ebenfalls keinen Unterschied bewirken. Jedoch berichtet eine Studie (1), dass andere Faktoren wie das Alter, männliches Geschlecht und mehrere zeitgleiche Vorerkrankungen die 30-Tage Mortalität erhöhen. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass es bei der Wahl der Sedierungstiefe sehr wichtig ist, den Charlson-Komorbiditäts-Index der Patient*innen präoperativ zu berechnen.

4.4 Sekundäre Endpunkte

Die Anzahl an Behandlungen auf der Intensivstation werten vier Studien (22, 24, 34, 35) mit aus. Davon kann nur eine Studie (24) einen signifikanten Unterschied zum Vorteil für regionalanästhesiologische Verfahren mit einem Plexus Lumbalis und Nervus Ischiadicus Block und Larynxmaskenbeatmung gegenüber Allgemeinanästhesie mit endotrachealer Intubation feststellen.

Fünf der Studien (22, 25, 26, 30, 31) werten die Operationsdauer aus und vier Studien (25, 32, 34, 35) beobachten die Aufenthaltsdauer der Patient*innen im Krankenhaus. Es kann in keiner der Studien ein statistisch signifikanter Unterschied bei unterschiedlichen anästhesiologischen Verfahren oder Sedierungstiefen festgestellt werden.

5 Conclusio

Die Wahl der angewandten Anästhesieform kann intra- und postoperative Komplikationen sowohl positiv als auch negativ beeinflussen. Zusätzlich spielen weitere Faktoren wie Alter, Multimorbidität, Geschlecht, Dehydrierung und eine schnelle operative Versorgung binnen 48 Stunden eine wichtige Rolle, um sowohl die 30-Tage und 1-Jahres Mortalität als auch hämodynamische Schwankungen und ein postoperatives Delir zu minimieren. Folglich sind die anästhesiologischen Möglichkeiten nicht das alleinige Ausschlagkriterium.

Schlussfolgernd lässt sich sagen, dass ein regionalanästhesiologisches Verfahren mit einer niedrigen Dosierung von Bupivacain gegenüber einer Allgemein-anästhesie, um hämodynamische Schwankungen und das Auftreten von intra-operativer Hypotonie zu verringern, vorzuziehen ist. Zusätzlich haben Studien gezeigt, dass es sinnvoll sein kann, Bupivacain mit Levobupivacain zu ersetzen und dabei eine niedrige Sedierungstiefe mit Propofol anzustreben, um ein Delir und neurologische Komplikationen bei geriatrischen Patient*innen zu vermeiden. Dabei ist es wichtig präoperativ auf den Charlson-Komorbiditäts-Index der Patient*innen zu achten, da eine Spinalanästhesie bei erhöhtem Charlson-Komorbiditäts-Index eine erhöhte Mortalität bei tiefer Sedierungstiefe aufweist und ab einem Wert >4 eine niedrige Sedierung somit vorzuziehen ist. Ungeachtet dessen ist es wichtig, auf eine adäquate Schmerztherapie und ausreichende Hydratierung zu achten. Somit ist z.B. ein regionalanästhesiologisches Verfahren mittels Katheter geeignet, da prä- und postoperativer Schmerz ausreichend behandelt, Opiode und intraoperative Anästhetikagabe reduziert, Frühmobilisation, Durchblutung und Wohlbefinden der Patient*innen verbessert werden können.

Literaturverzeichnis

1. Gremillet C, Jakobsson JG. Acute hip fracture surgery anaesthetic technique and 30-day mortality in Sweden 2016 and 2017: A retrospective register study. *F1000Res*. 2018;7:1009.
2. Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Syst Rev*. 2015;4(1):1.
3. Neuman MD, Ellenberg SS, Sieber FE, Magaziner JS, Feng R, Carson JL. Regional versus General Anesthesia for Promoting Independence after Hip Fracture (REGAIN): protocol for a pragmatic, international multicentre trial. *BMJ Open*. 2016;6(11):e013473.
4. Reguant F, Arnau A, Lorente JV, Maestro L, Bosch J. Efficacy of a multidisciplinary approach on postoperative morbidity and mortality of elderly patients with hip fracture. *J Clin Anesth*. 2019;53:11-9.
5. Dizdarevic A, Farah F, Ding J, Shah S, Bryan A, Kahn M, et al. A Comprehensive Review of Analgesia and Pain Modalities in Hip Fracture Pathogenesis. *Curr Pain Headache Rep*. 2019;23(10):72.
6. amboss. Proximale Femurfrakturen: amboss; 2021 [updated 01.03.2021; cited 2021 27.04.2021]. Available from: <https://next.amboss.com/de/article/L30wQf>.
7. GmbH A. Typische Frakturlokalisationen des proximalen Femurs. Berlin und Köln, Germany: AMBOSS GmbH; 2021.
8. Li T, Yeung J, Li J, Zhang Y, Melody T, Gao Y, et al. Comparison of regional with general anaesthesia on postoperative delirium (RAGA-delirium) in the older patients undergoing hip fracture surgery: study protocol for a multicentre randomised controlled trial. *BMJ Open*. 2017;7(10):e016937.
9. amboss. Übersicht Geriatrie: Medizin des Alters: amboss; 2021 [updated 15.03.2021; cited 2021 27.04.2021]. Available from: <https://next.amboss.com/de/article/On0ltg>.
10. Pape HC, Kurtz A, Silbernagl S, Klinker R. Reifung, Altern und Tod. *Physiologie*. 9. Stuttgart: Thieme; 2019. p. 970-2.
11. amboss. Osteoporose: amboss; 2021 [updated 10.08.2020; cited 2021 27.04.2021]. Available from: <https://next.amboss.com/de/article/cT0ap2?q=osteoporose#Z4477b36f96e3b57f6d706030f5839d89>.

12. Jaeger K. Anästhesie beim alten (geriatrischen) Menschen Bremen: Krankenhaus St. Joseph-Stift Bremen; 2021 [cited 2021 27.04.2021]. Available from: <https://www.sjs-bremen.de/unsere-kompetenzen/anaesthesiologie-und-intensivmedizin/anaesthesie-beim-alten-geriatrischen-menschen.html>.
13. Rashid RH, Shah AA, Shakoor A, Noordin S. Hip fracture surgery: does type of anesthesia matter? *Biomed Res Int.* 2013;2013:252356.
14. Schulte am Esch J, Bause H, Kochs E, Scholz J, Standl T, C. W. Duale Reihe Anästhesie: Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie. 4. Stuttgart: Thieme; 2011. p. 84-220.
15. amboss. Injektionsanästhetika: amboss; 2021 [updated 16.04.2021; cited 2021 26.04.2021]. Available from: <https://next.amboss.com/de/article/vN0A1g?q=thiopental#Zaee0eff3a3b37eb526e1aa050bc522dd>.
16. amboss. Opiode: amboss; 2021 [updated 16.04.2021; cited 2021 26.04.2021]. Available from: <https://next.amboss.com/de/article/yN0ddg?q=opioide#Z932f6ac6614fddfe1977e37d73b7d7ec>.
17. amboss. Inhalationsanästhetika: amboss; 2021 [updated 15.04.2021; cited 2021 26.04.2021]. Available from: <https://next.amboss.com/de/article/EN081g?q=inhalationsnarkotika#Z104bafb29b85e1942f4c8c22864956de>.
18. amboss. Regionalanästhesie: amboss; 2021 [updated 13.11.2020; cited 2021 26.04.2021]. Available from: <https://next.amboss.com/de/article/SI0ywT?q=regionalan%C3%A4sthesie#Za6cb3e915af5183474a8284b7bac25ba>.
19. Wikipedia C. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: Wikipedia; 2021 [cited 2021 02.02.2021]. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Preferred_Reporting_Items_for_Systematic_Reviews_and_Meta-Analyses.
20. Universitäts- und Landesbibliothek Münster ZM. PubMed Münster: Universitäts- und Landesbibliothek Münster, Zweigbibliothek Medizin; 2021 [cited 2021 12.04.2021]. Available from: <https://www.uni-muenster.de/ZBMed/aktuelles/wiki/pubmed>.
21. Ben-David B, Frankel R, Arzumonov T, Marchevsky Y, Volpin G. Minidose bupivacaine-fentanyl spinal anesthesia for surgical repair of hip fracture in the aged. *Anesthesiology.* 2000;92(1):6-10.
22. Brown CHt, Azman AS, Gottschalk A, Mears SC, Sieber FE. Sedation depth during spinal anesthesia and survival in elderly patients undergoing hip fracture repair. *Anesth Analg.* 2014;118(5):977-80.

23. Casati A, Aldegheri G, Vinciguerra E, Marsan A, Fraschini G, Torri G. Randomized comparison between sevoflurane anaesthesia and unilateral spinal anaesthesia in elderly patients undergoing orthopaedic surgery. *Eur J Anaesthesiol.* 2003;20(8):640-6.
24. Chen WQ, Guo N, Wang SS, Wang R, Huang F, Li SR. General laryngeal mask airway anesthesia with lumbar plexus and sciatic block provides better outcomes than general anesthesia and endotracheal intubation in elderly patients undergoing hip surgery. *Arch Gerontol Geriatr.* 2018;78:227-32.
25. Coburn M, Sanders RD, Maze M, Nguyễn-Pascal ML, Rex S, Garrigues B, et al. The hip fracture surgery in elderly patients (HIPELD) study to evaluate xenon anaesthesia for the prevention of postoperative delirium: a multicentre, randomized clinical trial. *Br J Anaesth.* 2018;120(1):127-37.
26. de Visme V, Picart F, Le Jouan R, Legrand A, Savry C, Morin V. Combined lumbar and sacral plexus block compared with plain bupivacaine spinal anesthesia for hip fractures in the elderly. *Reg Anesth Pain Med.* 2000;25(2):158-62.
27. Kahloul M, Nakhli MS, Chouchene A, Chebbi N, Mhamdi S, Naija W. Comparison of two doses of hypobaric bupivacaine in unilateral spinal anesthesia for hip fracture surgery: 5 mg versus 7.5 mg. *Pan Afr Med J.* 2017;28:108.
28. Martyr JW, Clark MX. Hypotension in elderly patients undergoing spinal anaesthesia for repair of fractured neck of femur. A comparison of two different spinal solutions. *Anaesth Intensive Care.* 2001;29(5):501-5.
29. Martyr JW, Stannard KJ, Gillespie G. Spinal-induced hypotension in elderly patients with hip fracture. A comparison of glucose-free bupivacaine with glucose-free bupivacaine and fentanyl. *Anaesth Intensive Care.* 2005;33(1):64-8.
30. Messina A, Frassanito L, Colombo D, Vergari A, Draisci G, Della Corte F, et al. Hemodynamic changes associated with spinal and general anesthesia for hip fracture surgery in severe ASA III elderly population: a pilot trial. *Minerva Anesthesiol.* 2013;79(9):1021-9.
31. Olofsson C, Nygård EB, Bjersten AB, Hessling A. Low-dose bupivacaine with sufentanil prevents hypotension after spinal anesthesia for hip repair in elderly patients. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2004;48(10):1240-4.
32. Parker MJ, Griffiths R. General versus regional anaesthesia for hip fractures. A pilot randomised controlled trial of 322 patients. *Injury.* 2015;46(8):1562-6.
33. Passot S, Servin F, Pascal J, Charret F, Auboyer C, Molliex S. A comparison of target- and manually controlled infusion propofol and etomidate/desflurane anesthesia in elderly patients undergoing hip fracture surgery. *Anesth Analg.* 2005;100(5):1338-42, table of contents.

34. Sieber FE, Neufeld KJ, Gottschalk A, Bigelow GE, Oh ES, Rosenberg PB, et al. Effect of Depth of Sedation in Older Patients Undergoing Hip Fracture Repair on Postoperative Delirium: The STRIDE Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg.* 2018;153(11):987-95.
35. Sieber FE, Zakriya KJ, Gottschalk A, Blute MR, Lee HB, Rosenberg PB, et al. Sedation depth during spinal anesthesia and the development of postoperative delirium in elderly patients undergoing hip fracture repair. *Mayo Clin Proc.* 2010;85(1):18-26.
36. Vives R, Fernandez-Galinski D, Gordo F, Izquierdo A, Oliva JC, Colilles C, et al. Effects of bupivacaine or levobupivacaine on cerebral oxygenation during spinal anesthesia in elderly patients undergoing orthopedic surgery for hip fracture: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol.* 2019;19(1):17.
37. O'Hara DA, Duff A, Berlin JA, Poses RM, Lawrence VA, Huber EC, et al. The effect of anesthetic technique on postoperative outcomes in hip fracture repair. *Anesthesiology.* 2000;92(4):947-57.
38. Redaktion P. Charlson-Komorbiditätsindex (CCI): Pschyrembel online; 2021 [updated 06.2021; cited 2021 23.06.2021]. Available from: <https://www.pschyrembel.de/Charlson-Komorbidit%C3%A4tsindex/K0PUP>.
39. amboss. Analgosedierung: amboss; 2021 [updated 05.08.2021; cited 2021 06.08.2021]. Available from: <https://next.amboss.com/de/article/QF0u33?q=bispektralindex%E2%84%A2#Z3d5a6eb387b7428032faa6339f7e88cd>.
40. Baron A, et al. S3-Leitlinie Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin. Revision 2015 (DAS-Leitlinie 2015) – Kurzversion: AWMF; 2015 [updated 08.2015; cited 2021 01.07.2021]. Available from: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/001-012k_S3_Analgesie_Sedierung_Delirmanagement_EN-DE_2015-abgelaufen.pdf.