

Aus der Klinik für Anästhesiologie
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
sowie der Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin
des Medizincampus Trier
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Der Fascia-Iliaca-Compartment-Block im Rahmen anästhesiologischer Konzepte zur
postoperativen Analgesie bei Patienten zur Hüfttotalendoprothese

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der
Medizin
der Universitätsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

Kerstin Hannah Herges
aus Bernkastel-Kues

Mainz, 2025

Wissenschaftlicher Vorstand: Univ.-Prof. Dr. med. Philipp Drees

1. Gutachter:

2. Gutachter:

Tag der Promotion: 22. September 2025

Nachnutzungslizenz:

Dieses Werk steht unter der Lizenz CC-BY-ND 4.0.

Widmung

Meinen Eltern.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis.....	III
Tabellenverzeichnis.....	IV
1 Einleitung.....	1
1.1 Fragestellung.....	3
2 Literaturdiskussion.....	6
2.1 Die Hüft-Totalendoprothese.....	6
2.1.1 Historie.....	6
2.1.2 Aktuelle Entwicklungen.....	7
2.1.3 Anästhesietechniken.....	8
2.1.4 Anästhesiologische Konzepte zur postoperativen Schmerztherapie.....	9
2.1.4.1 Intravenöse patientenkontrollierte Analgesie.....	9
2.1.4.2 Periduralanästhesie.....	10
2.1.4.3 Periphere Regionalanästhesien.....	12
2.2 Der Fascia-Iliaca-Compartment-Block.....	15
2.2.1 Historie.....	15
2.2.2 Anatomie und Technik.....	15
2.2.3 Aktuelle Studienlage.....	17
3 Material und Methoden.....	22
3.1 Studienprotokoll.....	22
3.1.1 Ein- und Ausschlusskriterien.....	22
3.1.2 Datenerhebung.....	23
3.2 Statistische Auswertung.....	24
4 Ergebnisse.....	25
4.1 Patientenkollektiv.....	25
4.1.1 Demografische Daten.....	25

4.1.2	Eingriffsbezogene Daten	28
4.1.3	Narkosebezogene Daten.....	28
4.2	Intraoperative Auswirkungen	29
4.2.1	Anästhesiedauer.....	29
4.2.2	Operationsdauer	30
4.2.3	Blutverlust	30
4.2.4	Opioide und Nichtopioide-Analgetika.....	30
4.2.4.1	Opioidbedarf in der Einleitung.....	31
4.2.4.2	Opioidbedarf intraoperativ.....	31
4.2.4.3	Nichtopioide-Analgetika	32
4.3	Postoperative Auswirkungen	33
4.3.1	Auswirkungen in der Aufwachraumperiode	33
4.3.1.1	Vigilanz	33
4.3.1.2	Numerische Rating-Skala	33
4.3.1.3	Opioidbedarf.....	34
4.3.1.4	Nichtopioide-Analgetika	34
4.3.1.5	Verweildauer.....	35
4.3.2	Auswirkungen im stationären Verlauf	35
4.3.2.1	Metamizolbedarf.....	35
4.3.2.2	Opioidbedarf.....	36
4.3.2.3	Mobilisation.....	36
4.3.2.4	Verweildauer.....	37
4.3.2.5	Komplikationen.....	38
5	Diskussion.....	40
5.1	Studiendesign und Patientenkollektiv.....	40
5.2	Intraoperative Auswirkungen	42

5.3	Postoperative Auswirkungen	44
5.4	Vergleich mit anderen Konzepten zur postoperativen Analgesie.....	50
5.5	Limitationen	55
6	Zusammenfassung	56
7	Literaturverzeichnis.....	58
8	Danksagung	70
9	Tabellarischer Lebenslauf	71

Abkürzungsverzeichnis

A.....	Arteria
ASA.....	American Society of Anesthesiologists
ASD.....	Akutschmerzdienst
AWR.....	Aufwachraum
BMI.....	Body-Mass-Index
bspw.....	beispielsweise
bzw.....	beziehungsweise
ca.....	circa
FIB.....	Fascia-Iliaca-Block
FIB-Gruppe.....	Interventionsgruppe mit FIB
FICB.....	Fascia-Iliaca-Compartment-Block
ggf.....	gegebenenfalls
i.v.....	intravenös
LIA.....	lokale Infiltrationsanästhesie
LPB.....	Lumbar-Plexus-Block
M.....	Musculus
mA.....	Milliampere
n.....	Anzahl
N.....	Nervus
NFB.....	Nervus-Femoralis-Block
No-FIB-Gruppe.....	Kontrollgruppe ohne FIB
NOPA.....	Nichtopioid-Analgetikum
NRS.....	numerische Rating-Skala
OP.....	Operation
p.o.....	per os
PCA.....	patientenkontrollierte Analgesie (patient-controlled analgesia)

PCEA..... epidurale PCA
PCIA intravenöse PCA
PDA Periduralanästhesie
PDK Periduralkatheter
PENG-Block Pericapsular-Nerve-Group-Block
PMMA.....Polymethylmethacrylat
PONV postoperative Übelkeit und Erbrechen (postoperative nausea and vomiting)
PROSPECT procedure-specific postoperative pain management
PTFE Polytetrafluoroethylen
SPA Spinalanästhesie
TEP..... Totalendoprothese
TIVA Total Intravenöse Anästhesie
V..... Vena
vs..... versus
WHO.....Weltgesundheitsorganisation (World Health Organisation)
z.B. zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Fascia-Iliaca-Kompartiment und Punktionsweg beim FICB.....	16
Abbildung 2: FIB-Punktionsstelle nach anatomischen Landmarken.....	17
Abbildung 3: Häufigkeiten der Eingriffe ohne und mit FIB.....	25
Abbildung 4: Häufigkeiten der Patienten in den verschiedenen Altersgruppen.....	26
Abbildung 5: Anzahl der Patienten in den verschiedenen BMI-Gruppen.....	27
Abbildung 6: Anzahl der Patienten mit und ohne PONV-Prophylaxe	29
Abbildung 7: Opioidbedarf zur Einleitung pro Kilogramm Körpergewicht.....	31
Abbildung 8: Opioidbedarf intraoperativ pro Kilogramm Körpergewicht	32
Abbildung 9: Anzahl der angegebenen NRS-Werte im AWR	34
Abbildung 10: Entlasszeitpunkte ohne und mit FIB	38
Abbildung 11: Anzahl der aufgetretenen Komplikationen	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich der demografischen Daten.....	25
Tabelle 2: Häufigkeitstabelle der Altersgruppen.....	26
Tabelle 3: Häufigkeitstabelle der ASA-Scores.....	27
Tabelle 4: Vergleich der eingriffsbezogenen Daten.....	28
Tabelle 5: Vergleich der Narkoseverfahren	28
Tabelle 6: Dosierung des Ropivacains bei FIB-Anlage	29
Tabelle 7: Vergleich von Anästhesie-, Operationsdauer und Blutverlust.....	30
Tabelle 8: Vergleich der Morphinäquivalente unter der OP	32
Tabelle 9: Vergleich der intraoperativen Gabe von Metamizol und Parecoxib.....	33
Tabelle 10: Vergleich der Vigilanz beim Eintreffen im AWR	33
Tabelle 11: Vergleich der Gabe von Metamizol und Parecoxib im AWR.....	35
Tabelle 12: Vergleich des Metamizol- und Opioidbedarfs im stationären Verlauf.....	36
Tabelle 13: Vergleich der Mobilisationsstufen	37
Tabelle 14: Vergleich der postoperativen Verweildauer im Krankenhaus	38
Tabelle 15: Vergleich der aufgetretenen Komplikationen.....	39

1 Einleitung

Die Implantation einer Totalendoprothese (TEP) der Hüfte ist eine der am häufigsten durchgeführten Operationen (OP) in deutschen Krankenhäusern. Im Jahr 2019 wurden laut Bundesauswertung 232.913 Erstimplantationen und 19.207 Prothesen- oder Komponentenwechsel erfasst. Die häufigste Erkrankung, die mit einer TEP versorgt wird, ist, bedingt durch Schmerzen, Bewegungseinbußen und eingeschränkte Lebensqualität, die Coxarthrose (Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG) 2020).

Im Allgemeinen sind muskuloskelettale Erkrankungen die häufigste Ursache für chronische Schmerzen und körperliche Behinderung. Sie belasten zudem die mentale Gesundheit und Lebensqualität vieler Menschen. Unter den Gelenkerkrankungen ist die Arthrose international das führende Krankheitsbild. Laut einer Studie des Robert-Koch-Instituts leiden in Deutschland 17,9 % aller Erwachsenen ab 18 Jahren an einer Arthrose. Bei den Menschen ab 65 Jahren sind es sogar knapp die Hälfte aller Frauen und ein Drittel aller Männer. Die Entstehung des Gelenkverschleißes wird durch Über- oder Fehlbelastung, Trauma, mangelnde körperliche Aktivität, Übergewicht und Alter begünstigt. Arthrose hat damit vor allem in Industrienationen mit entsprechenden Lebensstilveränderungen und einer alternden Bevölkerungen eine deutlich steigende Prävalenz. Dies geht mit einer zunehmenden Belastung für die Gesellschaft einher, denn muskuloskelettale Erkrankungen sind schon heute, vor allem durch indirekt verursachten Kosten, eine der teuersten Krankheitskategorien für das Gesundheitssystem. Ein weiterer Anstieg dieser Kosten ist im Zuge der steigenden Prävalenz zu erwarten (Woolf und Pfleger 2003, Fuchs et al. 2017).

Aus diesem Grund ist es von großer Bedeutung, in interdisziplinärer Zusammenarbeit von Chirurgie, Anästhesie, Krankenpflege und Physiotherapie standardisierte Behandlungskonzepte zu entwickeln, deren Ziel es ist, ein bestmögliches Outcome mit geringer Morbidität und hoher Patientenzufriedenheit zu verwirklichen. Daraus resultieren eine kürzere Hospitalisierung und letztendlich sinkende Kosten für das Gesundheitssystem (Kehlet und Wilmore 2002).

Es existiert eine Vielzahl von Einflussfaktoren, die sich positiv auf die Dauer des Krankenhausaufenthaltes zur Hüft-TEP auswirken. Hierzu zählen neben den bereits erwähnten standardisierten Behandlungskonzepten eine gute Patientenaufklärung, die Durchführung des Eingriffs in auf Endoprothetik spezialisierten Kliniken, regelmäßige postoperative Visiten, zügige Mobilisierung, geringe Verabreichung von Opioiden und routinemäßiger Einsatz von nichtsteroidalen Antirheumatika (Husted et al. 2010).

Diese Faktoren lassen erkennen, dass die akute Schmerztherapie ein zentraler Bestandteil der stationären Hüft-TEP-Versorgung ist. Dabei gilt es zu beachten, dass bereits kurze Episoden von akutem Schmerz zu langfristigem neuronalem Remodelling und der Entstehung von chronischen Schmerzen führen kann (Carr und Goudas 1999). In einer Umfrage gaben 28,1 % der Patienten nach Hüft-TEP an, dass sie an chronischen Schmerzen leiden. Dabei lag eine Assoziation mit der erinnerten Intensität des akuten postoperativen Schmerzes vor, nicht jedoch mit der erinnerten Intensität des präoperativen Schmerzes (Nikolajsen et al. 2006). Diese Daten heben die Relevanz einer adäquaten postoperativen Schmerztherapie deutlich hervor.

Häufig angewandte und potente Substanzen hierbei sind Opioide. Sie gehen allerdings mit unterschiedlichen, zum Großteil dosisabhängigen, Nebenwirkungen wie Atemdepression, Übelkeit, Erbrechen, Obstipation, Ileus, Somnolenz, kognitiven Einschränkungen und Pruritus einher. Daher sollte immer eine Risiko-Nutzen-Abwägung erfolgen und auch opioidsparende Therapieansätze in Betracht gezogen werden (Wheeler et al. 2002).

Eine multimodale Schmerztherapie hat sich bewährt. Dabei werden Substanzen mit unterschiedlichen Wirkmechanismen kombiniert, um deren additiven und synergistischen Effekte zu nutzen und Nebenwirkungen durch hohe Dosierungen einzelner Substanzen zu reduzieren. Bei Hüft-TEP-Patienten kann hierdurch ein schnelleres Laufen ohne Gehhilfen erreicht und die opioidbedingten Nebenwirkungen reduziert werden (Joshi et al. 2016, Maheshwari et al. 2006).

In diesem Kontext ist auch der Einsatz von Regionalanästhesien im Laufe der letzten Jahre immer mehr in den Vordergrund gerückt. Diverse Studien konnten belegen, dass

Lokalanästhetika Opioide hinsichtlich der Schmerzkontrolle überlegen sind. Sie reduzieren zudem opioidassoziierte Nebenwirkungen und gehen zum Teil mit geringerer Mortalität und weniger kardiopulmonalen Komplikationen, thromboembolischen Ereignissen oder Infektionen einher (Richman et al. 2006, Foss et al. 2007, Wathen et al. 2007, Maheshwari et al. 2006, Opperer et al. 2014). Mögliche Risiken sind Gefäßpunktionen, Blutungen, Nervenschäden und systemische Toxizität von Lokalanästhetika (Joshi et al. 2016). Schwere Komplikationen sind aber selten, sodass vor allem periphere Regionalanästhesien insgesamt als sehr sichere Verfahren gelten. In einer Untersuchung von Auroy und Kollegen traten Krampfanfälle zum Beispiel (z.B.) nur bei 1,4 von 10.000 und periphere Neuropathien bei 2,7 von 10.000 Patienten auf und heilten häufig innerhalb weniger Monate aus (Auroy et al. 2002).

1.1 Fragestellung

An der interdisziplinären Behandlung von Patienten, die sich der Implantation einer Hüft-TEP unterziehen, ist auch die Anästhesiologie maßgeblich beteiligt. Die Auswahl des Anästhesieverfahrens kann das gesamte perioperative Outcome beeinflussen (Opperer et al. 2014). Es ist außerdem zu beobachten, dass sich die Zuständigkeit für die postoperative Schmerztherapie zunehmend weg von den chirurgischen Fächern und hin zur Anästhesie verlagert (Neugebauer et al. 2003). Obwohl die Relevanz einer adäquaten Schmerztherapie in den letzten Jahren an Beachtung gewonnen hat, zeigten mehrere Untersuchungen, dass noch immer eine große Zahl an Patienten analgetisch unterversorgt ist (Dolin et al. 2002, Apfelbaum et al. 2003, Gan 2017).

Die aufgeführten Gründe verdeutlichen, dass es unerlässlich ist, bestmögliche anästhesiologische Betreuungskonzepte für Hüft-TEP-Patienten auszuarbeiten und dabei ein besonderes Augenmerk auf eine suffiziente Analgesie zu legen.

Regionalanästhesien werden in diesem Zusammenhang immer häufiger durchgeführt, da sie sowohl für die intra- als auch postoperative Schmerztherapie geeignet sind. Bei der Auswahl des idealen regionalanästhesiologischen Verfahrens sollten mehrere Anforderungen beachtet werden. Sie sollte lang genug wirken, um den akuten postoperativen Schmerz abzudecken, risikoarm und leicht durchführbar sein und einen hohen Patientenkomfort bieten (Joshi et al. 2016). Bei vielen peripheren

Nervenblockaden der unteren Extremität fehlt aber eine klare Studienlage bezüglich Effektivität, Zeitaufwand und Patientenzufriedenheit (Reske et al. 2009).

Für Operationen an der Hüfte eignet sich neben dem Fascia-Iliaca-Compartment-Block (FICB), kurz Fascia-Iliaca-Block (FIB), beispielsweise (bspw.) der 3-in-1-Block, der in erster Linie den Nervus (N.) femoralis und N. cutaneus femoris lateralis und in geringerem Maße Anteile des N. obturatorius betäubt. Daneben können auch der Psoas-Compartment-Block mit Anästhesie des Plexus lumbalis oder der in jüngerer Vergangenheit vorgestellte Pericapsular-Nerve-Group-Block (PENG-Block), bei dem eine rein sensorische Blockade des Hüftgelenks erfolgen soll, zum Einsatz kommen (Girón-Arango et al. 2018, Craß et al. 2019). Im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Trier ist der FICB das regionalanästhesiologische Standardverfahren bei Hüft-TEP-Implantationen.

Dieser gilt als sehr sichere Regionalanästhesie, aber die bisherige Literatur zum FICB bei Hüft-TEP liefert bezüglich Wirkung und Einfluss auf das perioperative Outcome teils gegensätzliche Ergebnisse (Zhang und Ma 2019, Gao et al. 2019, Bober et al. 2020). Zudem wurde in keiner der bekannten Studien der intraoperative Opioidbedarf bei präoperativer Anlage des FIB untersucht.

Um den klinikinternen Standard zu evaluieren und bessere Aussagen bezüglich der Qualität des analgetischen Konzepts treffen zu können, wurde im Rahmen dieser Arbeit eine retrospektive Studie durchgeführt. Untersucht wurden elektive Erstimplantationen von Hüftprothesen, die in Vollnarkose mit und ohne FICB im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Trier durchgeführt wurden.

Folgende Fragen sollen durch die Auswertung beantwortet werden:

- Kann der FICB den perioperativen Opioidverbrauch reduzieren?
- Wirkt sich der FICB positiv auf das postoperative Outcome, gemessen an der Mobilisation und Dauer des Krankenhausaufenthaltes, aus?

Weitere Parameter, die im Rahmen der Studie analysiert wurden, sind der Einfluss des FIB auf Anästhesiezeit, intraoperativen Blutverlust, Schmerzskala, kognitiven Status

und Verweildauer im Aufwachraum (AWR) sowie Auftreten von postoperativen Komplikationen.

Zur besseren Lesbarkeit wird in dieser wissenschaftlichen Arbeit auf eine geschlechtsspezifische Schreibweise sowie auf eine Mehrfachnennung verzichtet und das generische Maskulinum verwendet. Die verwendeten personenbezogenen Bezeichnungen sind geschlechtsneutral zu verstehen und schließen, sofern nicht anders kenntlich gemacht, stets alle Geschlechter ein.

2 Literaturdiskussion

2.1 Die Hüft-Totalendoprothese

2.1.1 Historie

Die Hüft-TEP ist ein Gelenkersatz, bei dem beide Gelenkpartner durch ein Implantat ersetzt werden. Ihre Entwicklung reicht bis ins 19. Jahrhundert zurück. In dieser Zeit eröffnete die Einführung moderner Anästhetika und aseptischer Operationsbedingungen neue chirurgische Möglichkeiten (Thompson 1966).

Als Vorstufe eines totalen Hüftgelenkersatzes stellte Smith-Petersen 1923 seine Interpositionsarthroplastik vor, bei der er eine Glaskappe in den Gelenkspalt einsetzte. In den folgenden Jahren führte er Versuche mit verschiedenen Materialien durch und konnte letztendlich ab 1938 mit Vitallium, einem Metall, die ersten reproduzierbaren und verlässlichen Resultate erzeugen (Smith-Petersen 1948).

Im Jahr 1940 gelangen Moore und Bohlmann erstmals eine Resektion und Interposition von Femurschaft und -kopf mit einer Hemiprothese aus Metall. Hiermit konnten bei dem behandelten Patienten über eine Nachuntersuchungsperiode von acht Jahren hinweg sehr gute funktionelle Resultate nachgewiesen werden (Moore und Bohlman 2006). Im Verlauf entwickelte Moore eine selbstverankernde Prothese mit gefensterter Schaft, in welchen die Knochensubstanz einwachsen konnte. Diese Prothese war das erste Implantat, das in größeren Mengen hergestellt und eingesetzt wurde (Gomez und Morcuende 2005).

Einen ähnlichen Weg wählten die Brüder Judet. Sie fertigten Ende der 1940er Jahre ebenfalls eine Hemiarthroplastik an und verwendeten diese erfolgreich. Sie wählten neben einem Metallkern jedoch eine Kunststoffummantelung aus Polymethylmethacrylat (PMMA) (Judet und Judet 1950). PMMA, das bisher vor allem als Füllmittel aus der Zahnmedizin bekannt war, wurde in den 1950er Jahren in unterschiedlichen Verfahren auch zur Verankerung von Hüftprothesen erprobt (Kiaer 1952, Haboush 1953).

John Charnley entwickelte auf Grundlage aller bisherigen Erkenntnisse 1961 die erste erfolgreiche Totalendoprothese der Hüfte. Um das von ihm als wesentlich erkannte

Problem der Reibung zwischen den Gelenkpartner zu reduzieren, konfigurierte er einen möglichst kleinen Femurkopfdurchmesser von 22,2 mm und eine Kunststoffpfanne aus Polytetrafluoroethylen (PTFE). Die Metallprothese zementierte er für eine gleichmäßige Krafteinleitung auf den Knochen in einer von ihm entwickelten Technik mit PMMA im Femurschaft (Charnley 1961).

Seither wurde eine Vielzahl an Prothesen und Modifikationen entwickelt. Bereits in den 1960er Jahren zeigte sich ein Trend zur zementfreien Verankerung. Gebogene Prothesenstiele mit vergrößerter, korallenartiger Oberfläche sollten eine optimale Fixierung und Kraftübertragung ermöglichen. Auch bei den Gelenkpfannen kann heute zwischen Zementierung und Press-fit- oder Schraubpfannen gewählt werden. Als Material für die Pfanne wurde statt PTFE bald Polyethylen eingesetzt, da es sich als langlebiger erwies. Ebenso wurden wieder etwas größere Köpfe implantiert (Halder et al. 2012).

2.1.2 Aktuelle Entwicklungen

Die Hüft-TEP ist heute einer der meistdurchgeführten Operationen in deutschen Krankenhäusern (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2022). Im Operationsjahr 2019 wurden insgesamt circa (ca.) 250.000 Hüft-TEPs implantiert. Hiervon handelte es sich bei ungefähr 175.000 um elektive Erstimplantationen. Die restlichen Eingriffe beinhalteten dringliche Operationen z.B. bei gelenknaher Fraktur oder Prothesenwechsel (Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG) 2020).

Die häufigste Indikation für die Implantation eines künstlichen Hüftgelenks stellt insgesamt die Coxarthrose dar. Bei Patienten über 90 Jahren ist dagegen die hüftnahe Femurfraktur die führende Erkrankung. Des Weiteren kann die endoprothetische Versorgung bei rheumatischen Erkrankungen, aseptischer Femurkopfnekrose, Deformitäten oder pathologischen Knochenveränderungen bei Osteoporose oder maligner Grunderkrankung erwogen werden (Halder et al. 2012).

Laut Deutschem Endoprothesenregister bestehen die verwendeten Hüftprothesen heutzutage in 85,6 % der Fälle aus einem Hüftschaft mit Modularkopf, welcher meist eine Größe von 32 mm (49,9 %) oder 36 mm (44,4 %) aufweist, und einer

Gelenkpfanne. Die Gleitfläche des Kopfes besteht in der Regel aus Keramik (89,5 %) und gelegentlich aus Metall (7,1 %). Bei der Pfannengleitfläche kommen zu über 90 % unterschiedliche Polyethylene und seltener Keramik (8,1 %) zum Einsatz. Die Verankerung der Prothesen erfolgt zunehmend zementfrei (76,9 %), seltener hybrid (17,5 %) oder zementiert (1,1 %) (Endoprothesenregister Deutschland (EPRD) 2022).

Patienten, die sich der Erstimplantation einer Hüft-TEP unterziehen, sind im Median 72 Jahre alt, haben einen medianen Body-Mass-Index (BMI) von 26,8 kg/m² und nach der American Society of Anesthesiologists (ASA) eine mittlere Risikoklassifikation von 2,3. Frauen sind häufiger betroffen als Männer (60 % zu 40 %) (Endoprothesenregister Deutschland (EPRD) 2022).

2.1.3 Anästhesietechniken

Grundsätzlich kann die Hüftendoprothetik sowohl in Allgemeinanästhesie als auch in rückenmarksnaher Leitungsanästhesie durchgeführt werden. Zusätzlich können periphere Regionalanästhesien zum Einsatz kommen. Zur Allgemeinanästhesie zählen die balancierte Anästhesie unter Verwendung volatiler Anästhetika und die Total Intravenöse Anästhesie (TIVA), bei der auf Narkosegase verzichtet wird. Beide Verfahren machen eine künstliche Beatmung des Patienten notwendig und haben als Komplikation möglicherweise eine Kreislauf-Depression zur Folge. Dem gegenüber stehen die Spinalanästhesie (SPA) und Periduralanästhesie (PDA), bei denen dem Namen entsprechend ein Lokalanästhetikum in den Spinal- oder Periduralraum eingebracht wird. Gegebenenfalls (ggf.) kann eine Kombination mit einem kontinuierlichen Schmerzkatheter erfolgen. Nebenwirkungen können in Form von systemtoxischen Wirkungen des Lokalanästhetikums, Infektionen und postpunktionellen Kopfschmerzen auftreten. Neben diesen neuroaxialen Leitungsanästhesien können regionale Leitungsanästhesien, die weniger mit dem sympathischen Nervensystem interferieren, in Kombination mit einer SPA oder Allgemeinanästhesie angewendet werden (Halder et al. 2012).

2.1.4 Anästhesiologische Konzepte zur postoperativen Schmerztherapie

2.1.4.1 Intravenöse patientenkontrollierte Analgesie

Ein weit verbreitetes Verfahren zur systemischen Analgesie ist die patientenkontrollierte Analgesie (PCA: patient-controlled analgesia). Sie wird in den meisten Fällen in Form einer intravenösen PCA (PCIA) durchgeführt. Hierbei kann der Patient über eine vorprogrammierte Spritzenpumpe seinem individuellen Schmerzempfinden entsprechend eine selbstkontrollierte Analgetikatitration vornehmen. In der Regel werden über die Systeme Opioide, z.B. Piritramid oder Morphin, verabreicht und die Injektion erfolgt ohne zeitlichen Verzug. Die Bolusdosis, die der Patient abrufen kann, wird durch einen fachkundigen Arzt substanz- und patientenabhängig eingespeichert. Durch eine einprogrammierte Sperrzeit, in der bei gezielter oder unbeabsichtigter Betätigung der Bolustaste keine Medikamentenapplikation erfolgt, wird eine Überdosierung verhindert (Angster 2019b).

Patienten, die mit einer PCIA versorgt sind, müssen regelmäßig durch geschultes Personal visitiert werden, um die Schmerztherapie zu überwachen. Hierfür haben die meisten deutsche Kliniken in den letzten Jahren einen anästhesiologisch geführten Akutschmerzdienst (ASD) etabliert (Lassen et al. 2013).

Insgesamt gilt die PCIA als sicheres und effizientes Verfahren, welches mit einer hohen Patientenzufriedenheit, vor allem im Vergleich zu standardisiert verabreichten Analgetika, einhergeht (Walder et al. 2001).

Dennoch können als negative Effekte opioidbedingte Nebenwirkungen wie Atemdepression, Übelkeit oder Halluzinationen auftreten. Außerdem sind kardiovaskuläre Komplikationen oder eine Thrombophlebitis durch den benötigten intravenösen Zugang denkbar. Voraussetzung für eine PCIA-Therapie ist zudem ein kooperativer und wacher Patient, der kognitiv dazu in der Lage ist, die Pumpe selbstständig zu bedienen. Dies schließt bspw. sedierte oder stark demente Patienten aus. Eine respiratorische Insuffizienz und akute hepatische Porphyrie stellen ebenfalls Kontraindikationen dar. Bei Patienten mit Suchterkrankungen muss eine individuelle Abwägung und engmaschige Reevaluation erfolgen (Benrath et al. 2020).

2.1.4.2 Periduralanästhesie

Ein weiteres etabliertes Verfahren in der perioperativen Schmerztherapie ist die PDA. Hierbei erfolgt die Applikation von Lokalanästhetika und ggf. von Adjuvanzien in den sogenannten Peri- oder Epiduralraum, wodurch eine Betäubung entlang der segmentalen Ausbreitung der Substanzen erzielt wird. Die Anlage des neuroaxialen Verfahrens erfolgt meist in sitzender Position des Patienten oder alternativ in Seitenlage. Die Punktionshöhe wird entsprechend der gewünschten Analgesieausbreitung gewählt. Als anatomische Langmarken können die Vertebra prominens (Halswirbelkörper 7), der Unterrand der Spinae scapulae (auf Höhe von Brustwirbelkörper 7) oder der Oberrand der Spinae iliacae (auf Höhe von Lendenwirbelkörper 4) getastet werden. Bei lumbaler Punktion erfolgt der Zugang median auf einer gedachten Linie mit den Dornfortsätzen der Wirbelkörper. Nach Desinfektion und Infiltrationsanästhesie werden mit einer an der Spitze gebogenen Tuohy-Nadel Haut, subkutanes Fettgewebe, Ligamentum supraspinale und Ligamentum interspinale punktiert. Danach wird eine mit Kochsalzlösung gefüllte Spritze konnektiert und die Tuohy-Nadel unter kontinuierlichem Stempeldruck vorsichtig vorgeschoben, bis ein deutlicher Widerstandsverlust spürbar ist. Anhand dieses sogenannten „loss of resistance“ wird das Erreichen des Epiduralraums, welcher durch das Ligamentum flavum dorsal und die Dura mater ventral begrenzt wird, identifiziert. Über die Epiduralnadel kann nun ein Periduralkatheter (PDK) vorgeschoben werden. Zur postoperativen Analgesie kann über diesen Katheter eine kontinuierliche Medikamenteninfusion erfolgen, mittels Bolusfunktion auch eine epidurale PCA (PCEA). Bei Anlage eines Katheters muss die Therapie durch den ASD betreut werden (Gerheuser und Roth 2007).

Mögliche Komplikationen der PDA sind eine durch die Sympathikolyse bedingte arterielle Hypotonie, das vagusvermittelte Auftreten von Übelkeit und Erbrechen, ein postpunktioneller Kopfschmerz nach akzidenteller Duraperforation oder ein transientes neurologisches Syndrom. Als seltene, aber dafür schwerwiegende Komplikationen, die möglicherweise bleibende neurologische Schäden nach sich ziehen, können ein spinaler Abszess, eine Meningitis oder ein epidurales Hämatom auftreten. In diesem Zusammenhang müssen auch Kontraindikationen und Risikofaktoren wie Erkrankungen des Gerinnungssystems, signifikante Aortenstenose, kardiale Erkrankungen mit pulmonaler Hypertonie oder Rechts-Links-Shunt, Morbus

Bechterew oder die Einnahme von Antikoagulantien, deren Inzidenz zunehmend ist, beachtet werden (Gerheuser und Roth 2007).

Die Einnahme von gerinnungshemmenden Medikamenten gilt als Risikofaktor für das Auftreten spinaler Blutungen nach neuroaxialer Punktion und erfordert deshalb einen substanzabhängigen zeitlichen Abstand zwischen letzter Medikamentengabe und Durchführung eines neuroaxialen Verfahrens. Bei Niereninsuffizienz verlängert sich das Zeitintervall. Bei Patienten unter antithrombotischer Therapie soll deshalb vor PDK-Anlage individuell eine sorgfältige Risiko-Nutzen-Evaluation erfolgen (Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) 2021).

Für Hüfteingriffe sollten die Segmente Th10 bis L5 abgedeckt werden. Hierzu kann der PDK lumbal im Bereich der Segmenthöhen L1/2 bis L3/4 gelegt werden. Die lumbale PDK-Lage geht jedoch mit einigen Problemen einher. Die bei thorakaler PDA beschriebenen positiven Effekt auf die myokardiale und pulmonale Funktion konnten beim lumbalen PDK nicht nachgewiesen werden. Konträr hierzu zeigen sich sogar negative Effekte auf das kardiovaskuläre System. Durch die Sympathikusblockade in der unteren Körperhälfte kommt es zur arteriellen Hypotension und in den thorakalen Segmenten kompensatorisch zur koronaren Vasokonstriktion und einer Herzfrequenzsteigerung. Somit steigt der myokardiale Sauerstoffverbrauch bei gleichzeitig vermindertem myokardialen Blutfluss, was vor allem bei kardialen Risikopatienten eine Ischämiegefahr zur Folge hat. Des Weiteren können Miktionsstörungen und motorische Blockaden auftreten, die die postoperative Mobilisation beeinträchtigen (Angster 2019a). Der größte Risikofaktor für die Entwicklung einer solchen motorischen Blockade unter PDK-Therapie ist eine lumbale Lage des Katheters, die für die Hüft-TEP-Versorgung jedoch notwendig ist (Liu et al. 1998). Durch die peridurale Applikation von Opioiden kann die für eine suffiziente Analgesie notwendige Lokalanästhetikalaufgabe reduziert werden. Dies geht jedoch mit der Gefahr von opioidbedingten Nebenwirkungen einher. Vor allem ein Pruritus tritt bei epiduraler Gabe häufiger auf als bei systemsicher, eine Atemdepression dagegen seltener (Angster 2019a).

Ein weiterer Nachteil bei neuroaxialen Verfahren liegt darin, dass die Inzidenz von spinalen Hämatomen, Abszessen und infektiösen Meningitiden deutlich höher liegt, als früher angenommen wurde. Beim PDK kommen sie zudem signifikant häufiger vor

als bei der SPA. Tritt eine dieser Komplikationen auf, ist die Wahrscheinlichkeit für bleibende neurologische Schäden hoch (Makito et al. 2021). Das größte Risiko hierfür haben Patienten in der Gefäßchirurgie und Orthopädie, weshalb sich in diesen Bereichen in den letzten Jahren ein Rückzug der neuroaxialen Verfahren gezeigt hat und alternative Techniken wie Regionalanästhesien mehr Anwendung gefunden haben (Moen et al. 2004, Rosero und Joshi 2016).

Eine Gemeinsamkeit von PCIA und PCEA ist, dass es sich um invasive und kontinuierliche Verfahren handelt, die eine Anbindung der damit versorgten Patienten an den ASD unabdingbar machen. Dasselbe gilt auch für Katheterverfahren bei peripheren Regionalanästhesien. Um die Effektivität und Sicherheit dieser Therapieverfahren zu gewährleisten, müssen regelmäßige ASD-Visiten erfolgen. Diese gehen mit einem hohen Zeit- und Personalaufwand einher und sind demzufolge kostenintensiv. Auch der technische Aufwand für kontinuierliche Verfahren ist mit hohen Kosten verbunden (Stamer et al. 2002). Als kostengünstigere Alternative können Regionalanästhesieverfahren in Single-Shot-Technik zum Einsatz kommen.

2.1.4.3 Periphere Regionalanästhesien

Ein weiterer Grund, der für die Anwendung von Single-Shot-Regionalanästhesien spricht, ist die Tatsache, dass sich die stationäre Liegedauer von Patienten nach orthopädischen Eingriffen in den letzten Jahren stetig verkürzt hat. Die meisten Patienten verbleiben postoperativ nur wenige Nächte im Krankenhaus und sogar ambulante Hüft-TEP-Versorgung werden zunehmend erfolgreich durchgeführt (Hartog et al. 2015). Es ist davon auszugehen, dass sich diese Tendenz in den kommenden Jahren weiter durchsetzen wird (Aynardi et al. 2014). In der Erwartung steigender ambulanter Eingriffszahlen, bei denen die Durchführung kontinuierlicher Analgesieverfahren nicht möglich ist, bietet sich der perioperative Einsatz peripherer Regionalanästhesien mit der einmaligen Injektion langwirksamer Lokalanästhetika an.

Für die Auswahl einer geeigneten peripheren Nervenblockaden bei Hüft-TEP-Implantation muss die sensible Innervation der Hüfte berücksichtigt werden. Die Versorgung der Gelenkkapsel erfolgt durch den Plexus lumbosacralis (Segmente L1 – S3) mit seinen Ästen N. femoralis, N. obturatorius, N. gluteus superior, N. muscoli quadratus femoris und N. ischiadicus, wobei der N. femoralis die größte Bedeutung

hat. Zusätzlich kann variabel ein N. obturatorius accessorius vorhanden sein (Gardner 1948, Birnbaum et al. 1997). Für die Sensibilität der Haut ist neben den genannten Fasern zusätzlich der N. cutaneus femoris lateralis, ebenfalls ein Ast des Plexus lumbalis, verantwortlich. Eine geeignete Lokalanästhesie bei der Coxarthroplastik sollte daher in erster Linie den N. femoralis, N. obturatorius (accessorius) und N. cutaneus femoris lateralis betäuben (Reske et al. 2009, Short et al. 2018).

Die Psoas-Blockade stellt einen posterioren Punktionsweg zur Anästhesie des Plexus lumbalis dar. Daher wird er auch posteriore Plexus-Lumbalis-Blockade oder Lumbal-Plexus-Block (LPB) genannt. Früher war zudem der Name Psoas-Kompartiment-Block nach Chayen geläufig. Dieser beruht auf der Vorstellung, dass sich zwischen Musculus (M.) psoas major, M. quadratus lumborum, Fascia dorsalis und Wirbelkörpern das sogenannte Psoas-Kompartiment befindet, in dem sich das Lokalanästhetikum verteilt. Heute weiß man jedoch, dass meist eine Injektion in den posterioren Anteil des M. psoas major erfolgt, durch den die Fasern des Plexus lumbalis laufen. Durch den Block werden N. femoralis, N. obturatorius und in der überwiegenden Zahl der Fälle N. cutaneus femoris lateralis und die Rami ventrales erreicht. Zur Durchführung der Blockade wird der Patient mit angewinkelten Beinen in Seitenlage verbracht. Dabei kommt er auf der Seite, die nicht punktiert wird, zum Liegen. Als anatomische Landmarke wird der vierte Lendenwirbelkörper getastet. Dieser liegt in der Regel auf einer gedachten Linie zwischen den beiden Cristae iliacae. Um die Punktionsstelle zu ermitteln, wandert man nun 5 cm nach lateral und danach um 90° 3 cm nach kaudal. Die Nadelpunktion erfolgt im rechten Winkel zur Haut. Unter Aspiration und Nervenstimulation mit 1,0 Milliampere (mA) wird die Nadel in der Sagittalebene 8 – 10 cm vorgeschoben, bis eine Reizantwort des M. quadriceps femoris als Kennmuskel des N. femoralis in Form von Auf- und Abwärtsbewegungen der Patella sichtbar wird. Nun sollte die Stromstärke auf 0,5 mA reduziert werden, worunter noch eine dezente Muskelantwort sichtbar sein sollte. Im Anschluss kann die Injektion des Lokalanästhetikums erfolgen. Für den Psoas-Block wird ein Volumen von ca. 30 ml Lokalanästhetikum benötigt. Es handelt sich um einen stammnahen Block mit möglichen Komplikationen. Hierzu zählen versehentliche Punktionen von Niere, Aorta abdominalis oder Vena (V.) cava inferior mit der Gefahr von Blutungen oder intravasalen Injektionen. Auch eine intrathekale oder peridurale Injektion und eine peridurale Migration des Lokalanästhetikums ist möglich. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, zunächst nur eine Testdosis zu applizieren und 60 Sekunden abzuwarten,

bevor die gesamte Menge des Lokalanästhetikums injiziert wird. Auch der Einsatz von Ultraschall kann die Komplikationsrate senken, da hiermit Organe und Gefäße identifiziert werden können. Eine Darstellung der Nerven ist meist nicht möglich (Chayen et al. 1976, Craß et al. 2019). Beim Psoas-Kompartiment-Block gelten bezüglich der Verabreichung gerinnungshemmender Medikamente dieselben zeitlichen Abstände wie bei der Durchführung neuroaxialer Verfahren (Büttner et al. 2005).

Eine anteriore Technik zur Blockades des Plexus lumbalis ist der N.-Femoralis-Block (NFB). Der N. femoralis innerviert bspw. den M. quadriceps femoris und hat sensible Äste, die Teile des ventralen und medialen Oberschenkels sowie Hüftgelenk und Femurperiost versorgen. Die anatomische Variation der sensiblen Anteile ist jedoch sehr hoch. Die Anlage des NFB erfolgt in Rückenlage bei leichter Abduktion und Außenrotation des Beins. Als anatomische Leitstruktur dient das Leistenband und die Arteria (A.) femoralis sollte durch Palpation aufgesucht werden. Die Punktionsstelle befindet sich 1 – 2 cm kaudal des Leistenbandes und 1,5 cm lateral der A. femoralis. Eine sonografiegesteuerte Punktion ermöglicht zudem die Identifizierung des N. femoralis und somit eine präzisere Injektion. Hierdurch kann ein schnellerer Wirkeintritt und eine Dosisreduktion des Lokalanästhetikums erzielt werden. In einem Winkel von 30 – 45° zur Hautoberfläche erfolgt die Punktion nach kranial. Unter Aspiration und Nervenstimulation wird die Nadel vorgeschoben, bis eine Muskelantwort des M. quadriceps femoris, analog zum LBP, auftritt. Nach Reduktion der Reizstärke erfolgt die Applikation von ca. 15 – 30 ml Lokalanästhetikum. Zu den möglichen Komplikationen des NFB zählen Gefäßverletzungen mit intravasaler Injektion, Blutungen und Nervenkompression (Craß et al. 2019). Der NFB ist auch als 3-in-1-Block nach Winnie bekannt. Ähnlich der Vermutung von Chayen gingen Winnie und Kollegen davon aus, dass der N. femoralis von Faszienhüllen umgeben ist, anhand derer sich das applizierte Lokalanästhetikum nach kranial zum Plexus lumbalis ausbreitet. Man erhoffte sich hierdurch eine gleichzeitige Blockade von N. femoralis, N. obturatorius und N. cutaneus femoris lateralis (Winnie et al. 1973). Neuere Untersuchungen konnten jedoch zeigen, dass eine proximale Ausbreitung nicht auftritt und der N. obturatorius höchstens teilweise erreicht wird (Marhofer et al. 2000).

Ein Regionalanästhesieverfahren, das in der jüngeren Vergangenheit entwickelt wurde, ist der PENG-Block. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass der

PENG-Block rein sensible Fasern von N. obturatorius, N. obturatorius accessorius und N. femoralis blockieren soll und dadurch eine Quadrizepslähmung vermeidet. Die Durchführung des PENG-Blocks erfolgt in Rückenlage. Mit einem Konvexschallkopf wird zunächst ein Transversalschnitt über der Spina iliaca anterior inferior eingestellt. Danach erfolgt eine Drehung des Schallkopfes um ungefähr 45°. In dieser Anlotung werden Eminentia iliopubica, M. iliopsoas, Psoassehne und M. pectineus sichtbar. Die Nadelpunktion erfolgt von lateral in der Schallebene. Unter sonografischer Sicht wird die Nadelspitze vorgeschoben, bis sie zwischen Psoassehne und Ramus pubis liegt. In dieser Position erfolgt nach Aspirationsprobe die Injektion von 20 ml Lokalanästhetikum (Girón-Arango et al. 2018).

Im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Trier wird bei Hüft-TEP standardmäßig der FICB durchgeführt. Dieser wird im Folgenden ausführlicher erläutert.

2.2 Der Fascia-Iliaca-Compartment-Block

2.2.1 Historie

Die Erstbeschreibung des FICB erfolgte im Jahr 1989 durch Dalens und Kollegen (Dalens et al. 1989). In ihrer Studie konnten sie zeigen, dass der FIB hinsichtlich einer zufriedenstellenden Analgesie mit einer Erfolgsrate von 90 % dem Femoralisblock mit einer Rate von 20 % überlegen ist. Weitere Studien belegten eine vergleichbare Wirksamkeit der beiden Leitungsblockaden, wobei der FIB schneller durchführbar war und seine Wirkung schneller entfaltete (Capdevila et al. 1998, Morau et al. 2003).

2.2.2 Anatomie und Technik

Das Fascia-Iliaca-Kompartiment wird durch verschiedene anatomische Strukturen begrenzt (Abbildung 1). Die anteriore Grenze stellen die hinteren Fasern der Fascia iliaca dar. Posterior erfolgt die Begrenzung durch den ventralen Anteil des M. iliacus, medial durch die Wirbelsäule und das Os sacrum und lateral durch das Labium internum der Crista iliaca. Kaudal setzt sich das Kompartiment in die Lacuna musculorum unterhalb des Leistenbandes fort und wird durch Fascia iliaca, Fascia lata und Haut bedeckt (Dalens et al. 1989).

Durch den FICB erfolgt eine Betäubung im Versorgungsgebiet des Plexus lumbalis. Sehr sicher können die sensiblen Fasern der N. cutaneus femoris lateralis und des N. femoralis, seltener die des N. obturatorius und des N. genitofemoralis blockiert werden (Dalens et al. 1989, Capdevila et al. 1998, Morau et al. 2003).

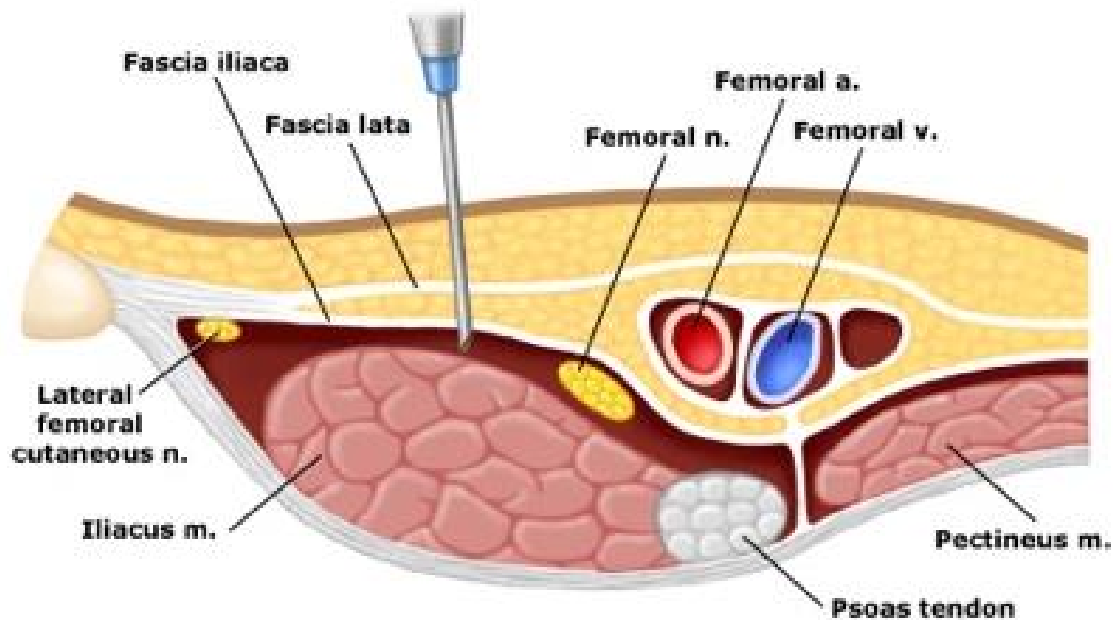


Abbildung 1: Fascia-Iliaca-Kompartiment und Punktionsweg beim FICB

Quelle: verändert nach Jeng und Rosenblatt (2022)

Zur Anlage des FICB sollte der Patient in Rückenlage und gegebenenfalls mit leicht gebeugten Beinen gelagert werden. Zur anatomischen Orientierung dienen das Tuberculum pubicum und die Spina iliaca anterior superior. Eine gedachte Linie zwischen beiden Strukturen stellt den Verlauf des Ligamentums inguinale dar und wird in drei gleich große Abschnitte unterteilt. Die Punktion erfolgt am Übergangspunkt vom lateralen zu den beiden medialen Dritteln dieser Linie, etwa 0,5 cm kaudal und in rechtem Winkel zur Haut (Abbildung 2). Unter sanftem Druck wird die Nadel vorgeschoben, bis ein „Klick“ und Widerstandsverlust spürbar ist. Dieser entsteht beim Durchstechen der Fascia lata. Ein zweiter solcher Klick tritt bei Perforation der Fascia iliaca auf. Nun kann das Lokalanästhetikum injiziert werden, wobei eine gleichzeitige Kompression kaudal der Kanüle die kraniale Ausbreitung der Flüssigkeit fördern kann (Dalens et al. 1989). Zusätzlich zum Single-Shot-Verfahren ist eine kontinuierliche Betäubung mittels Katheter möglich (Morau et al. 2003, Morrison et al. 2016).

Neben der Durchführung allein anhand von anatomischen Landmarken kann auch eine ultraschallgestützte Technik zum Einsatz kommen (Shariat et al. 2013, Deniz et al. 2014, Bravo et al. 2020). Einige Autoren wenden zudem eine suprainguinale Punktion an, um die kraniale Verteilung des Lokalanästhetikums zu verbessern (Stevens et al. 2007, Bang et al. 2016, Desmet et al. 2017).

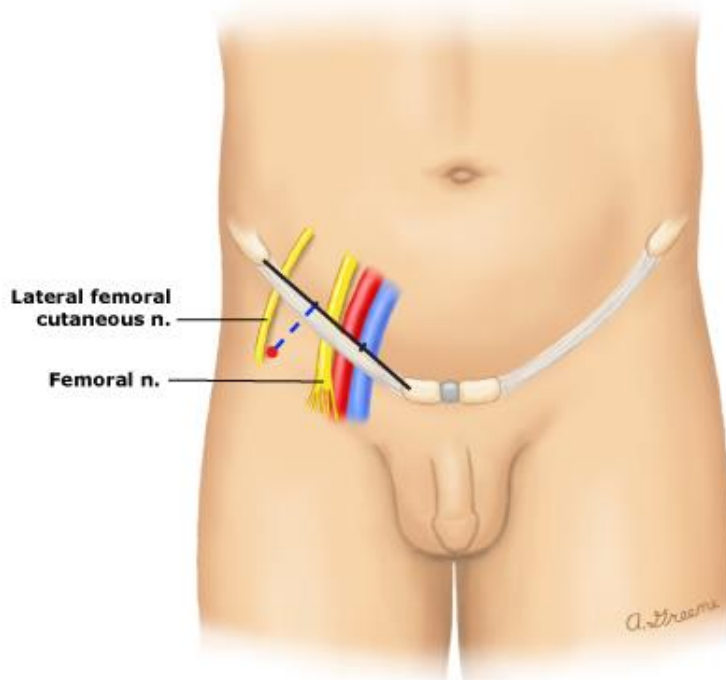


Abbildung 2: FIB-Punktionsstelle nach anatomischen Landmarken

Quelle: verändert nach Jeng und Rosenblatt (2022)

Der FIB ist eine effiziente Maßnahme im klinischen Alltag, da er leicht erlernt werden und mit wenig Zeitaufwand durchgeführt werden kann (Foss et al. 2007). Ebenso ist er kostengünstig und erfordert kein teures Equipment (Lopez et al. 2003, Høgh et al. 2008). Er gilt als ein sehr sicheres und risikoarmes Verfahren. Nur in Einzelfällen wurde über Komplikationen wie eine transiente Neuropathie im Versorgungsgebiet des N. femoralis oder eine akzidentelle Blasenpunktion, wobei dieser Patient sowohl an einer Hüftbeugekontraktur als auch an einem Harnverhalt litt, berichtet (Atchabahian und Brown 2001, Blackford und Westhoffen 2009).

2.2.3 Aktuelle Studienlage

Eine erste Modifizierung des FICB wurde von Stevens und Mitarbeitern durchgeführt. Bei ihrer Technik erfolgte eine suprainguinale Anlage der Leitungsblockade vor

Implantation einer Hüft-TEP. Hiermit konnte im Vergleich zu einem Placebo-Block ein niedrigerer Morphinkonsum in den ersten 24 Stunden postoperativ festgestellt werden. Da vorherige Studien diesen Effekt nicht zeigen konnten, führten die Autoren ihre Ergebnisse auf eine durch die Modifizierung bedingte höhere Blockade des Plexus lumbalis zurück (Stevens et al. 2007).

Eine ähnliche Studie verglich bei Hüft-TEP-Patienten eine FICB-Gruppe mit einer Gruppe, die keine Regionalanästhesie erhielt. Bei den FIB-Patienten konnte die postoperativ verabreichte Morphindosis im Vergleich zur Gruppe ohne FIB nach 24 Stunden um 46 % und nach 48 Stunden um 45 % gesenkt werden. Keiner der zehn stichprobenartig untersuchten Patienten mit FIB wies nach der Injektion von 40 ml Ropivacain 0,5 % erhöhte arterielle Konzentrationen des Lokalanästhetikums auf, was darauf schließen lässt, dass trotz hoher Dosierung keine erhöhte Gefahr für eine systemische Toxizität besteht (Desmet et al. 2017).

Im Gegensatz zur Erstbeschreibung des FICB konnten Deniz und Kollegen zwar eine suffiziente Analgesie durch FICB und Femoralisblock im Vergleich zur Hüft-TEP ohne Leitungsblock feststellen, nicht jedoch eine Überlegenheit des FICB gegenüber dem NFB. Beide Verfahren senkten postoperativ in vergleichbarem Ausmaß die Schmerzintensität, die verabreichten Opioiddosen und die Blutkonzentrationen der Stresshormone Cortisol und Adrenocorticotropes Hormon (Deniz et al. 2014).

Des Weiteren konnten Entzündungswerte wie Interleukine oder das C-reaktive Protein postoperativ durch die Anlage eines FIB gesenkt und der Pittsburgh Schlafqualitätsindex verbessert werden. Noch verstärkt wurden diese Effekte durch eine Kombination aus einem FIB und der Verabreichung von Dexmedetomidin (Liu et al. 2020).

Andere Ergebnisse zeigte eine Studie aus dem Jahr 2013. Nach Einsatz einer Hüft-TEP erhielten im AWR 16 Patienten einen ultraschallgestützten FICB mit Ropivacain und 16 einen Placebo-Block mit Natrium-Chlorid-Lösung. Nach einer Stunde konnten keine Unterschiede bezüglich der Schmerzintensität oder des Opioidkonsums in beiden Gruppen festgestellt werden (Shariat et al. 2013).

Auch eine Untersuchung aus dem Jahr 2020 konnte keine Überlegenheit eines postoperativen FICB [Anzahl (n) = 59] im Vergleich zur Operation ohne diesen Block (n = 60) bei Patienten nach Hüft-TEP mit posteriorem Zugang zeigen. Es wurden zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede hinsichtlich Schmerzintensität, Morphinbedarf, Mobilisation, postoperativer Übelkeit und Erbrechen (PONV: postoperative nausea and vomiting) oder Dauer des Krankenhausaufenthaltes festgestellt. Im Gegenteil entwickelten 22 % der Patienten mit FIB im stationären Verlauf eine Quadrizepsschwäche, was potenzielle Risiken der Regionalanästhesie verdeutlicht (Bober et al. 2020).

Aliste und Kollegen wiesen die motorische Nebenwirkung ebenfalls nach und zeigten diesbezüglich zudem eine Unterlegenheit des FICB gegenüber dem PENG-Block. In ihrer Studie erhielten nach Hüft-TEP-OP im AWR 20 Patienten einen PENG-Block und 20 Patienten einen FICB. Beide Blöcke erzeugten eine suffiziente Analgesie und unterschieden sich nicht signifikant im Opioidverbrauch und den gemessenen Schmerzwerten. Es entwickelten jedoch signifikant weniger Patienten aus der PENG-Block-Gruppe eine Quadrizepsschwäche, gemessen an der Knieextension, und Hüftadduktionsbeeinträchtigung. Allerdings traten auch bei Patienten mit PENG-Block Kraftminderungen auf und zwischen den Gruppen konnte kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Physiotherapiefähigkeit und Krankenhausverweildauer der Patienten nachgewiesen werden (Aliste et al. 2021).

Eine weitere Studie, die sich mit der Kraftminderung durch FICB und PENG-Block befasste, wurde im Jahr 2022 durchgeführt. Hier konnte keine Überlegenheit des PENG-Blocks nachgewiesen werden. In der Kontrollstudie wurden jeweils 27 Patienten, die sich einer Hüft-TEP-Implantation unterzogen, nach Narkoseeinleitung mit einem PENG-Block oder FICB versorgt. Die Messung der Quadrizepskraft mittels Dynamometer erfolgte sowohl präoperativ vor Anlage der Regionalanästhesie als auch im postoperativen Verlauf nach 6, 24 und 36 Stunden. In beiden Gruppen zeigte sich postoperativ zu jedem gemessenen Zeitpunkt eine Muskelschwäche im Vergleich zum Ausgangswert, zwischen den Gruppen konnte aber kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden. Auch die von den Patienten angegebenen Schmerzniveaus in Ruhe und der Opioidkonsum unterschieden sich nicht. Die Autoren schlussfolgerten deshalb eine Gleichwertigkeit beider Blöcke (Choi et al. 2022).

Bravo und Mitarbeiter verglichen in einer von ihnen durchgeführten Studie den FIB bei Hüft-TEP mit posteriorem Zugang mit dem LPB. Die Gruppengröße lag bei jeweils 30 Patienten. Beide Nervenblockaden erzielten postoperativ gleichwertige Ergebnisse bezüglich Opioidkonsum, Höhe der Schmerzskala und Physiotherapiefähigkeit. Für die Durchführung des LPB wurde signifikant weniger Zeit benötigt (im Mittel 3,8 Minuten) als für die des FIB (im Mittel 4,8 Minuten). Ein Vorteil des FICB zeigte sich jedoch in einer signifikant geringeren Zeitspanne bis zur Entlassfähigkeit von 3 versus (vs.) 2 Tagen und einem entsprechend kürzeren Krankenhausaufenthalt (Bravo et al. 2020).

McRae und Kollegen untersuchten die Anwendbarkeit des FIB im Bereich der Notfallmedizin. In die Studie eingeschlossen wurden 24 Patienten mit Hüftfrakturen, von denen präklinisch 11 einen FIB und intravenöses (i.v.) Morphin erhielten und 13 lediglich eine Analgesie mit Morphin. Die Anlage des FIB wurde landmarkengestützt von Rettungssanitätern, die zuvor an einer entsprechenden Schulung teilgenommen hatten, durchgeführt. Die Patienten der FICB-Gruppe gaben eine signifikant größere Schmerzreduktion (50 % vs. 22 %) an und benötigten deutlich weniger Opioid- und Antiemetika. Die Anlage des Blocks dauerte im Median 11 Minuten und es kam zu keiner signifikanten Verlängerung der Einsatz- und Transportzeiten. Diese Daten sprechen für eine schnelle und effektive Durchführung und leichte Erlernbarkeit des FICB auch durch ungeübte Anwender (McRae et al. 2015). Ähnliche Studien lieferten bezüglich der Anwendung des FIB im präklinischen Setting kongruente Ergebnisse (Lopez et al. 2003, Dochez et al. 2014).

Eine noch schnellere Anlage des FIB konnten Foss und Mitarbeiter beschreiben. In ihrer Studie erhielten 24 Patienten mit Verdacht auf Hüftfraktur von Assistenzärzten der Anästhesie in der Notaufnahme einen FICB. Die Ärzte waren maximal im zweiten Ausbildungsjahr und mit der Anwendung von Lokalanästhesien vertraut, hatten jedoch keine hohen Erfahrungswerte bezüglich des FIB. Im Median betrug die Durchführungszeit 4 Minuten und es wurde eine suffiziente Schmerzlinderung erreicht. Das spricht dafür, dass Personal, welches häufig regionale Nervenblockaden durchführt, den FICB möglicherweise noch schneller erlernen und anwenden kann als ungeübte Personen (Foss et al. 2007). Übereinstimmende Daten konnten in drei weiteren Studien, die die Durchführung des FIB durch ärztliches Personal in der

Notaufnahme untersuchten, erhoben werden (Godoy Monzon et al. 2007, Høgh et al. 2008, Groot et al. 2015).

3 Material und Methoden

In dieser Studie wurden Patienten untersucht, die sich der elektiven Erstimplantation einer Hüft-TEP im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Trier unterzogen. Hierzu wurde im Zeitraum von August 2020 bis Juni 2022 eine retrospektive Datenbank erstellt und analysiert. Vorab erfolgte eine Genehmigung der Studie durch das Klinische Ethikkomitee des Krankenhauses der Barmherzigen Brüder Trier.

3.1 Studienprotokoll

Es wurden Eingriffe im Operationszeitraum von Januar 2017 bis Juli 2018 untersucht. Mittels stichprobenartiger Durchsicht des OP-Plans für diese Zeitspanne wurde im August 2020 eine Fallliste erstellt und die entsprechenden Akten wurden im Krankenhausarchiv angefordert. Im Anschluss konnte die retrospektive Datenerhebung erfolgen. Sowohl Anästhesien mit als auch ohne FICB wurden im erfassten Zeitraum durchgeführt. Die Patienten wurden anhand dieses Kriteriums der Interventions- (im Folgenden FIB-Gruppe) oder Kontrollgruppe (No-FIB-Gruppe) zugeordnet. Eine jeweilige Gruppenstärke von 50 Patienten wurde angestrebt. Nach Berücksichtigung aller Ausschlusskriterien erfolgte zur Erreichung der Stichprobengröße im Juni 2022 eine Nacherhebung. Diese lief nach demselben Prozess wie die erste Erhebung ab.

3.1.1 Ein- und Ausschlusskriterien

Eingeschlossen wurden 157 volljährige, nicht-schwangere Patienten, bei denen eine elektive primäre Hüftarthroplastik bei Arthrose oder Dysplasie in Allgemeinanästhesie durchgeführt wurde. Ausgeschlossen wurden Implantationen bei anderen Indikationsstellungen, bspw. einer dringlichen endoprothetischen Versorgung bei medianer Schenkelhalsfraktur oder Revisionseingriffe, und bei Durchführung des Eingriffs in Spinalanästhesie oder mit anderen Regionalanästhesien als dem FICB.

Nach Sichtung der Daten wurden insgesamt 31 Patienten aufgrund weiterer Kriterien ausgeschlossen. Patienten, die eine Pumpe zur PCIA erhielten, wurden ausgeschlossen, um die postoperativen Analgesieverfahren möglichst vergleichbar zu halten. Auch eine häusliche Vormedikation mit regelmäßiger Verabreichung von

Opioiden stellte ein Ausschlusskriterium dar, da in diesem Fall die Vergleichbarkeit mit opioidnaiven Patienten deutlich eingeschränkt ist. Ebenso erfolgte ein Ausschluss bei Verlegung der Patienten auf Stationen anderer Fachrichtungen. Hierdurch war keine lückenlose Erfassung der Daten möglich. Im Zuge der retrospektiven Erhebung wurden des Weiteren Patienten ausgeschlossen, in deren Akten eine unleserliche, unvollständige oder unplausible handschriftliche Dokumentation einzelner Parameter im Narkoseprotokoll, im AWR-Protokoll und in der Stationskurve vorlag. Die Parameter, bei denen dies zum Ausschluss führte, waren ASA-Score, intraoperativer Blutverlust und perioperativ verabreichte Arzneimittel, Vigilanz bei Ankunft im AWR und postoperative Mobilisation auf Station.

Nach Durchführung von Varianzhomogenitätstests und Analyse der Streuungsmaße wurde ein Patient von der weiteren Auswertung ausgeschlossen, der einen extremen Ausreißer bezüglich des intraoperativen Opioidbedarfs darstellte. Die Werte lagen deutlich über dem zu erwartenden Opioidbedarf eines opioidnaiven Patienten zur elektiven Hüft-TEP, sodass konfundierende Faktoren wie eine mögliche Opioidgewöhnung, unzureichende Narkosetiefe mittels Hypnotikum, operative Schwierigkeiten oder eine fehlerhafte Dokumentation naheliegend erschienen.

3.1.2 Datenerhebung

Die Erhebung der Daten umfasste verschiedene Parameter. Dem Arztbrief wurden Aufnahme-, Operations- und Entlassungsdatum, operierte Seite und Verankerungsart der Prothese entnommen. Geschlecht, Alter, Größe, Gewicht, ASA-Score, Narkoseverfahren, gewähltes Lokalanästhetikum inklusive dessen Dosierung beim FIB, intraoperative Verabreichungsdosen von Opioiden, Nichtopioid-Analgetika (NOPA) und Dexamethason oder Hydrocortison, intraoperativer Blutverlust sowie OP- und Anästhesiedauer wurden aus dem Narkoseprotokoll erhoben. Werte, die sich im AWR-Protokoll fanden, waren die Vigilanz und Schmerzintensität nach numerischer Rating-Skala (NRS) bei Ankunft im AWR, die dort verabreichten Analgetika und die Verweildauer im AWR. Im stationären Verlauf wurden entsprechend der Dokumentation in der Patientenkurve der Zeitpunkt der postoperativen Mobilisation im Zimmer, im Flur und auf der Treppe und die postoperative Schmerzmedikation erfasst.

3.2 Statistische Auswertung

Die Auswertung der Daten und Erstellung aller Grafiken erfolgte mit der Software IBM® SPSS® Statistics Version 27 und 29 und wurde im Rahmen einer Beratung durch das Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik (IMBEI) der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz vidiert.

Eine Prüfung auf Normalverteilung der Daten erfolgte mittels Q-Q-Diagrammen und Kolmogorov-Smirnov-Test. Da keine Standard-Normalverteilung vorlag, erfolgte die Datenanalyse mittels Mann-Whitney-U-Test, auch Wilcoxon-Rangsummentest genannt. Für nominale Daten wurde der Chi-Quadrat-Test angewendet. Eine statistische Signifikanz wurde ab einem p-Wert $< 0,05$ angenommen. Für metrische Daten wurde als Maß für die zentrale Tendenz der Mittelwert und als Streuungsmaß die Standardabweichung angeführt. Als Lagemaße für ordinale Daten wurden Median und Interquartilsabstand beziehungsweise (bzw.) 25. und 75. Perzentile angegeben. Die Darstellung nominaler Daten erfolgte durch Prozentangaben.

4 Ergebnisse

4.1 Patientenkollektiv

Es wurden insgesamt 125 Fälle ausgewertet, von denen 59 (47,2 %) einen FIB erhielten und 66 (52,8 %) ohne FIB behandelt wurden (Abbildung 3).

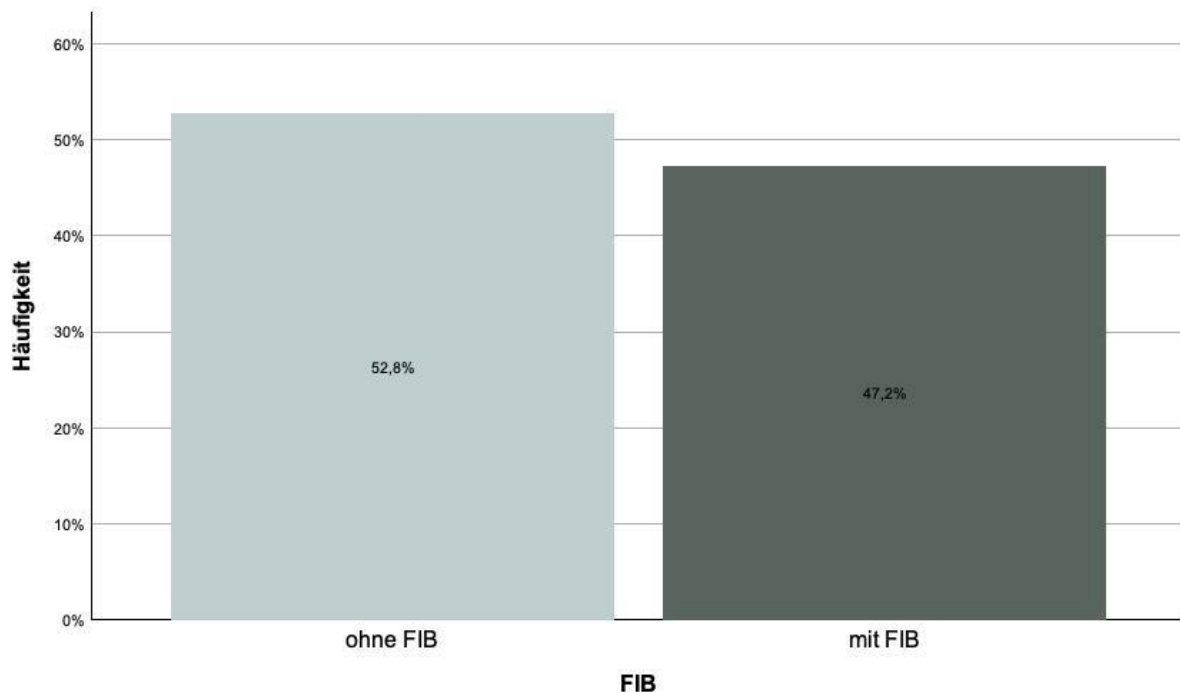


Abbildung 3: Häufigkeiten der Eingriffe ohne und mit FIB

4.1.1 Demografische Daten

Als demografische Parameter wurden Geschlecht, Alter, ASA-Score und BMI der Patienten analysiert. Es wurden 70 weibliche (56,0 %) und 55 männliche (44,0 %) Patienten mit einem mittleren Alter von $68,93 \pm 9,25$ Jahren behandelt. Der mediane ASA-Score lag bei 2, der durchschnittliche BMI bei $28,5 \pm 4,8$ kg/m². Zwischen den Gruppen zeigte sich in keiner der Kategorien ein signifikanter Unterschied (Tabelle 1).

	Geschlecht (n)		Alter (Jahre) Mittelwert	ASA-Score Median	BMI (kg/m ²) Mittelwert
	männlich	weiblich			
No-FIB	27 (21,6 %)	39 (31,2 %)	$67,74 \pm 9,62$	2	$27,8 \pm 3,9$
FIB	28 (22,4 %)	31 (24,8 %)	$70,25 \pm 8,70$	2	$29,2 \pm 5,7$
Gesamt	55 (44,0 %)	70 (56,0 %)	$68,93 \pm 9,25$	2	$28,5 \pm 4,8$
p-Wert	0,477		0,198	0,885	0,261

Tabelle 1: Vergleich der demografischen Daten

Das mediane Alter lag bei 69 Jahren, die 25. Perzentile bei 63 Jahren und die 75. Perzentile bei 76 Jahren. Der jüngste Patient war 36 Jahre, der älteste Patient 85 Jahre alt. Bei der Betrachtung der Altersgruppen lagen sowohl Median als auch Modalwert bei 60 – 69 Jahren (38,4 %) und der Großteil der Patienten (87,2 %) war 60 Jahre oder älter. Ein Patient (0,8 %) war unter 40 Jahre, drei Patienten (2,4 %) waren 40 bis 49 Jahre, 12 Patienten (9,6 %) 50 bis 59 Jahre, 48 Patienten (38,4 %) 60 bis 69 Jahre, 47 Patienten (37,6 %) 70 bis 79 Jahre und 14 Patienten (11,2 %) 80 bis 89 Jahre alt (Abbildung 4 und Tabelle 2).

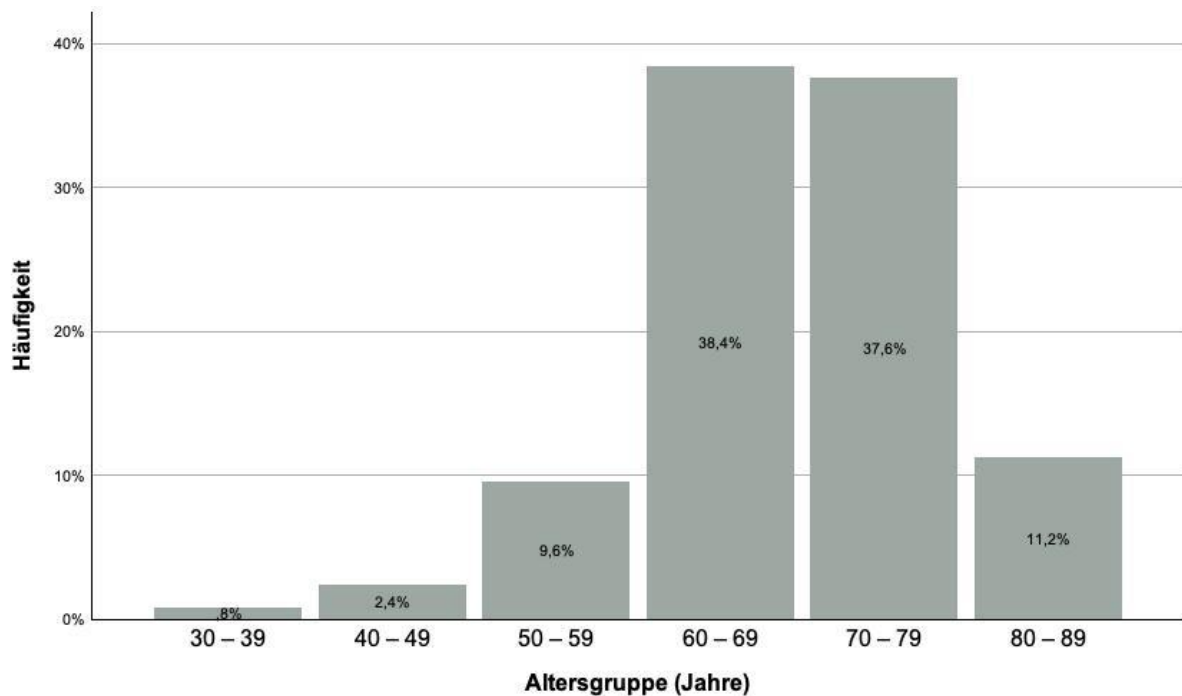


Abbildung 4: Häufigkeiten der Patienten in den verschiedenen Altersgruppen

	Altersgruppe (Jahre)					
	30 – 39	40 – 49	50 – 59	60 – 69	70 – 79	80 – 89
No-FIB	1 (0,8 %)	2 (1,6 %)	6 (4,8 %)	27 (21,6 %)	27 (21,6 %)	3 (2,4 %)
FIB	0 (0,0 %)	1 (0,8 %)	6 (4,8 %)	21 (16,8 %)	20 (16,0 %)	11 (8,8 %)
Gesamt	1 (0,8 %)	3 (2,4 %)	12 (9,6 %)	48 (38,4 %)	47 (37,6 %)	14 (11,2 %)

Tabelle 2: Häufigkeitstabelle der Altersgruppen

Mehr als die Hälfte der Patienten (59,2 %) hatte einen ASA-Score von 2, wovon 40 Patienten (32,0 %) in der No-FIB- und 34 Patienten (27,2 %) in der FIB-Gruppe waren. Einen ASA-Score von 3 hatten in der FIB-Gruppe 20 Patienten (16,0 %) und in der No-FIB-Gruppe 21 Patienten (16,8 %), was einen Gesamtanteil von 32,8 % darstellte. Der ASA-Score von 1 war mit jeweils fünf Patienten (4,0 %) gleichmäßig auf beide Gruppen verteilt und der Median lag ebenfalls beide Male bei 2 (Tabelle 3).

	ASA-Score (n)		
	1	2	3
No-FIB	5 (4,0 %)	40 (32,0 %)	21 (16,8 %)
FIB	5 (4,0 %)	34 (27,2 %)	20 (16,0 %)
Gesamt	10 (8,0 %)	74 (59,2 %)	41 (32,8 %)

Tabelle 3: Häufigkeitstabelle der ASA-Scores

Hinsichtlich des BMI ergab sich ein durchschnittlicher Wert von $27,8 \pm 3,9 \text{ kg/m}^2$ in der No-FIB- und $29,2 \pm 5,7 \text{ kg/m}^2$ in der FIB-Gruppe (Tabelle 1). Es erfolgte zur vereinfachten Darstellung eine Einteilung in BMI-Gruppen. Es wurde zwischen Normalgewicht ($18,5 - 24,9 \text{ kg/m}^2$) und Übergewicht ($\geq 25,0 \text{ kg/m}^2$) unterschieden, wobei letzteres weiter in Präadipositas ($25,0 - 29,9 \text{ kg/m}^2$), Adipositas Grad I – II ($30,0 - 39,9 \text{ kg/m}^2$) und Adipositas Grad III bzw. permagna ($\geq 40,0 \text{ kg/m}^2$) unterteilt wurde. Der Median lag insgesamt bei $30,0 - 39,9 \text{ kg/m}^2$, ebenso die 25. Perzentile und die 75. Perzentile bei der Gruppe von $\geq 40,0 \text{ kg/m}^2$. Normalgewichtig waren 30 Patienten (24,0 %), von denen 14 (11,2 %) zur No-FIB- und 16 (12,8 %) zur FIB-Gruppe gehörten. Der überwiegende Teil der Patienten (76,0 %) war jedoch übergewichtig, wobei in der No-FIB-Gruppe mit 37 Patienten (29,6 %) die Präadipositas und in der FIB-Gruppe mit 22 Patienten (17,6 %) die Adipositas Grad I – II am häufigsten war (Abbildung 5).

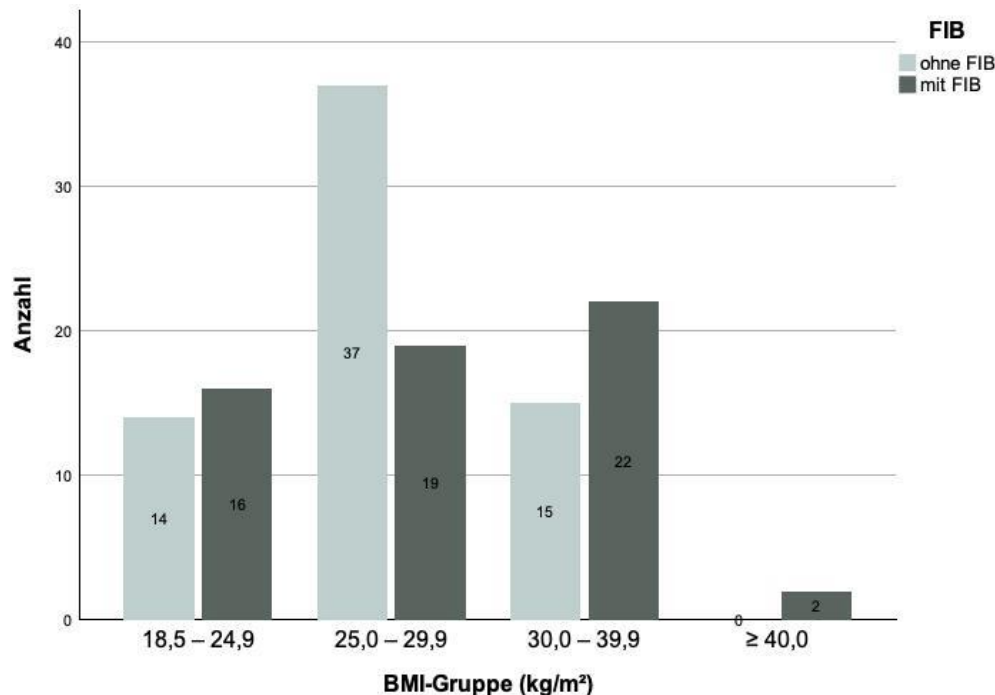


Abbildung 5: Anzahl der Patienten in den verschiedenen BMI-Gruppen

4.1.2 Eingriffsbezogene Daten

Neben den demografischen Daten wurden Parameter bezüglich des Eingriffs betrachtet. Bei 67 Patienten (53,6 %) wurde die Hüft-TEP rechts, bei 58 Patienten (46,4 %) links implantiert. Sowohl in der No-FIB- als auch in der FIB-Gruppe wurde die Prothese am häufigsten, bei 53 Patienten (42,4 %), zementfrei verankert. Insgesamt etwas seltener (32,8 %) erfolgte die zementierte und am seltensten (24,8 %) die hybride Verankerung. Ein signifikanter Unterschied zwischen No-FIB und FIB-Gruppe wurde weder bei der operierten Seite noch der Prothesenverankerung festgestellt (Tabelle 4).

	operierte Seite (n)		Prothesenverankerung (n)		
	rechts	links	zementiert	hybrid	zementfrei
No-FIB	37 (29,6 %)	29 (23,2 %)	18 (14,4 %)	21 (16,8 %)	27 (21,6 %)
FIB	30 (24,0 %)	29 (23,2 %)	23 (18,4 %)	10 (8,0 %)	26 (20,8 %)
Gesamt	67 (53,6 %)	58 (46,4 %)	41 (32,8 %)	31 (24,8 %)	53 (42,4 %)
p-Wert	0,593		0,129		

Tabelle 4: Vergleich der eingriffsbezogenen Daten

4.1.3 Narkosebezogene Daten

Alle Eingriffe wurden in Allgemeinanästhesie durchgeführt. Die balancierte Anästhesie wurde bei 100 Patienten (80,0 %) angewendet und war das vorherrschende Verfahren. 13 Patienten (10,4 %) aus der No-FIB- und 12 Patienten (9,6 %) aus der FIB-Gruppe erhielten eine TIVA. Im Vergleich beider Gruppen wurde hinsichtlich der Narkosearten kein signifikanter Unterschied gefunden (Tabelle 5).

	Narkoseverfahren (n)	
	balanciert	total intravenös
No-FIB	53 (42,4 %)	13 (10,4 %)
FIB	47 (37,6 %)	12 (9,6 %)
Gesamt	100 (80,0 %)	25 (20,0 %)
p-Wert	1,000	

Tabelle 5: Vergleich der Narkoseverfahren

Zur Durchführung des FIB wurde in allen Fällen (n = 59) Ropivacain verwendet. Die verabreichte Dosis lag vorwiegend (89,8 %) bei 187,5 mg. Vier Patienten (6,8 %) erhielten eine niedrigere und zwei Patienten (3,4 %) eine höhere Dosierung. Im Mittel erfolgte die Applikation von $185,6 \pm 14,6$ mg (Tabelle 6).

FIB	Ropivacain (mg)				Mittelwert
	112,5	150,0	187,5	225,0	
FIB	1 (1,7 %)	3 (5,1 %)	53 (89,8 %)	2 (3,4 %)	185,6 ± 14,6

Tabelle 6: Dosierung des Ropivacains bei FIB-Anlage

Als PONV-Prophylaxe erhielten 86 Patienten (68,8 %) perioperativ Dexamethason. Die applizierte Dosis betrug in der Regel 4 mg, bei drei Patienten jedoch 8 mg. Des Weiteren erhielten zwei Patienten (1,6 %) Hydrocortison. Von den Patienten ohne FIB erhielten 48 (38,4 %) und von den Patienten mit FIB 40 (32,0 %) die Prophylaxe (Abbildung 6). Der p-Wert lag bei 0,563, sodass sich kein statistisch signifikanter Unterschied zeigte.

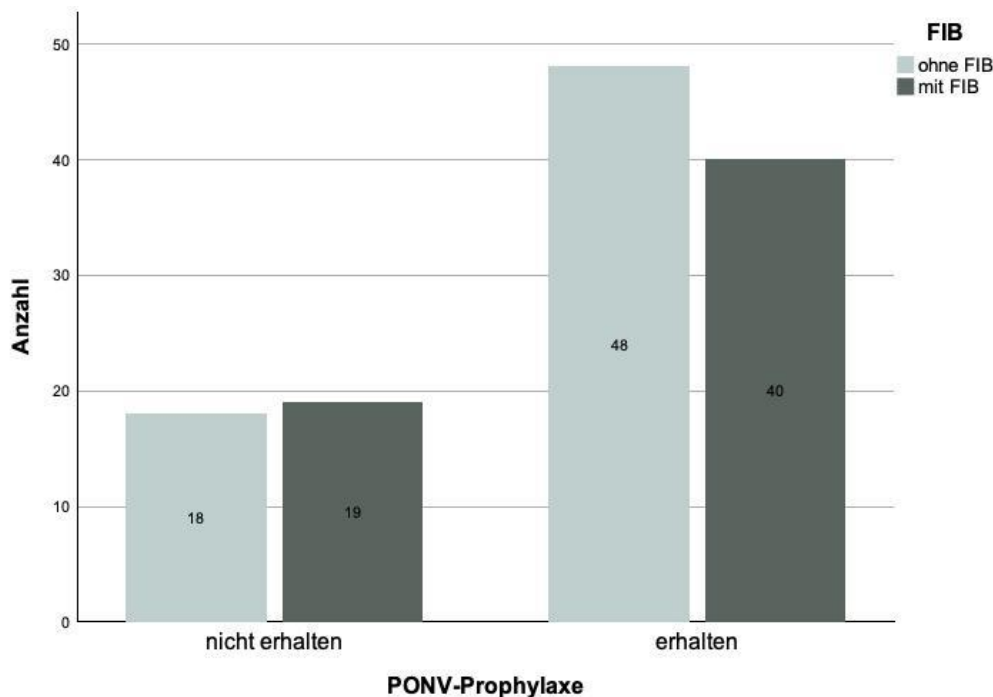


Abbildung 6: Anzahl der Patienten mit und ohne PONV-Prophylaxe

4.2 Intraoperative Auswirkungen

4.2.1 Anästhesiedauer

Die im Narkoseprotokoll eingetragene Anästhesiedauer begann mit der Narkoseeinleitung und schloss mit Beendigung der Narkosemaßnahmen. Sie umfasste Narkoseeinleitung, ggf. FIB-Anlage, Transport des Patienten in den Operationssaal und dortige präoperative Maßnahmen sowie Operationsdauer und Narkoseausleitung. Die Erfassung war mithilfe der Zeitachse im Narkoseprotokoll in 5-

Minuten-Schritten möglich. Im Durchschnitt betrug die Dauer $135,8 \pm 20,9$ Minuten. In der No-FIB-Gruppe lag der sie bei $131,7 \pm 21,2$ Minuten und in der FIB-Gruppe bei $140,5 \pm 19,8$ Minuten. Mit einem p-Wert von 0,023 entsprach dies einem signifikanten Unterschied (Tabelle 7).

4.2.2 Operationsdauer

Die protokollierte OP-Dauer wurde definiert als die Zeitspanne zwischen erstem Hautschnitt und Vollendung der letzten Hautnaht. Die im Narkoseprotokoll eingetragene Dauer konnte in 5-Minuten-Schritten abgelesen werden. Insgesamt lag die mittlere OP-Dauer bei $67,4 \pm 18,2$ Minuten und bei $66,5 \pm 18,7$ Minuten bzw. $68,4 \pm 17,7$ Minuten in der No-FIB- bzw. FIB-Gruppe. Es zeigte sich mit dem ermittelten p-Wert von 0,536 keine statistische Signifikanz (Tabelle 7).

4.2.3 Blutverlust

Der intraoperative Blutverlust wurde anhand des Füllstands im Absaugbehälter sowie einer Schätzung der Blutmenge in den OP-Tüchern und auf dem Boden ermittelt. Mittels der auf dem Absaugbehälter vorhandenen Skala konnte die Menge auf 50 ml genau abgelesen werden. In der FIB-Gruppe betrug der durchschnittliche Blutverlust $594,9 \pm 241,5$ ml, in der No-FIB-Gruppe $469,7 \pm 168,0$ ml und bei allen Patienten $528,8 \pm 214,5$ ml. Der p-Wert von 0,003 zeigte, dass dieser Unterschied signifikant war (Tabelle 7).

	Anästhesiedauer (Minuten) Mittelwert	Operationsdauer (Minuten) Mittelwert	Blutverlust (ml) Mittelwert
No-FIB	$131,7 \pm 21,2$	$66,5 \pm 18,7$	$469,7 \pm 168,0$
FIB	$140,5 \pm 19,8$	$68,4 \pm 17,7$	$594,9 \pm 241,5$
Gesamt	$135,8 \pm 20,9$	$67,4 \pm 18,2$	$528,8, \pm 214,5$
p-Wert	0,023	0,536	0,003

Tabelle 7: Vergleich von Anästhesie-, Operationsdauer und Blutverlust

4.2.4 Opioide und Nichtopioid-Analgetika

Sämtliche verabreichte Opioide wurden in Morphinäquivalente umgerechnet. Hierbei entsprach 1 mg Morphin per os (p.o.) 1 µg Sufentanil i.v., 10 µg Remifentanil i.v., 0,01 mg Fentanyl i.v., 0,25 mg Oxycodon i.v., 0,75mg Oxycodon p.o. und 0,5 mg Piritramid i.v. Anschließend wurde die Opioidmenge in Relation zum Körpergewicht

des jeweiligen Patienten gesetzt, sodass in der statistische Auswertung die orale Morphinäquivalenzdosis in mg pro kg Körpergewicht untersucht wurde.

4.2.4.1 Opioidbedarf in der Einleitung

Zur Narkoseeinleitung wurde fast ausschließlich (98,4 %) Sufentanil verabreicht. Nur bei zwei Patienten (1,6 %) kam Fentanyl zum Einsatz. Durchschnittlich wurden zur Narkoseeinleitung $0,27 \pm 0,05$ mg/kg verabreicht. In der No-FIB-Gruppe lag der Mittelwert bei $0,27 \pm 0,05$ mg/kg und in der FIB-Gruppe bei $0,26 \pm 0,06$ mg/kg. Diesbezüglich zeigte sich kein signifikanter Unterschied bei einem p-Wert von 0,489 (Tabelle 8).

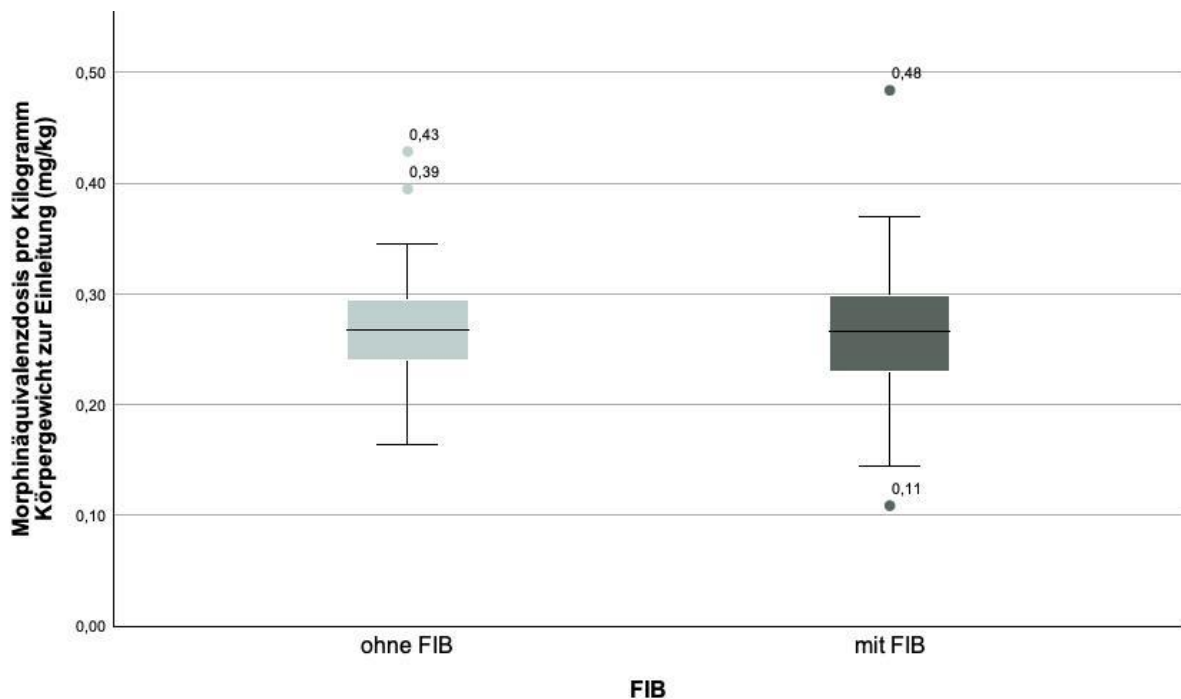


Abbildung 7: Opioidbedarf zur Einleitung pro Kilogramm Körpergewicht

4.2.4.2 Opioidbedarf intraoperativ

Zu den intraoperativ verabreichten Opioiden wurden alle Opioidgaben gezählt, die nach der Narkoseeinleitung bis zur Extubation appliziert wurden. Die verwendeten Wirkstoffe waren Sufentanil, Fentanyl, Remifentanyl und Oxycodon. Ohne FIB erhielten die Patienten im Mittel $0,47 \pm 0,20$ mg/kg, mit FIB $0,41 \pm 0,20$ mg/kg und in beiden Gruppen gemeinsam $0,44 \pm 0,20$ mg/kg. Der p-Wert von 0,044 ergab, dass ein signifikanter Unterschied vorlag (Tabelle 8).

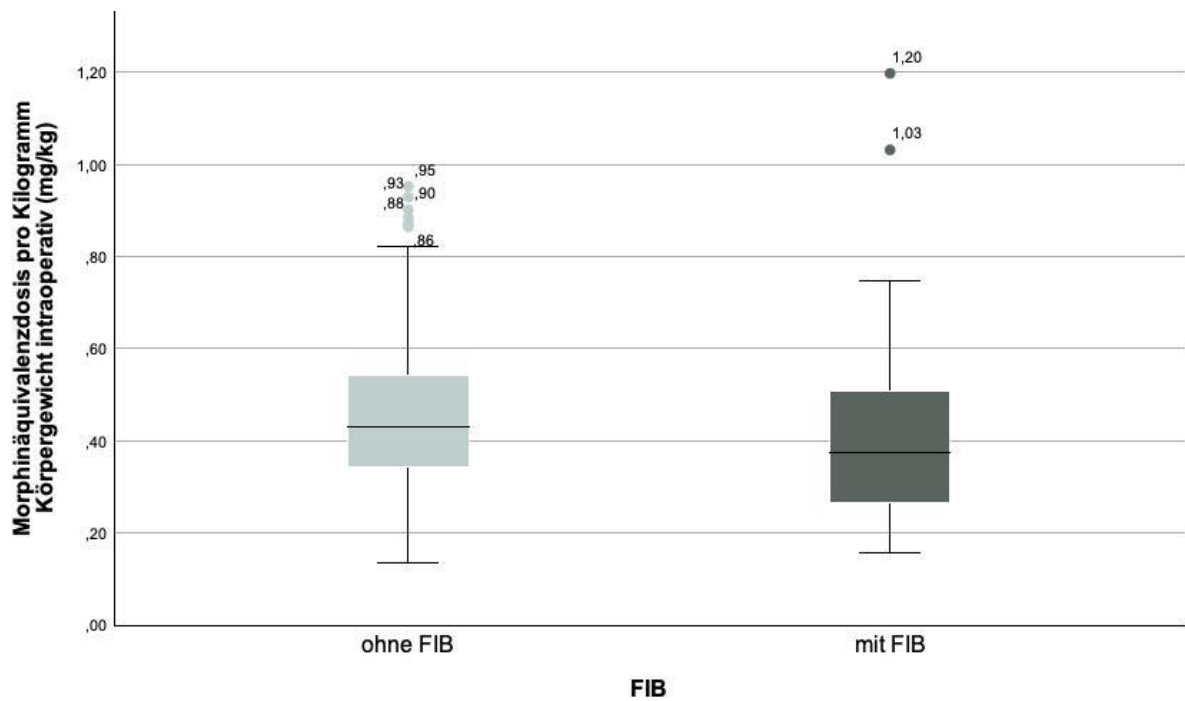


Abbildung 8: Opioidbedarf intraoperativ pro Kilogramm Körpergewicht

	Morphin Einleitung (mg/kg) Mittelwert	Morphin intraoperativ (mg/kg) Mittelwert
No-FIB	0,27 ± 0,05	0,47 ± 0,20
FIB	0,26 ± 0,06	0,41 ± 0,20
Gesamt	0,27 ± 0,05	0,44 ± 0,20
p-Wert	0,489	0,044

Tabelle 8: Vergleich der Morphinäquivalente unter der OP

4.2.4.3 Nichtopioid-Analgetika

Neben Opioiden wurden die verabreichten Dosen von Metamizol und Parecoxib ausgewertet. Bei letzterem betrug die Dosierung, sofern appliziert, immer 40 mg. Dies war bei den Patienten ohne FIB fünfmal (4,0 %) und mit FIB viermal (3,2 %) der Fall. Die restlichen 116 Patienten (92,8 %) erhielten intraoperativ kein Parecoxib. Der p-Wert war 1,000 und zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen. Metamizol erhielten die Patienten der FIB-Gruppe durchschnittlich $1,21 \pm 0,70$ mg, die der No-FIB-Gruppe $1,42 \pm 0,75$ mg und in beiden Gruppen zusammen $1,32 \pm 0,73$ mg. Der p-Wert war 0,101, sodass keine statistische Signifikanz erkennbar war (Tabelle 9).

	Metamizol (g)	Parecoxib (n)	
	Mittelwert	0 mg	40 mg
No-FIB	1,42 ± 0,75	61 (48,8 %)	5 (4,0 %)
FIB	1,21 ± 0,70	55 (44,0 %)	4 (3,2 %)
Gesamt	1,32 ± 0,73	116 (92,8 %)	9 (7,2 %)
p-Wert	0,101	1,000	

Tabelle 9: Vergleich der intraoperativen Gabe von Metamizol und Parecoxib

4.3 Postoperative Auswirkungen

4.3.1 Auswirkungen in der Aufwachraumperiode

4.3.1.1 Vigilanz

Die Vigilanz wurde bei allen Patienten zum Zeitpunkt der Ankunft im AWR erhoben. Unterschieden wurde zwischen wachen, weckbaren und nicht weckbaren Patienten. In beiden FIB-Gruppen waren die Patienten überwiegend (78,4 %) wach. Weckbar waren in der FIB-Gruppe 12 Patienten (9,6 %) und in der No-FIB-Gruppe 15 (12,0 %). In Hinsicht auf die Vigilanz zeigte sich kein signifikanter Unterschied, da der p-Wert über 0,05 lag (Tabelle 10).

	Vigilanz beim Eintreffen im AWR (n)	
	wach	weckbar
No-FIB	51 (40,8 %)	15 (12,0 %)
FIB	47 (37,6 %)	12 (9,6 %)
Gesamt	98 (78,4 %)	27 (21,6 %)
p-Wert	0,829	

Tabelle 10: Vergleich der Vigilanz beim Eintreffen im AWR

4.3.1.2 Numerische Rating-Skala

Mittels NRS konnten die Patienten ihre Schmerzen beim Eintreffen im AWR auf einer Skala von 0 (keine Schmerzen) bis 10 (stärkste Schmerzen) bemessen. Dieser Parameter wurde bei 90 der 125 Patienten erhoben und analysiert. In der FIB-Gruppe gaben auf der Schmerzskala elf Patienten (12,2 %) 0, vier Patienten (4,4 %) 1, fünf Patienten (5,6 %) 2, jeweils zwei Patienten (2,2 %) 3, 4, 6 bzw. 7, sieben Patienten (7,8 %) 5 und drei Patienten (3,3 %) 8 an. In der No-FIB-Gruppe lag der NRS-Wert bei 28 Patienten (31,1 %) bei 0, bei jeweils zwei Patienten (2,2 %) bei 1 bzw. 2, bei jeweils einem Patienten (1,1 %) bei 3, 4, bzw. 7, bei jeweils sechs Patienten (6,7 %) bei 5 bzw.

6 und bei fünf Patienten (5,6 %) bei 8 (Abbildung 9). Der errechnete p-Wert (0,185) zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen.

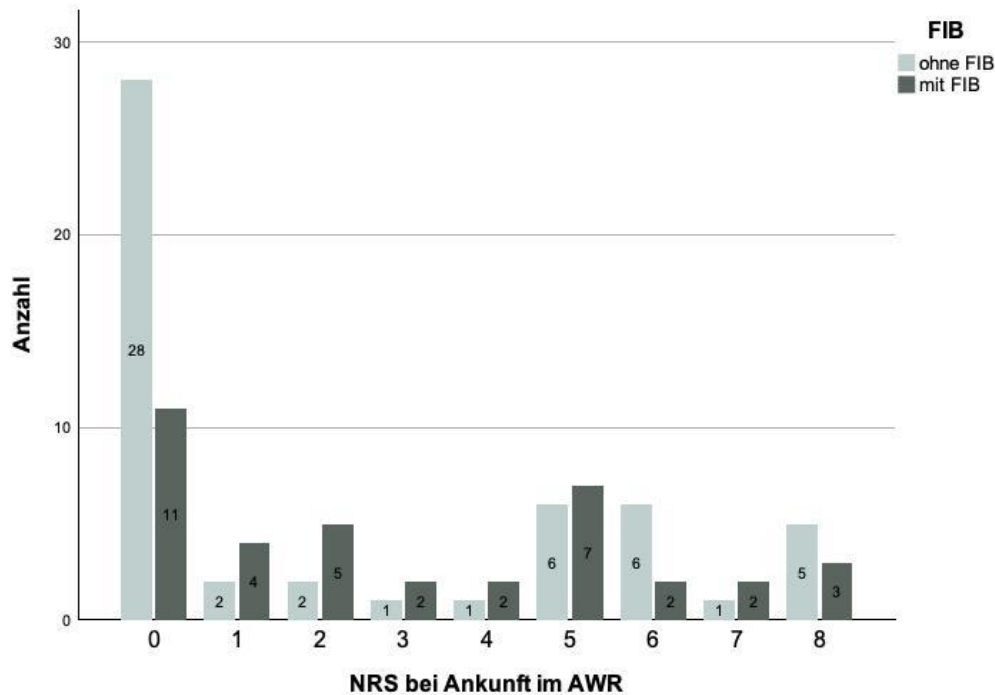


Abbildung 9: Anzahl der angegebenen NRS-Werte im AWR

4.3.1.3 Opioidbedarf

Analog zum Opioidbedarf intraoperativ erfolgte für die AWR-Periode eine Umrechnung der Opiode in Morphinäquivalente in mg pro kg Körpergewicht. 91 Patienten wurde Oxycodon (davon waren 49 Patienten in der No-FIB- und 42 Patienten in der FIB-Gruppe), einem Patienten aus der FIB-Gruppe Sufentanil und einem Patienten aus der No-FIB-Gruppe Piritramid verabreicht. Der Mittelwert der Dosis pro kg Körpergewicht war in der Gesamtpopulation $0,40 \pm 0,39$ mg/kg. Bei den Patienten mit FIB lag er mit $0,38 \pm 0,35$ mg/kg unter dem Wert von $0,41 \pm 0,42$ mg/kg bei den Patienten ohne FIB. Der p-Wert betrug 0,855, sodass keine statistische Signifikanz festgestellt werden konnte.

4.3.1.4 Nichtopioid-Analgetika

Die Analyse der Parecoxib-Gabe erfolgte analog zum intraoperativen Vorgehen. Auch die Verabreichung von Metamizol wurde im AWR in Form einer kategorialen Variable erfasst, da entweder 0 g oder 1 g appliziert wurde. Parecoxib erhielten elf der Patienten (8,8 %) in der No-FIB- und zehn der Patienten (8,0 %) in der FIB-Gruppe. Mit einem

p-Wert von 1,000 zeigte sich diesbezüglich keine statistische Signifikanz. Der gleiche p-Wert ergab sich beim Metamizolbedarf. In beiden Gruppen wurde jeweils vier Patienten (3,2 %) 1 g Metamizol verabreicht, den übrigen 117 Patienten (93,6 %) nicht (Tabelle 11).

	Metamizol (n)		Parecoxib (n)	
	0 g	1 g	0 mg	40 mg
No-FIB	62 (49,6 %)	4 (3,2 %)	55 (44,0 %)	11 (8,8 %)
FIB	55 (44,0 %)	4 (3,2 %)	49 (39,2 %)	10 (8,0 %)
Gesamt	117 (93,6 %)	8 (6,4 %)	104 (83,2 %)	21 (16,8 %)
p-Wert	1,000		1,000	

Tabelle 11: Vergleich der Gabe von Metamizol und Parecoxib im AWR

4.3.1.5 Verweildauer

Der Zeitraum vom Eintreffen im AWR bis zur Verlegung auf Station wurde als Verweildauer im AWR bezeichnet. Die Werte konnten anhand der Protokolle auf 5 – 10 Minuten genau ermittelt werden. Im Mittel blieben die Patienten $81,8 \pm 34,2$ Minuten im AWR. Patienten, die mit einem FIB behandelt wurden, hatten eine durchschnittliche Verweildauer von $78,6 \pm 31,3$ Minuten. Bei Patienten ohne FIB waren es $84,6 \pm 36,5$ Minuten. Der p-Wert betrug 0,341, womit kein signifikanter Unterschied vorlag.

4.3.2 Auswirkungen im stationären Verlauf

4.3.2.1 Metamizolbedarf

Hinsichtlich der verabreichten Menge Metamizol wurden der Operationstag und der erste postoperative Tag untersucht. Erfasst wurde die kumulativ eingenommene Dosis in mg. Eine Erhebung und Analyse dieses Parameters war bei 80 der 125 Patienten möglich, von denen 72 Metamizol einnahmen. Bei den restlichen 45 Patienten war aufgrund unklarer Dokumentation oder Alternativ- bzw. Komedikation mit weiteren Schmerzmitteln keine Auswertung möglich. Der Mittelwert der Metamizoldosis betrug im Gesamtkollektiv $5,44 \pm 3,12$ g, bei den Patienten mit FIB $5,52 \pm 3,28$ g und den Patienten ohne FIB $5,37 \pm 3,01$ g. Es konnte kein signifikanter Unterschied bei einem p-Wert von 0,755 gezeigt werden (Tabelle 12).

4.3.2.2 Opioidbedarf

Bei allen Patienten wurde die kumulativ verabreichte Opioiddosis im gesamten stationären Verlauf erfasst. Wie bereits oben beschrieben erfolgte auch hier eine Umrechnung in Morphinäquivalente in mg pro kg Körpergewicht. Außerdem erfolgte eine Teilung dieser Größe durch die Anzahl der Tage vom OP-Tag bis zur Entlassung. 70 Patienten, von denen je 35 zur FIB-Gruppe bzw. No-FIB-Gruppe zählten, erhielten Oxycodon und ein Patient aus der No-FIB-Gruppe zusätzlich Piritramid. Im Gesamtkollektiv betrug der durchschnittliche Opioidbedarf $0,66 \pm 1,21$ mg/kg bzw. $0,08 \pm 0,14$ mg/kg/d. Im Vergleich lagen die Werte bei den FIB-Patienten bei $0,60 \pm 1,00$ mg/kg bzw. $0,08 \pm 0,13$ mg/kg/d und bei den No-FIB-Patienten bei $0,71 \pm 1,38$ mg/kg bzw. $0,08 \pm 0,15$ mg/kg/d. Der p-Wert wurde bezüglich beider Opioidbedarfsgrößen über 0,05 errechnet, sodass kein signifikanter Unterschied festgestellt werden konnte (Tabelle 12).

	Metamizol (mg) Mittelwert	Morphin (mg/kg) Mittelwert	Morphin (mg/kg/d) Mittelwert
No-FIB	$5,37 \pm 3,01$	$0,71 \pm 1,38$	$0,08 \pm 0,15$
FIB	$5,52 \pm 3,28$	$0,60 \pm 1,00$	$0,08 \pm 0,13$
Gesamt	$5,44 \pm 3,12$	$0,66 \pm 1,21$	$0,08 \pm 0,14$
p-Wert	0,755	0,622	0,495

Tabelle 12: Vergleich des Metamizol- und Opioidbedarfs im stationären Verlauf

4.3.2.3 Mobilisation

Hinsichtlich der Mobilisation wurden mehrere Stufen der physiotherapeutischen Beübung erfasst, die von den Therapeuten am betreffenden postoperativen Tag in der Stationskurve notiert wurden. Die erste Stufe war eine Mobilisation im Zimmer, die bspw. Sitzen auf einem Stuhl oder Stehen mit Hilfsmitteln umfasste. Als zweites erfolgte eine Mobilisation auf dem Flur, bei der sich die meisten Patienten mit Unterarmgehstützen oder Gehwagen fortbewegen konnten. Die höchste vermerkte Mobilisation entsprach dem Gehen von Treppen mit oder ohne Hilfsmitteln. Letzteres wurde nur für 117 Patienten dokumentiert und entsprechend ausgewertet. Die beiden ersten Stufen konnten bei allen Patienten analysiert werden. Wurde bei einem Patienten eine Stufe übersprungen, so erhielt diese als Wert denselben Tag wie die erreichte Stufe, da z.B. für eine Mobilisation auf dem Flur die Mobilisation im Zimmer als gleichzeitig durchlaufene Voraussetzung angesehen wurde.

Im Mittelwert konnten alle Patienten nach $1,3 \pm 0,6$ Tagen auf dem Zimmer mobilisiert werden, ähnlich waren die jeweiligen Zeiten in den beiden Gruppen und mit einem p-Wert von 0,550 zeigte sich kein signifikanter Unterschied. Auch hinsichtlich des Treppensteigens lag der p-Wert mit 0,746 über 0,05, womit keine statistische Signifikanz belegt werden konnte. Diese Mobilisierungsstufe wurde in der FIB-Gruppe durchschnittlich nach $5,3 \pm 1,8$ Tagen und in der No-FIB-Gruppe nach $5,3 \pm 1,7$ Tagen erreicht. Demgegenüber zeigte sich in der FIB-Gruppe bis zum Gehen auf dem Flur eine signifikant kürzere Zeitspanne als in der No-FIB-Gruppe (p-Wert = 0,007). Die Durchschnittswerte betragen bei den Patienten mit FIB $2,8 \pm 1,5$ Tage und ohne FIB $3,5 \pm 1,5$ Tage (Tabelle 13).

	Zimmer (Tage) Mittelwert	Flur (Tage) Mittelwert	Treppe (Tage) Mittelwert
No-FIB	$1,3 \pm 0,6$	$3,5 \pm 1,5$	$5,3 \pm 1,7$
FIB	$1,2 \pm 0,6$	$2,8 \pm 1,5$	$5,3 \pm 1,8$
Gesamt	$1,3 \pm 0,6$	$3,1 \pm 1,5$	$5,3 \pm 1,7$
p-Wert	0,550	0,007	0,746

Tabelle 13: Vergleich der Mobilisierungsstufen

4.3.2.4 Verweildauer

Als Verweildauer im stationären Verlauf wurde die Anzahl der postoperativen Tage inklusive des Tags der Entlassung definiert. Insgesamt und bei FIB-Patienten erfolgte die mediane Entlassung am achten postoperativen Tag, bei No-FIB-Patienten am neunten Tag. Am vierten Tag konnte in jeder Gruppe jeweils ein Patient (0,8 %) entlassen werden, am fünften Tag zwei Patienten (1,6 %) der FIB-Gruppe, am sechsten Tag fünf Patienten (4,0 %) ohne FIB und zehn (8,0 %) mit FIB und am siebten Tag acht FIB- (6,4 %) und sieben No-FIB-Patienten (5,6 %). Innerhalb der ersten Woche konnten somit 34 Patienten (27,2 %) das Krankenhaus verlassen. Die meisten Entlassungen gab es am achten postoperativen Tag, wobei dies aus der No-FIB-Gruppe 14 (11,2 %) und aus der FIB-Gruppe 23 Patienten (18,4 %) betraf. Bei den verbleibenden 54 Patienten (43,2 %) erfolgte die Entlassung des letzten FIB-Patienten (0,8 %) am 14. postoperativen Tag und die der letzten beiden No-FIB-Patienten (1,6 %) am 12. Tag (Abbildung 10). Der p-Wert von 0,001 zeigte, dass der Unterschied zwischen den Gruppen signifikant war (Tabelle 14).

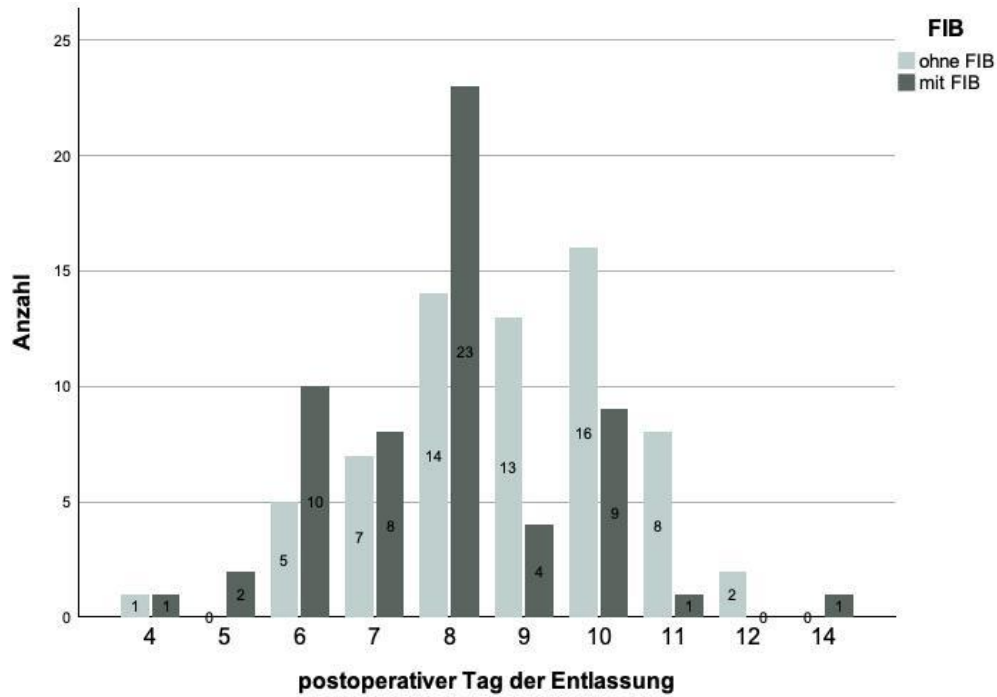


Abbildung 10: Entlasszeitpunkte ohne und mit FIB

	postoperative Verweildauer (Tage)	
	Mittelwert	Median
No-FIB	8,9 ± 1,6	9
FIB	7,9 ± 1,7	8
Gesamt	8,4 ± 1,7	8
p-Wert	0,001	

Tabelle 14: Vergleich der postoperativen Verweildauer im Krankenhaus

4.3.2.5 Komplikationen

Es wurden die Anzahl der Patienten, bei denen eine oder mehrere Komplikationen auftraten, und die entsprechende Diagnose dokumentiert. Die häufigste Komplikation war ein laborchemischer Anstieg der Nierenwerte (n = 4 in der No-FIB-Gruppe, n = 3 in der FIB-Gruppe), gefolgt von der postoperativen Anämie (n = 3 in der No-FIB-Gruppe, n = 2 in der FIB-Gruppe) und an dritter Stelle befanden sich Thrombose (jeweils n = 1 in beiden Gruppen), Harnwegsinfekt (n = 2 in der No-FIB-Gruppe), intraoperative Trochanterfraktur (n = 2 in der No-FIB-Gruppe) und Hautausschlag (n = 2 in der No-FIB-Gruppe). Am Auftreten von Doppelbildern litt ein an Myasthenia gravis erkrankter Patient, dessen Regelmedikation mit Azathioprin perioperativ abgesetzt wurde (Abbildung 11). Bei zwei Patienten mit FIB traten sowohl Nierenparameteranstieg als auch Anämie auf, alle anderen Patienten litten nur an einer Komplikation. Insgesamt kam es bei 24 Patienten (19,2 %) zum Auftreten von

postoperativen Komplikationen. In der No-FIB-Gruppe waren 17 Patienten (13,6 %) betroffen, in der FIB-Gruppe sieben Patienten (5,6 %). Der p-Wert von 0,068 ließ darauf schließen, dass sich die Patientenzahl in der FIB-Gruppe nicht signifikant von der in der No-FIB-Gruppe unterschied (Tabelle 15).

Neben den Komplikationen traten bei zehn Patienten (8,0 %), davon sechs (4,8 %) in der No-FIB- und vier (3,2 %) in der FIB-Gruppe, prolongierte Schmerzen und Schwellungen auf, die den sonografischen Ausschluss einer tiefen Beinvenenthrombose erforderlich machten. Daneben wurde bei einem No-FIB-Patienten (0,8%) sonografisch ein Hüftabszess ausgeschlossen. Mit einem p-Wert von 0,538 zeigte sich hierbei kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen (Tabelle 15).

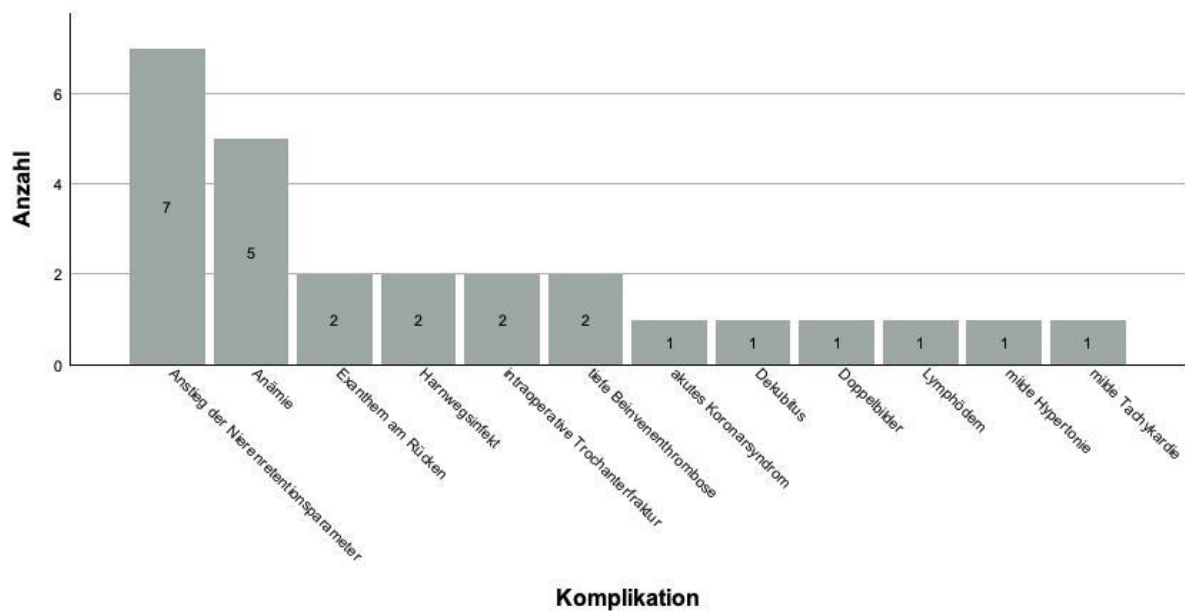


Abbildung 11: Anzahl der aufgetretenen Komplikationen

	Auftreten von Komplikationen (n)		Ausschluss von Komplikationen (n)	
	ja	nein	ja	nein
No-FIB	17 (13,6 %)	49 (39,2 %)	7 (5,6 %)	59 (47,2 %)
FIB	7 (5,6 %)	52 (41,6 %)	4 (3,2 %)	55 (44,0 %)
Gesamt	24 (19,2 %)	101 (80,8 %)	11 (8,8 %)	114 (91,2 %)
p-Wert	0,068		0,538	

Tabelle 15: Vergleich der aufgetretenen Komplikationen

5 Diskussion

5.1 Studiendesign und Patientenkollektiv

In der durchgeführten retrospektiven Studie erfolgte der Vergleich einer Interventions- und Kontrollgruppe. Eingeschlossen wurden nur volljährige, opioidnaive Patienten, bei denen die elektive Erstimplantation einer Hüft-TEP bei Arthrose oder Dysplasie durchgeführt wurde. Durch das Studiendesign wurden konfundierende Faktoren reduziert und eine möglichst hohe Homogenität zwischen den Gruppen gewährleistet, um sicherzustellen, dass die in der Auswertung erhobenen Unterschiede auf die Behandlung mit bzw. ohne FICB zurückzuführen sind.

Durch den Ausschluss von Revisionseingriffen und Frakturversorgungen mittels TEP wurden operationsbedingte Einflussfaktoren, z.B. durch unterschiedliche OP-Techniken oder Ausmaß des operativen Traumas, eliminiert. Zudem gehen Frakturen häufig bereits präoperativ mit ausgeprägtem akutem Schmerz einher, während Arthrose oder Dysplasie eher einen chronischen Schmerzcharakter aufweisen. Hieraus können auch Unterschiede in Bezug auf die perioperative Schmerztherapie und letztendlich das postoperative Outcome resultieren. Es existiert zwar eine Reihe an Untersuchungen, die sich mit dem FICB bei Hüft-TEP befasst, aber in den meisten Fällen wird die Indikation nicht benannt (Stevens et al. 2007, Shariat et al. 2013, Desmet et al. 2017, Bober et al. 2020, Bravo et al. 2020). Bei manchen Studien wurden nur Patienten mit Hüftfraktur behandelt (Liu et al. 2020, Bang et al. 2016). In der hier durchgeführten Studie erfolgte dagegen eine Beschränkung auf elektive Erstimplantationen von Hüftarthroplastiken bei Coxarthrose oder -dysplasie, wodurch möglichst geringe Störfaktoren durch den Eingriff selbst oder den assoziierten Schmerzcharakter zu erwarten sind. Hinsichtlich der zusätzlich in der statistischen Auswertung analysierten eingriffsbezogenen Parameter (operierte Seite und Verankerungsart) konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden. Insgesamt kann also davon ausgegangen werden, dass die eingriffsbezogenen Störfaktoren gering waren.

Gleiches gilt für mögliche demografische Confounder. Es wurden nur opioidnaive Patienten eingeschlossen, um den möglichen Einfluss einer Opioidgewöhnung mit konsekutiv erhöhtem Opioidbedarf auszuschließen. Bezüglich Alter, Geschlecht, ASA-

Score und BMI zeigte sich keine Signifikanz (p-Werte = 0,198, 0,477, 0,885 und 0,261), sodass auch ein durch diese Faktoren herbeigeführter Unterschied zwischen den Gruppen nicht nachgewiesen werden konnte.

Es wurden in der Studie ausschließlich Operationen in Allgemeinanästhesie berücksichtigt. Diese wurden entweder in Form einer TIVA oder einer balancierter Anästhesie durchgeführt. Zwischen den Gruppen ergab sich mit einem p-Wert von 1,000 diesbezüglich und auch hinsichtlich einer durchgeführten PONV-Prophylaxe (p-Wert = 0,563) kein signifikanter Unterschied, was auf keine narkosebedingten Unterschiede schließen lässt. Die Implantation einer Hüft-TEP ist auch in SPA in Kombination mit einer präoperativen FICB-Anlage möglich und wurde zum Beispiel von Stevens und Kollegen untersucht. Aufgrund der durch das neuroaxiale Verfahren bedingten kompletten motorischen und sensorischen Blockade konnte die Wirkung des FICB allerdings weder intraoperativ noch im AWR evaluiert werden. In der hier vorgestellten Studie dagegen wurde die unmittelbare FICB-Wirkung anhand des intraoperativen Opioidbedarfs und des im AWR angegebenen postoperativen Schmerzscores untersucht (Stevens et al. 2007).

Bei der Durchführung des FICB wurde gemäß hausinternem Standard Ropivacain 0,375 % verwendet und es erfolgte im Median (n = 53) die Applikation von 50 ml, was einer Dosis von 187,5 mg entspricht. Fünf Patienten erhielten bei gleicher Konzentration des Lokalanästhetikums eine abweichende Dosierung und bei einem Patienten wurde Ropivacain 0,75 % verwendet. Dass die Applikation hoher Volumina von mindestens 40 ml für die Ausbreitung des FICB vorteilhaft ist, wurde in der Literatur bereits beschrieben und im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Trier entsprechend umgesetzt (Vermeylen et al. 2018). Anders als in vielen bisher veröffentlichten Studien erfolgte die Anlage des FIB nicht post-, sondern präoperativ, sodass bereits mögliche intraoperative Opioidersparungen detektiert werden konnten (Shariat et al. 2013, Bang et al. 2016, Bober et al. 2020, Bravo et al. 2020, Liu et al. 2020). Auch von den bekannten Studien, die den FICB zur Hüft-TEP-Implantation präoperativ mit anschließender Allgemeinanästhesie durchführten, untersuchte keine die Auswirkungen auf den intraoperativen Opioidbedarf (Desmet et al. 2017, Deniz et al. 2014).

5.2 Intraoperative Auswirkungen

Die Anästhesiedauer war mit einem p-Wert von 0,023 in der FIB-Gruppe signifikant länger als in der No-FIB-Gruppe. Der mittlere Unterschied lag bei 8,8 Minuten. Grundsätzlich ist es nicht verwunderlich, dass die Durchführung einer zusätzlichen Regionalanästhesie einen zeitlichen Mehraufwand bedeutet. Zwar geht dieser aus wirtschaftlicher Sicht auch mit erhöhten Kosten einher, doch diese können vertretbar sein, wenn im Gegenzug das postoperative Outcome, z.B. durch einen reduzierten Opioidbedarf, positiv beeinflusst wird. In mehreren Studien konnten die Vorteile von regionalanästhesiologischen Verfahren und ihre Überlegenheit gegenüber Opioiden und opioidbedingten Nebenwirkungen belegt werden (Wathen et al. 2007, Maheshwari et al. 2006, Richman et al. 2006). Dennoch sollte die Anlage einer Regionalanästhesie im Idealfall möglichst schnell durchführbar sein. McRae und Kollegen ermittelten in einer Studie eine mediane Durchführungszeit des FICB von 11 Minuten. Die Anlage erfolgte hier landmarkengestützt durch geschultes nichtärztliches Personal aus dem Rettungsdienst, welches vorab keine Erfahrung mit der Anlage von Regionalanästhesien hatte (McRae et al. 2015). In der vorliegenden Studie konnte eine etwas schnellere Anlage in ca. 9 Minuten erreicht werden. In Anbetracht der Tatsache, dass im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Trier viele Ärzte ihre Facharztausbildung durchlaufen und zum Teil ebenfalls wenig Erfahrung bei der Durchführung von Regionalanästhesien haben, scheint dies eine akzeptable Zeitspanne zu sein. Eine Studie, in der anästhesiologische Assistenzärzte mit einer medianen Weiterbildungszeit von einem Jahr einen landmarkengestützten FIB in 4 Minuten durchführen konnten, legt nahe, dass durch entsprechende Schulung und Übung eine weitere Optimierung der Anästhesiedauer möglich sein kann (Foss et al. 2007). Allerdings sollte beachtet werden, dass in der hier durchgeführten Studie nur die Anästhesiedauer insgesamt erfasst wurde. Dementsprechend fließen in die Zeitdifferenz zwischen FIB und No-FIB-Gruppe möglicherweise auch vorbereitende Maßnahmen für die FICB-Anlage sowie andere von der Regionalanästhesie unabhängige Elemente ein, die zu einer Verlängerung der Anästhesiedauer führen.

Kein signifikanter Unterschied wurde bei der Analyse der OP-Dauer festgestellt (p-Wert = 0,536). Sie betrug in der FIB-Gruppe im Mittel ca. 68 und in der No-FIB-Gruppe 67 Minuten. Dies spricht dafür, dass sich durch den FICB weder relevante Einschränkungen noch Verbesserungen für den Operationsvorgang ergeben.

Der intraoperative Blutverlust war in der FIB-Gruppe mit durchschnittlich 595 ml jedoch signifikant höher als in der No-FIB-Gruppe mit durchschnittlich 470 ml (p -Wert = 0,003). Die Differenz betrug 125 ml. In einer anderen Studie wurde keine Signifikanz bezüglich des Blutverlustes bei präoperativer FICB-Anlage festgestellt (Stevens et al. 2007). Eine mögliche Erklärung ist eine durch Lokalanästhetika bedingte Vasodilatation, die zu einer gesteigerten regionalen Durchblutung mit konsekutiv erhöhtem Blutverlust führen kann (Striebel 2019, Freissmuth et al. 2020). Hämoglobinwerte und perioperative Transfusionen wurden in der vorliegenden Studie nicht untersucht, aber die Rate an postoperativen Komplikationen insgesamt zeigte keinen signifikanten Unterschied. Hierzu zählten Anämie (3 No-FIB- vs. 2 FIB-Patienten), milde Tachykardie (1 No-FIB-Patient), akutes Koronarsyndrom (1 FIB-Patient) und Schwellungen und Schmerzen, die z.B. durch ein Hämatom bedingt sein können (6 No-FIB- vs. 4 FIB-Patienten). Weitere Komplikationen, die auf einen ausgeprägten Blutverlust hindeuten könnten, traten nicht auf. Des Weiteren sollte erwähnt werden, dass keine chirurgischen Faktoren wie der operative Zugangsweg oder die Lernkurve des Operateurs erfasst wurden, die ebenfalls einen Einfluss auf das Blutungsrisiko haben können (Wang et al. 2018, Rodriguez et al. 2014). Es muss auch beachtet werden, dass der Blutverlust im klinischen Alltag nur näherungsweise anhand von Saugbehälterfüllstand und Schätzung der Blutmengen z.B. auf dem Boden und in OP-Tüchern gemessen werden kann. In der Gesamtschau der genannten Aspekte scheint die klinische Relevanz des erhöhten Blutverlustes in dieser Studie nachrangig zu sein. Dennoch sollte der signifikante Effekt berücksichtigt werden und insbesondere bei Risikopatienten mit kardiovaskulären Vorerkrankungen oder Operationen mit erhöhtem Blutungsrisiko vor Anlage eines FICB bedacht werden.

FIB- und No-FIB-Gruppe zeigten keinen signifikanten Unterschied bezüglich der in der Einleitung verabreichten Morphinäquivalenzdosis pro Kilogramm Körpergewicht (p -Wert = 0,489). Beide Gruppen erhielten umgerechnet 0,27 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Sufentanil, was einer gängigen Einleitungsdosierung entspricht (Schäfer 2011). Dieses Ergebnis ist zu erwarten, denn beide Gruppen erhielten eine Narkoseeinleitung nach demselben klinikinternen Standard und vor Anlage der Regionalanästhesie.

Auch bei den intraoperativ verabreichten NOPA zeigte sich mit einem p -Wert von 1,000 für Parecoxib und 0,101 für Metamizol kein signifikanter Unterschied. Da gemäß Stufenschema der Weltgesundheitsorganisation (WHO: World Health Organisation)

oder Opioide immer auch mit anderen Wirkstoffen kombiniert werden sollten, spricht dieses Ergebnis für eine standardisierte Schmerztherapie, die gleichermaßen der Interventions- und auch der Kontrollgruppe verabreicht wurde (Beubler 2020).

Es konnte jedoch ein signifikant niedrigerer intraoperativer Opioidbedarf in der FIB-Gruppe festgestellt werden. Patienten mit FIB erhielten durchschnittlich 0,41 mg/kg, Patienten ohne FIB 0,47 mg/kg Morphinäquivalente. Der p-Wert betrug 0,044. Da bei der Einleitungs-dosis kein Unterschied zwischen beiden Gruppen vorlag, kann vermutet werden, dass die festgestellte Signifikanz auf die Wirkung des präoperativ angelegten FICB zurückzuführen ist. Dieses Ergebnis ist besonders erwähnenswert, denn keine bisher veröffentlichte Studie zum FIB bei elektiver Hüft-TEP untersuchte eine intraoperative Opioidreduktion.

5.3 Postoperative Auswirkungen

Bei Ankunft im AWR wurde kein signifikanter Unterschied bezüglich der Vigilanz der Patienten festgestellt (p-Wert = 0,829). Insgesamt waren alle Patienten wach (78,4 %) oder weckbar (21,6 %) und zeigten somit keine Anzeichen für schwerwiegende kognitive Einschränkungen oder ein postoperatives Delir. Auch im stationären Verlauf wurde bei keinem Patienten eine solche Komplikation erfasst. Dies kann als Anzeichen dafür gewertet werden, dass beide Gruppen eine adäquate Schmerztherapie erhielten, denn Risikofaktoren für die postoperative Entstehung kognitiver Dysfunktionen sind unter anderem unzureichend behandelte Schmerzen, aber auch hohe Opioiddosierungen. Deren Auftreten kann durch die Anwendung von Regionalanästhesien reduziert werden (Odor et al. 2017). Mouzopoulos beschrieb in einer Studie sogar, dass durch den Einsatz des FICB Inzidenz, Schweregrad und Dauer eines postoperativen Delirs reduziert werden konnten. Ein solcher Effekt konnte in der hier durchgeführten Studie nicht bestätigt werden. Die Untersuchung von Mouzopoulos und Kollegen bezog sich allerdings auf Patienten mit Hüftfraktur, die 70 Jahre oder älter waren. Außerdem zeigte sich der vorteilhafte Effekt vor allem bei Patienten mit mittlerem Delirrisiko (Mouzopoulos et al. 2009). In dieselbe Altersgruppe fielen nur etwas weniger als die Hälfte der Patienten in der hier vorliegenden Untersuchung und es erfolgte keine Risikostratifizierung oder gezielte Untersuchung der Patienten mit neurologischen Bewertungsinstrumenten. Dennoch legt die Studie von Mouzopoulos nahe, dass insbesondere vulnerable Patienten von der oben

beschriebenen signifikant niedrigeren intraoperativen Opioiddosierung nach FICB-Anlage in der hier vorgestellten Studie profitieren können.

Die Patienten aus der FIB-Gruppe blieben im Mittel ca. 79 Minuten im AWR. Dies war etwas kürzer als die durchschnittliche Verweildauer von knapp 85 Minuten in der No-FIB-Gruppe. Mit einem p-Wert von 0,341 zeigte sich aber keine statistische Signifikanz. Mögliche Gründe für eine schnellere Verlegungsfähigkeit sind z.B. eine gute Vigilanz und geringe Opioidgaben. Auch bei diesen Parametern konnte jedoch keine Signifikanz, sondern allenfalls eine Tendenz zugunsten der FIB-Gruppe festgestellt werden.

Starke Schmerzen von NRS ≥ 6 bei Eintreffen im AWR gaben nur sieben FIB-Patienten, aber 12 No-FIB-Patienten an. Dies deutet auf eine niedrigere Schmerzintensität bei der Behandlung mit FICB hin, eine Signifikanz zwischen den Schmerzniveaus zeigte sich jedoch nicht (p-Wert = 0,185). Allerdings ist die Auswertung der NRS nur eingeschränkt möglich, da sie nur bei 90 von 125 Patienten dokumentiert wurde. Bei 35,6 % der FIB- und 21,2 % der No-FIB-Gruppe wurde kein Wert erfasst. Für eine exakte Analyse der Schmerzstärke wäre eine prospektive Studie mit Abfrage der NRS-Werte zu definierten Zeitpunkten sinnvoll.

Ähnliches ergab sich hinsichtlich des Opioidbedarfs im AWR. Patienten, die einen FICB erhielten, wurden durchschnittlich 0,38 mg/kg Morphinäquivalente verabreicht, den Patienten ohne FICB 0,41 mg/kg. Dieser etwas reduzierte Opioidverbrauch war mit einem p-Wert von 0,855 nicht signifikant. Auffällig war jedoch, dass in der No-FICB-Gruppe deutlich mehr Ausreißer mit hohen Opioiddosen vorkamen als in der FIB-Gruppe. Zudem benötigten 27,1 % der Patienten mit FIB gar kein Opioid. Von den Patienten ohne FIB traf dies nur auf 24,2 % zu. Dennoch konnte auch in diesem Fall, wie schon bei AWR-Verweildauer und NRS, kein signifikanter Vorteil des FICB gezeigt werden.

Zu demselben Ergebnis führte die Analyse der verabreichten Opioidmengen im stationären Verlauf. Auch hier erhielt die Gruppe mit FICB etwas geringere Morphinäquivalenzdosen. Weder bei der kumulativen Opioidmenge pro kg Körpergewicht (p-Wert = 0,622) noch bei der Dosis pro kg Körpergewicht pro Tag (p-Wert = 0,45) konnte jedoch kein signifikanter Vorteil festgestellt werden. In der hiesigen

Studie wurden nur der Gesamtopioidbedarf und der ermittelte Durchschnittswert pro Tag untersucht, aber keine Dosierungen nach bestimmten Zeitintervallen. Um den genauen zeitlichen Verlauf der FICB-Wirkung zu untersuchen, wäre eine solche Analyse denkbar.

Kongruent zu den erläuterten Auswertungsergebnissen zeigte die NOPA-Verabreichung entsprechend einer multimodalen Schmerztherapie nach WHO-Stufenschema, wie oben bereits herausgearbeitet, keine signifikanten Abweichungen zwischen den Gruppen. Dies gilt sowohl im AWR für Metamizol (p-Wert = 1,000) und Parecoxib (p-Wert = 1,000) als auch für Metamizol im stationären Verlauf (p-Wert = 0,755).

Die bisherigen Publikationen zum FICB bei Hüft-TEP liefern bezüglich postoperativem Schmerzempfinden und Opioidbedarf uneinheitliche Ergebnisse, die sich nur teilweise mit den Ergebnissen aus dieser Studie decken. Desmet und Kollegen sowie Liu und Kollegen stellten in ihren Studien einen positiven Einfluss des FICB auf beide Parameter fest (Desmet et al. 2017, Liu et al. 2020). Diese Daten konnten mit der hier vorliegenden Studie nicht bestätigt werden. Ähnliche Resultate lieferten zwei andere Studien, die in ihrer Auswertung nahelegten, dass der FIB bei der Implantation einer Hüftprothese keinen Vorteil bietet (Shariat et al. 2013, Bober et al. 2020).

Stevens konnte in seiner Studie ebenfalls keinen positiven Effekt auf den wahrgenommenen Schmerz und den Morphinbedarf in den ersten postoperativen Stunden belegen. Nach 12 und 24 Stunden zeigte sich jedoch ein signifikant niedrigerer Morphinverbrauch bei den FICB-Patienten (Stevens et al. 2007). Eine mögliche Erklärung für diesen Effekt könnte in den verwendeten Wirkstoffen liegen. Stevens und Kollegen nutzten Bupivacain, welches eine längere Wirkdauer als Ropivacain hat. Zudem wurden Clonidin und Adrenalin als wirkungsverlängernde Adjuvantien injiziert. Diese Substanzkombination begründet möglicherweise das erst nach mehreren Stunden einsetzende Wirkmaximum des FICB und begünstigt die länger anhaltende Analgesie. Auch Bang und Kollegen nutzten Adrenalin als Adjuvans und konnten hiermit möglicherweise eine verbesserte Wirkung des FICB erzielen. Wie in den bisher vorgestellten Studien konnten zwar keine Signifikanz bezüglich des Schmerzempfindens festgestellt werden. Die detektierten Schmerzscores waren aber in beiden Gruppen sehr niedrig und konnten bei den FIB-Patienten mit einem

signifikant niedrigeren Morphinbedarf erreicht werden (Bang et al. 2016). Durch den Einsatz von Adjuvantien kann eine schneller einsetzende und länger anhaltende Wirkung von Regionalanästhesien erreicht werden. Allerdings sind viele dieser Wirkstoffe, so auch Clonidin, in Deutschland zur perineuralen Applikation nicht zugelassen und sollten im Off-Label-Use nur nach sorgfältiger Risiko-Nutzen-Abwägung eingesetzt werden. (Schäfer et al. 2019). Aus diesem Grund werden sie im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Trier nicht regelmäßig verwendet.

In der hier vorgestellten Studie konnten die Ergebnisse einer Untersuchung von Deniz und Kollegen nicht reproduziert werden. In ihrer Studie konnte eine Reduktion der Schmerzintensität und des postoperativen Opioidbedarfs durch den FICB nachgewiesen werden. Allerdings wurden nur Patienten in der Auswertung berücksichtigt, bei denen die sensorische Betäubung durch den Block mittels Pin-Prick-Test als suffizient gewertet wurde (Deniz et al. 2014). In der hier dargestellten Studie wurden alle FIB-Patienten eingeschlossen. Dies entspricht einer realitätsgetreueren Abbildung, denn um die Effektivität einer Regionalanästhesie in vollem Umfang beurteilt zu können, sollten auch die Fälle mit insuffizienter Wirkung in die Analyse einfließen.

Es wurde keine Signifikanz zwischen den Gruppen bezüglich der ersten Mobilisierung auf dem Zimmer festgestellt. Beide Gruppen konnten zügig mobilisiert werden und erreichten diese Belastung durchschnittlich am zweiten postoperativen Tag. Dieses Ergebnis spricht für eine suffiziente Analgesie bei allen Patienten. Ein Vorteil des FICB konnte jedoch nicht belegt werden.

Patienten, die einen FICB erhielten, konnten im Verlauf jedoch signifikant schneller eigenständig auf dem Flur laufen. Im Mittel erreichten Patienten der FICB-Gruppe diese Mobilisationsstufe am dritten postoperativen Tag, während die Patienten in der No-FICB-Gruppe dies erst am vierten postoperativen Tag schafften (p -Wert = 0,007). Dieser positive Effekt auf das frühpostoperative Outcome deutet auf eine lange und suffiziente Wirkung des FIB hin.

Bei der Fähigkeit zum Treppenlaufen, die in beiden Gruppen im Mittel am sechsten postoperativen Tag erreicht wurde, zeigte sich wiederum kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen. Dies könnte durch eine abklingende Wirkung der

Regionalanästhesie bedingt sein. Es sollte aber beachtet werden, dass diese recht hohe Form der Belastung nicht von allen Patienten erreicht werden konnte und sie zudem durch viele weitere Faktoren beeinflusst werden kann. Es wurde bspw. nicht erfasst, ob die Patienten präoperativ in der Lage waren, Treppen zu steigen, oder ob weitere muskuloskelettale Begleiterkrankungen vorlagen, die mit einer Einschränkung der Beweglichkeit einhergehen. Zur Auswertung lagen des Weiteren nur die Aktenvermerke der Physiotherapeuten über die durchgeführte Bewegung vor, jedoch keine detaillierten Berichte. Für eine dezidierte Analyse der postoperativen Mobilisierung könnte eine prospektive Studie mit Erhebung einer präoperativen Anamnese und standardisiertem Physiotherapieprotokoll aufschlussreich sein.

Morrison und Kollegen konnten in ihrer Studie ähnliche Ergebnisse hinsichtlich der Mobilisierung zeigen. Patienten mit FICB konnten dort drei Tage nach OP eine signifikant längere Gehstrecke zurücklegen als die Kontrollgruppe ohne Regionalanästhesie. Dies deckt sich mit den hier vorliegenden Ergebnissen. In der Untersuchung von Morrison konnten sogar drei Wochen postoperativ noch signifikant bessere Ergebnisse in der FICB-Gruppe nachgewiesen werden. Eine solche Langzeitwirkung zeigte sich in der hier durchgeführten Studie nicht. Eine mögliche Begründung für diesen Unterschied könnte darin liegen, dass Morrison und Kollegen einen kontinuierlichen FICB via Katheter applizierten und so die Wirkdauer des FICB im Vergleich zum Single-Shot-Verfahren optimierten (Morrison et al. 2016).

In einer Studie von Bravo zeigte sich, wie in der hier vorgestellten Studie, hinsichtlich der Mobilisation innerhalb des ersten postoperativen Tages keine Überlegenheit des FICB. Allerdings erfolgte hier ein Vergleich von FIB vs. LPB. Beide Blöcke konnten eine zufriedenstellende Analgesie erreichen. Im Verlauf konnten Bravo und Kollegen jedoch eine signifikant kürzere Krankenhausverweildauer in der FICB-Gruppe feststellen und somit einen positiven Effekt des FIB auf das postoperative Outcome belegen (Bravo et al. 2020). Dies ist übereinstimmend mit den Ergebnissen in der hier vorliegenden Studie. Die Patienten aus der FICB-Gruppe konnten im Mittel am achten postoperativen Tag und damit signifikant schneller als die Patienten aus der No-FICB-Gruppe (mittlere Entlassung am neunten postoperativen Tag) entlassen werden (p -Wert = 0,001). Zu gegensätzlichen Ergebnissen kamen Bober und Kollegen. Sie konnten weder eine schnellere Mobilisation noch Entlassfähigkeit für FIB vs. Placeblock zeigen (Bober et al. 2020).

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die aktuelle Studienlage zum FICB bei Hüft-TEP keine eindeutigen Ergebnisse bezüglich Gehfähigkeit und Krankenhausverweildauer liefern konnte. In der hier durchgeführten Studie kann in Anbetracht der entsprechenden Ergebnisse davon ausgegangen werden, dass der FICB einen positiven Einfluss auf das postoperative Outcome hatte. Patienten, die postoperativ starke Schmerzen verspüren, können häufig nur sehr eingeschränkt an Physiotherapiestunden teilnehmen und weisen somit eine verzögerte Mobilisation und schlechtere Gehfähigkeit auf. Morrison und Kollegen konnten diese Einschränkungen sogar noch ein halbes Jahr nach OP nachweisen (Morrison et al. 2003). Auch in anderen Studien konnte gezeigt werden, dass ein geringes Schmerzempfinden mit schnellerer Mobilisierung, Erholung und Entlassung assoziiert ist (Carr und Goudas 1999, Kehlet und Wilmore 2002). Zwar wurden in dieser Studie im stationären Verlauf keine NRS-Werte mehr erfasst und es konnten keine Unterschiede im postoperativen Opioidbedarf belegt werden, doch die besseren funktionalen Ergebnisse in der frühen postoperativen Phase und die schnellere Entlassfähigkeit sprechen aus den aufgeführten Gründen dennoch für eine Überlegenheit der multimodalen Schmerztherapie unter Anwendung des FICB.

Die postoperative Komplikationsrate unterschied sich zwischen beiden Gruppen nicht signifikant. In diesem Zusammenhang wurden auch keine mit Regionalanästhesien assoziierten Komplikationen wie Neuropathien oder Symptome einer Lokalanästhetika-Intoxikation erfasst (Auroy et al. 2002). Eine in bisherigen Studien mehrfach beschriebene motorische Schwäche nach FIB-Anlage zeigte sich in dieser Untersuchung ebenfalls nicht (Dochez et al. 2014, Bober et al. 2020). Insgesamt kann übereinstimmend mit der bekannten Literatur bestätigt werden, dass der FICB ein sehr sicheres und nebenwirkungsarmes Verfahren ist (Groot et al. 2015, Høgh et al. 2008, Lopez et al. 2003).

Eine Reduktion der Komplikationsraten durch den FIB konnte im Gegensatz zu den Studien von Morrison und Carr jedoch nicht gezeigt werden (Morrison et al. 2003, Carr und Goudas 1999). Während bei 17 Probanden der No-FICB-Gruppe eine Komplikation auftrat, waren in der FICB-Gruppe nur sieben Probanden von einer solchen betroffen. Dieser Unterschied zeigte zwar keine statistische Signifikanz, allerdings verfehlte der p-Wert von 0,068 das Signifikanzniveau nur knapp.

Möglicherweise war die Power der vorliegenden Studie zu gering, um die Unterschiede zwischen den Gruppen aufzudecken. Eine größere Stichprobenanzahl könnte die Teststärke erhöhen und somit auch die Wahrscheinlichkeit dafür, einen signifikanten Effekt zu detektieren.

5.4 Vergleich mit anderen Konzepten zur postoperativen Analgesie

Als mögliche schmerztherapeutische Verfahren bei Eingriffen an der unteren Extremität können PDK bzw. PCEA zum Einsatz kommen. Sie gehen mit einer sehr guten Analgesie einher. Wang und Kollegen konnten zeigen, dass die gemessenen Schmerzwerte unter PCEA bei Patienten nach Knie-TEP signifikant niedriger sind als bei der Anwendung von Regionalanästhesien. Allerdings wurde in ihrer Studie auch festgestellt, dass das Risikoprofil der PCEA deutlich größer ist. Bspw. traten signifikant häufiger motorische Einschränkungen auf, was negative Auswirkungen auf Rehabilitation und Belastung haben kann (Wang et al. 2023). Auch andere Untersuchungen bestätigen, dass es bei lumbaler PDA deutlich häufiger zu Komplikationen wie Hypotension oder Miktionsstörung kommt als nach Anlage peripherer Regionalanästhesien (Fowler et al. 2008). Diese Ergebnisse decken sich mit der hier vorliegenden Untersuchung, in der sich der FICB als sehr risikoarmes Verfahren gezeigt hat. Die signifikant schnellere Mobilisierung und Entlassfähigkeit sprechen sogar für einen Vorteil des FICB gegenüber der PDA. Die zum Teil beschriebene analgetische Überlegenheit der PDA gegenüber der Regionalanästhesie wurde in anderen Studien ebenfalls widerlegt. So stellten Pires Sousa und Kollegen nach Hüft-TEP z.B. keinen Unterschied bezüglich der gemessenen Schmerzscores und verabreichten Opioidmengen zwischen PENG-Block und PCEA bei gleichzeitig erhöhten Komplikationsraten fest (Pires Sousa et al. 2022). Zu diesen zählen auch katheterassoziierte Probleme (Singelyn et al. 2005). Im Gegensatz zur kontinuierlichen Infusion via PCEA oder PDK wurde der FICB in der hier vorliegenden Studie in Single-Shot-Technik durchgeführt, wodurch technische Probleme oder Katheterdislokationen ausgeschlossen sind. Auch die Überlegung, dass im Rahmen von multimodalen Analgesiekonzepten Standardverfahren etabliert werden sollen, die bei möglichst vielen Patienten zum Einsatz kommen können, spiegelt einen Vorteil des FICB gegenüber der PDA wider. Für die Anlage einer PDA existieren deutlich mehr Kontraindikationen und vor allem die Einnahme gerinnungshemmender Medikamente schließt vermutlich eine große Patientenzahl

aus. In der vorliegenden Studie wurde die Begleitmedikation der Probanden nicht untersucht. Insgesamt ist das Patientenkollektiv, das sich orthopädischen Eingriffen unterzieht, alternd (Woolf und Pflieger 2003). In der hier durchgeführten Untersuchung betrug das mittlere Alter ca. 69 Jahre und 48,8% der Patienten waren 70 Jahre oder älter. Es ist daher naheliegend, dass in dieser Population auch vermehrt Begleiterkrankungen vorhanden sind, die eine Antikoagulation erforderlich machen. Außerdem erhöht bspw. das Vorliegen einer Osteoporose, die ein häufiges Krankheitsbild bei Hüft-TEP-Patienten ist, zusätzlich das Risiko für spinale Hämatome nach PDA-Anlage (Moen et al. 2004). Eine Studie, die FICB und PDA bei Hüft-TEP miteinander vergleicht, ist nicht bekannt. Dennoch legen die vorgestellten Ergebnisse in Summe nahe, dass unter Risiko-Nutzen-Abwägung Regionalanästhesien bei Hüft-TEP-Patienten vorzuziehen sind. In der hier durchgeführten Studie konnte eine suffiziente und komplikationslose Analgesie mittels FICB erreicht werden.

Ein weiteres etabliertes Verfahren in der Schmerztherapie ist die PCIA. Laut einer Studie aus dem Jahr 2014 kommt ein Großteil der Pumpen in der Orthopädie (56,1 %) und Unfallchirurgie (14,7 %) zum Einsatz, vor allem nach endoprothetischen Eingriffen. Mit der PCIA kann bei 98,1% der Patienten eine gute bis sehr gute Therapiezufriedenheit erreicht werden (Sebastian 2014). Es hat sich allerdings auch gezeigt, dass die Zufriedenheit von Patienten mit PCA nur sehr schwach mit der empfundenen Schmerzstärke korreliert. Stattdessen haben regelmäßige Visiten durch den ASD einen hohen Einfluss auf die Patientenzufriedenheit (Gottschalk et al. 2004). Diese Erkenntnis hebt den Stellenwert einer engmaschigen Patientenbetreuung und umfassenden Aufklärung hervor. Bei den ASD-Visiten können im persönlichen Kontakt individuelle Fragen geklärt und Therapieziele besprochen werden. In der hier vorliegenden Studie wurde die Therapiezufriedenheit aufgrund des retrospektiven Studiendesigns nicht abgefragt. Es kann aber vermuten werden, dass auch eine Single-Shot-Regionalanästhesie nach entsprechender Aufklärung und Kommunikation eine hohe Patientenzufriedenheit erzielen kann. Ein möglicher Nachteil bei der PCIA ist das Auftreten opioidbedingter Nebenwirkungen. Diese können wiederum durch den Einsatz von peripheren Nervenblockaden reduziert werden (Richman et al. 2006). Zur Optimierung der Schmerztherapie ist auch eine Kombination von FICB und PCIA denkbar. Hierdurch kann der Patient sowohl von den Vorteilen der Regionalanästhesie profitieren als auch eine an seinen individuellen Bedarf adaptierte Opioidtitration

vornehmen. Ob die standardmäßige Etablierung einer PCIA nach Hüft-TEP sinnvoll ist, ist aus Kostengründen jedoch fraglich.

Eine Problematik aller kontinuierlichen Verfahren ist der damit verbundene hohe Kostenaufwand. Laut einer Untersuchung belaufen sich die durchschnittlichen Kosten einer PCEA in der Orthopädie auf 419€ ± 221€ pro Fall. Hiervon fallen 51 % für Personal, 35 % Material und 13 % für die PDK-Anlage an (Schuster et al. 2004). Eine PCIA ist mit ca. 100€ pro Fall deutlich kostengünstiger (Sebastian 2014). Dennoch erfolgt auch hier eine Anbindung an den ASD, was mit hohen Personalkosten einhergeht. Gleiches gilt für Katheterverfahren bei peripherer Regionalanästhesie. Zwar kann hiermit möglicherweise eine länger anhaltende Analgesie erzielt werden, jedoch sind Single-Shot-Verfahren deutlich kostengünstiger. In der hier vorliegenden Studie konnte durch den FICB eine suffiziente Schmerztherapie auch ohne Katheteranlage erzielt werden. Es scheint deshalb in Anbetracht der Kosten-Nutzen-Abwägung vertretbar, den FICB als Teil des multimodalen Schmerzkonzepts standardmäßig als Single-Shot-Verfahren durchzuführen. Trotzdem sollte im Einzelfall die Etablierung einer PCIA oder eines FIB-Katheters erwogen werden. Weitere Kosten-Nutzen-Analysen sind nötig, um diese Thematik final zu klären. Auch zu bedenken ist die zunehmende Durchführung von Hüft-TEP-Implantationen als ambulante Eingriffe. In diesen Fällen ist der Einsatz kontinuierlicher Verfahren nicht möglich und Single-Shot-Regionalanästhesien sind als Mittel der Wahl anzusehen.

Eine Regionalanästhesie, die mit größeren Risiken als der FICB assoziiert ist, ist der LPB. Es wurden in der Vergangenheit bspw. Fälle von muskulären und renalen Hämatomen beschrieben, die potenziell zu bleibenden Schäden führen können (Klein et al. 1997, Aida et al. 1996). In der hier vorliegenden Studie wurden nach FICB-Anlage keine Blutungskomplikationen festgestellt. Dies lässt sich durch anatomische Überlegungen begründen. Der LPB ist ein stammnaher Block, bei dem die Nadelpunktion in enger Lagebeziehung zu Organen und großen Gefäßen erfolgt. Sollte es zu einer versehentlichen Punktion dieser Strukturen kommen, ist die Blutstillung zusätzlich dadurch erschwert, dass keine manuelle Kompression möglich ist. Der FICB dagegen ist eine eher oberflächliche Regionalanästhesie. Zwar ist eine akzidentielle Punktion von A. oder V. femoralis möglich, unter sonografischer Kontrolle aber unwahrscheinlich. Eine Hämatombildung lässt sich durch manuelle Kompression der Leiste zudem leicht verhindern. Dementsprechend kann der FIB, anders als der

LPB, auch bei Patienten unter Antikoagulation angewendet werden. Es gibt somit nur sehr wenige Kontraindikationen für den FICB. Ein Großteil der Patientenpopulation, die sich einer Hüft-TEP-Implantation unterzieht, kann daher von ihm profitieren. Dies ist einer der Gründe, warum der FICB sich besonders gut eignet, um ihn als klinikinternen Standard zu etablieren, wie es im Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Trier der Fall ist.

Auch im Vergleich zum NFB scheint der FICB Vorteile zu haben. Eine häufige Komplikation nach Anlage eines NFB ist das Auftreten einer motorische Blockade (Kuchálik et al. 2017). Diese ist zwar auch beim FICB möglich, trat in der hier durchgeführten Studie aber bei keinem Patienten auf. Auch die beobachtete signifikant bessere Mobilisierung bei den FIB-Patienten spricht gegen eine motorische Einschränkung. Des Weiteren ist der FICB laut Tran und Kollegen sowohl analgetisch effektiver als auch zeit- und kosteneffizienter als der NFB (Tran et al. 2007). Eine mögliche Erklärung hierfür könnte sein, dass bei der FIB-Anlage keine Nervenstimulation erfolgt. Dies geht mit einer Zeit-, Material- und letztendlich Kosteneinsparung einher.

Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch die internationale Arbeitsgruppe für „procedure-specific postoperative pain management“ (PROSPECT). In ihrer Leitlinie zur Hüft-TEP wird aufgrund der in der Literatur beschriebenen Risikoprofile sowohl vom LPB als auch von NFB und PDA abgeraten und als Regionalanästhesie der FICB empfohlen (Anger et al. 2021). Dieses Statement stützt den in der hier vorliegenden Studie vorgestellten Ansatz, den FIB im Rahmen eines multimodalen Schmerzkonzeptes als Standardregionalanästhesie einzusetzen. Ebenso wird in der PROSPECT-Leitlinie aber auch die Möglichkeit zur Injektion einer lokalen Infiltrationsanästhesie (LIA) durch den Operateur genannt. Insgesamt gilt die LIA als nebenwirkungsarmes Verfahren, jedoch konnte ihr Nutzen bei Hüft-TEP bisher nicht klar belegt werden (Andersen und Kehlet 2014). In der hier vorliegenden Studie wurde nur der FICB als anästhesiologisches Verfahren untersucht. Bei der Erarbeitung multimodaler Analgesiekonzepte ist aber auch die interdisziplinäre Zusammenarbeit von großer Bedeutung. In diesem Sinne wäre eine Untersuchung möglicher Vor- und Nachteile oder gar additiver Effekte von LIA und FICB interessant. Hierzu müssen weitere Studien abgewartet werden.

Eine weitere Regionalanästhesie, die bei einer Hüft-OP zum Einsatz kommen kann, ist der in der jüngeren Vergangenheit vorgestellte PENG-Block. Er soll eine rein sensible Blockade der Hüftgelenkscapsel ermöglichen. In einer Studie von Aliste und Kollegen konnte gezeigt werden, dass der PENG-Block signifikant weniger motorische Schwächen des M. quadriceps femoris und der Hüftadduktoren hervorruft als der FICB. Jedoch führte dies zu keinem Unterschied bezüglich der Physiotherapiefähigkeiten zwischen den Patientengruppen und auch die Analgesie beider Blöcke war gleichwertig. Die komplette Vermeidung motorischer Beeinträchtigungen nach PENG-Block-Anlage konnte ebenfalls nicht belegt werden (Aliste et al. 2021). Im Vergleich dazu wurde in der hier durchgeführten Studie nicht von motorischen Einschränkungen durch den FICB berichtet. Dies kann jedoch darin begründet liegen, dass die Motorik, bedingt durch das retrospektive Studiendesign, nicht standardisiert untersucht und gemessen wurde. So sind möglicherweise geringgradige Schwächen zwar aufgetreten, aber nicht erfasst worden. Die gute Mobilisationsfähigkeit und signifikant kürzere Krankenhausverweildauer, die Aliste für den PENG-Block im Vergleich zum FICB nicht zeigen konnte, deutet aber nicht auf eine relevante motorische Einschränkung durch den FICB hin. Eine andere Studie, in der FICB und PENG-Block bei Hüft-TEP-Implantationen miteinander verglichen wurden, konnte die Überlegenheit des PENG-Blocks ebenfalls nicht bestätigen. Hier wurde die Motorik sowohl prä- als auch postoperativ mittels Dynamometer gemessen und es zeigte sich in beiden Gruppen eine postoperative Quadrizepskraftminderung ohne signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen (Choi et al. 2022). Diese Ergebnisse legen einen möglichen Einfluss operativer Faktoren auf die Muskelkraft nahe. So könnte z.B. der chirurgische Zugangsweg oder das aus der OP resultierende Gewebetrauma für die Muskelschwäche verantwortlich sein und nicht das injizierte Lokalanästhetikum. Um diese Vermutung zu klären, wäre eine Studie, die beide Blöcke mit einer dritten Gruppe ohne Regionalanästhesieanlage untersucht, geeignet. Insgesamt lässt sich festhalten, dass sowohl der FICB als auch der PENG-Block eine suffiziente Analgesie erzeugen und die Überlegenheit des PENG-Blocks bezüglich der motorischen Komplikationen zum aktuellen Zeitpunkt fraglich bleibt. Auch eine Metaanalyse aus dem Jahr 2023 betont, dass der PENG-Block zwar vorteilhaft zu sein scheint, die Studienlage bisher aber sehr heterogene Ergebnisse liefert, sodass weitere Studien nötig sind, um eine klare Aussage treffen zu können (Andrade et al. 2023).

5.5 Limitationen

Einige Limitationen dieser Studie ergeben sich durch die retrospektive Datenerhebung. So konnte bspw. der NRS-Wert im AWR nicht bei allen Patienten lückenlos erfasst werden und auch eine Verfolgung dieses Parameters im stationären Verlauf war nicht möglich. Ebenso konnten die Zeitangaben von OP-, Anästhesie- und AWR-Verweildauer anhand der Narkoseprotokolle nur näherungsweise bestimmt werden. Die Medikamentengaben im stationären Verlauf konnten aufgrund von zum Teil unterschiedlich oder unübersichtlich durchgeführter Aktendokumentation nur in beschränktem Ausmaß erfasst werden. Insbesondere eine Erhebung des Opioidbedarfs zu definierten postoperativen Zeitpunkten war nicht möglich.

6 Zusammenfassung

In dieser Studie wurde der Einfluss des FICB auf das postoperative Outcome bei Patienten, die sich der elektiven Erstimplantation einer Hüft-TEP unterzogen, untersucht. Hierzu erfolgte die Erstellung einer retrospektiven Datenbank mit nachfolgender Analyse einer Interventions- und Kontrollgruppe.

Es konnte gezeigt werden, dass die Patienten, bei denen die präoperative Anlage eines FICB erfolgte, einen signifikant reduzierten intraoperativen Opioidbedarf hatten. Ebenso konnten die Patienten im stationären Verlauf signifikant schneller mobilisiert und entlassen werden. Die Ergebnisse sprechen für die Effektivität des FICB und eine langanhaltende Wirkung. Hierdurch können mögliche opioidbedingte Nebenwirkungen reduziert und die Rehabilitation der Patienten positiv beeinflusst werden. Insbesondere vulnerable Patientengruppen können von einer FIB-Anlage profitieren.

Die empfundene Schmerzintensität bei Eintreffen im AWR zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen. Leicht verringert, aber nicht statistisch signifikant, waren der postoperative Opioidverbrauch sowohl im AWR als auch im stationären Verlauf und das Auftreten von postoperativen Komplikationen in der FICB-Gruppe.

Die Anästhesiedauer in der Interventionsgruppe war signifikant länger und der zeitliche Mehraufwand in der FICB-Gruppe betrug im Mittel etwas weniger als 9 Minuten. Diese Zeitspanne kann als vertretbar gewertet werden und möglicherweise durch weitere Schulungen und Optimierung der Abläufe in Zukunft noch minimiert werden.

Ebenso wurde ein signifikant höherer Blutverlust bei den Patienten, die einen FICB erhielten, festgestellt. Die klinische Relevanz dieses Ergebnisses schien allerdings gering. Dennoch sollte der Effekt berücksichtigt und insbesondere bei Risikopatienten mit kardiovaskulären Vorerkrankungen oder bei Operationen mit hohem Blutungsrisiko vor FIB-Anlage beachtet werden.

Insgesamt ist der FICB ein schnell durchführbares, sicheres und effektives regionalanästhesiologisches Verfahren bei elektiven Hüft-TEP-Erstimplantationen. Ein positiver Einfluss auf das postoperative Outcome konnte im Sinne des reduzierten intraoperativen Opioidbedarfs und der zügigeren Mobilisation und Entlassung

festgestellt werden, auch wenn sich keine Reduktion im postoperativen Opioidkonsum zeigte.

Im Vergleich zu PCEA, PCIA, LBP und NFB hat der FICB einige Vorteile hinsichtlich möglicher Komplikationen, Kontraindikationen und Kosten-Nutzen-Überlegungen. Dadurch kann er bei einem Großteil der Patienten, die sich einer Hüft-TEP-Implantation unterziehen, zur Anwendung kommen und eignet sich somit gut als anästhesiologisches Standardverfahren im Rahmen eines multimodalen Analgesiekonzepts.

In Zukunft sollten mögliche Maßnahmen zur Optimierung der FIB-Wirkung evaluiert werden. Hierzu zählen z.B. die Injektion von Adjuvanzen oder die Verwendung von kontinuierlichen FIB-Kathetern. Da die meisten der als Adjuvans eingesetzten Substanzen bisher aber nur im Off-Label-Use verwendet werden können, bleiben weitere Studien und ggf. Zulassungen abzuwarten. Auch die Durchführung von Kosten-Nutzen-Analysen bezüglich personal- und kostenintensiver Katheterverfahren sollte erwogen werden. In Anbetracht steigender ambulanter Eingriffszahlen scheinen kontinuierliche Verfahren bei Hüft-TEP jedoch insgesamt an Bedeutung zu verlieren. Zu guter Letzt bleiben auch die Etablierung und Untersuchung neuer Techniken wie dem PENG-Block oder der LIA abzuwarten.

7 Literaturverzeichnis

- Aida, S., Takahashi, H. & Shimoji, K. (1996) Renal subcapsular hematoma after lumbar plexus block. *Anesthesiology*, 84(2):452-455.
- Aliste, J., Layaera, S., Bravo, D., Jara, Á., Muñoz, G., Barrientos, C., Wulf, R., Brañez, J., Finlayson, R. J. & Tran, Q. (2021) Randomized comparison between pericapsular nerve group (PENG) block and suprainguinal fascia iliaca block for total hip arthroplasty. *Reg Anesth Pain Med*, 46(10):874-878.
- Andersen, L. & Kehlet, H. (2014) Analgesic efficacy of local infiltration analgesia in hip and knee arthroplasty: a systematic review. *Br J Anaesth*, 113(3):360-374.
- Andrade, P. P., Lombardi, R. A., Marques, I. R., Braga, A., Isaias, B. R. S. & Heiser, N. E. (2023) Pericapsular Nerve Group (PENG) block versus fascia iliaca compartment (FI) block for hip surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Braz J Anesthesiol*, 73(6):794-809.
- Anger, M., Valovska, T., Beloeil, H., Lirk, P., Joshi, G. P., Van de Velde, M. & Raeder, J. (2021) PROSPECT guideline for total hip arthroplasty: a systematic review and procedure-specific postoperative pain management recommendations. *Anaesthesia*, 76(8):1082-1097.
- Angster, R. (2019a) Postoperative Schmerztherapie: Regionale Analgesie. In: Rossaint, R., Werner, C. & Zwißler, B., Hrsg. *Die Anästhesiologie*. 4. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1907-1924.
- Angster, R. (2019b) Postoperative Schmerztherapie: Systemische Analgesie. In: Rossaint, R., Werner, C. & Zwißler, B., Hrsg. *Die Anästhesiologie*. 4. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1891-1905.
- Apfelbaum, J. L., Chen, C., Mehta, S. S. & Gan, T. J. (2003) Postoperative pain experience: results from a national survey suggest postoperative pain continues to be undermanaged. *Anesth Analg*, 97(2):534-540.
- Atchabahian, A. & Brown, A. R. (2001) Postoperative neuropathy following fascia iliaca

compartment blockade. *Anesthesiology*, 94(3):534-536.

Auroy, Y., Benhamou, D., Bargues, L., Ecoffey, C., Falissard, B., Mercier, F. J., Bouaziz, H. & Samii, K. (2002) Major complications of regional anesthesia in France: The SOS Regional Anesthesia Hotline Service. *Anesthesiology*, 97(5):1274-1280.

Aynardi, M., Post, Z., Ong, A., Orozco, F. & Sukin, D. C. (2014) Outpatient surgery as a means of cost reduction in total hip arthroplasty: a case-control study. *Hss j*, 10(3):252-255.

Bang, S., Chung, J., Jeong, J., Bak, H. & Kim, D. (2016) Efficacy of ultrasound-guided fascia iliaca compartment block after hip hemiarthroplasty: A prospective, randomized trial. *Medicine (Baltimore)*, 95(39):e5018.

Benrath, J., Hatzenbühler, M., Fresenius, M. & Heck, M. (2020) Akute perioperative Schmerztherapie. In: Benrath, J., Hatzenbühler, M., Fresenius, M. & Heck, M., Hrsg. *Repetitorium Schmerztherapie: Zur Vorbereitung auf die Prüfung Spezielle Schmerztherapie*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 105-142.

Beubler, E. (2020) Arzneimittel in der Schmerztherapie. In: Beubler, E., Hrsg. *Kompendium der medikamentösen Schmerztherapie: Wirkungen, Nebenwirkungen und Kombinationsmöglichkeiten*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 11-17.

Birnbaum, K., Prescher, A., Hessler, S. & Heller, K. D. (1997) The sensory innervation of the hip joint - An anatomical study. *Surg Radiol Anat*, 19(6):371-375.

Blackford, D. & Westhoffen, P. (2009) Accidental bladder puncture: a complication of a modified fascia iliaca block. *Anaesth Intensive Care*, 37(1):140-141.

Bober, K., Kadado, A., Charters, M., Ayoola, A. & North, T. (2020) Pain Control After Total Hip Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial Determining Efficacy of Fascia Iliaca Compartment Blocks in the Immediate Postoperative Period. *J Arthroplasty*, 35(6s):241-245.

- Bravo, D., Layera, S., Aliste, J., Jara, Á., Fernández, D., Barrientos, C., Wulf, R., Muñoz, G., Finlayson, R. J. & Tran, Q. (2020) Lumbar plexus block versus suprainguinal fascia iliaca block for total hip arthroplasty: A single-blinded, randomized trial. *J Clin Anesth*, 66:109907.
- Büttner, J., Bürkle, H., Gogarten, W. & Wulf, H. (2005) Thromboembolieprophylaxe bei peripheren Blockadetechniken zur Regionalanästhesie. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästh Intensivmed*, 46:319-322.
- Capdevila, X., Biboulet, P., Bouregba, M., Barthelet, Y., Rubenovitch, J. & d'Athis, F. (1998) Comparison of the three-in-one and fascia iliaca compartment blocks in adults: clinical and radiographic analysis. *Anesth Analg*, 86(5):1039-1044.
- Carr, D. B. & Goudas, L. C. (1999) Acute pain. *Lancet*, 353(9169):2051-2058.
- Charnley, J. (1961) Arthroplasty of the hip. A new operation. *Lancet*, 1(7187):1129-1132.
- Chayen, D., Nathan, H. & Chayen, M. (1976) The psoas compartment block. *Anesthesiology*, 45(1):95-99.
- Choi, Y. S., Park, K. K., Lee, B., Nam, W. S. & Kim, D. H. (2022) Pericapsular Nerve Group (PENG) Block versus Supra-Inguinal Fascia Iliaca Compartment Block for Total Hip Arthroplasty: A Randomized Clinical Trial. *J Pers Med*, 12(3):408.
- Craß, D., Gerheuser, F. & Schwemmer, U. (2019) Periphere Regionalanästhesie: Stammnahe Blockaden an der unteren Extremität. In: Rossaint, R., Werner, C. & Zwißler, B., Hrsg. *Die Anästhesiologie*. 4. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 907-929.
- Dalens, B., Vanneuville, G. & Tanguy, A. (1989) Comparison of the fascia iliaca compartment block with the 3-in-1 block in children. *Anesth Analg*, 69(6):705-713.
- Deniz, S., Atım, A., Kürklü, M., Çaycı, T. & Kurt, E. (2014) Comparison of the postoperative analgesic efficacy of an ultrasound-guided fascia iliaca compartment

block versus 3 in 1 block in hip prosthesis surgery. *Agri*, 26(4):151-157.

Desmet, M., Vermeulen, K., Van Herreweghe, I., Carlier, L., Soetens, F., Lambrecht, S., Croes, K., Pottel, H. & Van de Velde, M. (2017) A Longitudinal Supra-Inguinal Fascia Iliaca Compartment Block Reduces Morphine Consumption After Total Hip Arthroplasty. *Reg Anesth Pain Med*, 42(3):327-333.

Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) (2021) S1-Leitlinie Rückenmarknahe Regionalanästhesien und Thromboembolieprophylaxe / antithrombotische Medikation [Internet]. Version 5.1. 20.05.2021 [zitiert am 10.05.2025]. URL: https://register.awmf.org/assets/guidelines/001-005l_S1_Rueckenmarksnahe-Regionalanaesthesien-Thrombembolieprophylaxe-antithrombotische-Medikation_2021-10_1.pdf.

Dochez, E., van Geffen, G. J., Bruhn, J., Hoogerwerf, N., van de Pas, H. & Scheffer, G. (2014) Prehospital administered fascia iliaca compartment block by emergency medical service nurses, a feasibility study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 22:38.

Dolin, S. J., Cashman, J. N. & Bland, J. M. (2002) Effectiveness of acute postoperative pain management: I. Evidence from published data. *Br J Anaesth*, 89(3):409-423.

Endoprothesenregister Deutschland (EPRD) (2022) Endoprothesenregister Deutschland (EPRD): Jahresbericht 2022 [Internet]. Oktober 2022 [zitiert am 06.01.2023]. URL: https://www.eprd.de/fileadmin/user_upload/Dateien/Publikationen/Berichte/Jahresbericht2022-Status5_2022-10-25_F.pdf.

Foss, N. B., Kristensen, B. B., Bundgaard, M., Bak, M., Heiring, C., Virkelyst, C., Hougaard, S. & Kehlet, H. (2007) Fascia iliaca compartment blockade for acute pain control in hip fracture patients: a randomized, placebo-controlled trial. *Anesthesiology*, 106(4):773-778.

Fowler, S. J., Symons, J., Sabato, S. & Myles, P. S. (2008) Epidural analgesia compared with peripheral nerve blockade after major knee surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Br J Anaesth*, 100(2):154-164.

- Freissmuth, M., Offermanns, S. & Böhm, S. (2020) *Pharmakologie und Toxikologie: Von den molekularen Grundlagen zur Pharmakotherapie*. 3. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 286.
- Fuchs, J., Kuhnert, R. & Scheidt-Nave, C. (2017) 12-Monats-Prävalenz von Arthrose in Deutschland. *J Health Monit*, 2(3):55-60.
- Gan, T. J. (2017) Poorly controlled postoperative pain: prevalence, consequences, and prevention. *J Pain Res*, 10:2287-2298.
- Gao, Y., Tan, H., Sun, R. & Zhu, J. (2019) Fascia iliaca compartment block reduces pain and opioid consumption after total hip arthroplasty: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg*, 65:70-79.
- Gardner, E. (1948) The innervation of the hip joint. *Anat Rec*, 101(3):353-371.
- Gerheuser, F. & Roth, A. (2007) Periduralanästhesie. *Anaesthesist*, 56(5):499-526.
- Girón-Arango, L., Peng, P. W. H., Chin, K. J., Brull, R. & Perlas, A. (2018) Pericapsular Nerve Group (PENG) Block for Hip Fracture. *Reg Anesth Pain Med*, 43(8):859-863.
- Godoy Monzon, D., Iserson, K. V. & Vazquez, J. A. (2007) Single fascia iliaca compartment block for post-hip fracture pain relief. *J Emerg Med*, 32(3):257-262.
- Gomez, P. F. & Morcuende, J. A. (2005) Early attempts at hip arthroplasty--1700s to 1950s. *Iowa Orthop J*, 25:25-29.
- Gottschalk, A., Freitag, M., Liehr, K., Domke, A., Schuster, M. & Standl, T. (2004) Korreliert die Patientenzufriedenheit mit dem Schmerzniveau bei der Anwendung von patientenkontrollierter Epiduralanalgesie? Evaluation der Daten eines postoperativen Schmerzdienstes. *Schmerz*, 18(2):145-150.
- Groot, L., Dijkman, L. M., Simons, M. P., Zwartsenburg, M. M. & Rebel, J. R. (2015) Single Fascia Iliaca Compartment Block is Safe and Effective for Emergency Pain Relief in Hip-fracture Patients. *West J Emerg Med*, 16(7):1188-1193.

- Haboush, E. J. (1953) A new operation for arthroplasty of the hip based on biomechanics, photoelasticity, fast-setting dental acrylic, and other considerations. *Bull Hosp Joint Dis*, 14(2):242-277.
- Halder, A. M., Stiehler, M. & Günther, K.-P. (2012) Historie und Epidemiologie. In: Claes, L., Kirschner, P., Perka, C. & Rudert, M., Hrsg. *AE-Manual der Endoprothetik*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1-20.
- Hartog, Y. M., Mathijssen, N. M. & Vehmeijer, S. B. (2015) Total hip arthroplasty in an outpatient setting in 27 selected patients. *Acta Orthop*, 86(6):667-670.
- Høgh, A., Dremstrup, L., Jensen, S. S. & Lindholt, J. (2008) Fascia iliaca compartment block performed by junior registrars as a supplement to pre-operative analgesia for patients with hip fracture. *Strategies Trauma Limb Reconstr*, 3(2):65-70.
- Husted, H., Hansen, H. C., Holm, G., Bach-Dal, C., Rud, K., Andersen, K. L. & Kehlet, H. (2010) What determines length of stay after total hip and knee arthroplasty? A nationwide study in Denmark. *Arch Orthop Trauma Surg*, 130(2):263-268.
- Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG) (2020) Bundesauswertung zum Erfassungsjahr 2019: Hüftendoprothesenversorgung - Qualitätsindikatoren und Kennzahlen [Internet]. Stand 14.07.2020 [zitiert am 14.01.2023]. URL: https://iqtig.org/downloads/auswertung/2019/hep/QSKH_HEP_2019_BUAW_V02_2020-07-14.pdf.
- Jeng, C. L. & Rosenblatt, M. A. (2022) Lower extremity nerve blocks: Techniques [Internet]. In: Post, T. W., Maniker, R. & Crowley, M., Hrsg. *UpToDate*. Waltham, MA: UpToDate Inc. Letzte Aktualisierung am 04.02.2022 [zitiert am 18.01.2018]. URL: https://www.uptodate.com/contents/lower-extremity-nerve-blocks-techniques?search=Lower%20extremity%20nerve%20blocks:%20Techniques%200Topic&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1.
- Joshi, G., Gandhi, K., Shah, N., Gadsden, J. & Corman, S. L. (2016) Peripheral nerve blocks in the management of postoperative pain: challenges and opportunities. *J Clin Anesth*, 35:524-529.

- Judet, J. & Judet, R. (1950) The use of an artificial femoral head for arthroplasty of the hip joint. *J Bone Joint Surg Br*, 32-b(2):166-173.
- Kehlet, H. & Wilmore, D. W. (2002) Multimodal strategies to improve surgical outcome. *Am J Surg*, 183(6):630-641.
- Kiaer, S. (1952) Hip arthroplasty with acrylic prosthesis. *Acta Orthop Scand*, 22(2):126-140.
- Klein, S. M., D'Ercole, F., Greengrass, R. A. & Warner, D. S. (1997) Enoxaparin associated with psoas hematoma and lumbar plexopathy after lumbar plexus block. *Anesthesiology*, 87(6):1576-1579.
- Kuchálik, J., Magnuson, A., Lundin, A. & Gupta, A. (2017) Local infiltration analgesia or femoral nerve block for postoperative pain management in patients undergoing total hip arthroplasty. A randomized, double-blind study. *Scand J Pain*, 16:223-230.
- Lassen, C. L., Link, F., Lindenberg, N., Klier, T. W., Graf, B. M., Maier, C. & Wiese, C. H. R. (2013) Anästhesiologische Akutschmerztherapie in Deutschland. *Anaesthesist*, 62(5):355-364.
- Liu, S. S., Allen, H. W. & Olsson, G. L. (1998) Patient-controlled epidural analgesia with bupivacaine and fentanyl on hospital wards: prospective experience with 1,030 surgical patients. *Anesthesiology*, 88(3):688-695.
- Liu, X., Hu, X., Li, R. & Zhang, Y. (2020) Combination of post-fascia iliaca compartment block and dexmedetomidine in pain and inflammation control after total hip arthroplasty for elder patients: a randomized control study. *J Orthop Surg Res*, 15(1):42.
- Lopez, S., Gros, T., Bernard, N., Plasse, C. & Capdevila, X. (2003) Fascia iliaca compartment block for femoral bone fractures in prehospital care. *Reg Anesth Pain Med*, 28(3):203-207.
- Maheshwari, A. V., Boutary, M., Yun, A. G., Sirianni, L. E. & Dorr, L. D. (2006) Multimodal analgesia without routine parenteral narcotics for total hip arthroplasty.

Clin Orthop Relat Res, 453:231-238.

- Makito, K., Mouri, H., Matsui, H., Michihata, N., Fushimi, K. & Yasunaga, H. (2021) Spinal epidural hematoma and abscess after neuraxial anesthesia: a historical cohort study using the Japanese Diagnosis Procedure Combination database. *Can J Anaesth*, 68(1):42-52.
- Marhofer, P., Nasel, C., Sitzwohl, C. & Kapral, S. (2000) Magnetic resonance imaging of the distribution of local anesthetic during the three-in-one block. *Anesth Analg*, 90(1):119-124.
- McRae, P. J., Bendall, J. C., Madigan, V. & Middleton, P. M. (2015) Paramedic-performed Fascia Iliaca Compartment Block for Femoral Fractures: A Controlled Trial. *J Emerg Med*, 48(5):581-589.
- Moen, V., Dahlgren, N. & Irestedt, L. (2004) Severe neurological complications after central neuraxial blockades in Sweden 1990-1999. *Anesthesiology*, 101(4):950-959.
- Moore, A. T. & Bohlman, H. R. (2006) Metal hip joint: a case report. 1942. *Clin Orthop Relat Res*, 453:22-24.
- Morau, D., Lopez, S., Biboulet, P., Bernard, N., Amar, J. & Capdevila, X. (2003) Comparison of continuous 3-in-1 and fascia Iliaca compartment blocks for postoperative analgesia: feasibility, catheter migration, distribution of sensory block, and analgesic efficacy. *Reg Anesth Pain Med*, 28(4):309-314.
- Morrison, R. S., Dickman, E., Hwang, U., Akhtar, S., Ferguson, T., Huang, J., Jeng, C. L., Nelson, B. P., Rosenblatt, M. A., Silverstein, J. H., Strayer, R. J., Torrillo, T. M. & Todd, K. H. (2016) Regional Nerve Blocks Improve Pain and Functional Outcomes in Hip Fracture: A Randomized Controlled Trial. *J Am Geriatr Soc*, 64(12):2433-2439.
- Morrison, S. R., Magaziner, J., McLaughlin, M. A., Orosz, G., Silberzweig, S. B., Koval, K. J. & Siu, A. L. (2003) The impact of post-operative pain on outcomes following hip fracture. *Pain*, 103(3):303-311.

- Mouzopoulos, G., Vasiliadis, G., Lasanianos, N., Nikolaras, G., Morakis, E. & Kaminaris, M. (2009) Fascia iliaca block prophylaxis for hip fracture patients at risk for delirium: a randomized placebo-controlled study. *J Orthop Traumatol*, 10(3):127-133.
- Neugebauer, E., Sauerland, S., Keck, V., Simanski, C. & Witte, J. (2003) Leitlinien Akutschmerztherapie und ihre Umsetzung in der Chirurgie. Eine deutschlandweite Klinikumfrage. *Chirurg*, 74(3):235-238.
- Nikolajsen, L., Brandsborg, B., Lucht, U., Jensen, T. S. & Kehlet, H. (2006) Chronic pain following total hip arthroplasty: a nationwide questionnaire study. *Acta Anaesthesiol Scand*, 50(4):495-500.
- Odor, P. M., Chis Ster, I., Wilkinson, I. & Sage, F. (2017) Effect of admission fascia iliaca compartment blocks on post-operative abbreviated mental test scores in elderly fractured neck of femur patients: a retrospective cohort study. *BMC Anesthesiol*, 17(1):2.
- Opperer, M., Danninger, T., Stundner, O. & Memtsoudis, S. G. (2014) Perioperative outcomes and type of anesthesia in hip surgical patients: An evidence based review. *World J Orthop*, 5(3):336-343.
- Pires Sousa, I., Leite da Silva Peixoto, C. I., Fernandes Coimbra, L. A. & da Costa Rodrigues, F. M. (2022) Comparison of pericapsular nerve group (PENG) block and epidural analgesia following total hip arthroplasty: A retrospective analysis. *Rev Esp Anesthesiol Reanim (Engl Ed)*, 69(10):632-639.
- Reske, A. W., Reske, A. P., Meier, V. & Wiegel, M. (2009) Periphere Nervenblockaden an der unteren Extremität. Klinisch-praktische Aspekte. *Anaesthesist*, 58(10):1055-1072.
- Richman, J. M., Liu, S. S., Courpas, G., Wong, R., Rowlingson, A. J., McGready, J., Cohen, S. R. & Wu, C. L. (2006) Does continuous peripheral nerve block provide superior pain control to opioids? A meta-analysis. *Anesth Analg*, 102(1):248-257.
- Rodriguez, J. A., Deshmukh, A. J., Rathod, P. A., Greiz, M. L., Deshmane, P. P.,

- Hepinstall, M. S. & Ranawat, A. S. (2014) Does the direct anterior approach in THA offer faster rehabilitation and comparable safety to the posterior approach? *Clin Orthop Relat Res*, 472(2):455-463.
- Rosero, E. B. & Joshi, G. P. (2016) Nationwide incidence of serious complications of epidural analgesia in the United States. *Acta Anaesthesiol Scand*, 60(6):810-820.
- Schäfer, M. (2011) Opiode. In: Tonner, P. H. & Hein, L., Hrsg. *Pharmakotherapie in der Anästhesie und Intensivmedizin*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 109-130.
- Schäfer, M., Mousa, S. A., Shaqura, M. & Tafelski, S. (2019) Hintergrund und aktueller Einsatz von Adjuvantien für die Regionalanästhesie. *Anaesthesist*, 68(1):3-14.
- Schuster, M., Gottschalk, A., Freitag, M. & Standl, T. (2004) Cost drivers in patient-controlled epidural analgesia for postoperative pain management after major surgery. *Anesth Analg*, 98(3):708-713.
- Sebastian, H. (2014) Patientenkontrollierte i.v.-Analgesie mit Piritramid vs. Oxycodon. Opiatinduzierte Nebenwirkungen. *Schmerz*, 28(6):614-621.
- Shariat, A. N., Hadzic, A., Xu, D., Shastri, U., Kwofie, K., Gandhi, K., McCally, C. M., Gratenstein, K., Vandepitte, C., Gadsden, J. & Unis, D. (2013) Fascia Iliaca block for analgesia after hip arthroplasty: a randomized double-blind, placebo-controlled trial. *Reg Anesth Pain Med*, 38(3):201-205.
- Short, A. J., Barnett, J. J. G., Gofeld, M., Baig, E., Lam, K., Agur, A. M. R. & Peng, P. W. H. (2018) Anatomic Study of Innervation of the Anterior Hip Capsule: Implication for Image-Guided Intervention. *Reg Anesth Pain Med*, 43(2):186-192.
- Singelyn, F. J., Ferrant, T., Malisse, M. F. & Joris, D. (2005) Effects of intravenous patient-controlled analgesia with morphine, continuous epidural analgesia, and continuous femoral nerve sheath block on rehabilitation after unilateral total-hip arthroplasty. *Reg Anesth Pain Med*, 30(5):452-457.
- Smith-Petersen, M. N. (1948) Evolution of mould arthroplasty of the hip joint. *J Bone*

Joint Surg Br, 30b(1):59-75.

Stamer, U., Mpasios, N., Stüber, F., Laubenthal, H. & Maier, C. (2002) Postoperative Schmerztherapie in Deutschland Ergebnisse einer Umfrage. *Anaesthesist*, 51(4):248-257.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2022) DRG-Statistik 2021: Operationen und Prozeduren auf Basis des 4-stelligen OPS der vollstationären Patientinnen und Patientin in Krankenhäusern [Internet]. 22.09.2022 [zitiert am 17.01.2023]. URL: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Publikationen/Downloads-Krankenhaeuser/operationen-prozeduren-5231401217014.pdf?__blob=publicationFile.

Stevens, M., Harrison, G. & McGrail, M. (2007) A modified fascia iliaca compartment block has significant morphine-sparing effect after total hip arthroplasty. *Anaesth Intensive Care*, 35(6):949-952.

Striebel, H. W. (2019) *Die Anästhesie*. 4. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 347.

Thompson, F. R. (1966) An essay on the development of arthroplasty of the hip. *Clin Orthop Relat Res*, 44:73-82.

Tran, D. Q., Clemente, A. & Finlayson, R. J. (2007) A review of approaches and techniques for lower extremity nerve blocks. *Can J Anaesth*, 54(11):922-934.

Vermeulen, K., Soetens, F., Leunen, I., Hadzic, A., Van Boxtael, S., Pomés, J., Prats-Galino, A., Van de Velde, M., Neyrinck, A. & Sala-Blanch, X. (2018) The effect of the volume of supra-inguinal injected solution on the spread of the injectate under the fascia iliaca: a preliminary study. *J Anesth*, 32(6):908-913.

Walder, B., Schafer, M., Henzi, I. & Tramèr, M. R. (2001) Efficacy and safety of patient-controlled opioid analgesia for acute postoperative pain. A quantitative systematic review. *Acta Anaesthesiol Scand*, 45(7):795-804.

Wang, T. K., Wang, Y. Y., Ku, M. C., Huang, K. C., Tong, K. M., Wu, C. C. & Tsai, Y.

- H. (2023) A Retrospective Comparison of Clinical Efficacy between Multimodal Analgesia and Patient-Controlled Epidural Analgesia in Patients Undergoing Total Knee Arthroplasty. *Medicina (Kaunas)*, 59(12):2137.
- Wang, Z., Hou, J. Z., Wu, C. H., Zhou, Y. J., Gu, X. M., Wang, H. H., Feng, W., Cheng, Y. X., Sheng, X. & Bao, H. W. (2018) A systematic review and meta-analysis of direct anterior approach versus posterior approach in total hip arthroplasty. *J Orthop Surg Res*, 13(1):229.
- Wathen, J. E., Gao, D., Merritt, G., Georgopoulos, G. & Battan, F. K. (2007) A randomized controlled trial comparing a fascia iliaca compartment nerve block to a traditional systemic analgesic for femur fractures in a pediatric emergency department. *Ann Emerg Med*, 50(2):162-171.e1.
- 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(3):159-180.
- Winnie, A. P., Ramamurthy, S. & Durrani, Z. (1973) The inguinal paravascular technic of lumbar plexus anesthesia: the "3-in-1 block". *Anesth Analg*, 52(6):989-996.
- Woolf, A. D. & Pfleger, B. (2003) Burden of major musculoskeletal conditions. *Bull World Health Organ*, 81(9):646-656.
- Zhang, X. Y. & Ma, J. B. (2019) The efficacy of fascia iliaca compartment block for pain control after total hip arthroplasty: a meta-analysis. *J Orthop Surg Res*, 14(1):33.

8 Danksagung

9 Tabellarischer Lebenslauf