

Aus der  
Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin

**Analgetische Wirksamkeit des obliquen subkostalen  
Transversus-abdominis-plane-Blocks bei der  
chirurgischen Versorgung von großen  
Bauchwandhernien**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin

der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität  
zu Tübingen

vorgelegt von

Dinkel, Friederike Marie

2025

Dekan: Professor Dr. B. Pichler

1.Berichterstatter: Professor Dr. P. Rosenberger

2.Berichterstatter: Privatdozent Dr. S. Aufderklamm

Tag der Disputation: 24.06.2025

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
1.1	Rumpfnahе fasziale Nervenblockaden.....	3
1.1.1	Allgemeines.....	3
1.1.2	TAP- Block und Varianten.....	4
1.1.3	Bedeutung in der Abdominalchirurgie.....	10
1.2	Bauchwandhernien.....	11
1.2.1	Einteilung und klinische Präsentation.....	11
1.2.2	Operative Verfahren bei sekundären Bauchwandhernien.....	12
1.3	Fragestellung.....	14
2	Material und Methoden.....	16
2.1	Studiendesign und ethische Begutachtung.....	16
2.2	Studienkohorte.....	16
2.2.1	Einschlusskriterien.....	16
2.2.2	Ausschlusskriterien.....	17
2.2.3	Rekrutierung und Aufklärung.....	17
2.2.4	Fallzahlplanung.....	18
2.2.5	Randomisierung.....	18
2.3	Studienablauf.....	19
2.3.1	Studienprotokoll.....	19
2.3.2	Modifizierter OSTAP-Block.....	19
2.3.3	Ablauf der Intervention.....	22
2.3.4	Allgemeinanästhesie und intraoperative Analgesie.....	23
2.3.5	Postoperative Analgesie.....	24
2.3.6	Postoperative Visiten und Datenerhebung.....	24
2.4	Klinische Endpunkte.....	25
2.4.1	Primäre Endpunkte.....	25
2.4.2	Sekundäre Endpunkte.....	25
2.4.3	Tertiäre Endpunkte.....	26
2.5	Statistik.....	26

3	Ergebnisse.....	27
3.1	Studiencharakteristika.....	27
3.1.1	Ablauf.....	27
3.1.2	Studienpopulation.....	29
3.2	Endpunkte.....	31
3.2.1	Primäre und sekundäre Endpunkte.....	31
3.2.2	Tertiäre Endpunkte.....	37
4	Diskussion.....	39
4.1	Interpretation.....	39
4.2	Vergleich mit der aktuellen Datenlage.....	42
4.3	Klinische Implikationen.....	48
5	Limitationen.....	50
6	Zusammenfassung.....	52
7	Literaturverzeichnis.....	54
8	Abbildungsverzeichnis.....	61
9	Tabellenverzeichnis.....	62
10	Veröffentlichungen.....	63
11	Erklärung zum Eigenanteil.....	64
12	Danksagung.....	65
13	Anhänge.....	66

## Abkürzungsverzeichnis

RFN	Rumpfnahе fasziаle Nervenblockaden
AWR	Aufwachraum
M.	Musculus
TAP-Block	Transversus-abdominis-plane-Block
OSTAP-Block	Oblique subkostaler Transversus-abdominis-plane-Block
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
TH	Thorakale Spinalnerven
L	Lumbale Spinalnerven
SF	Subkutanes Fettgewebe
OI	Musculus obliquus internus
OE	Musculus obliquus externus
WMA	World Medical Association
PONV	Postoperative nausea and vomiting (Postoperative Übelkeit und Erbrechen)
HCL	Chlorwasserstoff
NaCL	Natriumchlorid
ASA	American Society of Anesthesiologists
IQR	Interquartilsabstand
SD	Standardabweichung
N	Anzahl der Studienteilnehmer:innen
n	Anzahl der Teilnehmer:innen einer Studiengruppe
iv-PCA	Intravenous patient-controlled analgesia
NRS	Numerische Rating Skala
KI	Konfidenzintervall
vs	Versus
QL-Block	Quadratus-lumborum-Block
ESP-Block	Erector-spinae-plane-Block
ERAS	Enhanced Recovery After Surgery

PROSPECT Procedure Specific Postoperative Pain Management  
RCT Randomized controlled trial

# 1 Einleitung

## 1.1 Rumpfnahе fasziаle Nervenblockaden

### 1.1.1 Allgemeines

Rumpfnahе fasziаle Nervenblockaden (RFN) haben in den letzten Jahren durch die Einföhrung der Ultraschalltechnik zunehmend Verbreitung gefunden. Die sonographische Visualisierung anatomischer Strukturen ermöglicht die zuverlässige Durchföhrung komplexer Punktionen (Abrahams et al., 2016). Im Gegensatz zu klassischen peripheren Nervenblockaden handelt es sich bei den Zielstrukturen der RFN um interfasziale Räume, die Nervengewebe erhalten.

Ziel dieser Nervenblockaden ist es, die Entstehung von intra- und postoperativen Schmerzen zu verhindern und damit das Ausmaß einer postoperativen Anwendung von Opioiden zu reduzieren. Die postoperative Anwendung von Opioiden kann mit Nebenwirkungen wie Übelkeit, Erbrechen, Obstipation, aber auch mit einer verzögerten Mobilisation und einer verlängerten Verweildauer im Aufwachraum (AWR) und einem verlängerten Krankenhausaufenthalt verbunden sein (Pizzi et al., 2012) (Wheeler et al., 2002). Durch die RFN könnten diese unerwünschten Nebenwirkungen reduziert werden (Siddiqui et al., 2011). Zudem wird eine durch RFN herbeigeföhrte Reduktion der Neuroinflammation, die im Zusammenhang mit dem Auftreten postoperativer kognitiver Dysfunktionen stehen könnte, diskutiert (Canakci et al., 2021). RFN könnten also nicht nur eine Verbesserung der postoperativen Schmerzkontrolle, sondern möglicherweise auch eine günstige Beeinflussung des gesamten postoperativen Verlaufs erzielen (Abrahams et al., 2016).

In der Regel werden RFN nicht als eigenständige Anästhesieverfahren, sondern als additive Verfahren zur intra- und postoperativen Analgesie angewandt (kombinierte Anästhesie), da diese eine rein somatische Analgesie bewirken. Im Vergleich zu den klassischen Nervenblockaden ist die Erfolgsrate der fasziаlen

Nervenblockaden geringer (Steinfeldt et al., 2020). Ursächlich hierfür können anatomische Varianten und septale Veränderungen sein, welche die homogene Ausbreitung im Faszienkompartiment unterbrechen (Steinfeldt et al., 2020). Damit es zur adäquaten Ausbreitung des Lokalanästhetikums im Faszienkompartiment kommt, sind bei den RFN im Vergleich zu peripheren Nervenblockaden regelhaft größere Volumina an Lokalanästhetika notwendig (Hebbard et al., 2010)

Beispiele für RFN sind der Transversus-abdominis-plane-Block (TAP-Block) mit seinen Varianten, der Rektusscheidenblock, der Erector-spinae-plane-Block, der Quadratus-Lumborum-Block, Pectoralis-Blockaden sowie Interkostal- und Paravertebralblockaden.

## 1.1.2 TAP- Block und Varianten

### 1.1.2.1 Klassischer TAP-Block

Bei dem klassischen TAP-Block, auch lateralen TAP-Block genannt, handelt es sich um ein etabliertes Verfahren zur peripheren Nervenblockade der anterolateralen Bauchwand bei bauchchirurgischen und gynäkologischen Eingriffen. Namensgebend für den TAP-Block ist seine Zielstruktur, die interfasziale Ebene („Transversus abdominis plane“) zwischen M. transversus abdominis und M. obliquus internus. Die vom Rückenmark kommenden thorakolumbalen Spinalnerven Th6 bis L1 ziehen in dieser Ebene zwischen dem M. obliquus internus und M. transversus abdominis nach medioventral in Richtung des M. rectus abdominis (Striebel, 2019).

Erstmals wurde der klassische TAP-Block von Rafi im Jahr 2001 beschrieben (Rafi, 2001). Es handelt sich um eine landmarkengesteuerte Technik, bei der eine stumpfe Nadel im Bereich des „Dreiecks von Petit“ (Trigonum lumbale) durch die schrägen Bauchmuskeln (M. obliquus externus und M. obliquus internus) eingeführt wird. Der spürbare Resistenzverlust („single-pop“) wird als Hinweis für die korrekte Nadelposition im interfaszialen Kompartiment angesehen. Die erste Beschreibung einer ultraschallgesteuerten Technik des TAP-Blocks erfolgte im

Jahr 2007 durch Hebbard et al. (Hebbard et al., 2007). Die sonographische Darstellung der Zielstrukturen erfolgt durch Positionierung eines Linearschallkopfes in sagittaler Ausrichtung auf Höhe der vorderen bis mittleren Axillarlinie zwischen Rippenbogen und Beckenkamm. Dadurch lassen sich folgende Schichten von außen nach innen darstellen: subkutanes Fettgewebe, M. obliquus externus, M. obliquus internus, M. transversus abdominis, Peritoneum mit darunter liegenden Darmschlingen (Abbildung 1). Die Nadel wird in In-Plane-Technik von ventromedial nach dorsolateral vorgeschoben bis die Nadelspitze die echoreich erscheinenden Faszien-schichten zwischen M.transversus abdominis und M. obliquus internus erreicht. Durch die Applikation des Lokalanästhetikums werden die Faszienblätter der beiden Muskelschichten auseinander gedrängt und es erfolgt die interfasziale Ausbreitung des Lokalanästhetikums (Striebel, 2019). In der klinischen Praxis hat sich diese Technik aufgrund ihrer hohen Sicherheit und guten Evidenzlage etabliert (Ma et al., 2017b).

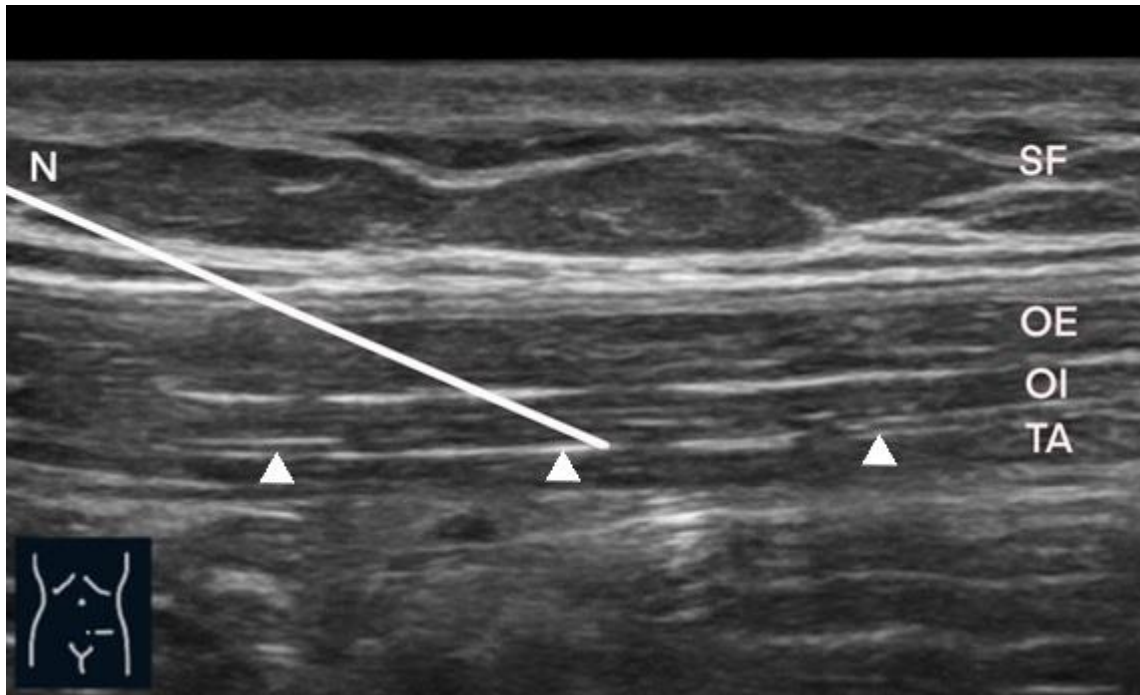


Abbildung 1: Sonographische Darstellung der relevanten anatomischen Strukturen des klassischen TAP-Blocks mit eingezeichneter Position der Nadel bei Applikation des Lokalanästhetikums. Die Nadel (weiße Linie, N) wird durch subkutanes Fettgewebe (SF) und die Muskelschichten des M. obliquus externus (OE) und M. obliquus internus (OI) in-plane vorgeschoben, sodass sich die Nadelspitze in der Transversus-abdominis Ebene (weiße Pfeile) zwischen M. obliquus internus (OI) und M. transversus abdominis (TA) darstellen lässt.

Der klassische TAP-Block bewirkt eine Blockade der ventralen und lateralen Äste der thorakolumbalen Spinalnerven TH11 bis L1 und führt dadurch zu einer Analgesie im infraumbilikaligen Bereich der Bauchwand (Tran et al., 2009). Dieser Block ist daher vor allem bei chirurgischen Eingriffen mit Schmerzentwicklung im Bereich unterhalb des Bauchnabels etabliert. Beispiele hierfür sind die offene Leistenherniotomie, die Sectio Caesarea und die abdominelle Hysterektomie.

#### 1.1.2.2 Subkostaler Transversus-abdominis-plane-Block

Der subkostale TAP-Block, welcher erstmals von Hebbard et al. 2008 beschrieben wurde, ist eine Variante des klassischen TAP-Blocks (Hebbard, 2008). Im Unterschied zum klassischen TAP-Block wird durch den subkostalen TAP-Block eine Blockade der ventralen und lateralen Äste der thorakolumbalen Spinalnerven TH7 bis TH9 herbeigeführt (Barrington et al., 2009). Diese Blockade bewirkt einen analgetischen Effekt im Bereich der Bauchwand oberhalb des Bauchnabels (Ma

et al., 2017a). Die Linearsonde des Ultraschallgeräts wird bei der Durchführung dieser Blockade direkt unterhalb des Rippenbogens auf der Subkostal-Linie positioniert und medialwärts ausgerichtet bis der laterale Rand des M. rectus abdominis dargestellt werden kann. Die Applikation des Lokalanästhetikums erfolgt zwischen dem M. rectus abdominis und den medialen Ausläufern des M. transversus abdominis in die Transversus-Abdominis-Ebene (Abbildung 2).

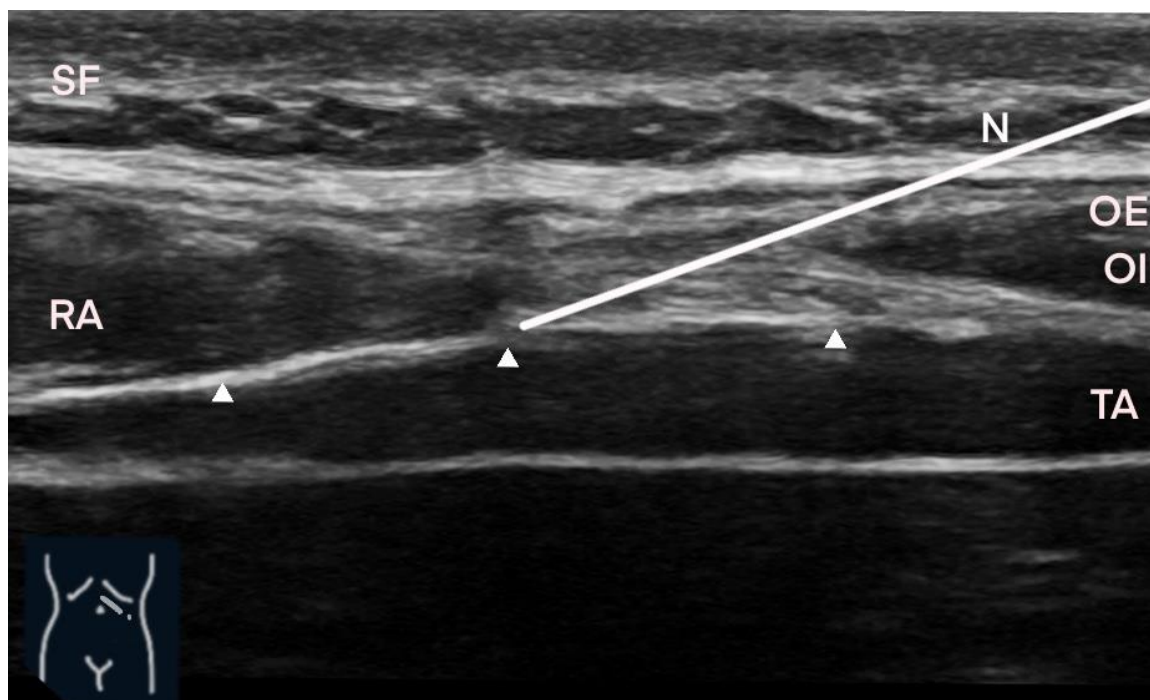


Abbildung 2: sonographische Darstellung der relevanten anatomischen Strukturen des subkostalen TAP-Blocks mit eingezeichneter Position der Nadel bei Applikation des Lokalanästhetikums. Die Nadel (weiße Linie, N) wird durch subkutanes Fettgewebe (SF) und die Ausläufer des M. obliquus externus (OE) und M. obliquus internus (OI) in die Transversus-Abdominis-Ebene (weiße Pfeile) zwischen den M. rectus abdominis und den M. transversus eingeführt, wo das Lokalanästhetikum appliziert wird.

Bei Eingriffen, die mit einem chirurgischen Trauma oberhalb des Bauchnabels einhergehen, wie beispielsweise die Gastrektomie oder die laparoskopische Cholezystektomie, ist der TAP-Block mit subkostalem Zugang etabliert (Soliz et al., 2017).

### 1.1.2.3 Obliquier subkostaler Transversus-abdominis-plane-Block

Um eine weitere Ausbreitung der sensorischen Blockade der Bauchwand zu erzielen, wurde der oblique subkostale TAP-Block (OSTAP-Block) als Kombination

aus klassischem und subkostalem TAP-Block von Hebbard et al. beschrieben (Hebbard et al., 2010). Ziel dieser Variante ist es, eine Blockade der ventralen und lateralen Äste der Spinalnerven TH7 bis L1 zu erzielen. Bei der von Hebbard et al. beschriebenen Technik wird die Linearsonde unmittelbar unterhalb des Xyphoids auf der Subkostallinie positioniert, sodass der M. rectus abdominis mit darunter liegendem M. transversus abdominis sonographisch darstellbar ist (Abbildung 3.1). Die Injektionsnadel wird von medioventral nach dorsolateral in die Transversus-Abdominis Ebene zwischen M. rectus abdominis und M. transversus abdominis eingeführt. Der Schallkopf wird entlang der obliquen subkostalen Linie in Richtung des anterioren Beckenkamms bewegt (Abbildung 3.2+3). Es erfolgt die kontinuierliche Injektion des Lokalanästhetikums in die Transversus-Abdominis-Eben, die bei korrekter Ausbreitung durch Hydrodissektion spindelförmig aufgedehnt wird.

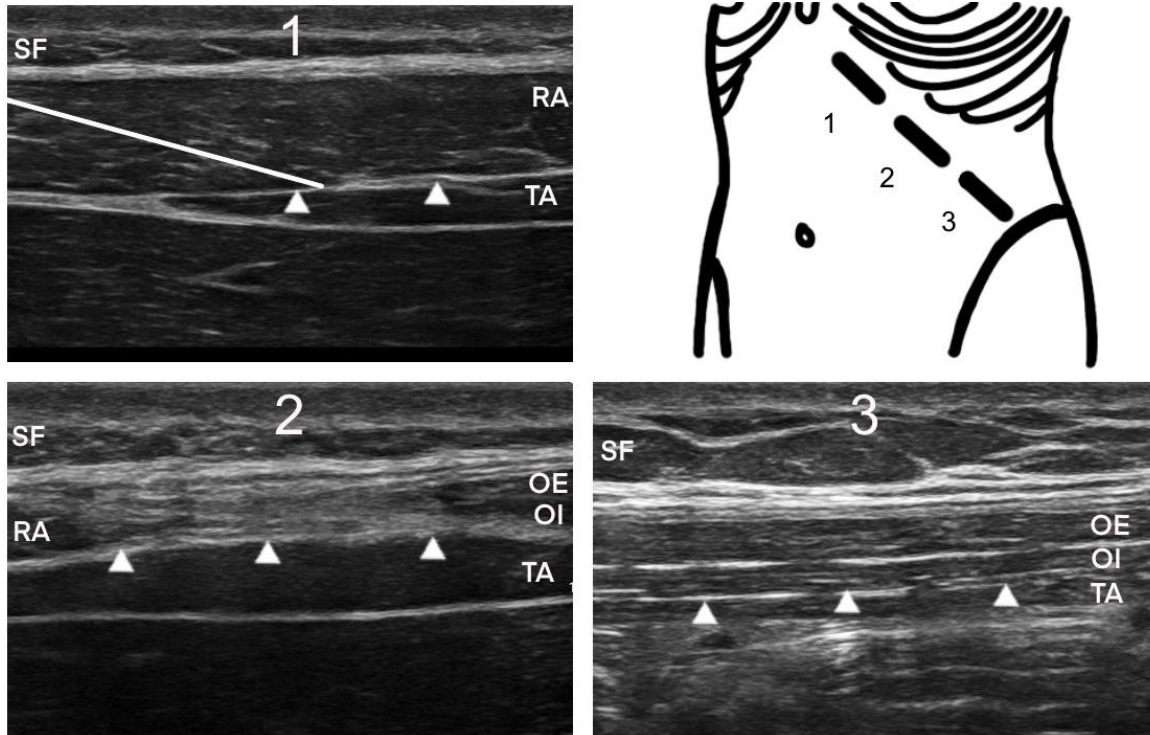


Abbildung 3: sonographische Darstellung der relevanten Strukturen des OSTAP-Blocks nach Hebbard et al. Die Linearsonde wird während der Punktion entlang der schrägen subkostalen Linie Richtung Beckenkamm bewegt, dargestellt durch die Ziffern 1-3 im Schaubild des Abdomens rechts oben.

(1) Die Nadel (weiße Linie) wird durch subkutanes Fettgewebe (SF) und den M. rectus abdominis (RA) in die Transversus-Abdominis-Ebene (weiße Pfeile) eingeführt. Es erfolgt ein kontinuierlicher Nadelvorschub in der TA-Ebene zwischen M. rectus abdominis und M. transversus abdominis (TA).




(2) Darstellung der Transversus-Abdominis-Ebene (weiße Pfeile) zwischen dem M. transversus abdominis (TA) und dem M. rectus abdominis am medialen Bildrand und dem M. obliquus internus (OI) und M. obliquus externus (OE) am lateralen Bildrand.

(3) Darstellung der TA-Ebene (weiße Pfeile) zwischen Transversus abdominis (TA) und M. obliquus internus (OI).

Eine bilaterale OSTAP-Blockade bewirkt theoretisch eine Schmerzausschaltung der gesamten Bauchdecke und findet dadurch Verwendung bei Eingriffen, die mit einer Schmerzentwicklung im Bereich der gesamten anterioren Bauchwand einhergehen. Der klinische Nutzen der OSTAP-Blockade ist noch nicht ausreichend evaluiert.

Eine Übersicht und Gegenüberstellung der Varianten der TAP-Blockaden ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Varianten des TAP-Blocks im Vergleich

	Klassischer TAP-Block	Subkostaler TAP-Block	Oblique subkostaler TAP-Block
Erstbeschreibung	(Rafi, 2001)	(Hebbard, 2008)	(Hebbard et al., 2010)
Nervenblockade	TH11- L1	TH7- TH9	TH7- L1
Analgetischer Wirkungsbereich	infraumbilikal	supraumbilikal	Infra- und supraumbilikal
Position der Linearsonde			

rote Linie: Schallkopfposition; roter Punkt: Punktionsort

### 1.1.3 Bedeutung in der Abdominalchirurgie

Die Regionalanästhesie hat in den letzten Jahren einen hohen Stellenwert in der Abdominalchirurgie erlangt. Ein fester Bestandteil der intra- und postoperativen Analgesiekonzepte bei großen abdominalchirurgischen Eingriffen mit günstiger Beeinflussung des postoperativen Outcomes ist die Epiduralanalgesie (Pöpping et al., 2008) (Freise and Van Aken, 2011). Aufgrund potenziell schwerwiegender Komplikationen sollte vor der Durchführung einer Epiduralanalgesie eine sorgfältige Risiko-Nutzen-Abwägung stattfinden (AWMF, 2021). Risiken der Epiduralanalgesie, wie beispielsweise epidurale Hämatome, Abszesse oder traumatische Läsionen, sind zwar selten, können jedoch zu persistierenden neurologischen Schäden führen (Pöpping et al., 2015). Bei Patient:innen mit antithrombotischer Medikation ist zudem das Einhalten von entsprechenden Zeitintervallen zwischen der letzten Einnahme der Medikation und Punktion geboten, um das Risiko epiduraler Hämatome zu reduzieren (AWMF, 2021).

Eine komplikationsarme Alternative zur Epiduralanalgesie in der Abdominalchirurgie stellen periphere Bauchwandblockaden dar. Im Gegensatz zur Epiduralanalgesie wird dabei keine viszerale Analgesie herbeigeführt, jedoch weisen die peripheren Bauchwandblockaden ein sehr günstiges Risikoprofil auf

(Ma et al., 2017b). Aufgrund der hohen Sicherheit und guten analgetischen Wirksamkeit gewinnen diese Blockade-Techniken in der Abdominalchirurgie immer mehr an Bedeutung (Sharma et al., 2023).

Der klassische TAP-Block beispielsweise ist fester Bestandteil von ERAS-Protokollen der laparoskopischer Kolonchirurgie (Kim et al., 2017). Bei minimalinvasiven Eingriffen scheint die klassische TAP-Blockade in Bezug auf die postoperative Schmerztherapie bei geringerer Inzidenz von Nebenwirkungen der Epiduralanalgesie nicht unterlegen (Baeriswyl et al., 2015). Auch bei peripheren Bauchwandblockaden bieten Katheterverfahren die Möglichkeit einer verlängerten Wirkdauer. Dies stellt eine gute Alternative für die postoperative Analgesie bei Patient:innen dar, bei denen aufgrund hämorrhagischer Diathesen oder anderer Kontraindikationen eine Epiduralanalgesie nicht in Frage kommt. (Miller et al., 2021).

## 1.2 Bauchwandhernien

### 1.2.1 Einteilung und klinische Präsentation

Primäre und sekundäre Bauchwandhernien werden nach der European Hernia Society Klassifikation anhand ihrer Defektlokalisierung und -größe eingeteilt (Abbildung 4) (Muysoms et al., 2009). Unter primären Bauchwandhernien versteht man Nabelhernien und epigastrische Hernien. Bei sekundären Bauchwandhernien handelt es sich um Narbenhernien. Diese stellen die häufigste Spätkomplikation nach abdominalchirurgischen Eingriffen dar (Fortelny and Dietz, 2024). Unterschieden wird zwischen medialer und lateraler Defektlokalisierung (Köckerling et al., 2021). Zusätzlich wird die Defektbreite und -länge bei der Klassifikation berücksichtigt. Eine gesonderte Klassifizierung erfolgt bei Rezidivnarbenhernien, welche einen ungünstigen Einfluss auf das Ergebnis der Narbenhernienchirurgie haben (van Silfhout et al., 2021).

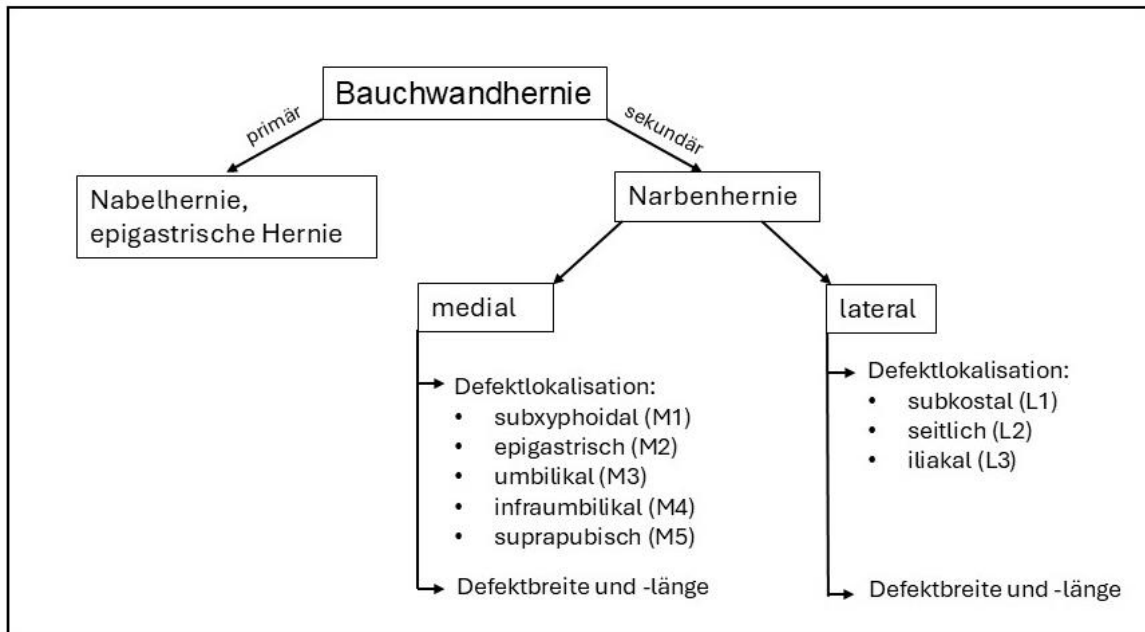


Abbildung 4 Einteilung der Bauchwandhernien nach der Klassifikation der European Hernia Society

Das Spektrum der klinischen Präsentation ist sehr vielfältig und reicht von absoluter Beschwerdefreiheit bis zu maximaler Einschränkung der körperlichen Belastbarkeit (Ezeme et al., 2024). Die Integrität der Bauchwand ist neben dem Verschluss der Bauchhöhle und dem Schutz der Bauchorgane Voraussetzung für die Stabilisierung des Rumpfes und die Funktion als Atemhilfsmuskulatur (Langer C, 2007). Kleine reponible Hernien erscheinen klinisch oft unauffällig. Mit zunehmender Größe der Hernie kann es zur Verlagerung der Bauchorgane in den Bruchsack kommen. Bei der Extremform, bei der die vorgelagerten Bauchorgane nicht reponibel sind, spricht man von sogenannten Hernien mit „Loss of domaine“ („verlorenem Heimatrecht“) (Parker et al., 2019). Eine Inkarzeration kann starke Schmerzen verursachen und zu lebensbedrohlichen Komplikationen wie einem Ileus oder einer Darmischämie führen (Langer C, 2007).

### 1.2.2 Operative Verfahren bei sekundären Bauchwandhernien

Die Indikation zur chirurgischen Versorgung von sekundären Bauchwandhernien wird nach Berücksichtigung der Beschwerden, der Morphologie des Defekts und des individuellen Risikoprofils des Patienten oder der Patientin gestellt (Dietz et

al., 2018). Bei asymptomatischen Hernien besteht eine relative Operationsindikation. Eine absolute und zeitlich dringende Operationsindikation liegt bei inkarzerierten Hernien vor (Dietz et al., 2018).

Bei der operativen Versorgung von sekundären Bauchwandhernien wird ein Kunststoffnetz implantiert. Von den möglichen Netzpositionen (inlay, onlay, intraperitoneal, sublay) wird die Sublay-Position von der European Hernia Society und American Hernia Society empfohlen (Henriksen et al., 2020). Das Netz wird dabei in den retromuskulären Raum, zwischen M. rectus abdominis und dem hinteren Blatt der Rektusscheide, eingelegt (Köckerling et al., 2021). Bei der offenen Sublay-Operation handelt es sich um den Goldstandard der operativen Versorgung von sekundären Bauchwandhernien (Issa et al., 2021). Eine Alternative dazu stellt die laparoskopische Intraperitoneale-Onlay-Mesh-Technik (IPOM) dar, die beispielsweise bei erhöhtem Risiko für Wundinfektionen in Erwägung gezogen werden kann (Henriksen et al., 2020).

Bei der offenen Sublay-Operation erfolgt eine langstreckige chirurgische Inzision der Bauchdecke und gegebenenfalls das Ausschneiden der vorbestehenden Narbe (Rhemtulla and Fischer, 2018). Der Bruchsack der Hernie wird eröffnet und der Bruchinhalt intraabdominell rückverlagert. Anschließend wird die Rektusscheide an den Bruchrändern eröffnet. Es erfolgt das Absetzen des M. rectus abdominis von den hinteren Blättern der Rektusscheide vom Xyphoid bis zur Linea alba. Der Bruchlückenverschluss erfolgt durch direkte Naht des hinteren Blatts der Rektusscheide. (Rhemtulla and Fischer, 2018). Das Kunststoffnetz wird auf das rekonstruierte hintere Blatt der Rektusscheide, kranial hinter das Xyphoid und kaudal hinter die Symphyse positioniert und muss im Regelfall nicht fixiert werden (Mathes et al., 2021).

Bei komplexen Bauchwandhernien mit großen Defekten über 10cm erfolgt eine Erweiterung der Sublay-Operation (Zolin et al., 2020). Es handelt es sich dabei um die posteriore Komponentenseparation, auch „Transversus-abdominis-release“ genannt. Hierbei wird zusätzlich die Schicht zwischen Fascia transversalis und M. transversus abdominis eröffnet, um ein größeres Netzlager zu schaffen (Oprea et al., 2016).

Die offen-chirurgische Versorgung sekundärer Bauchwandhernien mittels Sublay-Mesh-Technik geht typischerweise mit starken postoperativen Schmerzen einher, die häufig eine Gabe von Opioidanalgetika erfordern (Timmermans et al., 2014). Im Vergleich zu minimalinvasiven Methoden treten bei offenen Sublay-Operationen öfter postoperativen Komplikationen wie Wundinfektionen, Serome oder Blutungen auf, welche eine zu einer längeren Krankenhausverweildauer und häufiger zu Re-Operationen führen (Köckerling et al., 2019).

Chronische Schmerzen treten nach erfolgter Narbenhernien-Operation häufig auf, wie eine Analyse von Herniamed-Daten im Ein-Jahres-Follow-Up zeigt (Reinbold and Köckerling, 2014). Ein Jahr nach erfolgter Narbenhernien-OP gaben 10,4% der befragten Patient:innen chronische Ruheschmerzen und 18,9% Belastungsschmerzen an (n=5964). Ein Risikofaktor für die Entstehung von chronischen Schmerzen ist das Vorhandensein starker akuter postoperativer Schmerzen (Erritzøe-Jervild et al., 2013). Ein perioperatives multimodales Analgesie-Konzept sollte daher eine suffiziente Therapie postoperativer Akutschmerzen und somit eine Reduktion der Chronifizierung bewirken.

### 1.3 Fragestellung

Der OSTAP-Block könnte als Teil eines multimodalen Analgesie-Konzepts zur Verbesserung der postoperativen Schmerztherapie und des gesamten postoperativen Outcomes nach chirurgischer Versorgung sekundärer Bauchwandhernien mittels Sublay-Mesh-Technik beitragen. Bisher ist über seinen klinischen Nutzen bei sekundären Bauchwand-Operationen wenig bekannt.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, den Zusammenhang zwischen einer präoperativ durchgeführten bilateralen OSTAP-Blockade und dem postoperativen Morphinverbrauch von Patient:innen, die sich einer offenen Sublay-Netzhernioplastik unterziehen, zu untersuchen. Die Studienhypothese lautet, dass OSTAP-Blockaden, welche mit Ropivacain durchgeführt werden, im Vergleich zu mit isotonischer Natriumchlorid-Lösung durchgeführten Blockaden mit einem

geringeren kumulativen patientengesteuerten Morphinverbrauch bis zum Abend des zweiten postoperativen Tages einhergehen (primärer Endpunkt).

Sekundäre Endpunkte umfassen den Morphinverbrauch im AWR und zu weiteren definierten Zeitpunkten bis zum Abend des zweiten postoperativen Tages, sowie die subjektive Schmerzwahrnehmung und die Verweildauer im AWR und während des Krankenhausaufenthaltes. Das Auftreten unerwünschter Ereignisse, wie beispielsweise postoperativer Übelkeit und Erbrechen (PONV), unerwünschter Arzneimittelwirkungen oder sonstiger Komplikationen, sowie die Patientenzufriedenheit stellen weitere (tertiäre) Endpunkte der Studie dar.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Studiendesign und ethische Begutachtung

Es handelt sich um eine unizentrische, prospektive, doppelt verblindete, randomisierte, Placebo-kontrollierte Studie. Die Planung der Studie erfolgte gemeinsam durch die Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin des Diakonie-Klinikums Stuttgart und der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin des Universitätsklinikums Tübingen. Die klinisch-praktische Durchführung erfolgte am Diakonie-Klinikum Stuttgart.

Die Studie wurde in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki der World Medical Association (WMA, 2013) konzipiert und von der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Eberhard Karls Universität und des Universitätsklinikums Tübingen (6. Juli 2022, Projektnummer 212/2022BO1) sowie der Landesärztekammer Baden-Württemberg (16. November 2022, Projektnummer B-F-2022-071) positiv bewertet.

Am 25. Oktober 2022 erfolgte der Eintrag der Studie in das Deutsche Register für Klinische Studien (DRKS-ID DRKS00030592, <https://drks.de/search/en/trial/DRKS00030592>), welches die Kriterien eines Primärregisters der Weltgesundheitsorganisation erfüllt.

### 2.2 Studienkohorte

#### 2.2.1 Einschlusskriterien

Das Vorliegen folgender Kriterien war die Voraussetzung für den Einschluss in die Studie:

- Vorliegen einer Bauchwandhernie mit Indikation zur operativen Versorgung mittels Sublay-Netztechnik im Studienzeitraum

- Einwilligungsfähigkeit
- Alter > 18 Jahre

### 2.2.2 Ausschlusskriterien

Folgende Kriterien führten zum Ausschluss von der Studie:

- Ablehnung der Studienteilnahme
- Kontraindikationen gegen Ropivacain wie bspw. eine Allergie
- Regelmäßige Einnahme von Opioiden
- Bekannte chronische Schmerzsymptomatik
- Infektionen im Bereich der Bauchdecke
- Präoperativ bekannte narbige Veränderungen der Bauchdecke, die eine intrafasziale Ausbreitung des Lokalanästhetikums verhindern könnten
- Nachgewiesene oder vermutete Schwangerschaft

### 2.2.3 Rekrutierung und Aufklärung

In die Studie wurden konsekutiv alle Patient:innen eingeschlossen, bei denen im Studienzeitraum in der Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie am Diakonie Klinikum Stuttgart eine sekundäre Bauchwandhernie mittels Sublay-Netztechnik operativ versorgt wurde. Voraussetzung für die Teilnahme an der Studie war das Vorliegen aller Einschlusskriterien und keines der Ausschlusskriterien. Die Studienteilnehmer:innen wurden im Rahmen des anästhesiologischen Aufklärungsgespräch ausführlich und standardisiert über die Studienteilnahme informiert und aufgeklärt. Den Patient:innen wurde ein Informationsschreiben ausgehändigt (Anhang 1). Bei Zustimmung zur Studienteilnahme wurde von allen Studienteilnehmer:innen ein Einwilligungsfeld unterschrieben. Die Patient:innen wurden darauf hingewiesen, dass ein Rücktritt von der Studienteilnahme zu jeder Zeit ohne die Angabe von Gründen möglich war.

## 2.2.4 Fallzahlplanung

Die Fallzahlplanung bzw. statistische Planung erfolgte in Kooperation mit dem Institut für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie des Universitätsklinikums Tübingen (Herr Dr. phil. Johann Jacoby). Die Fallzahl wurde mit dem Ziel berechnet, einen signifikanten Unterschied bezüglich des intravenösen Morphinverbrauchs bis zum Abend des zweiten postoperativen Tages zwischen Placebo- und Ropivacain-Gruppe zu zeigen. Die Schätzungsgrundlage des postoperativen Morphinverbrauchs nach Sublay-Hernioplastik basierte auf retrospektiven Daten. Dabei wurde in der Placebo-Gruppe ein mittlerer Verbrauch von 30 mg (Standardabweichung (SD) 20mg) und in der Ropivacain-Gruppe von 15 mg (SD 10 mg) Morphin angenommen.

Als Test-Statistik wurde die zweiseitige Gamma-Regression verwendet. Bei einer Power von 0,8 ergab sich eine initiale Gruppengröße von  $n=17$  ( $N=34$ ). Zur pauschalen Drop-Out-Kompensation wurde die Fallzahl um 10% erhöht. Somit ergab sich eine finale Gruppengröße von  $n=19$  ( $N=38$ ).

## 2.2.5 Randomisierung

Die Zuordnung zu einer der beiden Gruppen (Placebo und Ropivacain) erfolgte nach Pseudonomysierung und anhand eines Randomisierungsplans, der vom Institut für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie der Universitätsklinik Tübingen erstellt wurde (Herr Dr. phil. Johann Jacoby). Die Randomisierung erfolgte nicht stratifiziert. Eine Blockrandomisierung (sechs Blöcke) gewährleistete eine kontinuierliche Ausgewogenheit der Gruppenzuordnung. Die Verblindung der Studienmedikation erfolgte nach dem Randomisierungsplan durch die Mitarbeiter:innen der Hausapotheke des Diakonie-Klinikums Stuttgart, jeweils durch die Bereitstellung identisch aussehender Medikamentenspritzen unabhängig von deren Inhalt (Placebo oder Ropivacain) Eine versiegelte Liste zur Notfallentblindung lag dem ärztlichen Behandlungsteam der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin des Diakonie-Klinikums Stuttgart jederzeit zugänglich vor.

## 2.3 Studienablauf

### 2.3.1 Studienprotokoll

Bei allen Teilnehmer:innen wurde nach Einleitung einer Allgemeinanästhesie und vor dem chirurgischen Eingriff eine bilaterale OSTAP-Blockade durchgeführt. Die OSTAP-Blockaden erfolgten je nach Gruppenzugehörigkeit durch die Injektion einer Ropivacain-Hydrochlorid-Lösung (Ropivacain-Gruppe) oder einer isotonischen Natriumchloridlösung (Placebo-Gruppe). Die Spritzen mit der Ropivacain- bzw. Placebo-Lösung wurden von Mitarbeiter:innen der Hausapotheke gemäß des Randomisierungsplans aufgezoogen und in den OP-Bereich gebracht. Durch die bereits oben beschriebene Doppelverblindung konnten die Studienteilnehmer:innen während der Durchführung der Studie keiner der beiden Gruppen zugeordnet werden. Bei allen Patient:innen erfolgte nach Durchführung der Intervention die offene Herniotomie in Sublay-Netztechnik. Postoperativ erhielten alle Studienteilnehmer:innen eine intravenöse patientenkontrollierte Morphin-Analgesie (*intravenous patient-controlled analgesia*, iv-PCA). Die Erhebung der Endpunkte erfolgte zu definierten Zeitpunkten vom Eintritt in den AWR bis zum Ende des zweiten postoperativen Tages.

### 2.3.2 Modifizierter OSTAP-Block

Der bilaterale OSTAP-Block wurde im Rahmen dieser Studie nach einer modifizierten Methode der von Hebbard et al. beschriebene Technik durchgeführt (Hebbard et al., 2010). Bei der Technik von Hebbard et al. wird die eine 15- 20 cm lange Injektionsnadel durch eine kontinuierliche Nadelführung vom Xyphoid bis zum anterioren Beckenkamm in der Transversus-Abdominis-Ebene, welche durch Hydrodissektion aufgedehnt wird, vorgeschoben. Im Rahmen dieser Studie wurde für die erleichterte Durchführbarkeit eine modifizierte Multi-Injektions-Technik angewandt. Hierbei erfolgten pro Seite jeweils drei Injektionen entlang der schrägen subkostalen Linie vom anterioren Beckenkamm bis zum Xyphoid. Zur

Veranschaulichung der modifizierten Technik sind in Abbildung 5 die Positionen der Linearsonde und der Nadel, und in Abbildung 6 die sonographischen Ansichten bei den drei Injektionen dargestellt.

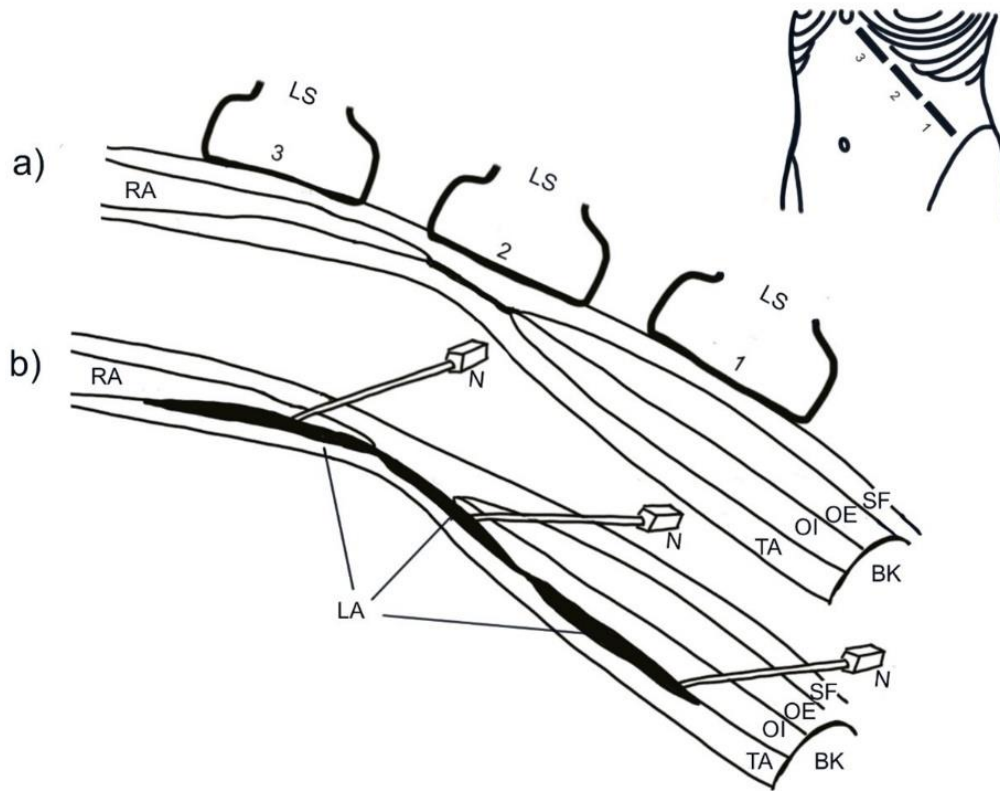


Abbildung 5: Multi-Injektionstechnik des OSTAP-Blocks modifiziert nach Hebbard et al. Schematische Darstellung der Bauchwandschichten entlang der schrägen subkostalen Linie: Subkutanes Fettgewebe (SF), M. obliquus externus (OE), M. obliquus internus (OI), M. transversus abdominis (TA), M. rectus abdominis (RA). Beckenkamm (BK)

a) Positionen der Linearsonde (LS) bei den Injektionen (1-3).

b) Eintrittsorte der Nadel (N) und Ausbreitung des Lokalanästhetikums (LA) in der Transversus-Abdominis-Ebene zwischen M. transversus abdominis (TA) und M. obliquus internus (OI) (lateral) bzw. M. rectus abdominis (RA) (medial)

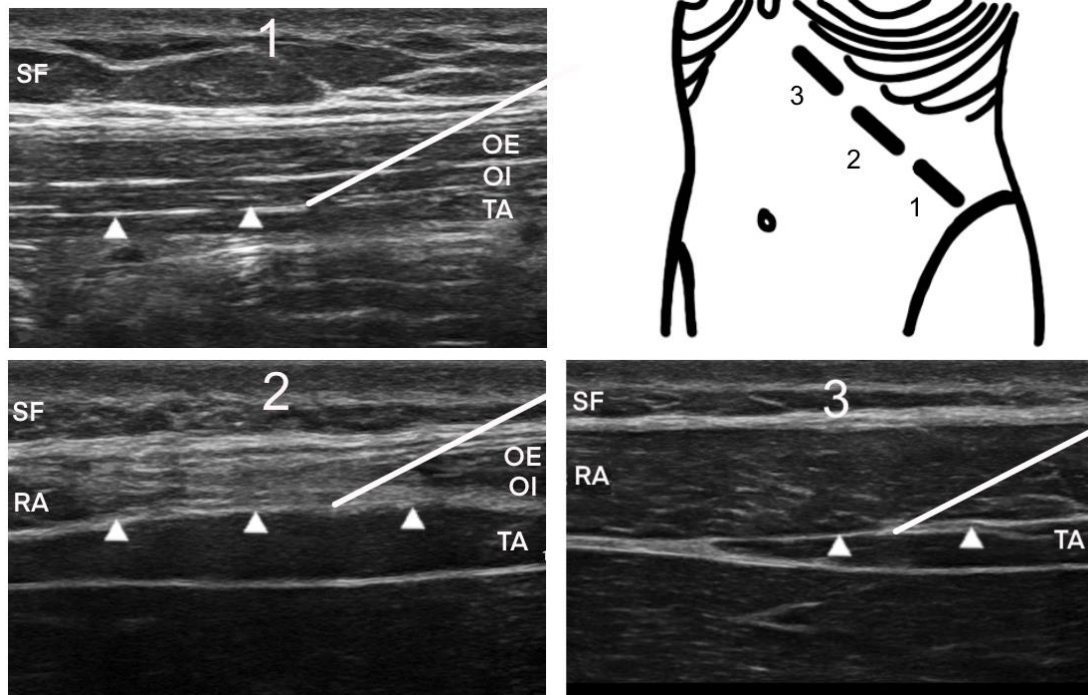


Abbildung 6: sonographische Darstellung der relevanten Strukturen des modifizierter OSTAP-Block nach Hebbard et al. Die Positionen der Linearsonde (1-3) bei den Punktionen sind im Schaubild des Abdomens rechts oben dargestellt. (1) Die Nadel (weiße Linie) wird durch subkutanes Fettgewebe (SF), den M. obliquus externus (OE) und M. obliquus internus (OI) vorgeschoben bis die Nadelspitze in der Transversus-Abdominis-Ebene (weiße Pfeile) mit dem darunter liegenden M. transversus abdominis (TA) darstellbar ist. Hier erfolgt die Applikation des Lokalanästhetikums.

(2) Am lateralen bzw. rechten Bildrand sind die Ausläufer der schrägen Bauchmuskeln (OE, OI) sichtbar. Am medialen bzw. linken Bildrand ist der M. rectus abdominis (RA) dargestellt. Die Applikation des Lokalanästhetikums erfolgt in die Transversus-Abdominis-Ebene (weiße Pfeile) zwischen M. transversus abdominis (TA) und M. obliquus internus (OI) bzw. M. rectus abdominis (RA).

(3) Darstellung des M. rectus abdominis (RA) mit dem darunter liegenden medialen Ausläufer des M. transversus abdominis (TA). Zwischen den beiden Muskelschichten in der Transversus-abdominis-Ebene (weiße Pfeile) wird das Lokalanästhetikum injiziert.

Für die erste Injektion wurde die Linearsonde oberhalb der Iliaca anterior superior auf der schrägen subkostalen Linie positioniert und die Nadel in In-Plane-Technik durch den M. obliquus externus und M. obliquus internus vorgeschoben bis die Nadelspitze zwischen den Faszienblättern des M. obliquus internus und des M. transversus abdominis in der Transversus-Abdominis-Ebene darstellbar war (Abbildung 6.1). Nach negativer Aspirationskontrolle wurden 10 ml der Studienlösung appliziert, wobei sich die Flüssigkeit spindelförmig in dem durch Hydrodissektion aufgedehnten interfaszialen Kompartiment der Transversus-Abdominis-Ebene ausbreitete. Die Linearsonde wurde anschließend weiter kranialwärts entlang der schrägen subkostalen Linie bewegt. Es erfolgte die

sonographische Visualisierung der Ausläufer der schrägen Bauchmuskeln mit darunter liegendem M. transversus abdominis (Abbildung 6.2). Durch die erneute Applikation von 10ml der Lösung wurde die Transversus-Abdominis-Ebene an dieser Stelle ebenfalls durch Hydrodissektion aufgedehnt und es kam zur kontinuierlichen Ausbreitung der Flüssigkeit. Für die dritte Injektion wurde die Linearsonde entlang der Subkostallinie medialwärts positioniert, sodass die lateralen Ausläufer des M. rectus abdominis sichtbar waren (Abbildung 6.3). Die Injektion der Lösung erfolgte, wie bei der Durchführung der subkostalen TAP-Blockade, zwischen dem M. rectus abdominis und den medialen Anteilen des M. transversus abdominis.

### 2.3.3 Ablauf der Intervention

Nach Einleitung der Allgemeinanästhesie erfolgten die Vorbereitungen für die Durchführung der bilateralen OSTAP-Blockade. Bei den Studienlösungen handelte es sich um insgesamt 60 ml (30ml pro Seite) einer 0,375-prozentigen Ropivacain-HCl-Lösung (verdünnt aus 0,75-prozentiger Stammlösung) oder um 60ml einer 0,9-prozentigen NaCl-Lösung. Die Interventionen erfolgten primär durch die Studienärztin und bei Verhinderung durch eingewiesene ärztliche Kolleg:innen. Es erfolgte eine gründliche antiseptische Desinfektion im Bereich der anterolateralen Bauchwand mit alkoholischem Hautantiseptikum. Die Einwirkzeit des Desinfektionsmittels wurde eingehalten. Sterile Bedingungen wurden zudem durch den Einsatz steriler Handschuhe, einer gründlicher Händedesinfektion und der Verwendung eines sterilen Überzuges für die Ultraschallsonde geschaffen.

Mithilfe der Hochfrequenz-Linearsonde (13-6MHz) eines gängigen kommerziell erhältlichen Ultraschallgeräts (SonoSite, S-Nerve™) erfolgte die sonographische Visualisierung der anatomischen Strukturen. Die relevanten anatomischen Strukturen entlang der schrägen subkostalen Linie zwischen Xyphoid und Spina iliaca anterior superior wurden dargestellt.

Die sonographische Bildqualität und die Darstellung der anatomischen Strukturen wurden von der durchführenden Person der OSTAP-Blöcke semiquantitativ anhand folgender Punkte (1- 4) bewertet:

- (1) Gute sonographische Bildqualität ohne signifikante Artefakte UND gute Darstellung der anatomischen Strukturen in der gesamten interessierenden Region.
- (2) Gute sonographische Bildqualität ohne signifikante Artefakte ODER gute Darstellung der anatomischen Strukturen in der gesamten interessierenden Region.
- (3) Eingeschränkte sonographische Bildqualität und eingeschränkte Darstellung der anatomischen Strukturen in der interessierenden Region, was eine erfolgreiche Injektion erschwert.
- (4) Starke Einschränkungen sowohl bei der sonographischen Bildqualität als auch bei der Darstellung der anatomischen Strukturen, so dass eine erfolgreiche Injektion in die gewünschte Ebene nicht gewährleistet werden kann.

Für die Punktionen wurde eine 22-Gauge-Nadel (Stimuplex® Ultra® 360, 80 mm, 30°, B.Braun SE, Melsungen, Deutschland) verwendet. Pro Seite erfolgten drei Punktionen nach der in Abschnitt 2.3.2. beschriebenen Technik. Nach der Durchführung der OSTAP-Blockaden wurde der Patient bzw. die Patientin in den Operationssaal gebracht und für die Operation freigegeben.

#### 2.3.4 Allgemeinanästhesie und intraoperative Analgesie

Die Allgemeinanästhesie wurde durch Anästhesist:innen nach dem institutionellen Standard der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin am Diakonie-Klinikum Stuttgart durchgeführt. Die Narkoseeinleitung erfolgte durch die Gabe von Sufentanil (0,2-0,4µg/kgKG), Propofol (1,5-2mg/kgKG) und Rocuronium (0,5-0,6 µg/kgKG). Eine endotracheale Intubation wurde bei allen Patient:innen zur Atemwegssicherung durchgeführt. Die Narkose wurde als balancierte Anästhesie

mit Sevofluran (MAC 0,8-1,0) und intermittierenden Sufentanil-Boli aufrechterhalten. Die Gesamtmenge des intraoperativ verabreichten Sufentanil wurde dokumentiert. Die Narkosetiefe wurde anhand eine Ziel-Bispectral-Index von 35 – 45 standardisiert. Den Patient:innen wurde 30 Minuten vor Beginn der Operation als antibiotische Single-Shot-Prophylaxe Cephazolin 2g oder beim Vorliegen von Kontraindikationen Clindamycin 600mg intravenös verabreicht. Die medikamentöse PONV-Prophylaxe bestand aus der intravenösen Gabe von Dexamethason 8mg zur Narkoseeinleitung und Ondansetron 4mg ca. 30 Minuten vor Narkoseende. Am Ende der Operation erfolgte im Rahmen der postoperativen Schmerztherapie die Gabe einer Einzeldosis von Metamizol (1g) oder Paracetamol (1g) bei vorliegenden Kontraindikationen gegen Metamizol.

### 2.3.5 Postoperative Analgesie

Unmittelbar nach Eintreffen im AWR erhielten die Patient:innen eine iv-PCA mit Morphinsulfat (Morphinkonzentration: 1mg/ml, Bedarfsdosis: 2mg, Sperrintervall: 15min), wodurch die bedarfsadaptierte Applikation von postoperativen Analgetika ermöglicht wurde. Die iv-PCA verblieb bis zum Abend des zweiten postoperativen Tages bei den Patient:innen. Zusätzlich wurde allen Studienteilnehmer:innen viermal täglich Metamizol (1g oral) oder Paracetamol (1g oral) beim Vorliegen von Kontraindikationen gegen Metamizol verabreicht. Eine Gabe von Opioidanalgetika abseits der iv-PCA war nicht Teil des Studienprotokolls.

### 2.3.6 Postoperative Visiten und Datenerhebung

Die Studienpatient:innen wurden für die Erfassung der Endpunkte vom Zeitpunkt ihrer Ankunft im AWR (T0) bis zum Abend des zweiten postoperativen Tages (T5) zu definierten Zeitpunkten visitiert. Die Visiten erfolgten zu Beginn im AWR (T0), am Abend des OP-Tages (T1), sowie jeweils am Morgen und Abend des ersten und zweiten postoperativen Tages (T2-T5) (Abbildung 7). Am Abend des zweiten postoperativen Tages (T5) endete der Nachbeobachtungszeitraum

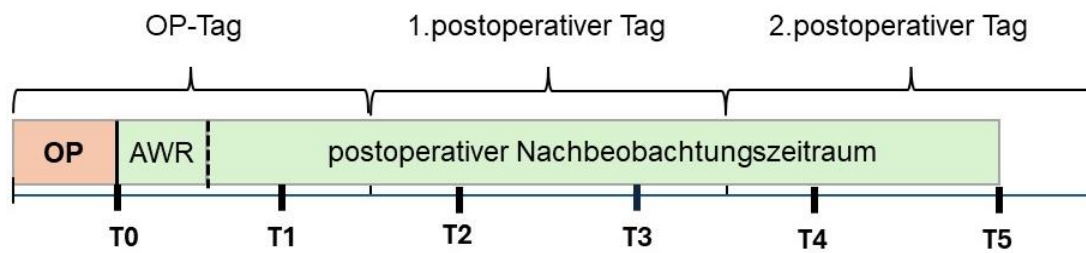


Abbildung 7: Zeitpunkte der postoperativen Visiten (T0-T5)

Bei jeder Visite wurde der gesamte Morphinverbrauch bis zum jeweiligen Zeitpunkt erfasst. Für die Ermittlung der sekundären Endpunkte erfolgte die Befragung der Patient:innen mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens (Anhang 2).

Mithilfe des Fragebogens wurde das subjektive Schmerzempfinden in Ruhe, sowie der am stärksten empfundene Schmerz anhand der numerischen Rating-Skala (NRS) seit der letzten Befragung erfasst. Das Vorhandensein von PONV und die Verabreichung von antiemetischer Medikation wurden dokumentiert. Außerdem ordneten die Studienteilnehmer:innen ihr subjektives Befinden auf einer Skala von 0 bis 10 ein (0 = sehr schlecht, 10 = sehr gut).

## 2.4 Klinische Endpunkte

### 2.4.1 Primäre Endpunkte

Den primären Endpunkt dieser Studie stellt der postoperative Morphinverbrauch vom Zeitpunkt des Eintritts in der AWR bis zum Abend des zweiten Tages nach der Operation dar.

### 2.4.2 Sekundäre Endpunkte

Zu den sekundären Endpunkten zählen der postoperative Morphinverbrauch während des Aufenthalts im AWR und zu den übrigen definierten Zeitpunkten des Nachbeobachtungszeitraums, das subjektive Schmerzempfinden anhand der NRS, das Auftreten von PONV und die allgemeine Patientenzufriedenheit.

### 2.4.3 Tertiäre Endpunkte

Tertiär werden alle mit dem OSTAP-Block assoziierten Nebenwirkungen und Komplikationen frei erfasst, um Aussagen über die Sicherheit des Verfahrens treffen zu können.

## 2.5 Statistik

Die statistische Planung der Studie sowie deren Auswertungsstrategie erfolgte vor deren Durchführung durch und mit Herrn Dr. phil. Johann Jacoby aus dem Institut für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie der Universität Tübingen.

Die Stichproben wurden mittels D'Agostino-Pearson Test auf Normalverteilung überprüft. Im Falle einer Normalverteilung wurden die Stichproben mit Mittelwert  $\pm$  SD beschrieben. Bei nicht normalverteilten Stichproben wurden Mediane und der Interquartilsabstand (*interquartile range*, IQR, als 25. und 75. Perzentile) angegeben. Der Vergleich Stichproben mit nicht plausibel normalverteilten Residuen (insbesondere des Morphinverbrauchs) wurde mittels Gamma-Regressionsanalyse oder Mann-Whitney-U-Tests durchgeführt. Für kategoriale Variablen sind Häufigkeiten und Prozentsätze angeben, und auf Unterschiede wurde mittels Chi-Quadrat-Tests überprüft. Das Signifikanzniveau wurde mit  $\alpha = 0,05$  definiert. Zur Datenanalyse und graphischen Darstellung wurden SPSS (IBM, Armonk, NY, USA) and Prism (GraphPad Software, San Diego, CA, USA) verwendet.

## 3 Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Studie wurden im Juli 2024 bereits durch Keller et al. im Journal *Regional Anesthesia and Pain Medicine* veröffentlicht (Keller et al., 2024).

### 3.1 Studiencharakteristika

#### 3.1.1 Ablauf

Der Studienzeitraum erstreckte sich vom 21. November 2022 (Beginn der Rekrutierung) bis zum 14. Dezember 2023 (Einschluss des/r letzten Patient:in). Der/die erste Patient:in wurde am 24. November 2022 eingeschlossen).

In diesem Zeitraum wurden 38 Patient:innen, bei welchen alle Einschluss-Kriterien zutrafen, in die Studie aufgenommen. Das Flussdiagramm für die Auswahl der Studienteilnehmer:innen ist in Abbildung 8 dargestellt. Zwei Patient:innen der Placebo-Gruppe wurden nach der Randomisierung und vor der Durchführung der OSTAP-Blockaden von der Studie ausgeschlossen und als Drop-Outs gewertet. Bei einem/einer der beiden Patient:innen wurde unmittelbar vor dem Eingriff die Indikation für die Sublay-Netzhernioplastik zurückgezogen und die Indikation für eine Operation mit direkter Hernien-Naht gestellt. Die Operation des/der anderen Patient:in wurde aufgrund eines präoperativen unklaren Abfalls des Hämoglobin-Wertes verschoben. Die Placebo-Gruppe bestand dadurch aus 17 Studienteilnehmer:innen (n=17) und die Ropivacain-Gruppe aus 19 Studienteilnehmer:innen (n=19). Bei diesen Studienteilnehmer:innen erfolgte die Durchführung der bilateralen OSTAP-Blockade mit anschließender Sublay-Operation und die Nachbeobachtung mit Erfassung der Studiendaten bis zum Abend des zweiten postoperativen Tages.

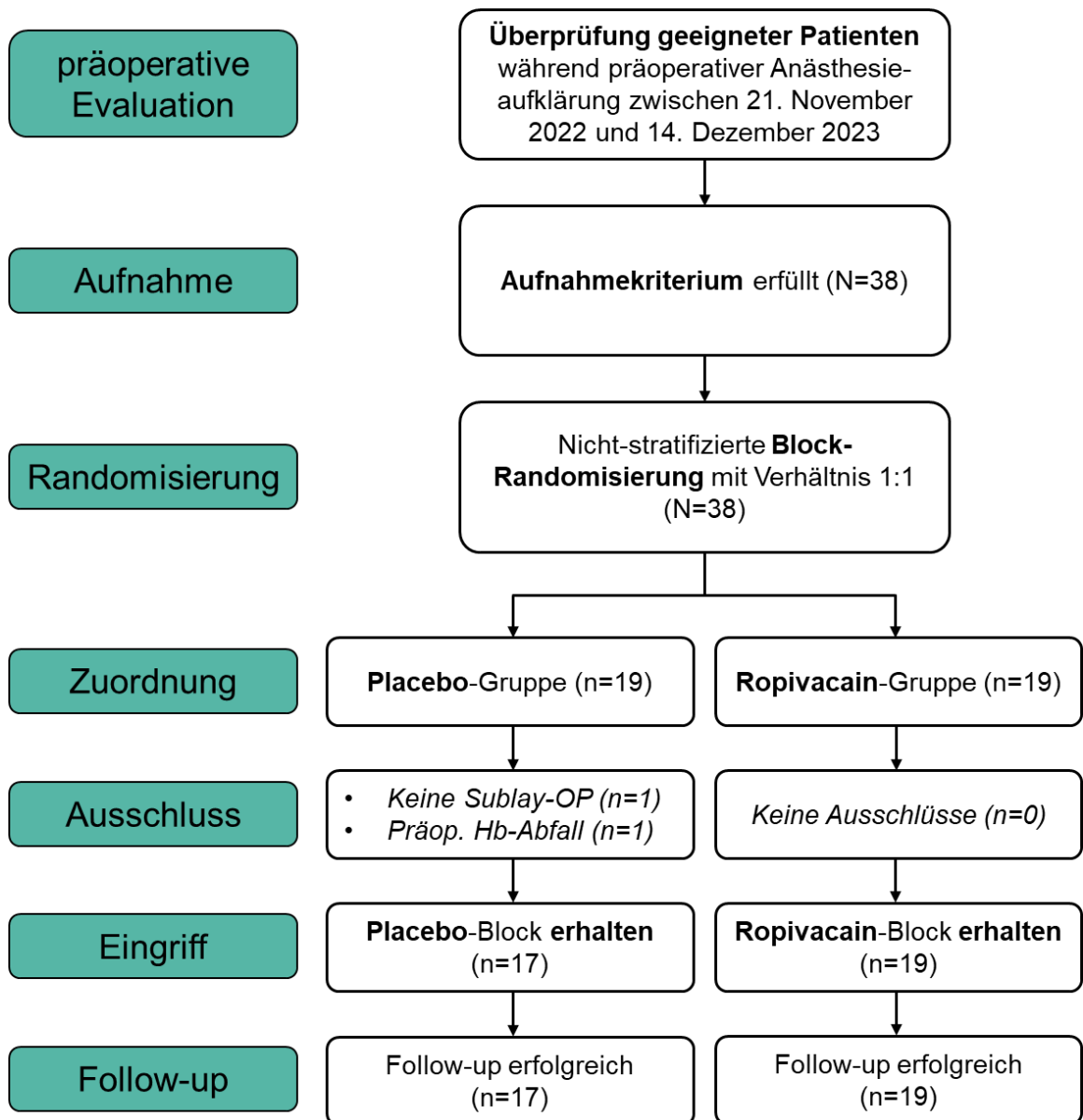


Abbildung 8: Diagramm für die Auswahl der Studienteilnehmer:innen. Hb, Hämoglobin; N, Anzahl der Patient:innen der gesamten Studienpopulation; n, Anzahl der Patient:innen in den Studiengruppen; präop, präoperativ

### 3.1.2 Studienpopulation

In Tabelle 2 sind die demographischen Daten der Placebogruppe (n=17) und der Ropivacain-Gruppe (n=19), welche zum Zeitpunkt der Operation erhoben worden, dargestellt. Das Alter der Patient:innen in beiden Gruppen war ähnlich und betrug im Mittel in der Placebo-Gruppe 61 Jahre und in der Ropivacain-Gruppe 60 Jahre. In der Placebo-Gruppe waren 47% und in der Ropivacain-Gruppe 26% weiblich. Schwere vorbestehende Allgemeinerkrankungen waren in beiden Gruppen selten. Die meisten Patient:innen wurden der ASA-Gruppe II zugeordnet (Placebo-Gruppe 88%, Ropivacain-Gruppe 84%). Ein Hernienrezidiv lag in der Placebo-Gruppe bei 24% und in der Ropivacain-Gruppe bei 53% vor.

Tabelle 2 Demographische Daten der Studiengruppen

	Placebo	Ropivacain
Stichprobengröße (n)	17	19
Alter (Jahre)	61± (15)	60± (12)
Weibliches Geschlecht, (n)	8 (47%)	5 (26%)
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	26± (6)	30± (4)
ASA-Klassifikation (n)		
II	15 (88%)	16 (84%)
III	2 (12%)	3 (16%)
Vorerkrankungen n		
Adipositas	2 (12%)	5 (26%)
Arterielle Hypertonie	5 (29%)	7 (37%)
Diabetes mellitus	2 (12%)	5 (26%)
Koronare Herzerkrankung	1 (6%)	0 (0%)
Asthma bronchiale	1 (6%)	0 (0%)
Hypothyreoidismus	3 (18%)	1 (5%)
Depression	0 (0%)	1 (5%)
Epilepsie	0 (0%)	1 (5%)
Hernien-Rezidiv, n	4 (24%)	10 (53%)

Mittelwert±SD für kontinuierliche Variablen, Häufigkeiten und Prozentwerte für kategoriale Variablen

Die perioperativen Charakteristika beider Gruppen sind in Tabelle 3 dargestellt. Insgesamt unterschieden sich die beiden Gruppen bezüglich der erfassten perioperativen Charakteristika kaum. Die Qualität der sonographischen Anatomie war bei den meisten Patient:innen beider Gruppen gut (Sono-Anatomie Score 1 oder 2). Die Narkose- und OP-Dauer, sowie der intraoperative Verbrauch an Sufentanil unterschied sich in beiden Gruppen nur wenig.

Tabelle 3 :Perioperative Charakteristika der Studiengruppen

	Placebo	Ropivacain
Stichprobengröße (n)	17	19
Sono-Anatomie Score (n)		
1	9 (53%)	11 (58%)
2	5 (29%)	7 (37%)
3	3 (18%)	1 (5%)
Narkosedauer vor OP-Beginn (Minuten)	57 (41–80)	60 (49–67)
OP-Dauer, (Minuten)	130 (120–158)	124 (103–176)
Sufentanil intraoperativ, (µg)	54± (16)	55± (13)
Volumengabe (Kristalloide) intraoperativ, (ml)	1000 (1000–1500)	1000 (1000–1500)

Median (IQR) oder Mittelwert±SD für kontinuierliche Variablen, Häufigkeiten und Prozentwerte für kategoriale Variablen.

## 3.2 Endpunkte

### 3.2.1 Primäre und sekundäre Endpunkte

Den primären Endpunkt dieser Studie stellt der postoperative Morphinverbrauch bis zum Abend des zweiten Tages nach der Operation (T5) dar. In Abbildung 9A und Tabelle 4 ist der Morphinverbrauch der Ropivacain- und Placebo-Gruppe bis zum Zeitpunkt T5 dargestellt. Zum Zeitpunkt T5 betrug der Morphinverbrauch der Ropivacain-Gruppe 39 (22–62) mg und der Placebo-Gruppe 24 (7–39) mg. Die Analyse mittels Mann-Whitney-U-Test zeigte einen signifikant höheren Morphinverbrauch zum Zeitpunkt T5 der Ropivacain-Gruppe verglichen mit der Placebo-Gruppe (p=0,04) (Tabelle 4). Ein Vergleich mittels Gamma-Regressionsanalyse ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen (p=0,06) (

Tabelle 5).

Als wesentlicher sekundärer Endpunkt dient der Vergleich des Morphinverbrauchs während des Aufenthalts im AWR ( Abbildung 9B, Tabelle 4). In der Ropivacain-Gruppe betrug der Morphinverbrauch im AWR 2 (2–6) mg und in der Placebo-Gruppe 4 (4–9) mg. Der Unterschied fiel sowohl mittels Mann-Whitney-U-Test ( $p=0,04$ ) als auch mittels Gamma-Regression ( $p=0,02$ ) signifikant aus ( Tabelle 5).

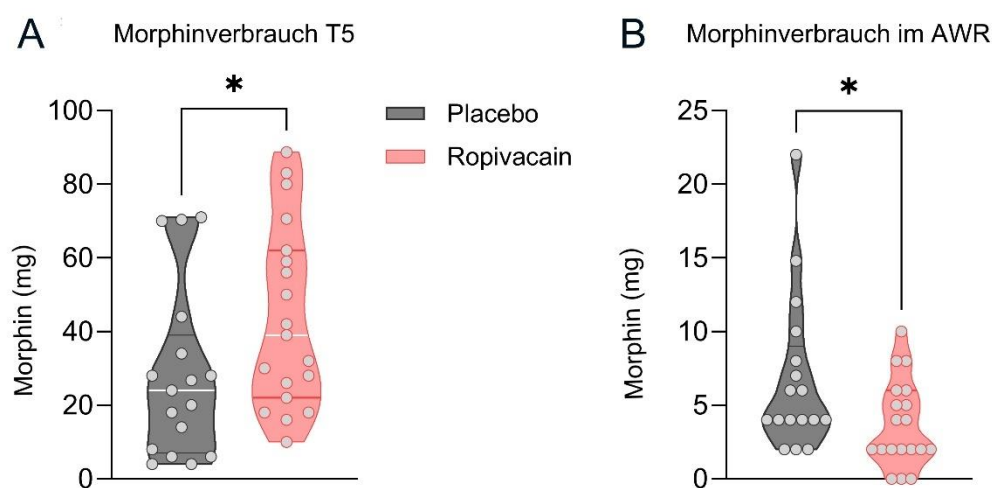


Abbildung 9: Darstellung des gesamten Morphinverbrauchs (mg) der Placebo-Gruppe (grau) und Ropivacain-Gruppe (rot) als Violine Plots mit Medianwerten (weiße Linien) und IQR (graue/rote Linien) A: am Abend des zweiten postoperativen Tages (T5); B: im Aufwachraum (AWR)  
\*  $p < 0,05$ , berechnet mittels Mann-Whitney-U-Test

Tabelle 4: Morphinverbrauch zu definierten Zeitpunkten (T0-T5) und in den Zeitintervallen (T0-1, T1-2, T2-3, T3-4, T4-5)

	Placebo	Ropivacain	p-Wert
Morphinverbrauch gesamt (mg)			
AWR (T0)	4 (4–9)	2 (2–6)	0,04*
T1	8 (4–14)	4 (2–8)	0,04*
T2	16 (7–31)	14 (8–25)	0,81
T3	20 (7–34)	22(16–43)	0,22
T4	24 (7–37)	30 (22–58)	0,09
T5	24 (7–39)	39 (22–62)	0,04*

Median und IQR für kontinuierliche Variablen, \*p<0.05 mittels Mann-Whitney-U Tests

Tabelle 5: Gamma-Regressions-Analyse des gesamten Morphinverbrauchs (T5) und Morphinverbrauch im AWR

	Estimates (95% KI)	p-Wert*
Morphinverbrauch gesamt (T5)		
Placebo	28,01 (19,12–41,03)	<0,001
Ropivacain (Differenz zu Placebo)	1,56 (0,99–2,46)	0,06

#### Morphinverbrauch im AWR

Placebo	6,81 (4,75–9,76)	<0,001
Ropivacain (Differenz zu Placebo)	0,55 (0,34–0,09)	0,02

\*p-Werte mittels Gamma-Regressions-Analyse, KI: Konfidenzintervall

Der Morphinverbrauch der Ropivacain-Gruppe war zudem am Abend des OP-Tages (T1) signifikant geringer als bei der Placebo-Gruppe (4 (2–8) mg vs. 8 (4–14) mg, p=0,04) (Abbildung 10A). Im weiteren Verlauf des postoperativen Nachbeobachtungszeitraum unterschied sich der Morphinverbrauch bis zum Morgen des zweiten postoperativen Tages (T2-T4) nicht (Abbildung 10A).

In Abbildung 10B und Tabelle 6 ist der Morphinverbrauch in den Intervallen

zwischen den Befragungszeitpunkten dargestellt. In den Intervallen vom Morgen des ersten postoperativen Tages an (T2-3, T3-4, T4-5) war der Morphinverbrauch in der Ropivacain-Gruppe signifikant höher als in der Placebo-Gruppe (T2-3:  $p=0.001$ , T3-4:  $p=0.01$ , T4-5:  $p=0.002$ ).

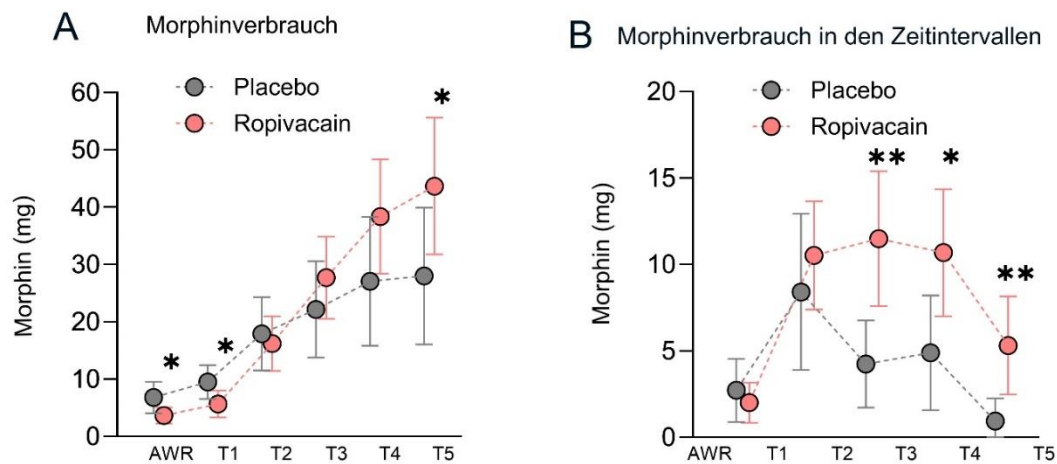


Abbildung 10: Zeitlicher Verlauf des Morphinverbrauchs (mg) vom AWR bis T5 (A) und des Morphinverbrauchs (mg) in den Zeitintervallen des postoperativen Nachbeobachtungszeitraums (B) der Placebo-Gruppe (grau) und der Ropivacain-Gruppe (rot) dargestellt durch Mittelwerte und 95%-Konfidenzintervall. \*  $p<0.05$ , \*\*  $p<0.01$  berechnet mittels Mann-Whitney-U-Tests

Tabelle 6 : Morphinverbrauch in den Zeitintervallen (T0-1, T1-2, T2-3, T3-4, T4-5)

	Placebo	Ropivacain	p-Wert
Morphinverbrauch in den Intervallen (mg)			
T0-T1	0 (0–6)	2 (0–2)	0,92
T1-T2	6 (1–16)	8 (4–14)	0,16
T2-T3	2 (0–6)	8 (6–18)	0,001*
T3-T4	2 (0–9)	8 (4–18)	0,01*
T4-T5	0 (0–0)	4 (0–9)	0,002*

Median und IQR für kontinuierliche Variablen \*  $p<0.05$  mittels Mann-Whitney-U Tests

Abbildung 11A und Tabelle 7 stellen die subjektive Schmerzwahrnehmung in Ruhe

dar. Ein signifikanter Unterschied konnte zu keinem Zeitpunkt gezeigt werden. In Abbildung 11B und Tabelle 8 ist der stärkste seit der vorherigen Befragung wahrgenommene Schmerz dargestellt. In der Ropivacain-Gruppe war der maximale Schmerz seit der letzten Befragung am Morgen des zweiten postoperativen Tages (T4) signifikant höher als in der Placebo-Gruppe (5 (4–8) vs. 4 (3–5),  $p=0,03$ ).

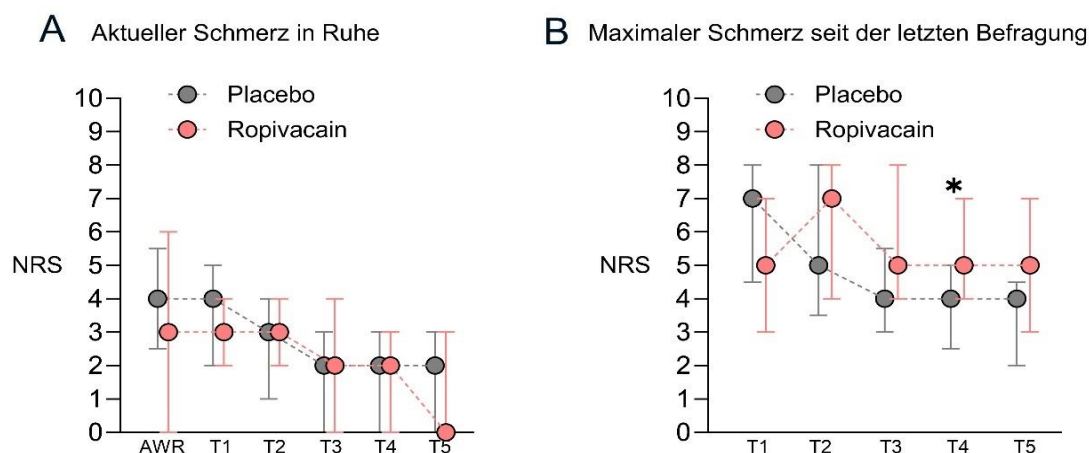


Abbildung 11: zeitlicher Verlauf des subjektiv wahrgenommenen Schmerzes (NRS) in Ruhe (A) und des maximalen Schmerzes (NRS) seit der letzten Befragung (B) der Placebo-Gruppe (grau) und Ropivacain-Gruppe (rot) dargestellt durch Medianwerte und IQR. \*  $p<0.05$  berechnet mittels Mann-Whitney-U-Tests (Keller et al., 2024)

Tabelle 7: Subjektives Schmerzempfinden in Ruhe

	Placebo	Ropivacain	p-Wert
Subjektives Schmerzempfinden in Ruhe (NRS)			
AWR	4 (3–6)	3 (0–6)	0,41
T1	4 (2-5)	3 (2-4)	0.32
T2	3 (1-4)	3 (2-4)	0.55
T3	2 (0-3)	2 (0-4)	0.75
T4	2 (0-3)	2 (0-3)	0.80
T5	2 (0-3)	0 (0-3)	0.45

Median und IQR kontinuierliche Variablen,\*  $p<0.05$  mittels Mann-Whitney-U

Tabelle 8: Stärkster wahrgenommener Schmerz seit dem letzten Befragungszeitpunkt

	Placebo	Ropivacain	p-Wert
Stärkster wahrgenommener Schmerz seit dem letzten Befragungszeitpunkt, (NRS)			
T1	7 (5-8)	5 (3-7)	0.25
T2	5 (4-8)	7 (4-8)	0.64
T3	4 (3-6)	5 (4-8)	0.06
T4	4 (3-5)	5 (4-7)	0.03*
T5	4 (2-5)	5 (3-7)	0.08

Median und IQR für kontinuierliche Variablen, \* p<0.05 mittels Mann-Whitney-U Tests

Das Auftreten von PONV ist in Tabelle 9 dargestellt. Insgesamt war das Auftreten von PONV selten und unterschied sich nicht signifikant zwischen der Ropivacain- und Placebo-Gruppe. Im AWR wurde einem Patienten der Placebo-Gruppe ein Antiemetikum (Droperidol 1,25mg iv) verabreicht. Im Rahmen des weiteren stationären Verlaufs erhielten 3 Patient:innen der Placebo-Gruppe und 4 Patient:innen der Ropivacain-Gruppe antiemetische Medikation.

Tabelle 9: Auftreten von PONV

	Placebo	Ropivacain	p-Wert
PONV # im AWR (n)	1 (6%)	0 (0%)	0.96
PONV # auf Station (n)	3 (18%)	4 (21%)	0.86

# Medikamentengabe erforderlich

Häufigkeiten und Prozentwerte sind für kontinuierliche Variablen angegeben.

Die Verweildauer im AWR (Placebo-Gruppe: 125 (70–146) min vs. Ropivacain-Gruppe: 95 (75–105) min, p=0,48) und die Dauer des Krankenhausaufenthalts (Placebo-Gruppe: 6 (6–7) vs. Ropivacain-Gruppe: 6 (5–7), p=0,90) unterschieden sich nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen.

Die Patientenzufriedenheit war in beiden Gruppen groß und ohne signifikanten Unterschied (Placebo-Gruppe: 8 (7–8) vs. Ropivacain-Gruppe: 8 (7–9), p=0,74).

### 3.2.2 Tertiäre Endpunkte

Unerwünschte Ereignisse, Komplikationen Nebenwirkungen, welche die tertiären Endpunktwiderspiegeln, waren sehr selten und unterschieden sich nicht in den beiden Gruppen (Tabelle 10).

Ein Patient der Ropivacain-Gruppe zeigte im Rahmen der Narkoseeinleitung eine neu aufgetretene supraventrikulären Tachykardie mit milder hämodynamischer Instabilität. Es erfolgte eine spontane Konversion in den Sinusrhythmus unmittelbar nach der Gabe eines intravenösen Volumenbolus. Der Patient wurde postoperativ auf der Intensivstation überwacht. Die OSTAP-Blockaden wurden gemäß dem Studienprotokoll durchgeführt.

Bei einer Patientin der Ropivacain-Gruppe trat am ersten postoperativen Tag Dyspnoe mit pulsoxymetrisch gemessenem Sättigungsabfall bis 85% auf. Zum Ausschluss einer Lungenarterienembolie erfolgte eine CT-Angiographie. Die genaue Ursache blieb ungeklärt und es kam zu einer spontanen Verbesserung der Symptomatik.

Bei einem Patienten der Placebo-Gruppe wurde ein Hb-Abfall von 11,5 mg/dl am ersten postoperativen Tag auf 8,6 mg/dl am zweiten postoperativen Tag detektiert. Ein weiterer Patient der Placebo-Gruppe entwickelte postoperativ einen paralytischen Ileus. Es erfolgte die Einlage einer Dekompressionssonde am zweiten postoperativen Tag, woraufhin sich die Symptomatik besserte. Ein Patient der Placebo-Gruppe berichtete über postoperativen Schwindel am ersten postoperativen Tag.

Bei zwei Patient:innen wurde die Schmerztherapie bei Unverträglichkeit von Metamizol, welche sich durch das Auftreten von Schwindel und Unwohlsein im direkten Zusammenhang mit der Metamizol-Einnahme zeigte, auf Paracetamol umgestellt.

Tabelle 10: Unerwünschte Ereignisse und Nebenwirkungen

	Placebo	Ropivacain	p-Wert
Postoperative Überwachung auf Intensivstation (n)	0 (0%)	1 (5%)	0,95
Schwindel (n)	1 (6%)	0 (0%)	0,96
Postoperativ neu aufgetretene Anämie unklarer Ursache (n)	1 (6%)	0 (0%)	0,96
Postoperativer Ileus (n)	1 (6%)	0 (0%)	0,96
Dyspnoe unbekannter Ursache (n)	0 (0%)	1 (6%)	0,96

Häufigkeiten und Prozentwerte für kategoriale Variablen .

## 4 Diskussion

### 4.1 Interpretation

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse der vorliegenden Studie, dass die Durchführung von bilateralen OSTAP-Blockaden mit Ropivacain im Rahmen von Sublay-Operationen zu keiner Reduktion des postoperativen patientengesteuerten Morphinverbrauchs bis zum Abend des zweiten Tages nach der Operation führte. Jedoch ergab die Analyse der sekundären Endpunkte, dass der Morphinverbrauch in der Ropivacain-Gruppe zu früheren Zeitpunkten (im AWR und am Abend des ersten postoperativen Tages) geringer war.

Das subjektive Schmerzempfinden der Patient:innen in Ruhe, sowie das Auftreten von PONV unterschieden sich nicht zwischen den beiden Gruppen. Der stärkste subjektiv wahrgenommene Schmerz war in der Ropivacain-Gruppe zwischen dem Abend des ersten und dem Morgen des zweiten postoperativen Tages signifikant höher. Die subjektive Zufriedenheit der Patient:innen war in beiden Gruppen ähnlich. Bei der Verweildauer im AWR und der Krankenhausaufenthaltsdauer gab es keinen Unterschied. Komplikationen und Nebenwirkungen waren selten und traten nicht in direktem Zusammenhang mit der Punktion auf.

Die Studienhypothese, welche besagt, dass bilaterale OSTAP-Blockaden mit Ropivacain mit einem reduzierten Morphinverbrauch bis zum Abend des zweiten postoperativen Tages einhergehen, wurde durch die Ergebnisse dieser Studie widerlegt. Im Gegenteil, die Ropivacain-Gruppe zeigte in gewissen statistischen Testverfahren sogar einen höheren Bedarf an Opiaten in diesem Zeitraum, was wiederum in Einklang mit den erhöhten Schmerzen zu späten Beobachtungszeitpunkten steht. Bemerkenswert ist jedoch, dass bei der Ropivacain-Gruppe am OP-Tag eine verbesserte Schmerzkontrolle mit geringerem Morphinverbrauch zu erreichen war.

Obwohl die Studie keine Schlüsse auf kausale Zusammenhänge zulässt, sind mögliche Erklärungsansätze zu diskutieren. Die Wirkdauer von Ropivacain beträgt

weniger als 12 Stunden (Casati and Putzu, 2005). Der geringere Morphinverbrauch der Ropivacain-Gruppe am OP-Tag hängt vermutlich mit der vor allem in den ersten Stunden postoperativ zu erwartenden direkten pharmakologischen Wirkung zusammen. Spätestens im Verlauf des ersten Tages nach der Operation ist vom Abklingen der direkten pharmakologischen Wirkung des Lokalanästhetikums auszugehen, was sich in dem erhöhtem Morphinverbrauch innerhalb der Ropivacain-Gruppe ab diesem Zeitpunkt zeigt.

Darüberhinaus könnte der in der Ropivacain-Gruppe beobachtete erhöhte Morphinverbrauch nach Abklingen der pharmakologischen Wirkung Ausdruck einer Hyperalgesie sein, die möglicherweise im Zusammenhang mit einer abklingenden Regionalanästhesie auftritt und verschiedentlich auch als Rebound-Schmerz bezeichnet wurde. (Dada et al., 2019) In unserer Studie könnte sich der Rebound-Schmerz in dem erhöhten maximalen Schmerzempfinden am zweiten postoperativen Tag und einem gesteigerten Morphinverbrauch in den Intervallen zwischen den Befragungszeitpunkten ab dem ersten postoperativen Tag in der Ropivacain-Gruppe widerspiegeln.

Für das Phänomen des Rebound-Schmerzes gibt es bislang keine einheitliche Definition und hinreichend pathophysiologische Erklärung (Streb et al., 2022). Von Lavand'homme et al. wird der Rebound-Schmerz als mechanisch-chirurgischer Schmerz bei einem ungehinderten nozizeptiven Reiz nach Abklingen der peripheren Nervenblockade beschrieben (Lavand'homme, 2018). Eine Definition des „Rebound“-Schmerzes von Dada et al. beinhaltet eine zeitliche Komponente und wird als Auftreten einer Hyperalgesie im Zeitraum von 8 bis 24 Stunden nach der Anlage einer peripheren Nervenblockaden definiert (Dada et al., 2019). In diesem Zeitraum scheint unseren Ergebnissen nach die Zunahme der Schmerzentwicklung stattzufinden, was sich in dem gesteigerten Morphinverbrauch in den Zeitintervallen zwischen den Befragungszeitpunkten ab dem ersten postoperativen Tag widerspiegelt.

Es ist bekannt, dass Rebound-Schmerz die Patientenzufriedenheit bezüglich peripherer Nervenblockaden einschränkt (Hade et al., 2021). Die patientengesteuerte Analgesie in Form einer Morphinsulfatpumpe könnte die

Zufriedenheit der Patient:innen in unserer Studie möglicherweise positiv beeinflusst haben, da wir keinen Unterschied bezüglich der Patientenzufriedenheit feststellen konnten.

Eine weitere Erklärung für den erhöhten Bedarf an Schmerzmitteln der Ropivacain-Gruppe könnte durch eine Gewöhnung an niedrige Schmerzlevel durch die unmittelbar postoperativ einsetzende Analgesie durch die Wirkung von Ropivacain zustande kommen. Die direkte Wirkung von Ropivacain spiegelt sich vermutlich in dem geringen Morphinverbrauch und den niedrigen NRS-Werten der Ropivacain-Gruppe im AWR und am Abend des OP-Tages wider. Der „Kontrast-Effekt“ könnte zu einer Verzerrung der Schmerzwahrnehmung nach dem Abklingen der Wirkung der Nervenblockade geführt haben, sodass der neu aufgetretene Schmerz intensiver wahrgenommen wurde. Es ist bekannt, dass die Wahrnehmung akuter Schmerzen stark von kognitiven Faktoren auf die neuronale Verarbeitung abhängt (Wiech, 2016).

Im Gegensatz dazu besteht die Annahme, dass periphere Nervenblockaden zu einer verlängerten Analgesie und Reduktion der Entstehung chronischer Schmerzen führen (Chen et al., 2021). Diese Effekte konnten in dieser Studie nicht gezeigt werden. Als Mechanismen, die eine verlängerte Analgesie auch über den Zeitpunkt der direkten pharmakologischen Wirkung des Lokalanästhetikums hinaus bewirken könnten, werden eine Hemmung der Neuroinflammation und neuroendokrinen Stressreaktion diskutiert. Eine In-vitro-Studie von Riva et al. konnte die Reduktion der Expression von Zytokinen und weiteren immunmodulatorischen Faktoren durch den Einsatz von Regionalanästhesie zeigen (Rivat et al., 2013). In einer randomisierten kontrollierten Studie von Canakci et al. wurden bei Patient:innen, bei denen eine laterale TAP-Blockade im Rahmen einer Leistenhernien-Operationen durchgeführt wurde, geringere Level an proinflammatorischen Zytokinen gemessen, als bei Patient:innen mit einer Placebo-Blockade (Canakci et al., 2021).

Ein Vergleich mit der aktuellen Datenlage ist notwendig, um die Ergebnisse dieser Studie besser einordnen zu können.

## 4.2 Vergleich mit der aktuellen Datenlage

Es handelt sich bei dieser Studie um die erste randomisiert-kontrollierte Studie, bei der die Wirksamkeit des OSTAP-Blocks bei der chirurgischen Versorgung sekundärer Bauchwandhernien mittels Sublay-Operation untersucht wurde. Es existieren jedoch bereits einige Studien, in denen die Wirksamkeit des OSTAP-Blocks und den Varianten des TAP-Blocks im Rahmen anderer chirurgischer Eingriffe untersucht wird. Im Folgenden sollen die Erkenntnisse der bestehenden Studien den hier vorliegenden Ergebnissen gegenübergestellt und verglichen werden.

Der klassische TAP-Block ist aufgrund seiner starken Evidenz (Evidenzklasse Ia nach der US-amerikanischen Agency for Health Care Policy and Research) bereits fester Bestandteil im perioperativen Schmerzmanagement abdominalchirurgischer Eingriffe. Seine analgetische Wirksamkeit wurde bereits in zahlreichen Untersuchungen analysiert (Ma et al., 2017b) (Baeriswyl et al., 2015) (Gao et al., 2017). Diese Studien und Meta-Analysen zeigen, dass es sich beim klassischen TAP-Block vor allem nach abdominalen und gynäkologischen Eingriffen im infraumbilikal Bereich der Bauchwand um eine effektive und sichere Methode zur postoperativen Schmerzkontrolle handelt. Dadurch ist der klassische TAP-Block bereits fester Bestandteil von ERAS-Konzepten, bei denen ein bestmöglicher postoperativer Verlauf mithilfe eines multiprofessionellen Versorgungsansatzes erzielt werden soll (Colvin et al., 2019) (Kim et al., 2017). Die PROSPECT-Empfehlung für die postoperative Schmerzbehandlung bei offenen Leistenhernien-Operationen beinhaltet die Durchführung der klassischen TAP-Blockade (Coppens S, 2020).

Die evidenzbasierte Forschung bezüglich des OSTAP-Blocks ist im Vergleich zu der des klassischen TAP-Blocks weniger umfangreich. Große Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen existieren aktuell nicht. Jedoch gibt es auch hinsichtlich der OSTAP-Blockade vielversprechende Ergebnisse. Bei offenen Leberresektionen beinhaltet die PROSPECT-Empfehlung basierend auf bestehenden randomisiert kontrollierten Studien bereits die Durchführung einer bilateralen OSTAP-Blockade

(Dieu et al., 2021). In einigen RCTs wurden beim Vergleich einer OSTAP- mit einer Placebo-Blockade positive Effekte auf den postoperativen Verlauf gezeigt.

Shin et al. zeigen beispielsweise im Rahmen von laparoskopischen Cholezystektomien bei Patient:innen, die einen OSTAP-Block erhielten eine reduzierten Opiatbedarf in den ersten 24 Stunden postoperativ und eine geringere Schmerzwahrnehmung zu frühen postoperativen Zeitpunkten (bis 3h postoperativ) (Shin et al., 2014). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Oksar et al. und Breazu et al., welche ebenfalls die analgetische Wirksamkeit des OSTAP-Blocks bei laparoskopischen Cholezystektomien untersuchten (Oksar et al., 2016) (Breazu et al., 2016). In der OSTAP-Gruppe waren der Opiatverbrauch und die subjektive Schmerzwahrnehmung nach 24 Stunden in beiden Studien geringer. Korkmaz et al. zeigten auch bei bei laparoskopischen Hysterektomien nach 24 Stunden einen reduzierten postoperativen Opiatverbrauch der OSTAP-Gruppe (Korkmaz Toker et al., 2019). Unsere Studie reiht sich in die Liste der RCTs ein, bei welcher der OSTAP-Block mit einer Placebo-Blockade verglichen wird. Übereinstimmend mit den Ergebnissen der genannten Studien zeigte unsere Studie zu frühen Beobachtungszeitpunkten eine Reduktion des postoperativen Opiatbedarfs sowie eine geringere Schmerzwahrnehmung. Im Gegensatz zu den genannten Studien, bei denen der Beobachtungszeitraum nach 24 Stunden endete, berücksichtigt unser Studiendesign den Opiatbedarf und die Schmerzentwicklung bis zu 48 Stunden nach der Operation.

Eine Untersuchung, die, wie in dieser Studie, den Opiatverbrauch nach 48 Stunden als primären Endpunkt beinhaltet, wurde von Guo et al. durchgeführt (Guo et al., 2018). Darin wurde der Opiatverbrauch bei offenen Leberresektionen mit Mercedes-Inzision ermittelt. Interessanterweise konnte nach 48 Stunden kein Unterschied des Opiatbedarfs zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden, wohingegen der Bedarf an Opiat und das subjektive Schmerzempfinden nach 24 Stunden bei der OSTAP-Gruppe signifikant geringer war. Die analgetische Wirksamkeit der bilateral durchgeführte OSTAP-Block zeigte sich, ähnlich wie in unserer Studie lediglich zu frühen Zeitpunkten nach der Operation.

Ein Vergleich von OSTAP-Blockaden mit klassischen TAP-Blockaden wurde in unserem Studiendesign nicht berücksichtigt, fand jedoch in einigen anderen Studien statt. Bei laparoskopischen Cholezystektomien konnte eine reduzierte subjektive Schmerzwahrnehmung und ein geringerer postoperative Opiatverbrauch der OSTAP-Gruppe im Vergleich zur klassischen TAP-Gruppe gezeigt werden (Shin et al., 2014) (Oksar et al., 2016).

Die bessere analgetische Wirksamkeit des OSTAP-Blocks im Vergleich zum klassischen TAP-Block bei Eingriffen, die die gesamte Bauchwand betreffen, wird auf die größere Ausdehnung der Nervenblockade zurückgeführt. Die Durchführung einer OSTAP-Blockade in Multi-Injektionstechnik, welche in dieser Studie angewandt wurde, kann eine Ausbreitung der Blockade der Segmentnerven TH7 bis L1 erzielen und damit eine analgetische Wirksamkeit im Bereich der gesamten Bauchwand bewirken (Hebbard et al., 2010). Aus den Erkenntnissen einer Kadaver-Studie von Barrington et al, bei der mithilfe von Farbstoff-Injektionen die segmentale Nervenbeteiligung des klassischen und subcostalen TAP-Blocks untersucht wurden, lässt sich ebenfalls ableiten, dass bei Eingriffen, die den supraumbilikalischen Bereich der Bauchwand betreffen, eine Erweiterung des klassischen TAP-Blocks um den subcostalen TAP-Block sinnvoll ist. Durch den klassischen TAP-Block wurden in dieser Untersuchung lediglich die Segmentnerven TH11 bis L1 erreicht, wohingegen der subcostale TAP-Block eine Ausbreitung der Nervenblockade von TH7 bis TH10 erzielen konnte (Barrington et al., 2009).

Ein Vergleich des OSTAP-Blocks mit anderen peripheren Nervenblockaden ist in diesem Studienprotokoll nicht enthalten, wird jedoch in anderen Studien durchgeführt. Der OSTAP-Block weist bei chirurgischen Eingriffen, bei denen sowohl Inzisions- als auch viszerale Schmerzen auftreten können, im Vergleich zu peripheren Blockadetechniken mit viszeraler Beteiligung eine geringere analgetische Wirkung auf (Jindal et al., 2020) (Nie et al., 2021).

Eine viszerale analgetische Wirkung ist neben den neuroaxialen Verfahren beispielsweise bei Paravertebralblockaden zu erwarten (Bach et al., 2023). Bei offenen Cholezystektomien wurde in einer Untersuchung von Jindal et al. eine

Reduktion des postoperativen Opiatverbrauchs nach erfolgter thorakaler Paravertebral-Blockade im Vergleich zur OSTAP-Blockade gezeigt (Jindal et al., 2020). Außerdem wird eine viszerale Beteiligung für Erector-Spinae-Plane-Blockaden (ESP-Block) und Quadratus-Lumborum-Blockaden (QL-Block) diskutiert (Dam et al., 2017) (Carline et al., 2016) (Kwon et al., 2020). In einer Untersuchung von Nie et al. war eine Variante des QL-Blocks im Vergleich zum OSTAP-Block bei radikalen Gastrektomien mit einem geringeren intra- und postoperativen Opiatverbrauch nach 48 Stunden, einem niedrigeren Schmerzniveau und einer verkürzten Krankenhausverweildauer verbunden (Nie et al., 2021). Auch bei laparoskopischen Hysterektomien wurde eine verbesserte Schmerzkontrolle nach der Durchführung eines transmuskulären QL-Blocks im Vergleich zum OSTAP-Block in den ersten 24 Stunden postoperativ festgestellt. (Huang et al., 2021).

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Mounika et al., die bei laparoskopischen Cholezystektomien einen Vergleich zwischen der ESP-Blockade und der OSTAP-Blockade anstellten und dabei einen reduzierten Opiatbedarf, bei Patient:innen, welche einen ESP-Block erhielten, in den ersten 24 Stunden postoperativ erfassten (Mounika et al., 2023).

Da eine Sublay-Operation in der Regel ohne nennenswerte viszerale Schmerzentstehung einhergeht, ist fraglich, ob die genannten Blockade-Techniken im Rahmen dieser Operation eine verbesserte postoperative Schmerzkontrolle im Vergleich zur OSTAP-Blockade erzielen würden. Eine Studie, die einen Vergleich der genannten Blockaden mit dem OSTAP-Block bei Sublay-Operationen anstellt, existiert bislang nicht.

Als Ansatz zur Wirkverlängerung peripherer Nervenblockaden kann die Implementierung von Kathetern in Betracht gezogen werden. Kontinuierliche Blockaden sind in einer Studie von Bingham et al. Blockaden mit einmaliger Injektion bezüglich der postoperativen Schmerzkontrolle, des Opiatbedarfs und der Patientenzufriedenheit überlegen (Bingham et al., 2012). Allerdings wurde die Wirkung kontinuierlicher OSTAP-Katheterverfahren in zwei randomisierten kontrollierten Studien untersucht. Im Rahmen der Studie von Yoshida et al. war

der Morphinverbrauch der Patient:innen, die einen OSTAP-Block mit Ropivacain und Implementierung eines Katheters im Rahmen von erhielten, signifikant geringer als der Morphinverbrauch der Placebo-Gruppe. Ein Vergleich zwischen einem Katheterverfahren und einer einmaligen OSTAP-Blockade erfolgte im Rahmen dieser Studie nicht (Yoshida et al., 2016).

In der von Maeda et al. durchgeführten Studie hingegen wurde die kontinuierliche OSTAP-Blockade mit der einmaligen OSTAP-Blockade bei medianen Laparatomien im Rahmen gynäkologischer Operationen verglichen. Dabei konnte nach 24 Stunden kein signifikant geringerer Opioidverbrauch der Gruppe mit kontinuierlicher Blockade im Vergleich zur Gruppe mit einmaliger OSTAP-Blockade gezeigt werden. Die subjektiv wahrgenommenen Schmerzen 24 Stunden postoperativ waren jedoch mit OSTAP-Katheter signifikant geringer (Maeda et al., 2015). Die Auswirkungen eines kontinuierlichen OSTAP-Katheters im Vergleich zu einer einmaligen Injektion auf das postoperative Analgesie-Regime bei Sublay sollten in zukünftigen Untersuchungen näher betrachtet werden.

In einigen Studien, die sich mit dem TAP-Block und seinen Varianten befassen, liegt der Fokus auf dem pharmakologischen Regime. Es gibt bereits Studien, in welchen der Einfluss von Adjuvantien auf periphere Nervenblockade evaluiert wird. In einer Meta-Analyse von Sun et al. wird untersucht, inwiefern eine Zugabe des Alpha-2-Agonisten Dexmedetomidin die Wirkung einer klassischen TAP-Blockade bei abdominalchirurgischen Eingriffen beeinflusst (Sun et al., 2019). Hierbei zeigten sich in den ersten 24h Stunden nach der Operation ein geringeres Schmerzniveau und ein signifikant geringerer Opiatverbrauch. Thakur et al. untersuchen in einer Studie die Wirkdauer von TAP-Blockaden bei Kaiserschnitten und zeigen dabei, dass Blockaden, die mit Bupivacain und dem Zusatz von Clonidin durchgeführt wurden, eine signifikant längere Wirkdauer hatten als Blockaden, welche lediglich mit Bupivacain durchgeführt wurden (Thakur et al., 2023). Ein Vergleich von Dexamethason und Dexmedetomidin als Adjuvantien bei einer subkostalen Tap-Blockade mit Ropivacain wurde von Zeng et al. im Rahmen

von Gastrektomien untersucht (Zeng et al., 2024). Dabei zeigten sich bei der Zugabe von Dexmedetomidin niedrigere Schmerzlevel und ein geringerer Verbrauch an Opiaten in den ersten 24h postoperativ. Patient:innen, welche jedoch eine Kombination der beiden Adjuvantien erhielten, hatten einen signifikant geringeren Opiatbedarf, als diejenigen, bei denen lediglich Dexmedetomidin zum Lokalanästhetikum hinzugefügt wurde.

Inwiefern die Auswahl des Lokalanästhetikums das Outcome einer TAP-Blockade nach offener totaler Hysterektomie beeinflusst, wurde von Alexander et al. in einer randomisiert kontrollierten Studie untersucht (Alexander et al., 2022). Verglichen wurde die analgetische Wirkung der Blockaden mit den Lokalanästhetika Ropivacain und Bupivacain. Nach 24 Stunden konnte kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen bezüglich des Opiatverbrauchs gezeigt werden, jedoch war der Opiatverbrauch nach 48 Stunden in der Bupivacain-Gruppe signifikant geringer. In der vorliegenden Studie wurde die OSTAP-Blockade mit Ropivacain durchgeführt. Ein Vergleich mit anderen Lokalanästhetika fand dabei nicht statt. Es wäre interessant zu untersuchen, wie sich die Auswahl des Lokalanästhetikums in diesem Rahmen auf die postoperative Schmerzkontrolle auswirken würde.

Insgesamt besteht eine Übereinstimmung unserer Ergebnisse mit der vorhandenen Evidenzlage, welche den frühen Nutzen einer OSTAP-Blockade hervorheben. Die Rolle bei der Schmerzbehandlung zu späteren Zeitpunkten bleibt umstritten. Weitere Fragestellungen für Studien, die sich aus unseren Ergebnissen ergeben, sind zum Beispiel die Auswirkungen von Katheter-Implementierungen, die Zugabe von Adjuvantien und die Wahl des Lokalanästhetikums auf die postoperative Schmerzentwicklung nach OSTAP-Blockaden. Außerdem könnte ein Vergleich von weiteren peripheren Nervenblockaden bei Sublay-Operationen interessante Ergebnisse liefern.

### 4.3 Klinische Implikationen

Die Ergebnisse dieser Studie verdeutlichen die Notwendigkeit einer sorgfältigen Evaluation der postoperativen Schmerzkontrolle bei Patient:innen, bei denen eine OSTAP-Blockade durchgeführt wurde. Übereinstimmend mit der aktuellen Datenlage legen diese Ergebnisse nahe, dass vor allem unmittelbar nach der Operation eine gute analgetische Wirksamkeit des OSTAP-Blocks zu einer verbesserten Schmerzkontrolle mit geringerem Opiatbedarf im Aufwachraum und zu frühen Zeitpunkten nach der Operation führt. Im postoperativen Verlauf lässt sich in dieser Studie jedoch eine Zunahme der Schmerzentwicklung beobachten, welche sich in dem steigenden Opiatbedarf und dem erhöhten subjektiven Schmerzempfinden ab dem ersten Tag nach der Operation zeigt.

Die zeitliche Entwicklung deutet darauf hin, dass es sich um das Phänomen des Rebound-Schmerzes nach Abklingen der direkten pharmakologischen Wirkung des Lokalanästhetikums handeln könnte, da nach spätestens 12 Stunden von einem vollständigen Abklingen der Wirkung von Ropivacain auszugehen ist (Casati and Putzu, 2005) (Kapitel 4.2.). Das Phänomen des Rebound-Schmerzes ist in den letzten Jahren in den Fokus der anästhesiologischen Forschung gerückt. Obwohl weiterhin Unklarheiten bezüglich des Pathomechanismus bestehen, werden einige präventive Maßnahmen diskutiert, die in der klinischen Praxis die Entstehung von Rebound-Schmerz reduzieren könnten (Streb et al., 2022). Ein wichtiger Bestandteil der Präventionsstrategien ist das Erkennen von Risikofaktoren für die Entstehung von Rebound-Schmerz (Admassie et al., 2024). Dazu gehören unter anderem bereits präoperativ bestehende Schmerzen, eine postoperativ insuffiziente systemische Analgesie und eine vorbestehende intravenöse Therapie mit Dexamethason (Admassie et al., 2022). Weiterhin sollen junges Alter und weibliches Geschlecht mit dem Auftreten von Rebound-Schmerz assoziiert sein (Barry et al., 2021). Eine präoperative Aufklärung der Patient:innen über das mögliche Auftreten von „Rebound“-Schmerz ist essentiell, um die Compliance bezüglich der rechtzeitigen Einnahme fest verordneter Schmerzmedikamente auch im schmerzfreien Zustand zu erhöhen (Muñoz-Leyva

et al., 2020). Die Verabreichung einer systemischen Analgesie ein bis zwei Stunden vor dem errechneten Abklingen der Wirkung des Lokalanästhetikums kann das Auftreten von Rebound-Schmerz verringern (Goldstein et al., 2012). Im Rahmen dieser Studien wurde die systemische Analgesie mittels einer patientengesteuerten Morphinpumpe realisiert. Es ist anzunehmen, dass die iv-PCA-Pumpe oft erst nach der Schmerzentstehung angewendet wurde, wodurch der optimale Zeitpunkt im schmerzfreien Intervall verpasst wurde. Eine Verbesserung der postoperativen Schmerztherapie im Rahmen von Sublay-Operationen könnte in einem multimodalen Ansatz bestehend aus der Kombination der bilateralen OSTAP-Blockade mit der festen Verordnung eines langwirksamen Opiats am Abend des OP-Tages bestehen.

Um die Wirkung von peripheren Nervenblockaden zu verlängern und dadurch möglicherweise die Entstehung von Rebound-Schmerz zu reduzieren, hat sich außerdem die perineurale Verabreichung von Dexamethason als effektiv erwiesen (Heesen et al., 2018). Durch die gezielte Platzierung des Medikaments in der Nähe der Nerven wird eine signifikante Verlängerung der Analgesie erreicht. Im Vergleich dazu hat die intravenöse Verabreichung von Dexamethason zwar auch einen positiven Effekt, dieser ist jedoch weniger ausgeprägt (Leurcharusmee et al., 2016).

Ein weiterer Ansatz zur Verlängerung der Analgesie bei peripheren Nervenblockaden besteht in der Implementierung von Kathetern. Es ist bislang nicht ausreichend geklärt, welche Auswirkungen kontinuierliche Verfahren auf die Entstehung von Rebound-Schmerzen haben. Jedoch gibt es Studien, die darauf hinweisen, dass durch die kontinuierliche Applikation von Lokalanästhetikum ein plötzliches Abklingen der Wirkung ausbleibt und dadurch eine bessere Kontrolle des Rebound-Schmerzes erzielt werden kann (Lee et al., 2023) (Salviz et al., 2013). Bisher wurden diese Untersuchungen hauptsächlich im Zusammenhang mit orthopädischen Operationen durchgeführt, die häufig mit einem erhöhten Auftreten von Rebound-Schmerzen einhergehen (Admassie et al., 2022). Ob kontinuierliche OSTAP-Katheter bei Sublay-Operationen eine Verbesserung der Schmerzkontrolle ermöglichen können, sollte in weiteren Studien untersucht werden.

Inwiefern die Auswahl des Lokalanästhetikums einen Einfluss auf die postoperative Schmerzentwicklung und die Entstehung von Rebound-Schmerzen hat, ist bisher nicht ausreichend geklärt. Die Anwendung von liposomalen Bupivacain soll zwar eine Wirkverlängerung bis zu 72 Stunden herbeiführen, jedoch wurde eine Verbesserung der postoperativen Schmerzkontrolle dadurch nicht nachgewiesen (Lambrechts et al., 2013) (Abildgaard et al., 2019).

Die Ergebnisse dieser Studie lassen in Übereinstimmung mit der aktuellen Datenlage den Schluss zu, dass es sich bei der OSTAP-Blockade um ein sicheres Verfahren mit einem geringen Nebenwirkungsprofil handelt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Durchführung einer bilateralen OSTAP-Blockade bei Sublay-Operationen ein geeignetes Verfahren zur postoperativen Schmerzkontrolle am OP-Tag ist. Die Schmerztherapie im weiteren postoperativen Verlauf sollte zur Vermeidung von „Rebound-Schmerz“ auf multimodalen Analgesiekonzepten basieren. Eine adäquate systemische Analgesie sowie eine sorgfältige klinische Überwachung sind von entscheidender Bedeutung.

## 5 Limitationen

Trotz des aufwendigen und möglichst validen Studiendesigns unterliegen die hier präsentierten Ergebnisse der Studie in Bezug auf deren Interpretation und Übertragbarkeit auf die Gesamtbevölkerung einigen Limitationen, welche im Folgenden erläutert werden. Die Randomisierung wurde nicht stratifiziert durchgeführt und birgt das Risiko einer Heterogenität zwischen den Studiengruppen, die sich auf die Endpunktresiduen auswirken könnte. Zur Detektion seltener Nebenwirkungen und Komplikationen war die Studie möglicherweise unterpowert. Die Studie beinhaltet zudem keine Langzeitbeobachtungen. Dadurch werden wichtige Parameter, die außerhalb des Beobachtungszeitraums auftreten, wie beispielsweise das Auftreten chronischer Schmerzen, nicht erfasst. Zudem basieren die Daten auf einer Single-Center-

Studie mit kleiner Studienpopulation (N=38) und sollten daher einer externen Validierung unterzogen werden. Weitere interessante Parameter, wie beispielsweise die Erhebung der Quality-of-Recovery-Scores zur Objektivierung der Qualität der Rehabilitation, eine bildmorphologische Analyse der Ausbreitung der Studiensubstanzen und die Erfassung der sensorischen Ausbreitung der Blockade, wurden im Studiendesgin nicht berücksichtigt.

## 6 Zusammenfassung

Das Ziel dieser Studie war es, die analgetische Wirksamkeit des OSTAP-Blocks bei der chirurgischen Versorgung großer Bauchwandhernien mittels Sublay-Technik zu untersuchen. Die Studienhypothese lautete, dass die Durchführung einer bilateralen OSTAP-Blockade im Rahmen von Sublay-Operationen zu einer Reduktion des postoperativen Morphinverbrauchs bis zum Abend des zweiten postoperativen Tages führt.

Es wurden 38 Patient:innen prospektiv eingeschlossen, bei denen die Indikation für eine Sublay-Netzherniotomie bestand. Es erfolgte die randomisierte Einteilung in zwei Gruppen (Placebo- und Ropivacain-Gruppe). Bei allen Studienteilnehmer:innen erfolgte nach Einleitung der Allgemeinanästhesie und vor Beginn der Operation die Durchführung einer bilateralen OSTAP-Blockade mit einer Ropivacain-Lösung (Ropivacain-Gruppe) oder Natriumchlorid-Lösung (Placebo-Gruppe). Die Untersuchung erfolgte doppelt verblindet. Postoperativ erhielten alle Studienteilnehmer:innen eine patientengesteuerte Morphinpumpe. Der Verbrauch von Morphin wurde im Zeitraum vom Eintreffen in den Aufwachraum (AWR) bis zum Abend des zweiten postoperativen Tages zu definierten Zeitpunkten detektiert und galt als primäres Ergebnis der Studie. Weitere Parameter, wie die subjektive Schmerzwahrnehmung (NRS), die Patientenzufriedenheit und das Auftreten unerwünschter Nebenwirkungen wurden zu denselben Zeitpunkten erfasst.

Das primäre Ergebnis der Studie zeigte, dass die Durchführung des OSTAP-Blocks mit Ropivacain nicht mit einer Reduktion des Morphinverbrauchs bis zum Abend des zweiten postoperativen Tages verbunden war. Die Studienhypothese wurde folglich abgelehnt. Der Gesamtverbrauch an Morphin war in der Ropivacain-Gruppe innerhalb des Nachbeobachtungszeitraums bis zum Abend des zweiten postoperativen Tages höher als in der Placebo-Gruppe. Jedoch zeigte sich, dass der Morphinverbrauch im AWR und der Morphinverbrauch bis zum Abend des OP-Tages innerhalb der Ropivacain-Gruppe signifikant geringer war.

Die subjektive Schmerzwahrnehmung, die Patientenzufriedenheit, sowie die Aufenthaltsdauer im AWR und im Krankenhaus unterschieden sich zwischen den Gruppen nicht signifikant. Lediglich der stärkste subjektiv wahrgenommene Schmerz war zwischen dem Abend des ersten und dem Morgen des zweiten postoperativen Tages in der Ropivacain-Gruppe höher. Unerwünschte Nebenwirkungen waren selten und standen nicht im direkten Zusammenhang mit der Durchführung der OSTAP-Blockade.

Als möglichen Erklärungsansatz für dieses Ergebnis kommt das Auftreten von Rebound-Schmerz in Betracht, der nach Abklingen der direkten Wirkung des Lokalanästhetikums eintreten und im Verlauf zu einer größeren Schmerzentwicklung mit gesteigertem Bedarf an opiatbasierter Analgesie führen könnte. Präventionsstrategien, wie beispielsweise die Anwendung von Kathetertechniken oder das Hinzufügen von Adjuvantien könnten die postoperative Schmerzentwicklung positiv beeinflussen.

Diese Studie zeigt in Übereinstimmung mit anderen klinischen Studien einen durch die OSTAP-Blockade herbeigeführten reduzierten Morphinverbrauch am OP-Tag. Eine Verbesserung der Schmerzkontrolle und des gesamten postoperativen Outcomes zu späteren Zeitpunkten konnte jedoch nicht gezeigt werden.

## 7 Literaturverzeichnis

- ABILDGAARD, J. T., CHUNG, A. S., TOKISH, J. M. & HATTRUP, S. J. 2019. Clinical Efficacy of Liposomal Bupivacaine: A Systematic Review of Prospective, Randomized Controlled Trials in Orthopaedic Surgery. *JBJS Rev*, 7, e8.
- ABRAHAMS, M., DERBY, R. & HORN, J. L. 2016. Update on Ultrasound for Truncal Blocks: A Review of the Evidence. *Reg Anesth Pain Med*, 41, 275-88.
- ADMASSIE, B. M., DEBAS, S. A. & ADMASS, B. A. 2024. Prevention and management of rebound pain after resolution of regional block: a systematic review. *Ann Med Surg (Lond)*, 86, 4732-4737.
- ADMASSIE, B. M., TEGEGNE, B. A., ALEMU, W. M. & GETAHUN, A. B. 2022. Magnitude and severity of rebound pain after resolution of peripheral nerve block and associated factors among patients undergoes surgery at university of gondar comprehensive specialized hospital northwest, Ethiopia, 2022. Longitudinal cross-sectional study. *Ann Med Surg (Lond)*, 84, 104915.
- ALEXANDER, J. C., SUNNA, M., GOLDENMERRY, Y., MOOTZ, A., O'CONNOR, C., RINGQVIST, J., BUNKER, M., JOSHI, G. P. & GASANOVA, I. 2022. Comparison of transversus abdominis plane blocks with liposomal bupivacaine versus ropivacaine in open total abdominal hysterectomy. *Proc (Bayl Univ Med Cent)*, 35, 746-750.
- AWMF 2021. S1-Leitlinie Rückenmarknahe Regionalanästhesie und Thromboembolieprophylaxe/ antithrombotische Medikation. Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI).
- BACH, K., VOLBERG, C., WIESMANN, T., WULF, H. & SCHUBERT, A. K. 2023. [Perioperative pain therapy in minimally invasive thoracic surgery]. *Anaesthesiologie*, 72, 726-736.
- BAERISWYL, M., KIRKHAM, K. R., KERN, C. & ALBRECHT, E. 2015. The Analgesic Efficacy of Ultrasound-Guided Transversus Abdominis Plane Block in Adult Patients: A Meta-Analysis. *Anesth Analg*, 121, 1640-54.
- BARRINGTON, M. J., IVANUSIC, J. J., ROZEN, W. M. & HEBBARD, P. 2009. Spread of injectate after ultrasound-guided subcostal transversus abdominis plane block: a cadaveric study. *Anaesthesia*, 64, 745-50.
- BARRY, G. S., BAILEY, J. G., SARDINHA, J., BROUSSEAU, P. & UPPAL, V. 2021. Factors associated with rebound pain after peripheral nerve block for ambulatory surgery. *Br J Anaesth*, 126, 862-871.
- BINGHAM, A. E., FU, R., HORN, J. L. & ABRAHAMS, M. S. 2012. Continuous peripheral nerve block compared with single-injection peripheral nerve block: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Reg Anesth Pain Med*, 37, 583-94.
- BREAZU, C. M., CIOBANU, L., HADADE, A., BARTOS, A., MITRE, C., MIRCEA, P. A. & IONESCU, D. 2016. The efficacy of oblique subcostal transversus abdominis plane block in laparoscopic cholecystectomy - a prospective, placebo controlled study. *Rom J Anaesth Intensive Care*, 23, 12-18.

- CANAKCI, E., CIHAN, M., ALTINBAS, A., CEBECI, Z., GULTEKIN, A. & TAS, N. 2021. Efficacy of ultrasound-guided Transversus Abdominis Plane (TAP) block in inguinal hernia surgery and the immunomodulatory effects of proinflammatory cytokines: prospective, randomized, placebo-controlled study. *Braz J Anesthesiol*, 71, 538-544.
- CARLINE, L., MCLEOD, G. A. & LAMB, C. 2016. A cadaver study comparing spread of dye and nerve involvement after three different quadratus lumborum blocks. *Br J Anaesth*, 117, 387-94.
- CASATI, A. & PUTZU, M. 2005. Bupivacaine, levobupivacaine and ropivacaine: are they clinically different? *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*, 19, 247-68.
- CHEN, Y. K., BODEN, K. A. & SCHREIBER, K. L. 2021. The role of regional anaesthesia and multimodal analgesia in the prevention of chronic postoperative pain: a narrative review. *Anaesthesia*, 76 Suppl 1, 8-17.
- COLVIN, J., ROSEN, M., PRABHU, A., ROSENBLATT, S., PETRO, C., ZOLIN, S. & KRPATA, D. 2019. Enhanced recovery after surgery pathway for patients undergoing abdominal wall reconstruction. *Surgery*, 166, 849-853.
- COPPENS S, G. J., HUYNEN P, VAN DE VELDE M, JOSHI G P, 2020. Pain management after open inguinal hernia repair: an updated systematic review and procedure-specific postoperative pain management (PROSPECT/ERAS) recommendations. *Acta Anaesth. belg.*, 71, 45-56.
- DADA, O., GONZALEZ ZACARIAS, A., ONGAIGUI, C., ECHEVERRIA-VILLALOBOS, M., KUSHELEV, M., BERGESE, S. D. & MORAN, K. 2019. Does Rebound Pain after Peripheral Nerve Block for Orthopedic Surgery Impact Postoperative Analgesia and Opioid Consumption? A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health*, 16.
- DAM, M., MORIGGL, B., HANSEN, C. K., HOERMANN, R., BENDTSEN, T. F. & BØRGLUM, J. 2017. The Pathway of Injectate Spread With the Transmuscular Quadratus Lumborum Block: A Cadaver Study. *Anesth Analg*, 125, 303-312.
- DIETZ, U. A., MENZEL, S., LOCK, J. & WIEGERING, A. 2018. The Treatment of Incisional Hernia. *Dtsch Arztebl Int*, 115, 31-37.
- DIEU, A., HUYNEN, P., LAVAND'HOMME, P., BELOEIL, H., FREYS, S. M., POGATZKI-ZAHN, E. M., JOSHI, G. P. & VAN DE VELDE, M. 2021. Pain management after open liver resection: Procedure-Specific Postoperative Pain Management (PROSPECT) recommendations. *Reg Anesth Pain Med*, 46, 433-445.
- ERRITZØE-JERVILD, L., CHRISTOFFERSEN, M. W., HELGSTRAND, F. & BISGAARD, T. 2013. Long-term complaints after elective repair for small umbilical or epigastric hernias. *Hernia*, 17, 211-5.
- EZEME, C., MACKENZIE, P. & NEWTON, R. C. 2024. Ventral hernias: understanding the pathogenesis, prevention and repair. *Surgery*, 42, 22-32.
- FORTELYNY, R. H. & DIETZ, U. 2024. [Incisional hernias: epidemiology, evidence and guidelines]. *Chirurgie (Heidelb)*, 95, 3-9.
- FREISE, H. & VAN AKEN, H. K. 2011. Risks and benefits of thoracic epidural anaesthesia. *Br J Anaesth*, 107, 859-68.

- GOLDSTEIN, R. Y., MONTERO, N., JAIN, S. K., EGOL, K. A. & TEJWANI, N. C. 2012. Efficacy of popliteal block in postoperative pain control after ankle fracture fixation: a prospective randomized study. *J Orthop Trauma*, 26, 557-61.
- HEBBARD, P. 2008. Subcostal Transversus Abdominis Plane Block Under Ultrasound Guidance. *Anesthesia & Analgesia*, 106.
- HEBBARD, P., FUJIWARA, Y., SHIBATA, Y. & ROYSE, C. 2007. Ultrasound-guided transversus abdominis plane (TAP) block. *Anaesth Intensive Care*, 35, 616-7.
- HEBBARD, P. D., BARRINGTON, M. J. & VASEY, C. 2010. Ultrasound-guided continuous oblique subcostal transversus abdominis plane blockade: description of anatomy and clinical technique. *Reg Anesth Pain Med*, 35, 436-41.
- HEESEN, M., KLIMEK, M., IMBERGER, G., HOEKS, S. E., ROSSAINT, R. & STRAUBE, S. 2018. Co-administration of dexamethasone with peripheral nerve block: intravenous vs perineural application: systematic review, meta-analysis, meta-regression and trial-sequential analysis. *Br J Anaesth*, 120, 212-227.
- HENRIKSEN, N. A., MONTGOMERY, A., KAUFMANN, R., BERREVOET, F., EAST, B., FISCHER, J., HOPE, W., KLASSEN, D., LORENZ, R., RENARD, Y., GARCIA URENA, M. A. & SIMONS, M. P. 2020. Guidelines for treatment of umbilical and epigastric hernias from the European Hernia Society and Americas Hernia Society. *Br J Surg*, 107, 171-190.
- HUANG, L., ZHENG, L., ZHANG, J., ZHU, X., PAN, L., ZHANG, Y., WANG, Q. & SHI, K. 2021. Transmuscular quadratus lumborum block versus oblique subcostal transversus abdominis plane block for analgesia in laparoscopic hysterectomy: a randomised single-blind trial. *BMJ Open*, 11, e043883.
- ISSA, M., NOURELDIN, K., ELGADI, A., ABDELAZIZ, A., BADAWI, M. & MAKRAM, M. 2021. Evaluation of the Sublay Mesh Repair Outcomes in Different Types of Ventral Hernia. *Cureus*, 13, e20590.
- JINDAL, S., SIDHU, G. K., BARYHA, G. K., SINGH, B., KUMARI, S. & MAHAJAN, R. 2020. Comparison of efficacy of thoracic paravertebral block with oblique subcostal transversus abdominis plane block in open cholecystectomy. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*, 36, 371-376.
- KELLER, M., DINKEL, F., JACOBY, J., KRAFT, B., HAAS, A., ROSENBERGER, P. & MEIERHENRICH, R. 2024. Oblique subcostal transverse abdominis plane block for postoperative pain control in patients undergoing open sublay mesh hernia repair: a prospective double-blind randomized placebo-controlled clinical trial. *Reg Anesth Pain Med*.
- KIM, A. J., YONG, R. J. & URMAN, R. D. 2017. The Role of Transversus Abdominis Plane Blocks in Enhanced Recovery After Surgery Pathways for Open and Laparoscopic Colorectal Surgery. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 27, 909-914.
- KÖCKERLING, F., REINPOLD, W. & SCHUG-PASS, C. 2021. [Ventral hernias part 1 : Operative treatment techniques]. *Chirurg*, 92, 669-680.
- KÖCKERLING, F., SIMON, T., ADOLF, D., KÖCKERLING, D., MAYER, F., REINPOLD, W., WEYHE, D. & BITTNER, R. 2019. Laparoscopic IPOM versus open sublay

- technique for elective incisional hernia repair: a registry-based, propensity score-matched comparison of 9907 patients. *Surg Endosc*, 33, 3361-3369.
- KWON, H. M., KIM, D. H., JEONG, S. M., CHOI, K. T., PARK, S., KWON, H. J. & LEE, J. H. 2020. Does Erector Spinae Plane Block Have a Visceral Analgesic Effect?: A Randomized Controlled Trial. *Sci Rep*, 10, 8389.
- LAMBRECHTS, M., O'BRIEN, M. J., SAVOIE, F. H. & YOU, Z. 2013. Liposomal extended-release bupivacaine for postsurgical analgesia. *Patient Prefer Adherence*, 7, 885-90.
- LANGER C, B. H., LIERSCH T 2007. *Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date: Bauchwandhernien*, Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York.
- LAVAND'HOMME, P. 2018. Rebound pain after regional anesthesia in the ambulatory patient. *Curr Opin Anaesthesiol*, 31, 679-684.
- LEE, H. J., WOO, J. H., CHAE, J. S., KIM, Y. J. & SHIN, S. J. 2023. Intravenous Versus Perineural Dexamethasone for Reducing Rebound Pain After Interscalene Brachial Plexus Block: A Randomized Controlled Trial. *J Korean Med Sci*, 38, e183.
- LEURCHARUSMEE, P., ALISTE, J., VAN ZUNDERT, T. C., ENGSUSOPHON, P., ARNUNTASUPAKUL, V., TIYAPRASERTKUL, W., TANGJITBAMPENBUN, A., AH-KYE, S., FINLAYSON, R. J. & TRAN, D. Q. 2016. A Multicenter Randomized Comparison Between Intravenous and Perineural Dexamethasone for Ultrasound-Guided Infraclavicular Block. *Reg Anesth Pain Med*, 41, 328-33.
- MA, J., JIANG, Y., TANG, S., WANG, B., LIAN, Q., XIE, Z. & LI, J. 2017a. Analgesic efficacy of ultrasound-guided subcostal transversus abdominis plane block. *Medicine (Baltimore)*, 96, e6309.
- MA, N., DUNCAN, J. K., SCARFE, A. J., SCHUHMANN, S. & CAMERON, A. L. 2017b. Clinical safety and effectiveness of transversus abdominis plane (TAP) block in post-operative analgesia: a systematic review and meta-analysis. *J Anesth*, 31, 432-452.
- MAEDA, A., SHIBATA, S. C., KAMIBAYASHI, T. & FUJINO, Y. 2015. Continuous subcostal oblique transversus abdominis plane block provides more effective analgesia than single-shot block after gynaecological laparotomy: A randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol*, 32, 514-5.
- MATHES, T., PREDIGER, B., WALGENBACH, M. & SIEGEL, R. 2021. Mesh fixation techniques in primary ventral or incisional hernia repair. *Cochrane Database Syst Rev*, 5, Cd011563.
- MILLER, D., ANDRIAKOS, P., VANBACKER, J., MACBETH, E., GALAY, I., SIDHU, D., CHERUKUPALLI, D., LEE, E., VALERIAN, B., CHISMARK, A. D., CANETE, J. & AFROZE, F. 2021. Comparison of transversus abdominis plane catheters with thoracic epidurals for cost and length of stay in open colorectal surgeries: a cohort study. *BMC Anesthesiol*, 21, 137.
- MOUNIKA, V., SAHU, L., MISHRA, K. & MOHAPATRA, P. S. 2023. A Comparative Evaluation of Post-operative Pain Management Using Erector Spinae Plane Block and Oblique Transverse Abdominis Plane Block in Patients Undergoing Laparoscopic Cholecystectomy. *Cureus*, 15, e35750.

- MUÑOZ-LEYVA, F., CUBILLOS, J. & CHIN, K. J. 2020. Managing rebound pain after regional anesthesia. *Korean J Anesthesiol*, 73, 372-383.
- MUYSOMS, F. E., MISEREZ, M., BERREVOET, F., CAMPANELLI, G., CHAMPAULT, G. G., CHELALA, E., DIETZ, U. A., EKER, H. H., EL NAKADI, I., HAUTERS, P., HIDALGO PASCUAL, M., HOEFERLIN, A., KLINGE, U., MONTGOMERY, A., SIMMERMACHER, R. K., SIMONS, M. P., SMIETAŃSKI, M., SOMMELING, C., TOLLENS, T., VIERENDEELS, T. & KINGSNORTH, A. 2009. Classification of primary and incisional abdominal wall hernias. *Hernia*, 13, 407-14.
- NIE, B. Q., NIU, L. X., YANG, E., YAO, S. L. & YANG, L. 2021. Effect of Subcostal Anterior Quadratus Lumborum Block vs. Oblique Subcostal Transversus Abdominis Plane Block after Laparoscopic Radical Gastrectomy. *Curr Med Sci*, 41, 974-980.
- OPREA, V., RADU, V. G. & MOGA, D. 2016. Transversus Abdominis Muscle Release (TAR) for Large Incisional Hernia Repair. *Chirurgia (Bucur)*, 111, 535-540.
- PARKER, S. G., HALLIGAN, S., BLACKBURN, S., PLUMB, A. A. O., ARCHER, L., MALLETT, S. & WINDSOR, A. C. J. 2019. What Exactly is Meant by "Loss of Domain" for Ventral Hernia? Systematic Review of Definitions. *World J Surg*, 43, 396-404.
- PIZZI, L. T., TONER, R., FOLEY, K., THOMSON, E., CHOW, W., KIM, M., COUTO, J., ROYO, M. & VISCUSI, E. 2012. Relationship between potential opioid-related adverse effects and hospital length of stay in patients receiving opioids after orthopedic surgery. *Pharmacotherapy*, 32, 502-14.
- PÖPPING, D., VAN AKEN, H. & WENK, M. 2015. Update on thoracic epidural analgesie. *Anästhesiologie & Intensivmedizin*, 56, 274-286.
- PÖPPING, D. M., ZAHN, P. K., VAN AKEN, H. K., DASCH, B., BOCHE, R. & POGATZKI-ZAHN, E. M. 2008. Effectiveness and safety of postoperative pain management: a survey of 18 925 consecutive patients between 1998 and 2006 (2nd revision): a database analysis of prospectively raised data. *Br J Anaesth*, 101, 832-40.
- RAFI, A. N. 2001. Abdominal field block: a new approach via the lumbar triangle. *Anaesthesia*, 56, 1024-6.
- REINPOLD, W. & KÖCKERLING, F. 2014. Chronische Schmerzen nach Narben- und Bauchwandhernien-Operationen. *Chirurgische Allgemeine: Zeitung für Klinik und Praxis*, 15, 412-416.
- RHEMTULLA, I. A. & FISCHER, J. P. 2018. Retromuscular Sublay Technique for Ventral Hernia Repair. *Semin Plast Surg*, 32, 120-126.
- RIVAT, C., BOLLAG, L. & RICHEBÉ, P. 2013. Mechanisms of regional anaesthesia protection against hyperalgesia and pain chronicization. *Curr Opin Anaesthesiol*, 26, 621-5.
- SALVIZ, E. A., XU, D., FRULLA, A., KWOFIE, K., SHASTRI, U., CHEN, J., SHARIAT, A. N., LITWIN, S., LIN, E., CHOI, J., HOBEIKA, P. & HADZIC, A. 2013. Continuous interscalene block in patients having outpatient rotator cuff repair surgery: a prospective randomized trial. *Anesth Analg*, 117, 1485-92.

- SHARMA, R., DAMIANO, J., AL-SAIDI, I. & DIZDAREVIC, A. 2023. Chest Wall and Abdominal Blocks for Thoracic and Abdominal Surgeries: A Review. *Curr Pain Headache Rep*, 27, 587-600.
- SHIN, H. J., OH, A. Y., BAIK, J. S., KIM, J. H., HAN, S. H. & HWANG, J. W. 2014. Ultrasound-guided oblique subcostal transversus abdominis plane block for analgesia after laparoscopic cholecystectomy: a randomized, controlled, observer-blinded study. *Minerva Anesthesiol*, 80, 185-93.
- SIDDIQUI, M. R., SAJID, M. S., UNCLES, D. R., CHEEK, L. & BAIG, M. K. 2011. A meta-analysis on the clinical effectiveness of transversus abdominis plane block. *J Clin Anesth*, 23, 7-14.
- SOLIZ, J. M., LIPSKI, I., HANCHER-HODGES, S., SPEER, B. B. & POPAT, K. 2017. Subcostal Transverse Abdominis Plane Block for Acute Pain Management: A Review. *Anesth Pain Med*, 7, e12923.
- STEINFELDT, T., KESSLER, P., VICENT, O., SCHWEMMER, U., DÖFFERT, J., LANG, P., MATHIOUDAKIS, D., HÜTTEMANN, E., ARMBRUSTER, W., SUJATTA, S., LANGE, M., WEBER, S., REISIG, F., HILLMANN, R., VOLK, T. & WIESMANN, T. 2020. [Peripheral truncal blocks-Overview and assessment]. *Anaesthesist*, 69, 860-877.
- STREB, T., SCHNEIDER, A., WIESMANN, T., RIECKE, J., SCHUBERT, A. K., DINGES, H. C. & VOLBERG, C. 2022. [Rebound pain-From definition to treatment]. *Anaesthesiologie*, 71, 638-645.
- STRIEBEL, H. W. 2019. *Die Anästhesie Band1: Grundlagen, Formen der Allgemeinanästhesie, Lokal- und Regionalanästhesie, Besonderheiten, Narkoseprobleme*, Stuttgart, Georg Thieme Verlag.
- SUN, Q., LIU, S., WU, H., MA, H., LIU, W., FANG, M., LIU, K. & PAN, Z. 2019. Dexmedetomidine as an Adjuvant to Local Anesthetics in Transversus Abdominis Plane Block: A Systematic Review and Meta-analysis. *Clin J Pain*, 35, 375-384.
- THAKUR, S., SHARMA, A., KAUSHAL, S., SHARMA, A., SHARMA, N. & THAKUR, P. S. 2023. Comparison of Clonidine with Bupivaicaine vs Plain Bupivaicaine in Transversus Abdominis Plane (TAP) Block in Women Undergoing Cesarean Delivery Under Spinal Anesthesia: Randomized Clinical Trial. *J Pharm Bioallied Sci*, 15, S299-s302.
- TIMMERMANS, L., DE GOEDE, B., VAN DIJK, S. M., KLEINRENSINK, G. J., JEEKEL, J. & LANGE, J. F. 2014. Meta-analysis of sublay versus onlay mesh repair in incisional hernia surgery. *Am J Surg*, 207, 980-8.
- TRAN, T. M., IVANUSIC, J. J., HEBBARD, P. & BARRINGTON, M. J. 2009. Determination of spread of injectate after ultrasound-guided transversus abdominis plane block: a cadaveric study. *Br J Anaesth*, 102, 123-7.
- VAN SILFHOUT, L., LEENDERS, L. A. M., HEISTERKAMP, J. & IBELINGS, M. S. 2021. Recurrent incisional hernia repair: surgical outcomes in correlation with body-mass index. *Hernia*, 25, 77-83.
- WHEELER, M., ODERDA, G. M., ASHBURN, M. A. & LIPMAN, A. G. 2002. Adverse events associated with postoperative opioid analgesia: a systematic review. *J Pain*, 3, 159-80.

- WIECH, K. 2016. Deconstructing the sensation of pain: The influence of cognitive processes on pain perception. *Science*, 354, 584-587.
- WMA 2013. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *Jama*, 310, 2191-4.
- YOSHIDA, T., FURUTANI, K., WATANABE, Y., OHASHI, N. & BABA, H. 2016. Analgesic efficacy of bilateral continuous transversus abdominis plane blocks using an oblique subcostal approach in patients undergoing laparotomy for gynaecological cancer: a prospective, randomized, triple-blind, placebo-controlled study. *Br J Anaesth*, 117, 812-820.
- ZENG, H., YIN, F., FAN, L., LI, C., LIN, H., LIU, F. & LI, Q. 2024. Combination of dexamethasone and dexmedetomidine as adjuvants of transversus abdominis plane block for postoperative analgesia in gastric cancer patients: A double-blinded randomized controlled trial. *J Clin Anesth*, 97, 111543.
- ZOLIN, S. J., FAFAJ, A. & KRPATA, D. M. 2020. Transversus abdominis release (TAR): what are the real indications and where is the limit? *Hernia*, 24, 333-340.

## 8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sonographische Darstellung der relevanten anatomischen Strukturen des klassischen TAP-Blocks mit eingezeichneter Position der Nadel bei Applikation des Lokalanästhetikums. ....	6
Abbildung 2: sonographische Darstellung der relevanten anatomischen Strukturen des subkostalen TAP-Blocks mit eingezeichneter Position der Nadel bei Applikation des Lokalanästhetikums. ....	7
Abbildung 3: sonographische Darstellung der relevanten Strukturen des OSTAP-Blocks nach Hebbard et al. ....	9
Abbildung 4 Einteilung der Bauchwandhernien nach der Klassifikation der European Hernia Society ....	12
Abbildung 5: Multi-Injektionstechnik des OSTAP-Blocks modifiziert nach Hebbard et al. ....	20
Abbildung 6: sonographische Darstellung der relevanten Strukturen des modifizierter OSTAP-Block nach Hebbard et al. ....	21
Abbildung 7: Zeitpunkte der postoperativen Visiten (T0-T5) ....	25
Abbildung 8: Diagramm für die Auswahl der Studienteilnehmer:innen. ....	28
Abbildung 9: Darstellung des gesamten Morphinverbrauchs (mg) der Placebo-Gruppe (grau) und Ropivacain-Gruppe (rot) als Violine Plots mit Medianwerten (weiße Linien) und IQR (graue/rote Linien). ....	32
Abbildung 10: Zeitlicher Verlauf des Morphinverbrauchs (mg) vom AWR bis T5 (A) und des Morphinverbrauchs (mg) in den Zeitintervallen des postoperativen Nachbeobachtungszeitraums (B) der Placebo-Gruppe (grau) und der Ropivacain-Gruppe (rot). ....	34
Abbildung 11: zeitlicher Verlauf des subjektiv wahrgenommenen Schmerzes (NRS) in Ruhe (A) und des maximalen Schmerzes (NRS) seit der letzten Befragung (B) der Placebo-Gruppe (grau) und Ropivacain-Gruppe (rot). ....	35

## 9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Varianten des TAP-Blocks im Vergleich .....	10
Tabelle 2 Demographische Daten der Studiengruppen .....	30
Tabelle 3 :Perioperative Charakteristika der Studiengruppen .....	31
Tabelle 4: Morphinverbrauch zu definierten Zeitpunkten (T0-T5) und in den Zeitintervallen (T0-1, T1-2, T2-3, T3-4, T4-5) .....	33
Tabelle 5: Gamma-Regressions-Analyse des gesamten Morphinverbrauchs (T5) und Morphinverbrauch im AWR .....	33
Tabelle 6 : Morphinverbrauch in den Zeitintervallen (T0-1, T1-2, T2-3, T3-4, T4-5).....	34
Tabelle 7: Subjektives Schmerzempfinden in Ruhe .....	35
Tabelle 8: Stärkster wahrgenommener Schmerz seit dem letzten Befragungszeitpunkt .....	36
Tabelle 9: Auftreten von PONV .....	36
Tabelle 10: Unerwünschte Ereignisse und Nebenwirkungen .....	38

# 10 Veröffentlichungen

Teile der Dissertationsschrift wurden bereits in der folgenden Publikation veröffentlicht:

KELLER, M., DINKEL, F., JACOBY, J., KRAFT, B., HAAS, A., ROSENBERGER, P. & MEIERHENRICH, R. 2024. Oblique subcostal transverse abdominis plane block for postoperative pain control in patients undergoing open sublay mesh hernia repair: a prospective double-blind randomized placebo-controlled clinical trial. *Reg Anesth Pain Med.*

## 11 Erklärung zum Eigenanteil

Die Konzeption und Durchführung der Studie erfolgte an der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin am Diakonie-Klinikum Stuttgart unter der Leitung von Herr Prof. Dr. med. Rainer Meierhenrich in Kooperation mit der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin des Universitätsklinikums Tübingen unter der Leitung von Prof. Dr. med. Peter Rosenberger.

Die Durchführung der Studie erfolgte durch mich mit Unterstützung von Herr Prof. Dr. med. Rainer Meierhenrich und Herr Dr. med. Marius Keller.

Die statistische Auswertung erfolgte nach Beratung und Planung durch das Institut für Klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie der Eberhard Karls Universität Tübingen (Herr Dr. phil. Johann Jacoby) durch Herr Dr. med. Marius Keller und mich.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Stuttgart, den

## 12 Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle herzlich bei allen bedanken, die mich während meiner Dissertation auf vielfältige Weise unterstützt haben.

Mein Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Professor Peter Rosenberger, für seine kontinuierliche Unterstützung während des gesamten Forschungsprozesses, die einen reibungslosen Ablauf ermöglicht hat.

Ebenso möchte ich Professor Rainer Meierhenrich danken, der die Idee für die Studie hatte, die Leitung übernahm und während des gesamten Projekts stets ansprechbar war.

Ein besonderer Dank gilt Herr Dr. Marius Keller. Seine engagierte Betreuung, seine konstruktiven Hinweise und seine Expertise waren für den Erfolg der Publikation und Dissertation von großer Bedeutung.

Für die Unterstützung bei der Auswertung der Daten möchte ich mich bei Herrn Dr. Johann Jacoby bedanken.

Mein Dank gilt auch allen Kolleginnen und Kollegen der Abteilung für Anästhesie am Diakonie Klinikum Stuttgart, die an der Studie beteiligt waren, sei es durch ihre Mitarbeit, ihre Unterstützung bei der Datenerhebung oder durch fachlichen Austausch.

Besonders hervorheben möchte ich an dieser Stelle die freundliche und unkomplizierte Zusammenarbeit mit dem Team der Allgemein- und Viszeralchirurgie am Diakonie Klinikum unter der Leitung von Frau Dr. Barbara Kraft.

Bedanken möchte ich mich außerdem bei dem Team der Apotheke des Diakonie Klinikums in Stuttgart um Frau Anne Haas.

Abschließend danke ich meiner Familie, insbesondere meinem Ehemann Lukas und meinen Freunden für ihre Geduld, ihr Verständnis und ihre Unterstützung in dieser intensiven Zeit.

# 13 Anhänge

Anhang 1 Patienteninformation

Anhang 2 Fragebogen

**Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin  
Universitätsklinikum Tübingen**  
ÄD: Prof. Dr. med. Peter Rosenberger  
Ansprechpartner: Dr. med. Marius Keller  
Hoppe-Seyler-Str. 3, 72076 Tübingen  
Telefon 07071 29-86564  
Telefax 07071 29-5533

**Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin  
Diakonie-Klinikum Stuttgart**  
ÄD: Prof. Dr. med. Rainer Meierhenrich  
Ansprechpartner: Friederike Dinkel  
Rosenbergstraße 38, 70176 Stuttgart  
Telefon: 0711 991-2201/2203  
Telefax: 0711 991-2290

## **Patienteninformation zu der klinischen Studie:**

### ***Schmerztherapeutische Wirksamkeit der Blockade von Bauchwandnerven bei der chirurgischen Versorgung von großen Bauchwandhernien***

Wissenschaftlicher Titel der Studie:

*Analgetische Wirksamkeit des obliquen subkostalen Transversus-abdominis-plane Blocks bei der chirurgischen Versorgung von großen Bauchwandhernien*

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

wir möchten Sie fragen, ob Sie an einer wissenschaftlichen Studie teilnehmen möchten.

Bei Ihnen soll in der nächsten Zeit die chirurgische Versorgung einer großen Bauchwandhernie erfolgen. Die Narkoseärztin oder der Narkosearzt unserer Abteilung hat mit Ihnen besprochen, dass diese Operation in Vollnarkose, einer sogenannten Allgemeinanästhesie, stattfinden soll. Gerne würden wir bei Ihnen im Rahmen einer Studie ein neues Verfahren untersuchen, das möglicherweise die Schmerzen nach einer solchen Operation reduzieren kann.

Es handelt sich dabei um ein regionales Anästhesieverfahren, den sogenannten obliquen subkostalen TAP-Block. Dabei werden die Nerven, die für die Versorgung der Bauchwandmuskulatur verantwortlich sind, blockiert. Die Durchführung dieses Verfahrens erfolgt, während sich die/der Patient:in bereits in Vollnarkose befindet. Das Betäubungsmittel (Lokalanästhetikum) wird mittels einer sehr dünnen Nadel unter Ultraschall-Kontrolle in eine bestimmte Schicht zwischen zwei Bauchwandmuskeln gespritzt.

Von dieser neuen Methode erhoffen wir uns einen geringeren Verbrauch von Schmerzmitteln und den damit möglicherweise verbundenen Nebenwirkungen, wie bspw. Übelkeit und Erbrechen. Zudem werden positive Auswirkungen auf den gesamten postoperativen Verlauf erwartet, wie bspw. eine frühere Mobilisation.

Um herauszufinden, ob das Verfahren wirklich wirksam ist, werden zwei Gruppe gebildet: eine sogenannte Studiengruppe und eine sogenannte Kontrollgruppe. In der Studiengruppe wird wie oben beschrieben ein örtliches Betäubungsmittel verabreicht. In der Kontrollgruppe wird hingegen nur eine sterile Kochsalzlösung benutzt. Sofern Sie bereit sind, an der Studie teilzunehmen, werden Sie per Zufallsprinzip der einen oder anderen Gruppe zugeordnet.

## **Nutzen und Risiken für die Studienteilnehmer:innen**

### *Nutzen und Risiken für Patient:innen der Studiengruppe*

Sofern Sie der Studiengruppe zugeordnet werden, haben Sie möglicherweise den Vorteil, dass Sie weniger Schmerzmittel nach der Operation benötigen, schneller mobilisiert werden und schneller das Krankenhaus verlassen können. Dem gegenüber stehen mögliche Risiken des Verfahrens. Auch wenn wir die Sicherheit des Verfahrens sehr hoch einschätzen und ähnliche regionale Anästhesieverfahren seit vielen Jahren in unserer Klinik erfolgreich etabliert sind, sind Komplikationen wie Blutungen, Infektionen, Darmverletzungen durch die Punktion der Bauchdecke oder Vergiftungen durch das örtliche Betäubungsmittel möglich. Das Risiko dieser Komplikationen schätzen wir aber als sehr gering ein.

### *Nutzen und Risiken für Patient:innen der Kontrollgruppe*

Werden Sie der Kontrollgruppe zugeordnet, ist eine Verminderung der Schmerzen nach der Operation im Gegensatz zu den Patienten der Studiengruppe nicht zu erwarten. So werden sie möglicherweise nach der Operation mehr Schmerzmittel benötigen als die Patienten der Studiengruppe. Auch in der Kontrollgruppe kann es zu Komplikationen wie Blutungen, Infektionen, Darmverletzungen durch die Punktion der Bauchdecke kommen. Auch in dieser Gruppe schätzen wir das Risiko dieser Komplikationen für äußerst gering ein. Im Gegensatz zu der Studiengruppe können keine Nebenwirkungen durch ein örtliches Betäubungsmittel auftreten, da nur eine Kochsalzlösung in die Bauchdecke verabreicht wird.

Die Patient:innen beider Gruppen werden den Vorteil haben, dass sie nach der Operation intensiver beobachtet und häufiger von Ärzt:innen besucht werden, als es die übliche klinische Routine zulässt.

Den Patient:innen beider Gruppen entsteht kein persönlicher Nutzen im Sinne einer finanziellen Vergütung.

## **Weitere Hinweise für Studienteilnehmer:innen**

Alle Studienteilnehmer:innen erhalten nach der Operation eine sogenannte patientenkontrollierte Schmerzpumpe, mit der sie sich selbstständig über einen Venenzugang bei Bedarf ein Schmerzmedikament verabreichen können. Hierbei handelt es sich um ein Standardverfahren, welches häufig nach schmerzhaften Eingriffen eingesetzt wird.

In den ersten 48h werden die Studienteilnehmer:innen morgens und abends von einer Ärztin/ einem Arzt der Narkoseabteilung visitiert und nach ihrer Schmerzsituation und ihrem Wohlbefinden befragt.

## **Freiwilligkeit**

Die Teilnahme an dieser Studie ist freiwillig. Sie werden nur dann einbezogen, wenn Sie dazu schriftlich Ihre Einwilligung erklären. Sofern Sie nicht an der Studie teilnehmen oder später aus ihr ausscheiden möchten, entstehen Ihnen dadurch keine Nachteile. Sie können jederzeit, auch ohne Angabe von Gründen, Ihre Einwilligung mündlich oder schriftlich widerrufen.

## **Anzahl der geplanten Studienteilnehmer:innen**

Insgesamt sollen 38 Patient:innen in die Studie eingeschlossen werden, 19 Patient:innen in die Experimentalgruppe und 19 Patient:innen in die Kontrollgruppe.

## **Finanzierung**

Diese Studie wird aus Mitteln des Diakonie-Klinikums Stuttgart und der Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin Tübingen finanziert.

## **Datenschutz**

Rechtsgrundlage für die Datenverarbeitung ist Ihre freiwillige Einwilligung (Art. 6 Abs. 1 Buchst. a), Art. 9 Abs. 2 Buchst. a) DSGVO).

Der Verantwortliche für die Datenverarbeitung ist: Prof. Dr. Rainer Meierhenrich, Ärztlicher Direktor der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin am Diakonie Klinikum Stuttgart.

Im Rahmen der Studie werden Daten über Ihren Gesundheitszustand vor der Operation, Daten über die Schmerzintensität nach der Operation, die Höhe des Schmerzmittelverbrauchs und Ihr Wohlbefinden wie Übelkeit und Erbrechen nach der Operation und auch die Krankenhausverweildauer erhoben.

Die Daten werden zu jeder Zeit vertraulich behandelt und in pseudonymisierter Form gespeichert.

Pseudonymisiert bedeutet, dass keine Angaben, mit denen Sie direkt identifiziert werden können (z.B. Namen, Kontaktinformationen, Geburtsdatum, etc.) verwendet werden, sondern nur eine Nummer.

Im Sekretariat der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin im Diakonie-Klinikum ist eine Liste hinterlegt, auf der die Namen den Nummern zugeordnet sind. Diese Liste wird gesondert in einem abschließbaren Schrank aufbewahrt und ist dort gegen unbefugten Zugriff gesichert. Zugriff auf diese Liste haben nur die Ärztinnen und Ärzte, die an der Studie beteiligt sind.

Alle Daten werden spätestens nach 10 Jahren gelöscht.

## **Welche weiteren Rechte haben Sie bezogen auf den Datenschutz?**

Sie haben das Recht, von Prof. Meierhenrich bzw. von den beteiligten Ärzt:innen Auskunft über die von Ihnen gespeicherten personenbezogenen Daten – einschließlich der kostenlosen Überlassung einer Kopie der Daten – zu verlangen. Ebenfalls können Sie die Berichtigung unzutreffender Daten sowie gegebenenfalls eine Übertragung der von Ihnen zur Verfügung gestellten Daten und die Einschränkung Ihrer Verarbeitung verlangen. Ebenso haben Sie ein Recht auf Löschung Ihrer Daten, insbesondere bei Widerruf der Einwilligung.

Bei Anliegen zur Datenverarbeitung und zur Einhaltung der datenschutzrechtlichen Anforderungen können Sie sich auch an den Datenschutzbeauftragten des Diakonie-Klinikums Herrn Holger Frick ([frick@diak-stuttgart.de](mailto:frick@diak-stuttgart.de)) wenden.

Sie haben darüber hinaus ein Beschwerderecht bei jeder Aufsichtsbehörde für den Datenschutz. Eine Liste der Aufsichtsbehörden in Deutschland finden Sie unter:

[https://www.bfdi.bund.de/DE/Infothek/Anschriften\\_Links/anschriften\\_links-node.html](https://www.bfdi.bund.de/DE/Infothek/Anschriften_Links/anschriften_links-node.html)

Sollten während des Verlaufes des Forschungsprojektes Fragen auftauchen, so können Sie jederzeit folgende Ansprechpartner unter der untenstehenden Telefonnummer erreichen:

F. Dinkel: 0711 991-2221

Dr. med. Marius Keller: 07071 29-86564

---

Datum

---

Name des Arztes / der Ärztin

# Datenerhebungsbogen

OP-Datum: \_\_\_\_\_

Pat.ID: \_\_\_\_\_

Name:

Vorname:

Geburtsdatum:

## Präoperativ:

Qualität der Sono-Anatomie (Score 1-4)*	
Name des Operateurs/der Operateurin des TAP-Blocks	

## Intraoperativ:

Name der Narkoseärztin/ des Narkosearztes	
Menge Sufentanil ( $\mu\text{g}$ )	
Volumengabe (Kristalloid/ Kolloid in ml)	
OP-Dauer (in min)	

## Aufwachraum:

Schmerzen bei Ankunft im AWR (NRS)	
Morphinverbrauch im AWR (in mg)	
Uhrzeit bei Ankunft im AWR	
Uhrzeit bei Verlegung auf Station	
Verweildauer im AWR (in min)	

**\*1)** Gute sonographische Bildqualität ohne Artefakte UND gute Darstellbarkeit der Strukturen im gesamten Punktionsgebiet.

**(2)** Wie (1), allerdings entweder eingeschränkte Bildqualität ODER der eingeschränkte Darstellbarkeit der Strukturen im gesamten Punktionsgebiet.

**(3)** Eingeschränkte Bildqualität UND fehlende Darstellbarkeit der Strukturen im gesamten Punktionsgebiet.

**(4)** Eingeschränkte Bildqualität UND nicht ausreichende Darstellung der Bauchwandstrukturen, um eine erfolgreiche Punktion zu gewährleisten. Eine intraperitoneale Punktion kann sonographisch jedoch zweifelsfrei gewährleistet werden.

**Visite bis 48 h nach OP:**

	OP-Tag abends	1.PO-Tag morgens	1.PO-Tag abends	2.PO-Tag morgens	2.PO-Tag abends
Datum					
Uhrzeit					
Bisheriger Morphin- Verbrauch (mg)					
Zusätzlich verabreichte Schmerzmittel					
Eingenommenen Medikamente gegen PONV					
1.aktuelle Schmerzen in Ruhe (NRS)					
2. aktuelle Schmerzen beim Husten (NRS)					
3. Durchschnittliche Schmerzen seit letzter Befragung (NRS)					
4. Stärkster Schmerz seit letzter Befragung (NRS)					
5. Übelkeit (0=nicht, 1=mild, 2=mäßig, 3=schwer)					
6. allgemeines Befinden (0= sehr schlecht, 10= sehr gut)					
7. Gesamtzufriedenheit 48 h post-OP (0= sehr unzufrieden, 10= sehr zufrieden)					
Sonstige Bemerkungen					

**Allgemein:**

- Krankenhausverweildauer (t):