

Aus der Klinik für
Anästhesiologie und operative Intensivmedizin
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Postoperative Analgesie nach Knieendoprothetik: Ver-
gleich der kontinuierlichen Psoaskompartment-
/Ischiadicusblockade mit der kontinuierlichen Epidura-
lanalgesie und der patientenkontrollierten intravenösen
Opioidtherapie**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Kristin Priem

aus Frankfurt (Oder)

Gutachter: 1.Prof. Dr. med. Stefan Kleinschmidt
2. Prof. Dr. med. Michael Schäfer
3. Prof. Dr. med. Thomas Volk

Datum der Promotion: 20.11.2009

Abkürzungsverzeichnis	VI
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	VIII
1 Einleitung	1
1.1 Pathophysiologie des Schmerzes.....	2
1.2 Ansätze zur postoperativen Schmerztherapie nach Knie- TEP	3
1.2.1 Innervation der unteren Extremität	5
1.2.2 Periphere Nervenblockade des Plexus lumbalis.....	5
1.3 Ziel der Arbeit	8
2 Material und Methodik	9
2.1 Patienten	9
2.1.1 Einschlusskriterien.....	9
2.1.2 Ausschlusskriterien.....	9
2.1.3 Abbruchkriterien	10
2.1.4 Festlegung des Anästhesierisikos	10
2.2 Studienaufbau	10
2.2.1 Gruppeneinteilung	10
2.3 Anästhesieverfahren und operatives Vorgehen.....	11
2.3.1 Psoaskompartiment-/ und Ischiadicuskatheter	11
2.3.2 Kombinierte Spinal-/ Epiduralanalgesie	12
2.3.3 Intravenöse patientenkontrollierte Analgesie	13
2.3.4 Rescue	13
2.3.5 Postoperatives Monitoring	13
2.4 Messzeitpunkte und dokumentierte Daten.....	14
2.4.1 Messzeitpunkte.....	14
2.4.2 Dokumentierte Daten.....	15
2.5 Messparameter.....	16
2.5.1 Schmerzintensität	16
2.5.2 Postoperative Analgetikaanforderungen.....	16
2.5.3 Patientenzufriedenheit.....	16
2.5.4 Postoperativer Fragebogen: Erfassung von Nebenwirkungen und Komplikationen	17
2.5.5 Nachbefragung	17
2.6 Statistische Methoden	18

2.6.1	Darstellung der Ergebnisse	18
2.6.2	Statistische Auswertung	19
3	Ergebnisse	20
3.1	Allgemeine Patientendaten	20
3.1.1	Biometrische Patientendaten	20
3.1.2	Präoperative Risikoeinschätzung	21
3.2	VAS Schmerzwerte.....	21
3.2.1	VAS in Ruhe	21
3.2.2	VAS bei Belastung.....	22
3.3	Postoperativer Schmerzmittelverbrauch	23
3.3.1	Basaler Verbrauch über Pumpe/Katheter	23
3.3.2	Postoperativer Opioidverbrauch (Piritramid).....	26
3.3.3	Zusätzlicher Schmerzmittelverbrauch bis zur Entfernung des Analgesieverfahrens	27
3.3.4	Schmerzmittelverbrauch nach Entfernung der Analgesieverfahren.....	29
3.4	Mobilität	30
3.5	Unerwünschte Nebenwirkungen.....	31
3.5.1	Übelkeit/ Erbrechen	31
3.5.2	Müdigkeit	33
3.5.3	Mundtrockenheit	34
3.5.4	Pruritus	35
3.6	Postoperativer Stuhlgang	36
3.7	Interkurrente Komplikationen.....	37
3.8	Patientenzufriedenheit.....	37
3.9	Telefonische Nachbefragung.....	39
4	Diskussion	42
4.1	Datenlage in der Literatur	42
4.1.1	Einordnung der Studienergebnisse	44
4.2	Kontinuierliche vs. Single-shot Katheter- Analgesie	45
4.3	Postoperativer Schmerz und Patientenzufriedenheit.....	47
4.4	Nebenwirkungen.....	50
4.4.1	Übelkeit/Erbrechen	50
4.4.2	Darmmotilität	51
4.4.3	Pruritus	52

4.4.4	Müdigkeit	53
4.5	Zusätzliche interkurrente Komplikationen	54
4.6	Krankenhausverweildauer	55
4.7	Langfristige analgetische Auswirkung.....	57
4.8	Methodendiskussion.....	58
4.9	Ausblick	59
4.10	Zusammenfassung	59
5	Literaturverzeichnis.....	62
6	Lebenslauf.....	75
7	Publikationsliste	76
8	Eidesstattliche Erklärung.....	77
9	Danksagung	78

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
Abb.	Abbildung
ASA	Risikoeinteilung der American Society of Anesthesiologists
BMI	Body Mass Index (kg/m ²)
bspw.	Beispielsweise
bzw.	Beziehungsweise
cm	Zentimeter
EKG	Elektrokardiogramm
EPI	Epiduralkatheter
et al.	und andere
etc.	et cetera
i.m.	intramuskulär
i.v. PCA	intravenöse Patientenkontrollierte Analgesie
kg	Kilogramm
M.	Musculus
mg	Milligramm
ml	Milliliter
Mm.	Musculi
N.	Nervus
Nn.	Nervi
NSAR	Nichtsteroidales Antirheumatikum
p.o.	per os
PCA	Pritramidpumpe
PKI	Psoaskompartiment-/Ischiadicuskatheter
®	Eingetragenes Warenzeichen
s.c.	subcutan
sog.	so genannte
Tab.	Tabelle
z.B.	zum Beispiel
zugl.	Zugleich

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: VAS Skala	16
Abbildung 2: Grafische Darstellung mittels Boxplots	18
Abbildung 3: VAS Werte in Ruhe	22
Abbildung 4: VAS Werte bei Belastung	23
Abbildung 5: Piritramidverbrauch über PCA Pumpe.....	24
Abbildung 6: Ropivacainverbrauch und Sufentanilverbrauch über EPI	25
Abbildung 7: Ropivacainverbrauch über PKI- Katheter	26
Abbildung 8: Mobilität	31
Abbildung 9: Müdigkeit	34
Abbildung 10: Mundtrockenheit	35
Abbildung 11: Postoperativer Stuhlgang	37
Abbildung 12: Patientenzufriedenheit	38
Abbildung 13: Krankenhausverweildauer	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: ASA Risikoklassifizierung	10
Tabelle 2: Übersicht der Messzeitpunkte	15
Tabelle 3: Demographische Patientendaten	20
Tabelle 4: Präoperative Risikoeinschätzung.....	21
Tabelle 5: Postoperativer Piritramidverbrauch.....	26
Tabelle 6: Zusätzlicher Verbrauch von Schmerzmitteln	28
Tabelle 7: Schmerzmittelverbrauch nach Entfernung der Analgesieverfahren .	30
Tabelle 8: Übelkeit/ Erbrechen	32
Tabelle 9: Symptomfreiheit (Übelkeit/Erbrechen)	33
Tabelle 10: Pruritus	36
Tabelle 11: Interkurrente Komplikationen.....	37
Tabelle 12: Telefonische Nachbefragung.....	41

1 Einleitung

Mit 136259 Eingriffen im Jahr 2007 [1] gehört die Knieendoprothesen- Implantation zu den am häufigsten durchgeführten orthopädischen Eingriffen in deutschen Krankenhäusern. Im vergangenen Jahrzehnt hat sich die Zahl dieser Eingriffe von 31000 im Jahr 1990 bis zum heutigen Tage nahezu vervierfacht [2]. Die stetige Verbesserung der medizinischen Möglichkeiten und der Lebensbedingungen hat zu einer Erhöhung des zu erwartenden Lebensalters geführt [3]. Degenerative Gelenkerkrankungen und deren Behandlung haben somit eine große sozialmedizinische Bedeutung erlangt. Operationsindikationen für eine Knieendoprothesen- Implantation stellen u.a. die Ausreizung oder Erfolglosigkeit einer konservativen Behandlung sowie die erhebliche Einschränkung der Lebensqualität des Patienten dar. Ziel des Eingriffes ist dabei die Wiederherstellung der schmerzfreien Bewegung im Kniegelenk. Fasst man die Ergebnisse aus den veröffentlichten Studien zusammen, so leiden etwa 50-70 % der Patienten unter starken postoperativen Schmerzen [4], wobei die Schmerzen mit zunehmender Operationsdauer stärker ausfallen [5]. Laut Bonica und Kollegen litten in ihrer Studie 60% der Patienten unter starkem und 30% unter mäßigem Schmerz [6]. Bereits 1961 konnten Parkhouse et al. in ihrer Studie an etwa 1000 Patienten nachweisen, dass die Art des Eingriffes bei einer Vielzahl von Einflussfaktoren den wohl wichtigsten Aspekt der postoperativen Schmerzintensität darstellt [7]. Albert et al. konnten in ihrer Studie zeigen, dass die Knieendoprothetik zu einem der schmerzhaftesten Eingriffe mit starken postoperativen Schmerzen in der künstlichen Gelenkchirurgie gehört [8]. Die adäquate Therapie postoperativer Schmerzen war jahrelang ein vernachlässigtes Gebiet in der Medizin und steht noch immer im Mittelpunkt der Betrachtung zahlreicher Studien ist, welche unterschiedliche Analgesieverfahren zur postoperativen Schmerztherapie miteinander vergleichen [9]. Das Zeitalter der Ökonomisierung und Kostenreduktion regt stetig die Entwicklung neuer Analgesieverfahren und Kombinationsmöglichkeiten zur effektiven postoperativen Schmerztherapie an [10]. Betrachtet man bisherige Studienergebnisse, so scheint es unstrittig, dass eine effiziente Schmerztherapie als integraler Bestandteil eines chirurgischen und anästhesiologischen Gesamtkonzeptes, Komplikationen vermeiden hilft und die Gesamtbefindlichkeit der Patienten verbessert [11]. Eine effektive Analgesie kann dabei das Outcome des Patienten deutlich verbessern [10]. Da Operationen an großen Gelenken meist in standardisierter Form durchgeführt werden, eignen sie

sich besonders gut zur Überprüfung analgetischer Effekte verschiedener Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie. Auf der Suche nach einer effektiven postoperativen Analgesie könnten sich die regionalanästhesiologischen Verfahren als eine praktikable, effiziente und patientenfreundliche schmerztherapeutische Alternative erweisen.

1.1 Pathophysiologie des Schmerzes

Schmerz ist ein multifaktorielles Ereignis [4], das bei unzureichender Behandlung das physiologische und psychologische Gleichgewicht des Körpers zu stören vermag und somit negative Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit des Organismus ausüben kann [12]. Durch eine Gewebsverletzung werden Schmerzrezeptoren, sog. Nozizeptoren gereizt und Axone verletzt. Die von den Nozizeptoren aufgenommenen Schadensmeldungen werden als Aktionspotentiale über unmyelinisierte afferente C- Fasern und dünn myelinisierte A δ - Fasern weitergeleitet und treten über die Hinterwurzel in das Hinterhorn des Rückenmarks ein [13]. Im Hinterhorn der grauen Substanz des Rückenmarks findet die synaptische Übertragung von Schmerzimpulsen aus der Peripherie auf zentrale Neurone statt. Durch den Einstrom der Signale kommt es zu einer Reizung an den Nozizeptoren, was zu einer Sensibilisierung und Steigerung derer Empfindlichkeit im postoperativen Verlauf führt. Um das Entstehen chronischer Schmerzen zu verhindern und eine effektive Schmerztherapie nach der Operation sicherzustellen, müssen die Mechanismen der zentralen Sensibilisierung blockiert werden [14].

Die Abschirmung von Schmerzreizen nach Implantationen von Knieendoprothesen ist deshalb ein wesentlicher Faktor für den postoperativen Rehabilitationseffekt [15]. Ein hinsichtlich der Schmerzausschaltung schlecht behandelter Patient kann schlechtere Ergebnisse in der frühen Mobilisierungsphase zeigen [15,16,17,18] und es kann sich in diesem Zusammenhang eine Kapselkontraktur entwickeln, die den Operationserfolg einschränken kann [19]. Um Ereignisse wie thrombembolische Komplikationen, muskulotendinöse Adhärenzen oder Hämarthrosen im postoperativen Verlauf zu vermeiden, sollte der Patient nach einer Knieoperation möglichst schnell mobilisiert werden. Die frühfunktionelle Bewegungstherapie ist dabei für die Exazerbation der Schmerzen verantwortlich [16]. Die Schmerzbewältigung unter physiotherapeutischer Belastung stellt deshalb einen hohen Bewertungsmaßstab in der Evaluierung eines analgetischen Verfahrens dar [10].

1.2 Ansätze zur postoperativen Schmerztherapie nach Knie- TEP

Die Notwendigkeit einer postoperativen Schmerztherapie ergibt sich aus dem Wunsch des Patienten, nach der Operation möglichst wenig Schmerzen zu erleiden, der Verpflichtung des Arztes, diese Schmerzen zu lindern und durch eine Reihe von vegetativen Reaktionen, welche sich negativ auf die postoperative Genesungsphase auswirken und somit den Heilungsprozess verzögern können. Für die Behandlung postoperativer Schmerzen stehen im Wesentlichen drei Verfahren zur Verfügung: die systemische Pharmakotherapie (p.o. Nichtopioid-/ Opioidgabe, i.m. Opioidgabe, i. v. Opioidgabe als Bolus, kontinuierlich oder patientenkontrolliert), die rückenmarknahen zentralen Leitungsanästhesien (Spinal- oder Epiduralanalgesie mit Opioiden und/ oder Lokalanästhetika) und die peripheren Leitungsanästhesien. Die patientenkontrollierte Gabe von Opioiden stellte über eine lange Zeit den Goldstandard in der Behandlung des Schmerzes nach Einsatz von Knieendoprothesen dar [20]. Durch eine individuelle Opioidtitration wird eine gute Analgesie bei einem hohen Maß an Sicherheit erzielt. Die sog. PCA Pumpe befähigt den Patienten, über die Dosis seiner Schmerzbekämpfung selbst entscheiden zu können. Auch das Pflegepersonal akzeptiert zumeist die patientenkontrollierte Analgesie, weil ihm die Entscheidung für die Injektion von Analgetika abgenommen wird und diese Art der Applikation außerdem die Stationsarbeit erleichtert. Der Vorteil der patientenkontrollierten intravenösen Analgesie besteht darin, dass ohne weiteres anästhesiologisches Verfahren dem Patient eine von ihm selbst gesteuerte Analgesie zur Verfügung gestellt werden kann. Die systemische Opiatanalgesie ist im Rahmen der postoperativen Analgesie allerdings oft nur in hohen Dosen suffizient, welche wiederum mit einem höheren Nebenwirkungsprofil behaftet sind [20]. Es können zum Beispiel Sedierung, Atemdepression, Übelkeit, Brechreiz, Stimmungsschwankungen, postoperative Ileuszustände und in einigen Fällen erheblicher Juckreiz auftreten [21]. So kam es zu Entwicklungen von Studien, welche den Einsatz regionalanästhesiologischer Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie prüfen sollten. Um als anästhesiologische Technik anerkannt zu werden, muss ein bedeutender Nutzen nachgewiesen oder eine den anderen Techniken überlegende Lösung für ein persistierendes Problem gefunden werden. Neben Effizienz und Reproduzierbarkeit muss das Nebenwirkungsprofil gering gehalten und die Sicherheit des Patienten garantiert werden [22]. Die Regionalanästhesie ist eine komplikationsarme und meist gut wirksame Methode, um in

dem Operationsgebiet Schmerzfreiheit zu erzeugen. Vorangegangene Untersuchungen zeigten, dass regionalanästhesiologische Verfahren bei vielen orthopädischen Eingriffen durch eine frühere Mobilisation und ein wirksames Muskeltraining die Rückkehr der normalen Funktion beschleunigen und somit einen günstigen Einfluss haben [15,23,24,25]. Bei niedrigeren Schmerzwerten in der postoperativen Phase sowohl in Ruhe als auch während des physiotherapeutischen Trainings konnte die allgemeine Patientenzufriedenheit verbessert [26] und die Krankenhausverweildauer verkürzt werden [16,27].

Zum Goldenen Standard i. v. - PCA haben sich in den letzten Jahren vor allem epidurale Katheterverfahren zur postoperativen Schmerzbekämpfung in den Routinebetrieb der Orthopädie integriert [28]. Studien, die den Benefit von patientenkontrollierten i. v. Opiatgaben und epiduraler Analgesie zur postoperativen Schmerztherapie miteinander verglichen, konnten zeigen, dass epidurale Kathetertechniken in Hinsicht auf Reduzierung der Schmerzintensität und des Morphinkonsums vorzuziehen sind [17,29]. Die Kombination eines Lokalanästhetikums mit Morphin stellt dabei eine effiziente und synergistische Methode zur Schmerzausschaltung mittels Epiduralanalgesie dar [10]. Im Gegensatz zur Epiduralanalgesie sind bei peripheren Nervenblockaden keine relevanten Beeinträchtigungen des autonomen Nervensystems zu erwarten. Es wird die Möglichkeit geboten, nur die Nerven der operierten Extremität zu blockieren und mit der Anwendung von langwirksamen Lokalanästhetika eine anhaltende postoperative Analgesie zu erzeugen. Relevante und in der Literatur kontrovers diskutierte Nebenwirkungen der epiduralen Analgesie, wie hämodynamische Instabilität [15], Harnverhalt [15] oder Übelkeit können reduziert und im besten Fall vermieden werden [17,25]. Die Voraussetzungen zur Frühmobilisation sind somit günstig und physiotherapeutische Ziele können schneller erreicht werden [15,16,25,30]. Barrington und Kollegen konnten in einer vorangegangenen Studie den Nachweis einer geringeren Inzidenz von Übelkeit bei einer kontinuierlichen Femoralisblockade (mit Bupivacain 0,2%) im Vergleich mit einer Epiduralanalgesie (mit Ropivacain 0,2%) nach Kniegelenksoperationen erbringen [31]. Capdevila et al. studierten kürzlich in einer großen prospektiven Multicenter Studie periphere Nervenblockaden nach orthopädischen Operationen und konzentrierten sich dabei auf Nebenwirkungen in Verbindung mit den angewandten Verfahren. Ihre Daten von 1416 Patienten demonstrieren, dass kontinu-

ierliche periphere Nervenblockaden als ein in weiten Gebieten der Medizin einsetzbares Verfahren angesehen werden können [32].

1.2.1 Innervation der unteren Extremität

Die Frage der optimalen Blockadetechnik peripherer Nerven nach Implantation eines künstlichen Kniegelenks ist bis zum heutigen Tage nicht eindeutig geklärt. Nicht zuletzt ist dies auf die komplexe Innervation des Beines zurückzuführen. Diese erfolgt in der Hüfte und im Kniegelenk durch den Plexus lumbalis und den Plexus sacralis. Der Plexus lumbalis wird dabei aus den ventralen Anteilen des ersten bis vierten Lumbalnerven gebildet und befindet sich in einem Kompartiment in der Tiefe des Psoasmuskels [33]. Der Plexus lumbalis unterteilt sich in den N. iliohypogastricus, den N. ileoinguinalis, den N. genitofemoralis, den N. cutaneus femoris lateralis, den N. femoralis und den N. obturatorius. Der Plexus sacralis besteht im Wesentlichen aus dem Nervus ischiadicus [34]. Durch den vierten Lendennerven werden der Plexus lumbalis und der Plexus sacralis zum Plexus lumbosacralis verbunden, welcher interindividuell stärkeren anatomischen Variationen unterworfen sein kann [35]. Der Plexus lumbalis verläuft im Lendenbereich zwischen dem M. psoas major und dem M. quadratus lumborum. Im Bereich des Beckens verläuft der Plexus lumbalis zwischen dem M. psoas und dem M. iliacus. Die Nerven des Plexus lumbalis verlaufen zur Vorderseite des Beines. Der Plexus sacralis verläuft kaudal des Plexus lumbalis und verlässt das Becken durch das Foramen ischiadicus majus nach dorsal. Die Nerven des Plexus sacralis ziehen zur Rückseite des Beins. Die nervale Versorgung des Kniegelenkes erfolgt somit ventral durch Äste des N. femoralis und N. ischiadicus und dorsal über Äste des N. obturatorius, N. saphenus (Ast des N. femoralis) sowie des N. ischiadicus. Für eine suffiziente Analgesie nach Knieendoprothetik sind entsprechend des Innervationsgebietes Blockaden des Plexus lumbalis sowie des Plexus sacralis Voraussetzung.

1.2.2 Periphere Nervenblockade des Plexus lumbalis

1973 entwickelte Alon Winnie das Konzept eines gemeinsamen Faszienraumes zwischen M. psoas major und M. iliacus für die Nn. femoralis, obturatororius und cutaneus lateralis und postulierte, dass über die Faszia iliopsoica abhängig vom injizierten Volumen die Nerven des Plexus lumbalis anästhesiert werden können [36]. Das Konzept wurde allgemein akzeptiert, da es zu einer wesentlichen Verein-

fachung bei der Durchführung peripherer Blockaden an der unteren Extremität beizutragen schien. Auf dieser Grundlage wurde 1980 eine inguinale Katheter-technik beschrieben, die als kontinuierliche Technik der sog. „3- in- 1- Blockade“ bekannt geworden ist [37]. Aufgrund neuerer Erkenntnisse wird das klassische Konzept von Winnie allerdings widerlegt. Es wird bezweifelt, dass der N. obturatorius bei dieser Blockade überhaupt erreicht wird [38]. Sonografische Untersuchungen und Magnetresonanzdarstellungen kamen zu den Ergebnissen, dass sich beim „3-in-1- Block“ das Lokalanästhetikum in der Regel nur über einen sehr umschriebenen Bereich ausbreitet [39,40,41]. Die namensgebende, ursprünglich angenommene Tripleblockade des N. femoralis, N. obturatorius und N. cutaneus lateralis konnte nicht bestätigt werden und man nimmt heutzutage eine alleinige suffiziente Analgesie des N. femoralis an. Die Blockade des Nervus femoralis ist in Studien oft mit Schmerzempfindungen in der hinteren Kniegegend beschrieben worden. Den anatomischen Verhältnissen entsprechend kamen die Autoren der Studien zu der Schlussfolgerung, dass die fehlende Analgesie auf eine unvollständige Blockade des Nervus obturatorius bzw. die fehlende Blockade des Plexus sacralis und somit des Nervus ischiadicus zurückzuführen ist [16,42,43]. Die Rolle des N. obturatorius hinsichtlich der Beteiligung an der Schmerzempfindung nach Einsetzen einer Knieendoprothese bleibt allerdings kontrovers. Kaloul et al. beispielsweise konnten im Vergleich von kontinuierlicher Psoaskompartimentblockade und kontinuierlicher N. femoralis Blockade bei Patienten mit Knieendoprothesen keinen signifikanten Unterschied zwischen der postoperativen Analgesiequalität und dem zusätzlichen Opiatbedarf finden. Daraus schlussfolgerten sie, dass der Obturatoriusnerv keine wesentliche Rolle bei der Schmerzentwicklung nach Knie- TEP spielt und eine zusätzliche Blockade für die postoperative Analgesie nicht zwingend erforderlich ist [44]. Viel wichtiger schien ihnen eine zusätzliche Blockade des Nervus ischiadicus zu sein, weshalb es zu vielen Studienentwicklungen kam, die den supplementären Effekt einer kombinierten Blockade des Nervus Ischiadicus mit einem 3-in-1 Block untersuchten [23,45].

Die paravertebrale Blockade des Plexus lumbalis, der Psoaskompartimentblock, wurde erstmalig von Winnie et al. [46] und Chayen et al. beschrieben [33]. Zunächst betrachtete man diese Blockadetechnik eher skeptisch, denn die niedrigen Erfolgsraten und das zunächst relativ hohe Nebenwirkungsrisiko machten diese schwierige Blockadetechnik vorerst unattraktiv. Schwere Komplikationen, wie ver-

sehentliche epidurale oder spinale Punktion [47], intraperitoneale Katheteranlage [19] oder versehentliche Nierenpunktion [48] mit nachfolgendem subkapsulären Hämatom führten zu einer reservierten Anwendung dieser vielversprechenden Methodik. Mit Einführung der elektrischen Nervenstimulation und sonografiegestützten Punktionstechnik wurden für die klinische Routinearbeit hilfreiche Orientierungsmöglichkeiten geschaffen [49,50], die es ermöglichten, die Erfolgsraten der peripheren Nervenblockaden zu erhöhen und die Nebenwirkungen zu reduzieren. In den letzten Jahren lässt sich deshalb eine Art Renaissance des Psoaskompartmentsblocks in der Knieendoprothetik beobachten [25]. Die posteriore Blockadetechnik ist zwar deutlich anspruchsvoller und bedarf fundierter Kenntnisse der anatomischen Gegebenheiten des Plexusgebietes und der angrenzenden Strukturen [51], resultiert Untersuchungen zufolge aber in einem höheren Blockadeerfolg des Plexus lumbalis und vor allem des Nervus obturatorius als der ventrale Zugang [44,45].

In ihrer Studie zur postoperativen Schmerztherapie nach Hüftendoprothetik gewannen Capdevila und Kollegen die Erkenntnis, dass die kontinuierliche Psoaskompartmentsblockade mit 0,2% Ropivacain bei geringem Nebenwirkungsprofil zu einer effektiven Analgesie sowohl in Ruhe als auch unter Belastung führte [19]. Morin et al. verglichen kürzlich in ihrer Untersuchung den kontinuierlichen Psoaskompartmentsblock mit dem kontinuierlichen Femoralisblock und der Kombination von Femoralis/Ischiadicusblock bei Patienten nach Knieendoprothetik. Mit Hilfe des Psoaskompartmentsblockes konnte zwar eine suffizientere Blockierung des Lumbalplexus erreicht werden, eine signifikante Reduzierung des postoperativen Schmerzes konnte allerdings nicht bestätigt werden [45], was auf eine fehlende Blockierung des N. ischiadicus zurückzuführen sein könnte. Untersuchungen zufolge kommt es bei 10-22% der Patienten nur zu einer partiellen Blockierung des sakralen Plexus durch eine alleinige Psoaskompartmentsblockade [9,52]. Bereits Chayen und Parkinson postulieren in ihrer Arbeit die Notwendigkeit einer kombinierten Psoaskompartments-/ Ischiadicusblockade um eine komplette Analgesie der unteren Extremität zu gewährleisten [33,43]. Die 2005 veröffentlichte Studie der Arbeitsgruppe um Ganidagli konnte im direkten Vergleich einer kombinierten Psoaskompartments-/ Ischiadicusanalgesie mit der kombinierten 3-in-1-/Ischiadicusblockade signifikante Vorteile zugunsten der paravertebralen Kathedertechnik hinsichtlich der peri- und postoperativen Schmerztherapie aufweisen [53].

1.3 Ziel der Arbeit

Im vorangegangenen Abschnitt ist deutlich geworden, dass Studien hinsichtlich der Diskussion über die optimale Blockadetechnik nach Knieendoprothesen zum Teil zu kontroversen und nicht eindeutigen Ergebnissen kamen. Unterschiede hinsichtlich der verwendeten Lokalanästhetika und zusätzlichen Analgetika, des Applikationsmodus (Single-Shot, kontinuierlich) sowie der Schmerzerhebung (in Ruhe und/oder unter Belastung) erschweren den Vergleich der einzelnen Studien untereinander. Arbeiten zur Betrachtung der Effektivität einer kontinuierlichen kombinierten Psoaskompartment-/ Ischiadicusblockade nach Knieendoprothetik sind nur zu einem sehr geringen Anteil in der Literatur vertreten.

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, herauszufinden, ob eine kombinierte Psoaskompartment- und Ischiadicusblockade geeignet ist, die postoperative Analgesiequalität im Vergleich zu einem epiduralen Verfahren bzw. einer standardisierten systemischen Morphingabe Stand zu halten bzw. zu verbessern, das Nebenwirkungsprofil zu reduzieren und die Patientenzufriedenheit zu verbessern.

2 Material und Methodik

2.1 Patienten

Nach Zustimmung der Ethikkommission der Charité Berlin wurden Patienten, die sich elektiv einer totalendoprothetischen Versorgung des Kniegelenkes unterziehen mussten, nach Ein- bzw. Ausschlusskriterien ausgesucht und am Vorabend des Operationstages über die Studie ausführlich aufgeklärt.

Die Patienten erhielten sowohl mündliche als auch schriftliche Informationen über das Ziel, den Ablauf und die möglichen Risiken der Studie und wurden nach ihrer schriftlichen Einwilligung in die Studie eingeschlossen.

Die Patienten wurden anschließend über die Handhabung des i. v. - PCA Gerätes sowie mit den in der Studie verwendeten Scoring- Systemen (VAS Score, Schulnotenskala) vertraut gemacht.

2.1.1 Einschlusskriterien

- Vorliegen der Einwilligungserklärung
- Patienten aus der Klinik für Orthopädie am Universitätsklinikum Charité- Standort Mitte, bei denen eine Kniegelenkersatz-Operation durchgeführt wurde
- normale Leberfunktion (z.B. keine Leberzirrhose)
- normale Nierenfunktion
- Alter über 18 Jahre
- Patienten müssen der Klassifizierung I-III der American Society of Anesthesiology entsprechen („ASA I-III“).

2.1.2 Ausschlusskriterien

- Nichterfüllen der Einschlusskriterien
- Ablehnung des Patienten
- Nicht- Einwilligungsfähigkeit des Patienten
- Ungenügende Deutschkenntnisse
- Einschluss in eine andere Therapiestudie innerhalb der letzten 30 Tage
- schwere Leber- oder Niereninsuffizienz, Sepsis
- psychiatrische Erkrankung
- mentales oder körperliches Unvermögen, eine i. v. – PCA Pumpe zu bedienen
- Medikamenten - oder Drogenabhängigkeit

- ASA IV

2.1.3 Abbruchkriterien

- Ablehnung des Patienten
- Ableben des Patienten
- Allergische Reaktion

2.1.4 Festlegung des Anästhesierisikos

Vor Durchführung der Anästhesie wurden die Patienten etwa 24 Stunden vor der Operation im Rahmen der Prämedikationsvisite von einem Anästhesisten eingehend untersucht. Es erfolgte eine gründliche körperliche Untersuchung (insbesondere der Wirbelsäule und der Haut im beabsichtigten Punktionsgebiet), eine Beurteilung der laborchemischen Parameter (insbesondere der Blutgerinnungswerte) sowie eine Blutdruckmessung. Die Befunde erlaubten eine Abschätzung des Anästhesierisikos und eine Einstufung der Patienten in verschiedene Risikogruppen gemäß der „American Society of Anesthesiologists“ (ASA).

Tabelle 1: ASA Risikoklassifizierung

ASA I	normaler, gesunder Patient
ASA II	Patient mit leichter Allgemeinerkrankung
ASA III	Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung
ASA IV	Lebensbedrohlich erkrankter, schwerst beeinträchtigter Patient
ASA V	Moribunder Patient, der vorraussichtlich mit oder ohne Operation die nächsten 24 h nicht überlebt
N	Notfallmäßige Operation des Patienten

2.2 Studienaufbau

2.2.1 Gruppeneinteilung

Die Patienten wurden prospektiv in drei Untersuchungsgruppen eingeteilt. Nach Implantation einer Kniegelenksendoprothese sollte die postoperative analgetische Effizienz anhand folgender Patientengruppen verglichen werden:

Gruppe 1: Intravenöse patientenkontrollierte Analgesie mittels PCA Pumpe [PCA]

Gruppe 2: Lumbale Epiduralanalgesie [EPI]

Gruppe 3: Kombiniertes Psoaskompartiment-/ Ischiadicusblock [PKI]

2.3 Anästhesieverfahren und operatives Vorgehen

Am Vorabend der Operation erhielten die Patienten eine routinemäßige Anästhesieaufklärung. Als orale Prämedikation wurde ihnen Flunitrazepam (0,5-1mg) zur Nacht angeordnet. Die Anästhesie für die Operation wurde nach Prämedikation, zur Sedierung und Anxiolyse, mit Midazolam (Dormicum®) in gewichtsadaptierten Dosen standardisiert durchgeführt. Alle Patienten erhielten einen peripheren venösen Zugang. Die Narkoseeinleitung erfolgte bei der Kontrollgruppe (i. v. – PCA Gruppe) mit Propofol, Fentanyl und Atracurium entsprechend des Alters und Gewichts. Zur Unterhaltung der Narkose dienten Isofluran, N₂O, O₂ und Propofol. Die Patienten wurden kontrolliert normoventiliert. Nach Bedarf erhielten sie zusätzliche Fentanylgaben oder wurden mit Atracurium nachrelaxiert.

Zur intraoperativen Sedierung erhielten die Patienten mit einem Katheterverfahren, sofern diese nicht wach bleiben wollten, intravenös Propofol über eine Spritzenpumpe. Zur Sicherung der Atemwege wurde eine Larynxmaske bzw. ein Endotrachealtubus verwendet. Falls notwendig konnten zum Erreichen der chirurgischen Toleranz zusätzliche Dosen Ropivacain (Naropin®) verabreicht werden bis eine ausreichende sensible und motorische Blockade vorhanden war.

Die Überwachung während der Narkose umfasste eine kontinuierliche EKG-Ableitung, die nichtinvasive Blutdruckmessung, die Pulsoximetrie, die Temperaturmessung, die inspiratorische Sauerstoffmessung, die Kapnometrie, sowie die Messung der Beatmungsparameter (Atemminutenvolumen, Atemhubvolumen, Atemwegsdrücke).

Alle Patienten erhielten eine perioperative Antibiotikaphylaxe, die aus einem Penicillin und Penicillinaseinhibitor (Unacid®) bestand.

Die Volumensubstitution und ggf. Transfusion von Blutbestandteilen erfolgte gemäß festgelegter Standards.

Die Operation wurde mit Hilfe einer Blutsperre vom Operateur durchgeführt.

2.3.1 Psoaskompartiment-/ und Ischiadicuskatheter

Die Patienten der PKI Gruppe bekamen vor der Narkoseeinleitung einen Psoaskompartimentblock und einen Ischiadicusblock gelegt. Die Patienten wurden mit angezogenen Beinen mit der zu anästhesierenden Seite nach oben und kypho-

sierten Rücken in Seitenlage gelagert. Nach ausführlicher Hautdesinfektion, lokaler Betäubung und Inzision der der Haut wurde eine Unipolarkanüle (Arrow Stimu-Cath®-Set) an einen Nervenstimulator (Stimuplex HNS 11, Braun, Germany) angeschlossen. Der Punktionsort wurde nach der Methode von Capdevilla bestimmt. An der markierten Stelle wurde unter kontinuierlicher Stimulation mit einer Reizstromstärke von 0,5-1 mA eine ca. 10-13 cm lange Kanüle im rechten Winkel zur Haut in sagittaler Richtung vorgeschoben bis eine Kontraktion des M. quadriceps femoris als Zeichen der unmittelbaren Nähe des N. femoralis sichtbar wurde. Im Anschluss daran erfolgte, zum Ausschluss einer intraspinalen Lage, die Injektion einer Testdosis des Lokalanästhetikums. Danach erfolgte die Injektion von 25 ml Ropivacain 0,75%. Die Anlage des Ischiadicuskatheters erfolgte ebenfalls in Seitenlagerung des Patienten, wobei das untere Bein gestreckt und das zu blockierende Bein gebeugt wurde. Der Punktionsort wurde nach der Methode von di Benedetto bestimmt. Nach ausführlicher Hautdesinfektion, lokaler Betäubung und Inzision der Haut wurde eine Unipolarkanüle an einen Nervenstimulator angeschlossen. Die Stimulationskanüle wurde senkrecht zur Hautoberfläche vorgeschoben. Nach 5-10 cm zeigten Kontraktionen des N. fibularis communis und N. tibialis (Fußheber bzw. Fußsenker) bei 0,3mA/ 0,1ms die elektrisch richtige Nadelanlage in unmittelbarer Nähe des N. ischiadicus an. Die Beschickung des Katheters erfolgte als Single Shot mit 25 ml Prilocain 1%. Die postoperative Beschickung des Psoaskompartmentskatheter und Ischiadicuskatheter erfolgte mit Ropivacain 2 mg/ml. Reichte diese Dosierung zur Analgesie nicht aus, konnte durch den Schmerzdienst eine Bolusgabe von jeweils 10 ml Ropivacain 0,2-0,75%, Lidocain 1% oder Prilocain 1% erfolgen.

2.3.2 Kombinierte Spinal-/ Epiduralanalgesie

Die Patienten der EPI- Gruppe bekamen vor der Narkoseeinleitung eine Spinalanästhesie in Kombination mit einem Periduralkatheter gelegt. Nach Aufsuchen des Zwischenwirbelraumes L2/3 bzw. L3/4 erfolgte die ausführliche Hautdesinfektion. Nachdem das sterile Lochtuch befestigt wurde, erfolgte die Infiltration von Haut und Subkutis mit Lokalanästhetikum (Lidocain 2%). Die Tuohy- Nadel (Dura safe plus® Set) wurde mit Mandrin durch die Subkutis bis in die Bandstrukturen zwischen den Dornfortsätzen eingeführt. Nun folgte das Aufsuchen des Periduralraumes mit auf der Tuohy- Nadel aufgesetzter Spritze (10 ml NaCl 0,9%). Bei Auftreten des 'Loss of Resistance' erfolgte die Injektion der Kochsalzlösung in den

Epiduralraum. Die Spinalnadel wurde durch die Tuohy- Nadel über deren Spitze hinaus in den Subarachnoidalraum vorgeschoben. Nach Zurückziehen des Mandrins der Spinalnadel wurde auf spontanen Liquorfluss gewartet. Es erfolgte nun die Applikation von 0,2 mg/kg Bupivacain 0,5% isobar. Der Periduralkatheter konnte nach Entfernen der Spinalnadel eingeführt werden. Der Katheter wurde anschließend in den Epiduralraum inseriert. Die Distanz konnte an den Zentimetermarkierungen der Nadel und des Katheters abgelesen werden. Die Beschickung des Epiduralkatheters erfolgte postoperativ im Aufwachraum. Bei Rückgang der Spinalanästhesie wurde der epidurale Katheter mit Ropivacain 1 mg/ml mit Sufentanil 0,5 µg/ml und einer medianen Laufrate von 4ml/h beschickt. Reichte diese Dosierung zur Analgesie nicht aus, konnte durch den Schmerzdienst eine Bolusgabe von Ropivacain 0,2% erfolgen.

2.3.3 Intravenöse patientenkontrollierte Analgesie

Den Patienten der intravenösen patientenkontrollierten Analgesie Gruppe wurde kein Katheter angelegt. Zur postoperativen Schmerztherapie bekamen sie eine intravenöse patientenkontrollierte Infusionspumpe (i. v.- PCA Pumpe). Nach einer kurzen Einführung konnten die Patienten die PCA Pumpe benutzen. Sie enthielt ein Medikamentenreservoir mit 60 mg Piritramid in 20 ml physiologischer Kochsalzlösung (1 ml = 3 mg Piritramid). Der vom Patienten bei Bedarf angeforderte Bolus betrug 1,5 ml der durch ein Sperrintervall maximal alle 5 min gegeben werden konnte. Eine bedarfsunabhängige Dauerinfusion war nicht eingestellt.

2.3.4 Rescue

Bei nicht ausreichender Analgesie konnten in allen drei Untersuchungsgruppen zusätzlich Piritramid sowie nichtsteroidale Antiphlogistika (Ibuprofen, Metamizol oder Paracetamol) gegeben werden. Ab dem 1. postoperativen Tag konnte eine zusätzliche Therapie mit Tramadol angeordnet werden (Tramal®).

2.3.5 Postoperatives Monitoring

Nach Beendigung der Operation wurden die Patienten in den Aufwachraum verlegt. Die Vitalfunktionen Herzfrequenz, Atmung, Blutdruck und periphere Sauerstoffsättigung wurden mittels Monitor überwacht.

Postoperativ wurde sofort vom anästhesiologischen Schmerzdienst mit der für den Patienten vorgesehenen Schmerztherapie begonnen. Sobald die Patienten dazu in der Lage waren, wurden sie in die Benutzung der PCA Pumpe eingewiesen

oder über Injektionen in die Katheter informiert. Die postoperative Analgesie erfolgte, je nach zugewiesener Gruppe mit Ropivacain 2 mg/ml [PKI], Ropivacain 1 mg/ml + Sufentanil 0,5 µg/ml [EPI] oder Piritramid [PCA]. Die Zusatzmedikation ist im Behandlungspfad festgelegt. Die Verlegung auf Station erfolgte, wenn die Kreislaufverhältnisse wieder auf dem präoperativen Niveau stabil waren und die Patienten über eine suffiziente Spontanatmung mit ausreichender Oxygenierung ohne zusätzliche Sauerstoffgabe verfügten.

2.4 Messzeitpunkte und dokumentierte Daten

2.4.1 Messzeitpunkte

In Tabelle 2 ist eine Übersicht aller studienrelevanten Parameter mit den entsprechenden Messzeitpunkten zusammengestellt. Im nachfolgenden werden die Messzeitpunkte erläutert:

- M1: Messzeitpunkt 1: präoperativ, am Abend vor der Operation
- M2: Messzeitpunkt 2: im Aufwachraum
- M3: Messzeitpunkt 3: 3 Stunden nach der Operation
- M4: Messzeitpunkt 4: 5 Stunden nach der Operation
- M5: Messzeitpunkt 5: 14 Stunden nach der Operation
- M6: Messzeitpunkt 6: 22 Stunden nach der Operation
- M7: Messzeitpunkt 7: Tag 2 postoperativ zwischen 8.00 und 10.00 Uhr
- M8: Messzeitpunkt 8: Tag 2 postoperativ zwischen 18.00 und 20.00 Uhr
- M9: Messzeitpunkt 9: Tag 3 postoperativ zwischen 8.00 und 10.00 Uhr
- M10: Messzeitpunkt 10: Tag 3 postoperativ zwischen 18.00 und 20.00 Uhr
- M11: Messzeitpunkt 11: Tag 4 postoperativ zwischen 8.00 und 10.00 Uhr
- M12: Messzeitpunkt 12: Tag 4 postoperativ zwischen 18.00 und 20.00 Uhr
- M13: Messzeitpunkt 13: Tag 5 postoperativ zwischen 8.00 und 10.00 Uhr
- M14: Messzeitpunkt 14: Tag 5 postoperativ zwischen 18.00 und 20.00 Uhr

Tabelle 2: Übersicht der Messzeitpunkte

	Messzeitpunkte														
	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
Schmerz in Ruhe	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Schmerz bei Belastung	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Patientenzufriedenheit		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Erfassung von Nebenwirkungen		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Temperatur		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Puls	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Blutdruck	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Extension/Flexion	X					X		X		X		X		X	

Die Patienten wurden unmittelbar nach der Operation im Aufwachraum, 3 Stunden, 5 Stunden postoperativ und vom ersten bis einschließlich fünften postoperativen Tag jeweils zwischen 8.00 -10.00 Uhr und 18.00- 20.00 Uhr visitiert und befragt (Tab.2). Am Operationstag sowie am ersten und zweiten postoperativen Tag wurden die Patienten mit einem peripheren Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie zusätzlich durch den klinikinternen Schmerzdienst routinemäßig visitiert.

2.4.2 Dokumentierte Daten

Die folgenden Daten wurden zusätzlich durch Befragung und Akteneinsicht dokumentiert:

- Alter der Patienten [Jahre]
- Größe der Patienten [cm]
- Gewicht der Patienten [kg]
- BMI der Patienten
- ASA Risikogruppe
- Vorerkrankungen
- Krankenhausaufenthaltsdauer [Tage]
- Revisionen/ Infektionen

2.5 Messparameter

2.5.1 Schmerzintensität

Als Hilfsmittel bei der Befragung über den postoperativen Schmerz diente eine 10 cm lange visuelle Analogskala (VAS 0-10), wobei 0 cm „kein Schmerz“ und 10 cm „stärkster vorstellbarer Schmerz“ bedeuteten. Die Patienten konnten mit Hilfe einer verschiebbaren Markierung ihre subjektiv empfundene Schmerzstärke auf der Skala darstellen. Auf der Rückseite der Schablone konnte ein entsprechender Zahlenwert abgelesen werden (Abb.1). Die Patienten wurden bei jeder Visite zum Ruheschmerz sowie Bewegungsschmerz bei maximaler Anspannung des operierten Beines befragt.

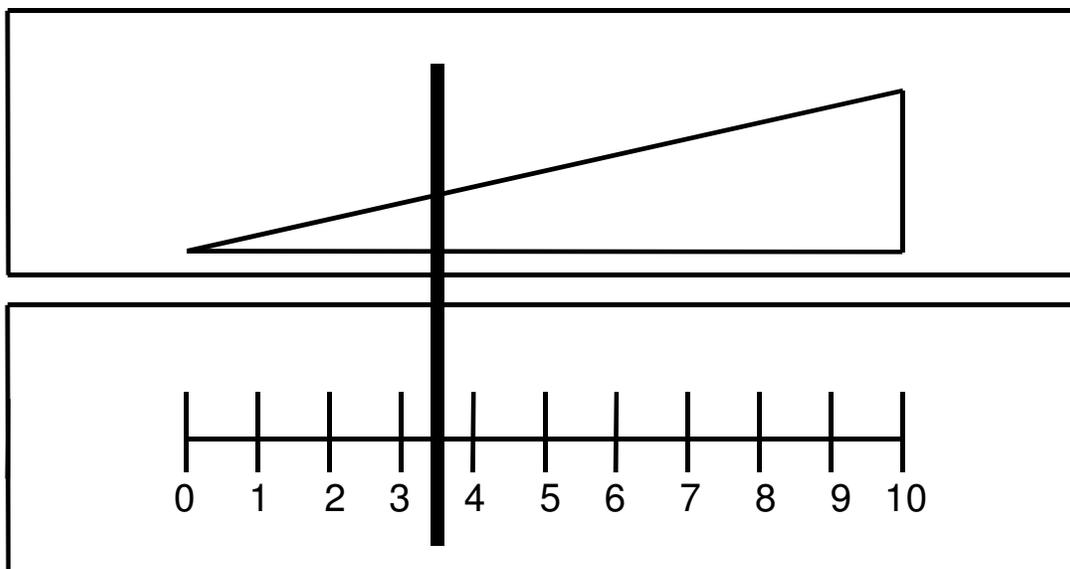


Abbildung 1: VAS Skala

2.5.2 Postoperative Analgetikaanforderungen

Es erfolgte eine strikte Dokumentation des Analgetikaverbrauches über die i. v.-PCA Pumpe bzw. die Katheter zu den oben angegebenen Messzeitpunkten. Zusätzliche Analgetikaanforderungen wurden sowohl durch das Pflegepersonal, den Schmerzdienst als auch durch den Untersucher genau protokolliert.

2.5.3 Patientenzufriedenheit

Die Patienten wurden zu den oben angegebenen Untersuchungszeitpunkten zu ihrer persönlichen Zufriedenheit mit der postoperativen Schmerztherapie befragt. Die Bewertung wurde anhand einer VRS in Form von Schulnoten (1: sehr gut - 6:

ungenügend) abgegeben.

2.5.4 Postoperativer Fragebogen: Erfassung von Nebenwirkungen und Komplikationen

Vom Operationstag bis zum fünften postoperativen Tag wurden zu oben angegebenen Messzeitpunkten folgende eventuelle Nebenwirkungen erfasst:

- Übelkeit/ Erbrechen
- Müdigkeit
- Mundtrockenheit
- Pruritus
- Interkurrente Komplikationen

Der Blutdruck und die Temperatur wurden mindestens einmal pro Tag gemessen. Eventuelle Übelkeit oder Erbrechen wurden zu jedem Befragungszeitpunkt dokumentiert. Die Müdigkeit wurde zu den Befragungszeitpunkten gestaffelt [0- keine Müdigkeit, 1- leichte Müdigkeit, 2- mittlere Müdigkeit, 3- starke Müdigkeit, 4- Patient döst] anhand einer VRS Skala erfasst. Mundtrockenheit und Pruritus wurden bei jeder Visite abgefragt. In dieser Einteilung stand den Patienten eine verbale Skala von 0 bis 4 zur Verfügung [0- keine Mundtrockenheit, 1- leichte Mundtrockenheit, 2- mittlere Mundtrockenheit, 3- starke Mundtrockenheit, 4- unerträgliche Mundtrockenheit]. Die Frage auf den Juckreiz konnte mit ja oder nein beantwortet werden. Außerdem wurde gezielt nach eventuell neu aufgetretenen Parästhesien oder Lähmungserscheinungen gefragt.

2.5.5 Nachbefragung

6-9 Monate nach der Operation wurden die Patienten angerufen und nach folgenden Sachverhalten gefragt:

- Wie sind Ihre Schmerzen in Ruhe/ unter Belastung [VAS- Skala; 0: kein Schmerz bis 10: maximal vorstellbarer Schmerz]?
- Wie waren Sie, rückblickend betrachtet, mit der Narkose zufrieden
- [VRS Schulnotenskala; 1: sehr gut bis 6: unbefriedigend] ?
- Wie waren Sie, rückblickend betrachtet, mit der postoperativen Schmerztherapie zufrieden [VRS Schulnotenskala; 1: sehr gut bis 6: unbefriedigend]?
- Nehmen Sie noch regelmäßig Schmerzmittel ein?
- Würden Sie sich bei einer weiteren Operation für die gleiche Methode zur

postoperativen Schmerztherapie entscheiden?

- Würden Sie die Methode der postoperativen Schmerztherapie zur Operation weiter empfehlen?

2.6 Statistische Methoden

2.6.1 Darstellung der Ergebnisse

Die Angabe der Daten in Tabellen und im Text erfolgte als Median (25.- und 75. Perzentile), sofern keine abweichenden Angaben gemacht wurden. Die grafische Darstellung der Daten der einzelnen Behandlungsgruppen erfolgte in Form von sog. Boxplots, welche den Median und die Perzentilen darstellen (Abb.2). Die Behandlungsgruppen wurden mit PCA für die intravenöse patientenkontrollierte Analgesie, EPI für die postoperative Periduralanalgesie und PKI für die Psoaskompartiment- /Ischiadicuskatheter abgekürzt. Die grafische Darstellung wurde mit Hilfe der Software Sigmaplot Version 9.0 erzeugt.

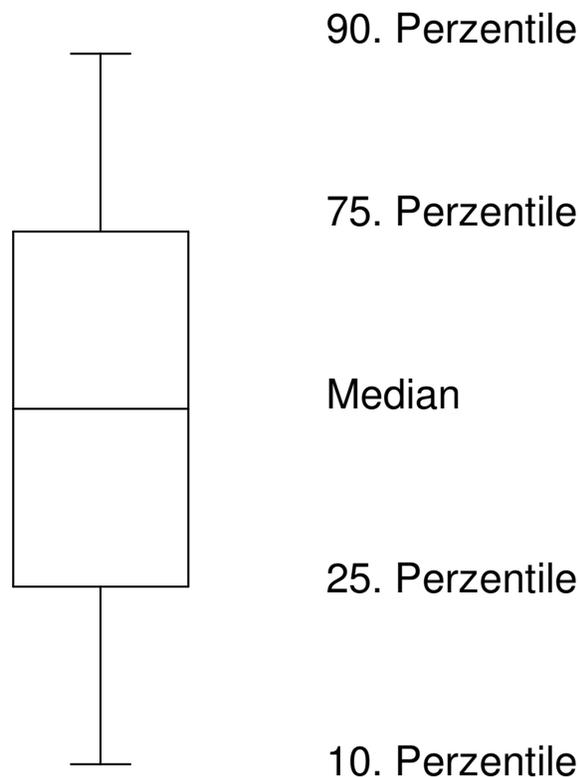


Abbildung 2: Grafische Darstellung mittels Boxplots

2.6.2 Statistische Auswertung

Alle Variablen wurden zunächst anhand des Kolmogorov- Smirnov- Tests auf Normalverteilung geprüft. Die Prüfung auf Unterschiede zwischen den Gruppen erfolgte mit dem Kruskal- Wallis Test. Bei nominalen Variablen wurden die Gruppenunterschiede in der Häufigkeitsverteilung mittels χ^2 Test nach Pearson geprüft. Falls sich im globalen Test ein signifikanter Unterschied ergab, kam bei nichtparametrischen Daten der Mann- Whitney- U- Test für unverbundene Stichproben zur Anwendung. Bei parametrischen Daten wurde der χ^2 Test bzw. der Fisher's Exakt Test angewandt um festzustellen, welche Gruppen sich unterschieden. Die p-Werte wurden anschließend mit der Alpha Adjustierung nach Bonferroni-Holm korrigiert.

Die Signifikanzprüfungen im zeitlichen Verlauf für die einzelnen Gruppen sowie Gruppenunterschiede im Zeitverlauf erfolgte mittels der nichtparametrischen Analyse longitudinaler Daten nach Brunner (Rangvarianzanalyse). Es wurde ein Signifikanzniveau von $p < 0,05$ festgelegt. Alle statistischen Auswertungen wurden mit den Statistikprogrammen SPSS 11.5 für Windows und SAS Version 8.02 durchgeführt.

3 Ergebnisse

Im Zeitraum von April 2004 bis Mai 2005 wurden insgesamt 77 Patienten für die Studie aufgeklärt. 14 Patienten mussten im Nachhinein wieder ausgeschlossen werden. Davon hatten zehn Patienten ein anderes Analgesieverfahren erhalten, als ihnen präoperativ zugeteilt wurde, ein Patient zog die Einwilligung zur Studie unmittelbar vor Anästhesiebeginn zurück, bei zwei Patienten war die Anlage eines Psoaskompartmentskatheters nicht möglich und bei einem weiteren Patienten konnte der Epiduralkatheter nicht platziert werden. Es konnten somit 63 Patienten in die Auswertung der Studie eingeschlossen werden.

3.1 Allgemeine Patientendaten

3.1.1 Biometrische Patientendaten

Um die Vergleichbarkeit der drei Untersuchungsgruppen zu gewährleisten, wurden die Patienten auf studienrelevante Unterschiede der biometrischen Daten geprüft. Aus den in Tabelle 3 dargestellten Daten ist zu entnehmen, dass es hinsichtlich der demographischen Parameter Geschlecht, Alter, Körpergröße und Gewicht keine signifikanten Unterschiede zwischen den Studienpatienten der Gruppen gab. Im Median lag das Alter der Studienteilnehmer im Vergleich der drei Gruppen bei 68, 64 bzw. 69 Jahren. Die Körpergröße differierte zwischen 165 cm und 170 cm. Im Körpergewicht und BMI zeigten sich keine statistisch auffälligen Unterschiede. Das Verhältnis der männlichen zu den weiblichen Probanden stimmte in den drei Untersuchungsgruppen überein.

Tabelle 3: Demographische Patientendaten

	PCA n=21	EPI n=21	PKI n=21	p
Geschlecht [weiblich/männlich]	16/5	14/7	11/10	0,271
Alter [Jahre]	68 (63,5-76)	64 (61-72,5)	69 (61-74,5)	0,46
Größe [cm]	165 (158-173)	167 (161-173)	170 (159,5-178)	0,604
Körpergewicht [kg]	80 (73-94)	90 (76,5-99)	82 (72,5-98)	0,554
Body Mass Index [kg/m ²]	30 (27-34)	33 (27,5-35)	30 (25,5-34)	0,412

Median (IQR: 25./75. Perzentile); n: Anzahl der Patienten; * Signifikanzniveau $p < 0,05$

3.1.2 Präoperative Risikoeinschätzung

Aus Tabelle 5 geht hervor, dass es hinsichtlich der ASA– Risikogruppen- Einstufung sowie der Inzidenz an vorbestehenden Krankheiten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen gab. Es ist ersichtlich, dass bezüglich der Anzahl der Studienteilnehmer mit NSAID oder sonstiger Analgetikaeinnahmen keine wesentlichen Abweichungen zwischen den drei Untersuchungsgruppen bestanden.

Tabelle 4: präoperative Risikoeinschätzung

	PKI n=21	EPI n=21	PCA n=21	p
Risikogruppe [ASA I/II/III]	2/15/4	2/12/7	3/6/12	0,158
Diabetes Mellitus [n]	3 (14,3%)	7 (33,3%)	6 (28,6%)	0,342
Hypertonie [n]	14 (66,7%)	14 (66,7%)	16 (76,2%)	0,742
NSAID Therapie [n]	4 (19,0%)	7 (33,3%)	5 (23,8%)	0,562
Sonstige Analgetika- therapie [n]	2 (9,5%)	3 (14,3%)	7 (33,3%)	0,119

Häufigkeit (%); n: Anzahl der Patienten, * Signifikanzniveau $p < 0,05$

3.2 VAS Schmerzwerte

3.2.1 VAS in Ruhe

In Abbildung 3 ist der Verlauf der VAS Werte in Ruhe grafisch dargestellt. Am Vorabend der Operation waren die erhobenen Schmerzwerte in Ruhe zwischen den Gruppen nicht signifikant unterschiedlich. Im Aufwachraum lag das Schmerzempfinden in der PCA Gruppe im Median bei 1,0. Im Vergleich dazu gaben Patienten der EPI- und PKI Gruppe zu diesem Zeitpunkt im Median einen VAS Wert von 0 an. Dieser Unterschied erreichte jedoch kein signifikantes Niveau. Die maximalen VAS Werte in Ruhe zeigten sich in allen Untersuchungsgruppen zwischen 3- und 22 Stunden postoperativ (Messzeitpunkt 3-6). 3 Stunden nach der Operation (M3) lag das Schmerzempfinden in der PCA Gruppe im Median bei 5,0 und war im statistischen Test signifikant höher ($p < 0,001$) als in der PKI Gruppe (Median: 0). Das Schmerzniveau in der EPI Gruppe war zu diesem Erhebungszeitpunkt im Gruppenvergleich nicht signifikant unterschiedlich. Zum Messzeitpunkt 4 (5 Stunden postoperativ) gab das Patientenkollektiv der EPI- und PKI Gruppe im Ver-

gleich zur PCA Gruppe (Median: 4,0) signifikant niedrigere Schmerzwerte an ($p < 0,05$). 14 Stunden postoperativ (M5) lag die Schmerzangabe in Ruhe in der PCA Gruppe im Median bei 4,0 und war signifikant höher als in der EPI Gruppe (Median: 2,0). Im Vergleich zur PKI Gruppe ergaben sich zu diesem Zeitpunkt keine signifikanten Gruppenunterschiede. Ab dem 2. postoperativen Tag (M7/8) sanken die Schmerzwerte in Ruhe in den Untersuchungsgruppen kontinuierlich ab und erreichten in allen drei Gruppen ab dem 3. postoperativen Tag (M9/10) ein Niveau, das unter dem präoperativen Wert lag. Die Brunner Analyse bestätigte einen signifikant größer werdenden Unterschied des Schmerzes in Ruhe zwischen den drei Gruppen. Dabei lag der mediane VAS Wert in Ruhe in der PCA Gruppe signifikant höher als in den anderen beiden Untersuchungsgruppen.

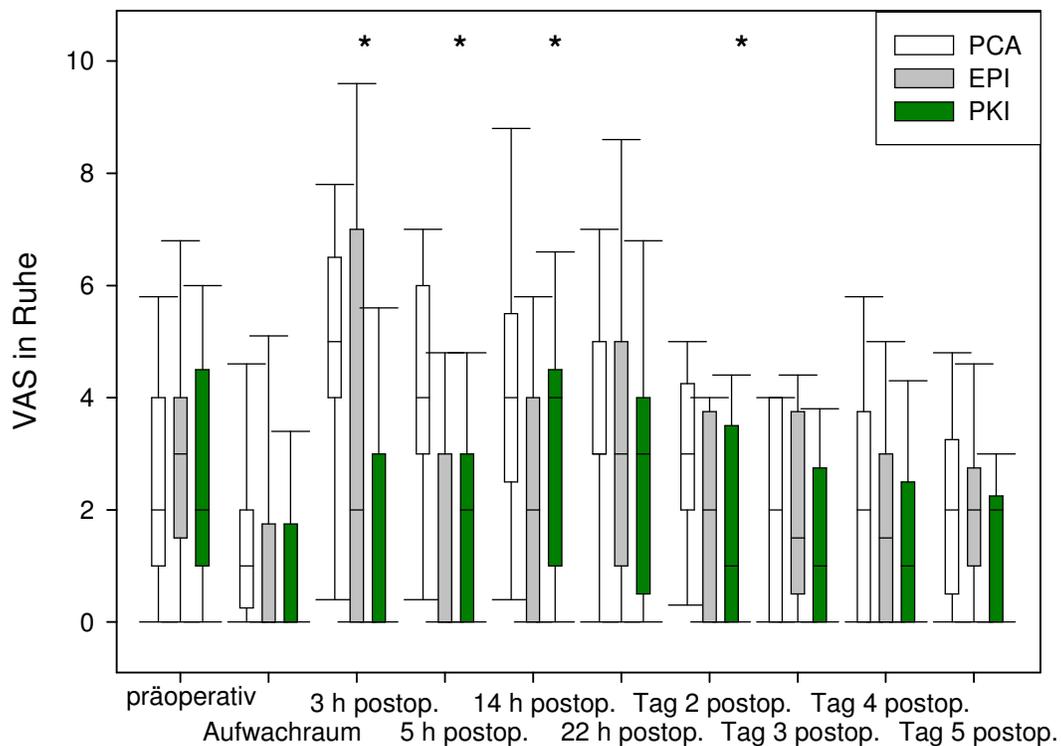


Abbildung 3: VAS Werte in Ruhe; Median/ IQR (25./75. Perzentile); * Signifikanzniveau $p < 0,05$

3.2.2 VAS bei Belastung

In Abbildung 4 sind die Verläufe der VAS Werte bei Belastung des operierten Beines dargestellt. Die präoperativen Ausgangswerte (M1) unterschieden sich statistisch nicht voneinander. Erwartungsgemäß lagen die erhobenen VAS Werte bei Belastung höher als die VAS Werte in Ruhe. Aus der Grafik ist ersichtlich, dass es 3 Stunden postoperativ (M3) in allen drei Gruppen zu einem Anstieg der

Schmerzwerte bei Belastung kam. Die maximalen Schmerzwerte bei Belastung wurden in der PCA Gruppe und der PKI Gruppe 14 Stunden postoperativ (M5)(PCA: 7,5; PKI: 5,0) erhoben. Hingegen gaben die Patienten der EPI Gruppe den maximalen Schmerzwert unter Belastung erst 22 Stunden postoperativ (M6) (Median: 5,0) an. Das Schmerzniveau in der PCA Gruppe war 3 Stunden nach der Operation (M3) bis zum 2. postoperativen Tag (M7/8) im Median signifikant höher ($p < 0,05$) als in dem EPI- und PKI Patientenkollektiv. Ab dem 3. postoperativen Tag (M9/10) konnten keine statistisch signifikanten Gruppenunterschiede mehr festgestellt werden. Zwischen der EPI - und PKI Gruppe konnte zu keinem Messzeitpunkt ein signifikanter Gruppenunterschied detektiert werden ($p > 0,05$). Die Brunner Analyse bestätigte einen signifikant größer werdenden Unterschied der im Median erhobenen Schmerzwerte bei Belastung in der PCA Gruppe im Vergleich zu den anderen beiden Untersuchungsgruppen.

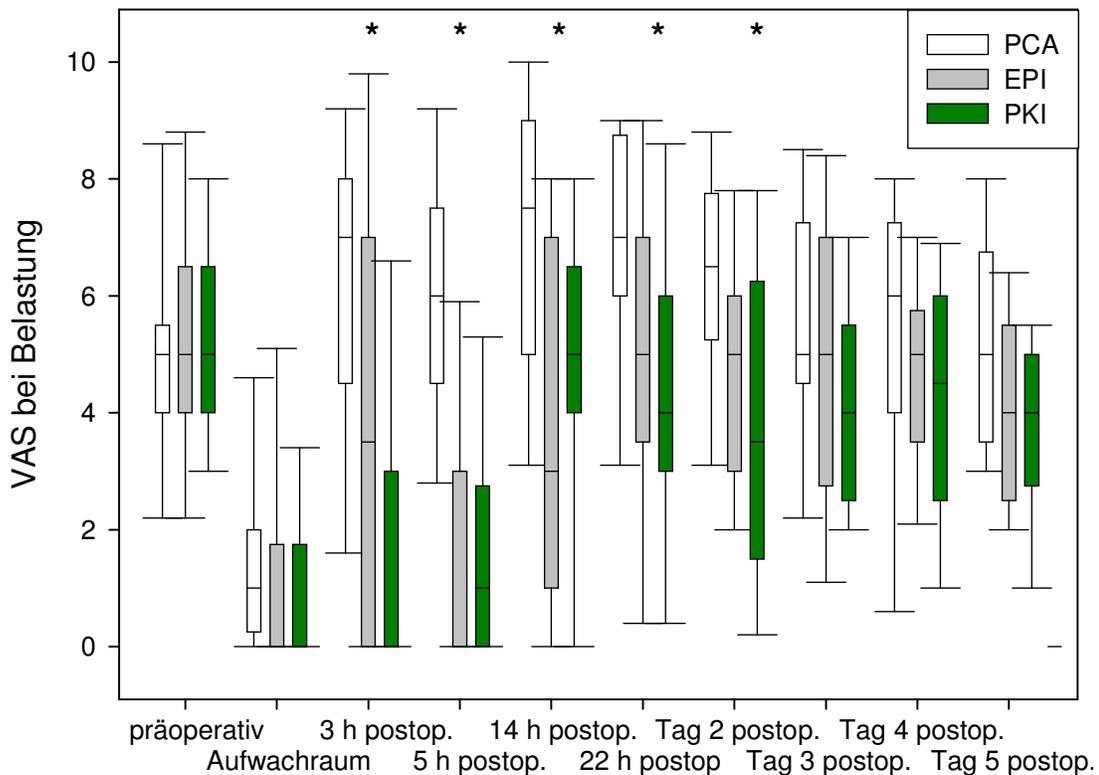


Abbildung 4: VAS Werte bei Belastung; Darstellung im Median/ IQR (25./75. Perzentile);

* Signifikanzniveau $p < 0,05$

3.3 Postoperativer Schmerzmittelverbrauch

3.3.1 Basaler Verbrauch über Pumpe/Katheter

In den Abbildungen 5,6 und 7 sind die Schmerzmittelverbräuche der einzelnen Behandlungsgruppen dargestellt.

In Abbildung 5 kann man erkennen, dass der postoperative Piritramidverbrauch in der PCA Gruppe im Aufwachraum am höchsten war und über die weiteren Messzeitpunkte kontinuierlich sank. Bei Beendigung der Piritramidtherapie am Abend des 2. postoperativen Tages lag der Verbrauch im Median bei 0 mg in der Stunde.

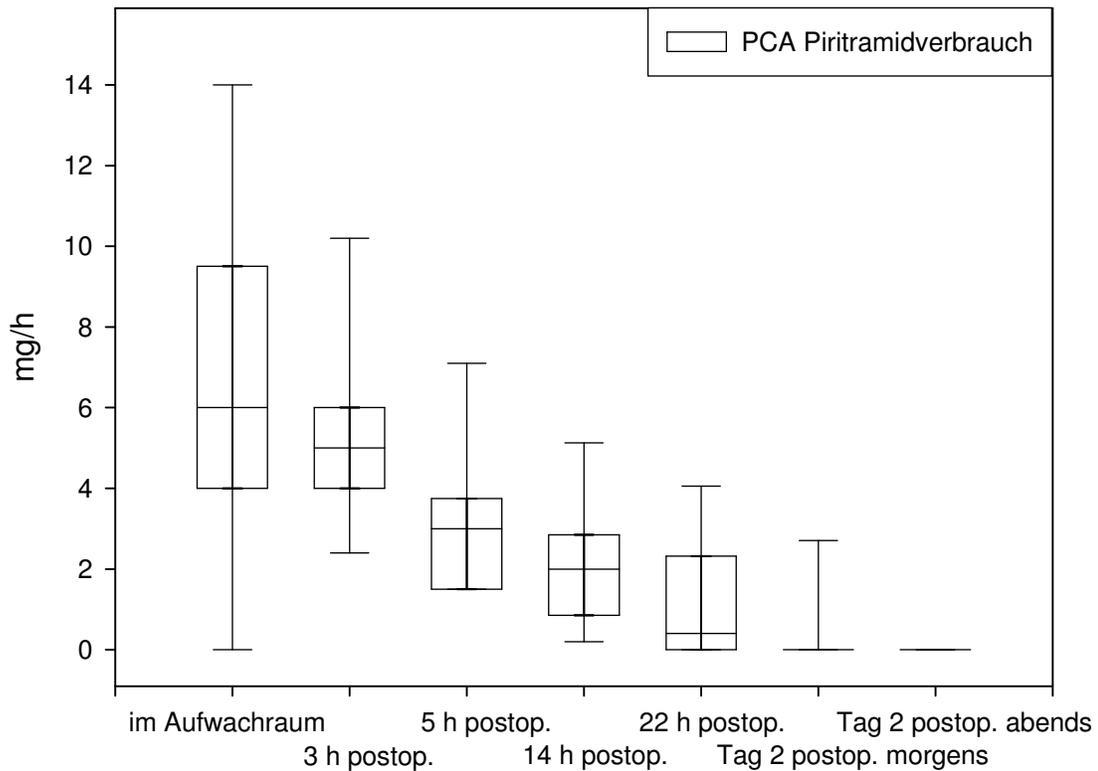


Abbildung 5: Piritramidverbrauch über PCA Pumpe

Abbildung 6 stellt den Schmerzmittelverbrauch der EPI Gruppe über den Periduralkatheter dar. In diesem Kollektiv kam es zwischen 3- und 22 Stunden postoperativ (M3-6) zum maximalen Schmerzmittelverbrauch in der Stunde. Im Median verbrauchte die EPI Gruppe zu diesen Messzeitpunkten 10mg Ropivacain und 5 µg Sufentanil pro Stunde. Zu beachten sei der Peak 14- und 22 Stunden nach der Operation (M4-5), der zeitlich mit dem ersten physiotherapeutischen Belastungstraining zusammenfällt. Der Abbildung ist zu entnehmen, dass es ab dem 2. postoperativen Tag (M7/8) zu einer Senkung des Schmerzmittelverbrauchs kam.

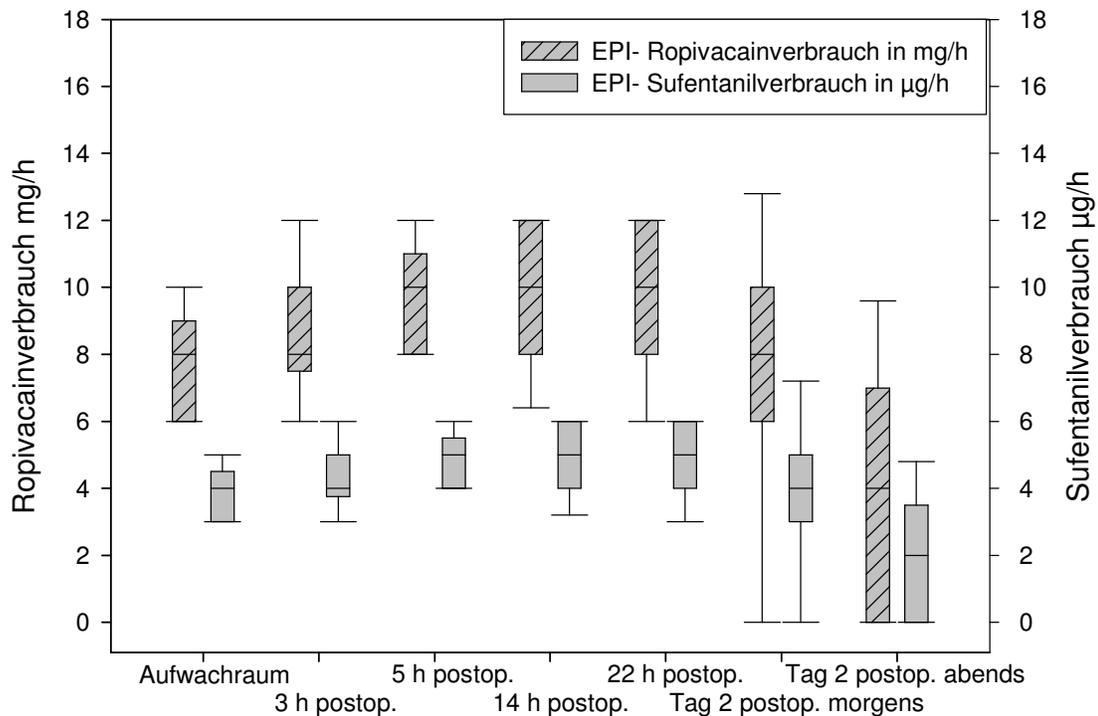


Abbildung 6: Ropivacainverbrauch und Sufentanilverbrauch über EPI

Der Schmerzmittelverbrauch über die Psoaskompartiment- und Ischiadicuskatheter wird in Abbildung 7 demonstriert. Es ist ersichtlich, dass es vor allem zwischen den Messzeitpunkten 5- und 22 Stunden postoperativ (M3-6) zu hohen Ropivacainverbräuchen über den Psoaskompartimentkatheter kam. Der maximale Ropivacainverbrauch über den Ischiadicuskatheter lag im Median bei 16 mg/h und wurde zwischen 5- und 14 Stunden postoperativ (M4-5) festgestellt. Die hohen Verbrauchswerte fallen dabei mit dem ersten physiotherapeutischen Belastungstraining zusammen. Im weiteren Verlauf zeigte sich nach Erreichen der maximalen Verbrauchswerte bei beiden Kathetern eine kontinuierliche Senkung der Laufraten.

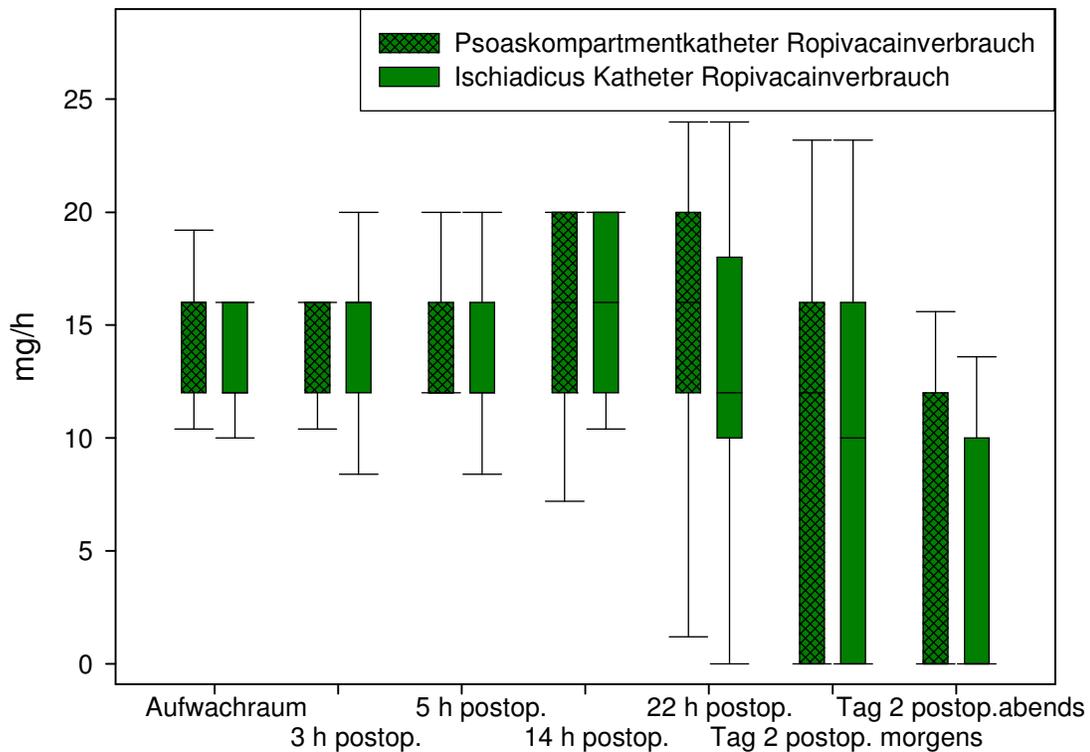


Abbildung 7: Ropivacainverbrauch über PKI- Katheter

3.3.2 Postoperativer Opioidverbrauch (Piritramid)

Tabelle 5 stellt den Verbrauch von Piritramid innerhalb der ersten 48 Stunden nach der Operation dar. Aus der Tabellenübersicht ist ersichtlich, dass es zu jedem Erhebungszeitpunkt einen Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen gab. Der Verbrauch von Piritramid war in der i.v. - PCA Gruppe signifikant höher als in den anderen beiden Patientenkollektiven.

Tabelle 5: Postoperativer Piritramidverbrauch

	PCA n=21	EPI n=21	PKI n=21	p
0-4 Stunden	6 (4-9,5)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00**
0-24 Stunden	48 (31-54,5)	0 (0-1,5)	0 (0-2,5)	0,00**
0-48 Stunden	3 (0-25,5)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,00**
48 Stunden total	51 (40,3-85,5)	0 (0-1,5)	0 (0-7,5)	0,00**

Median (IQR: 25./75. Perzentile); * Signifikanzniveau $p < 0,05$, ** Signifikanzniveau $p < 0,005$

3.3.3 Zusätzlicher Schmerzmittelverbrauch bis zur Entfernung des Analgesieverfahrens

Tabelle 6 stellt den zusätzlichen Verbrauch von Schmerzmitteln während der Therapie mit den verschiedenen Analgesieverfahren in den jeweiligen Gruppen dar. In allen drei Behandlungsgruppen konnte über den Beobachtungszeitraum eine steigende Inzidenz an zusätzlichen Analgetikaeinnahmen festgestellt werden. Die maximale Frequenz von zusätzlichen Analgetikaaanforderungen wurde in allen drei Gruppen in dem Beobachtungszeitraum zwischen 22 Stunden postoperativ und dem Morgen des 2. postoperativen Tages festgestellt (M6-7). In diese Periode fiel die Nacht nach dem ersten physiotherapeutischen Training. Der Unterschied zwischen den Gruppen erreichte kein signifikantes Niveau. Während des Beobachtungszeitraumes zwischen Aufwachraum und 3 Stunden postoperativ (M2-3) kam es bei insgesamt 6 Patienten (28,6%) der EPI Gruppe zu einer NSAR Einnahme. In der PCA- und PKI Gruppe war es jeweils 1 Patient (4,8%). Der mediane Metamizolverbrauch war zu diesem Messzeitpunkt in der EPI Gruppe signifikant höher als in den anderen beiden Untersuchungsgruppen ($p=0,036$). Im weiteren Beobachtungszeitraum wurden zwischen den Gruppen hinsichtlich der zusätzlich eingenommenen Schmerzmittel keine weiteren signifikanten Gruppenunterschiede detektiert. Auch die Brunner Analyse konnte im zeitlichen Verlauf keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen feststellen.

Tabelle 6: Zusätzlicher Verbrauch von Schmerzmitteln

			PCA n= 21	EPI n=21	PKI n= 21	p
AWR	NSAR (mg)	Metamizol	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,37
		Paracetamol	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,60
		Parecoxib	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,58
3 h postop.	NSAR (mg)	Metamizol	0 (0-0)	0 (0-1000)	0 (0-0)	0,036 *
		Paracetamol	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	1,00
5 h postop.	NSAR (mg)	Metamizol	0 (0-0)	0 (0-500)	0 (0-0)	0,30
		Paracetamol	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,60
14 h postop.	NSAR (mg)	Metamizol	0 (0-0)	0 (0-1000)	750 (0-1000)	0,06
		Paracetamol	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,37
		Parecoxib	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,13
		Ibuprofen	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,37
22 h postop.	NSAR (mg)	Metamizol	0 (0-0)	0 (0-375)	0 (0-375)	0,59
		Paracetamol	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,60
		Parecoxib	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	1,00
		Ibuprofen	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,60
Tag 2 postop. morgens	NSAR (mg)	Metamizol	750 (0-750)	0 (0-875)	375 (0-1000)	0,77
		Paracetamol	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,37
		Parecoxib	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,60
		Ibuprofen	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,58
Tag 2 postop. abends	NSAR (mg)	Metamizol	0 (0-375)	0 (0-875)	0 (0-750)	0,38
		Paracetamol	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,60
		Parecoxib	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,60
		Ibuprofen	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,06

Median (IQR: 25./75. Perzentile); n: Anzahl der Patienten; * Signifikanzniveau $p < 0,05$

3.3.4 Schmerzmittelverbrauch nach Entfernung der Analgesieverfahren

Tabelle 7 stellt den Verbrauch von Schmerzmitteln im Median nach Entfernung der postoperativen Analgesieverfahren in den Untersuchungsgruppen dar. Innerhalb jeder Gruppe kam es nach Entfernung der PCA Pumpe bzw. der Katheter am 3. postoperativen Tag (M9/10) zu einer signifikanten Steigerung des Schmerzmittelverbrauches. Im Zeitverlauf blieb der mediane Schmerzmittelverbrauch innerhalb jeder Gruppe konstant. Der Vergleich der Gruppen untereinander wies allerdings am 3. postoperativen Tag (M9/10) in der PCA Gruppe einen signifikant höheren medianen Tramadolverbrauch auf ($p=0,02$). Insgesamt hatten an diesem Tag 20 Patienten (95,2%) in der PCA Gruppe Tramadol eingenommen. In der EPI Gruppe griffen insgesamt 19 (90,5%) und in der PKI Gruppe 17 Patienten (81%) zum Tramadol. Im weiteren Verlauf konnten hinsichtlich der medianen Schmerzmitteleinnahmen keine statistisch signifikanten Gruppenunterschiede mehr festgestellt werden.

Tabelle 7: Schmerzmittelverbrauch nach Entfernung der Analgesieverfahren

			PCA n= 21	EPI n=21	PKI n= 21	p
Tag 3 postoperativ	NSAR (mg)	Metamizol	750 (0-1500)	1000 (0-2000)	0 (0-1750)	0,23
		Coxibe	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,77
		Ibuprofen	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,64
	Tramadol (mg)		200 (200-300)	200 (100-200)	200 (100-200)	0,015*
Tag 4 postoperativ	NSAR (mg)	Metamizol	750 (0-1125)	1500 (0-2625)	0 (0-16875)	0,11
		Coxibe	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,77
		Ibuprofen	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,71
	Tramadol (mg)		200 (200-200)	200 (200-200)	200 (200-250)	0,45
Tag 5 postoperativ	NSAR (mg)	Metamizol	750 (0-1875)	1000 (0-2125)	750 (0-1000)	0,38
		Coxibe	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,60
		Ibuprofen	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,49
	Tramadol (mg)		200 (200-200)	200 (150-200)	200 (200-300)	0,12

Median (IQR: 25./75. Perzentile); n: Anzahl der Patienten; * Signifikanzniveau $p < 0,05$

3.4 Mobilität

In Abbildung 8 ist die Entwicklung der Mobilisierungsschritte nach der Operation dargestellt. Es ist ersichtlich, dass die Mobilität in allen drei Untersuchungsgruppen postoperativ erheblich eingeschränkt war. Der größte Mobilisierungsschritt 3 Stunden postoperativ (M3) war das Heben des operierten Beines. Diesen erreichten in der PCA Gruppe 52,4% (n=11), in der EPI Gruppe 57,1% (n=12) und in der PKI Gruppe 23,8% (n=5). 5 Stunden postoperativ (M4) wurde dieser Fortschritt bereits von 61,9% (n=13) in der PCA Gruppe und bei 71,4% (n=15) der Patienten in der EPI Gruppe realisiert. In der PKI Gruppe konnten zu diesem Zeitpunkt 42,9% (n=9) der Befragten das Bein selbständig Heben. Bereits 14 Stunden postoperativ (M5) kam es dabei in allen drei Untersuchungsgruppen zu einer signifikanten Steigerung des Mobilisierungsfortschrittes im Vergleich zum Ausgangswert ($p < 0,05$). Ab diesem Zeitpunkt kam es zu keiner weiteren Einschränkung der Mobilität. Am 5. postoperativen Tag (M13/14) waren alle Patienten in der Lage zu Gehen. Zu keinem Befragungszeitpunkt wurde ein statistisch signifikanter Grup-

penunterschied errechnet.

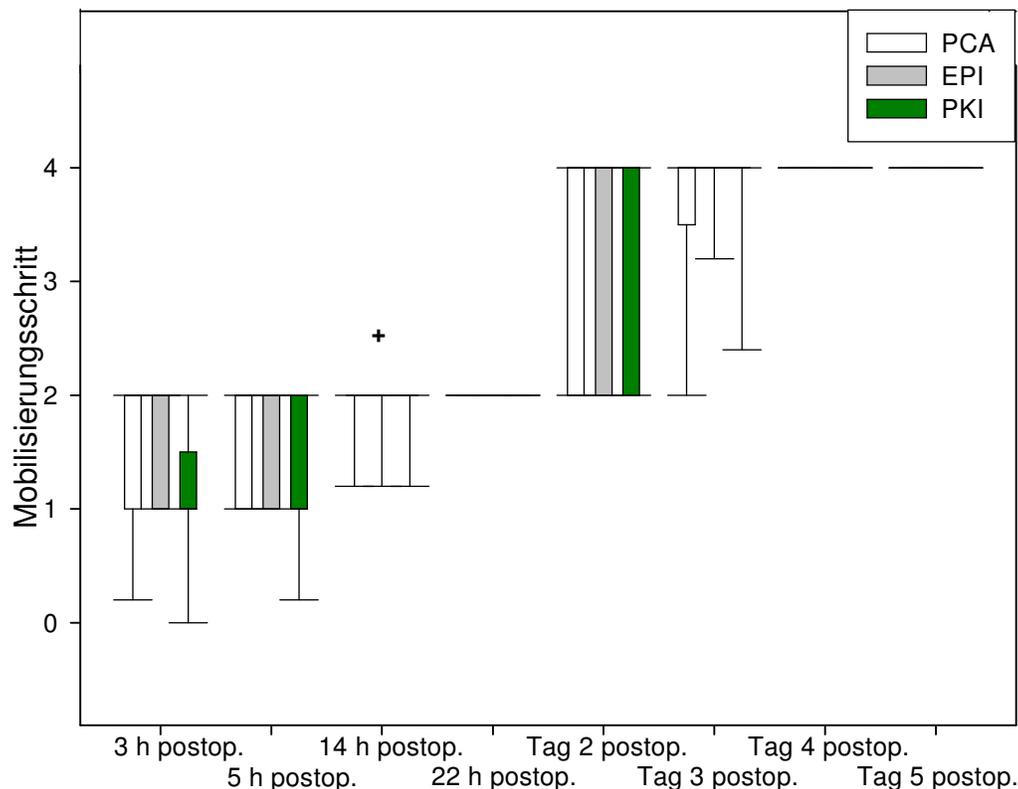


Abbildung 8: Mobilität; Darstellung im Median/ IQR (25./75. Perzentile)

[0-kein Mobilisierungsschritt, 1- Anspannen des operierten Beines, 2- Heben des operierten Beines, 3- Stehen, 4- Gehen]; + signifikant größere Mobilität ($p < 0,05$) zum vorherigen Messzeitpunkt

3.5 Unerwünschte Nebenwirkungen

3.5.1 Übelkeit/ Erbrechen

Tabelle 8 zeigt die Inzidenz von postoperativer Übelkeit und Erbrechen. Daraus ist ersichtlich, dass es nach der Operation in allen Untersuchungsgruppen zu Erbrechen und Übelkeit kam. Zu jedem Messzeitpunkt klagte in der PCA Gruppe eine höhere Patientenzahl über Übelkeit, als in der PKI Gruppe. 14 Stunden postoperativ (M5) litten in der PCA (47,6%) – und EPI Gruppe (38,1%) signifikant mehr Patienten unter Übelkeit, als in der PKI Gruppe (9,5%). Ein weiterer signifikanter Unterschied ergab sich 22 Stunden postoperativ (M6). Zu diesem Befragungszeitpunkt gaben 28,6% der Patienten der PCA Gruppe Übelkeit an, wohingegen in der EPI- und PKI Gruppe keiner der Patienten über Übelkeit klagte.

Bezüglich des postoperativen Erbrechens kam es im Gruppenvergleich zu keinem signifikanten Unterschied.

Tabelle 8: Übelkeit/Erbrechen

		PCA n=21	EPI n= 21	PKI n=21	p
Aufwachraum	Übelkeit	6 (28,6%)	3 (14,3%)	2 (9,5%)	0,24
	Erbrechen	4 (19,0%)	0%	1 (4,8%)	0,06
3 Stunden postoperativ	Übelkeit	5 (23,8%)	6 (28,3%)	1 (4,8%)	0,12
	Erbrechen	3 (14,3%)	1 (4,8%)	1 (4,8%)	0,43
5 Stunden postoperativ	Übelkeit	4 (19,0%)	4 (19,0%)	3 (14,3%)	0,90
	Erbrechen	1 (4,8%)	1 (4,8%)	0	0,60
14 Stunden postoperativ	Übelkeit	10 (47,6%)	8 (38,1%)	2 (9,5%)	0,02*
	Erbrechen	2 (9,5%)	1 (4,8%)	1 (4,8%)	0,77
22 Stunden postoperativ	Übelkeit	6 (28,6%)	0%	0%	0,001*
	Erbrechen	1 (4,8%)	0%	0%	0,37
2. Tag postoperativ	Übelkeit	3 (14,3%)	3 (14,3%)	0%	0,20
	Erbrechen	1 (4,8%)	0%	0%	0,37
3. Tag postoperativ	Übelkeit	1 (4,8%)	1 (4,8%)	0%	0,60
	Erbrechen	0%	0%	0%	1,00
4. Tag postoperativ	Übelkeit	1 (4,8%)	3 (14,3%)	0%	0,16
	Erbrechen	0%	1 (4,8%)	0%	0,37
5. Tag postoperativ	Übelkeit	3 (14,3%)	0%	2 (9,5%)	0,22
	Erbrechen	1 (4,8%)	0%	0%	0,37

Häufigkeit in (%),n: Anzahl der Patienten; * Signifikanzniveau $p < 0,05$

Bei der Betrachtung der Patientenzahl, welche in dem gesamten Beobachtungszeitraum symptomfrei hinsichtlich Übelkeit oder Erbrechen blieb konnten den peripheren Verfahren signifikante Vorteile detektiert werden (Tab.9).

Tabelle 9: Symptomfreiheit (Übelkeit/Erbrechen)

	PCA n=21	EPI n=21	PKI n=21	p
keine Übelkeit	5 (23,8%)	9 (42,9%)	14 (66,7%)	0,021*
kein Erbrechen	12 (57,1%)	19 (90,5%)	18 (85,7%)	0,021*

Häufigkeit (%), n: Anzahl der Patienten; * Signifikanzniveau $p < 0,05$

3.5.2 Müdigkeit

Abbildung 9 zeigt den Verlauf der postoperativen Müdigkeit. Die Patienten wurden zu jedem Befragungszeitpunkt aufgefordert, anhand einer Punkteskala ihren Müdigkeitsgrad nach eigener Beurteilung anzugeben. Aus der Grafik ist ersichtlich, dass der frühe postoperative Verlauf der Müdigkeit zwischen den Gruppen signifikant unterschiedlich war. Patienten der PKI Gruppe klagten 3 Stunden postoperativ (M3) weniger stark über Müdigkeit als Patienten der PCA Gruppe ($p = 0,007$). Dagegen lagen in der EPI- verglichen mit der PCA Gruppe die Werte nur tendenziell niedriger ohne ein statistisch signifikantes Niveau zu erreichen. Ein weiterer signifikanter Unterschied ergab sich 5 Stunden postoperativ (M4). Zu diesem Messzeitpunkt gab das mit einer PCA Pumpe versorgte Patientenkollektiv eine stärkere Müdigkeit an als Patienten aus der EPI- und PKI Gruppe (PCA/EPI: $p = 0,002$; PCA/PKI: $p = 0,006$). Im weiteren Verlauf der Beobachtungen konnten keine statistischen Unterschiede zwischen den Gruppen mehr festgestellt werden.

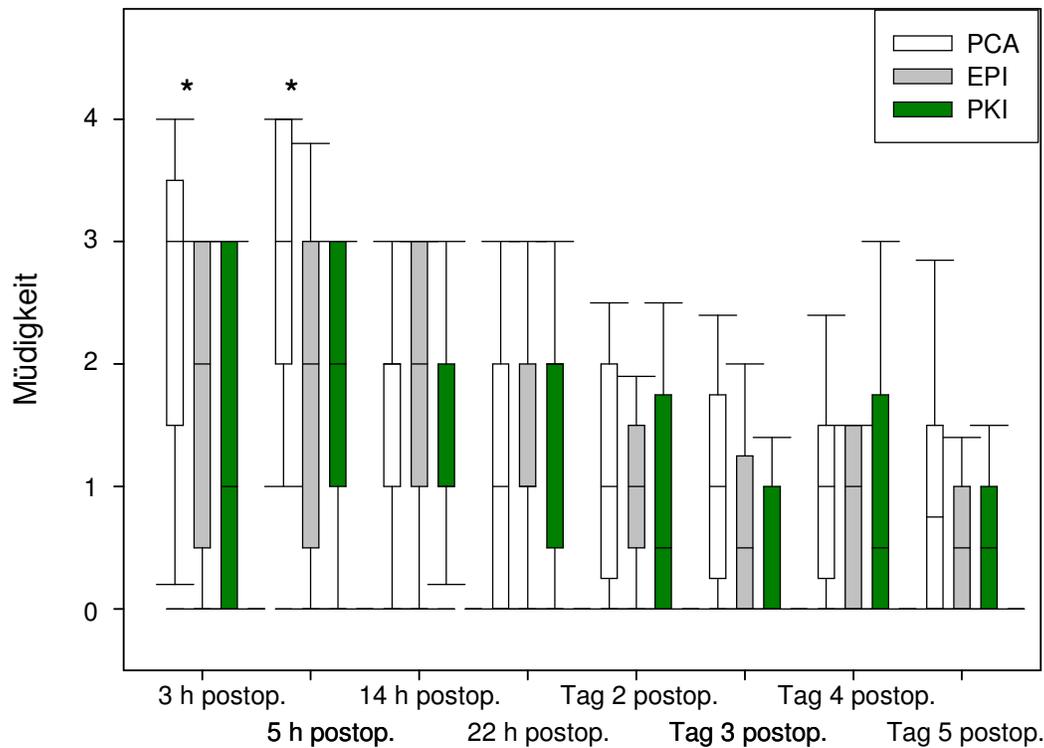


Abbildung 9: Müdigkeit; Darstellung im Median/ IQR (25./75. Perzentile); [0-keine Müdigkeit, 1- leichte Müdigkeit, 2- mittel, 3- starke Müdigkeit, 4- Patient döst] * Signifikanzniveau $p < 0,05$

3.5.3 Mundtrockenheit

In jeder der Untersuchungsgruppen konnte postoperative Mundtrockenheit festgestellt werden. Zu signifikanten Unterschieden kam es vor allem früh postoperativ. Drei Stunden nach der Operation klagten in der PCA Gruppe insgesamt drei Patienten über starke Mundtrockenheit. Im Median gab das Patientenkollektiv der PCA Gruppe eine stärkere Mundtrockenheit an, als die Patienten in der EPI- und PKI Gruppe. 5 Stunden postoperativ (M4) waren die Beschwerden über Mundtrockenheit nur noch zwischen der PCA Gruppe und dem EPI Patientenkollektiv signifikant unterschiedlich, wobei Patienten der EPI Gruppe über wesentlich geringere Mundtrockenheit klagten. 14 Stunden postoperativ (M5) kam es in allen drei Patientengruppen zu einer Reduzierung der Mundtrockenheit, die im zeitlichen Verlauf weiter sank.

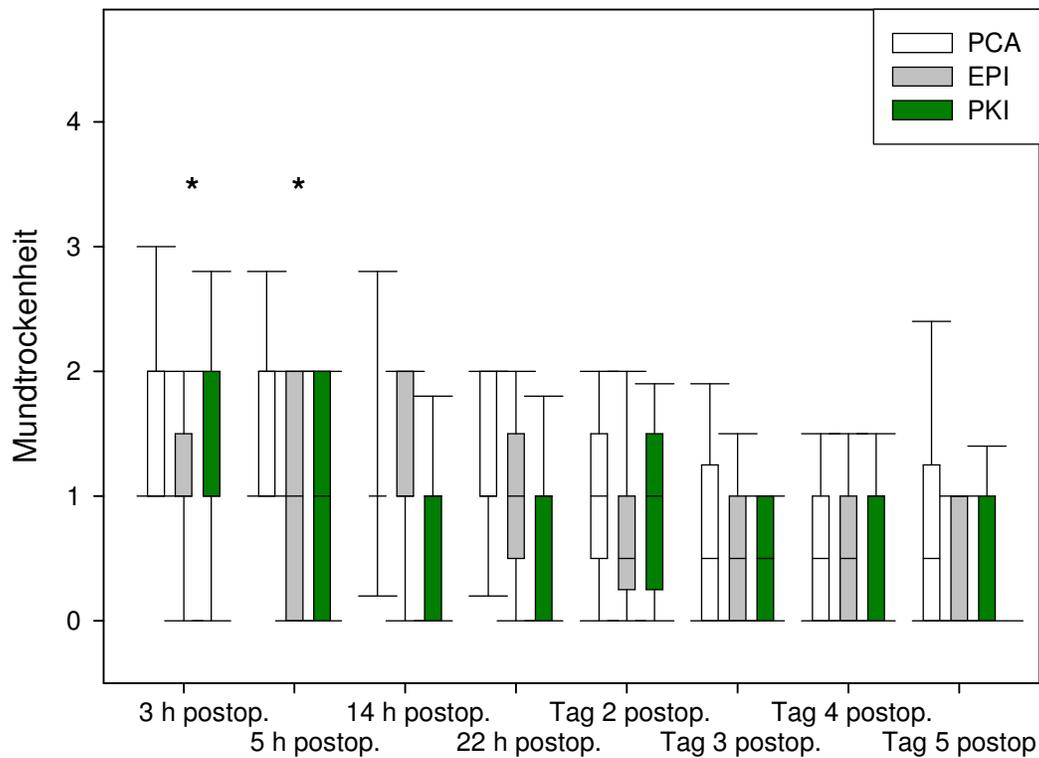


Abbildung 10: Mundtrockenheit; Darstellung im Median/ IQR (25./75. Perzentile), * Signifikanzniveau $p < 0,05$ zwischen den Gruppen

3.5.4 Pruritus

Tabelle 10 zeigt die Inzidenz von Juckreiz nach der Operation. 14 Stunden nach der Operation bis zum 2. Tag postoperativ (M5- M7/8) kam es zu signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen. Zu diesen Messzeitpunkten klagten in der PCA- und EPI Gruppe signifikant mehr Patienten über Juckreiz als in der PKI Gruppe. Ab dem dritten postoperativen Tag (M9/10), nach Entfernung der Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie, konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich des Pruritus mehr festgestellt werden.

Tabelle 10: Pruritus

	PCA n=21	EPI n= 21	PKI n=21	p
3 Stunden postoperativ	4 (19%)	5 (23,8%)	0%	0,07
5 Stunden postoperativ	3 (14,3%)	5 (23,8%)	0%	0,07
14 Stunden postoperativ	4 (19,0%)	8 (38,1%)	0%	0,008*
22 Stunden postoperativ	5 (23,8%)	6 (28,6%)	0%	0,03*
2. Tag postoperativ	2 (9,6%)	5 (23,8%)	0%	0,05*
3. Tag postoperativ	2 (9,6%)	1 (4,8%)	0%	0,36
4. Tag postoperativ	3 (14,3%)	1 (4,8%)	1 (4,8%)	0,42
5. Tag postoperativ	2 (9,6%)	2 (9,6%)	2 (9,6%)	1,00

Häufigkeit (%), n: Anzahl der Patienten; * p< 0,05

Bei der Betrachtung der Patientenanzahl, welche über den gesamten Beobachtungszeitraum beschwerdefrei hinsichtlich Pruritus blieb, konnten in der PKI Gruppe signifikante Vorteile detektiert werden (Tab.11).

Tabelle 11: Symptombfreiheit (Pruritus)

	PCA n=21	EPI n=21	PKI n=21	p
nie Pruritus	12 (66,7%)	8 (38,1%)	18 (85,7%)	0,07*

Häufigkeit (%), n: Anzahl der Patienten; * p< 0,05

3.6 Postoperativer Stuhlgang

Zur Beurteilung der Frage, ob das zugeteilte Verfahren zur Schmerztherapie eine Auswirkung auf die Darmtätigkeit hat, wurden die Patienten jeden Tag nach Stuhlgang gefragt. Im Median trat der erste Stuhlgang in allen drei Untersuchungsgruppen nach drei Tagen auf. Tendenziell konnten Patienten der EPI- und PKI Gruppe früher den ersten postoperativen Stuhl absetzen, jedoch konnten in der statistischen Auswertung keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden.

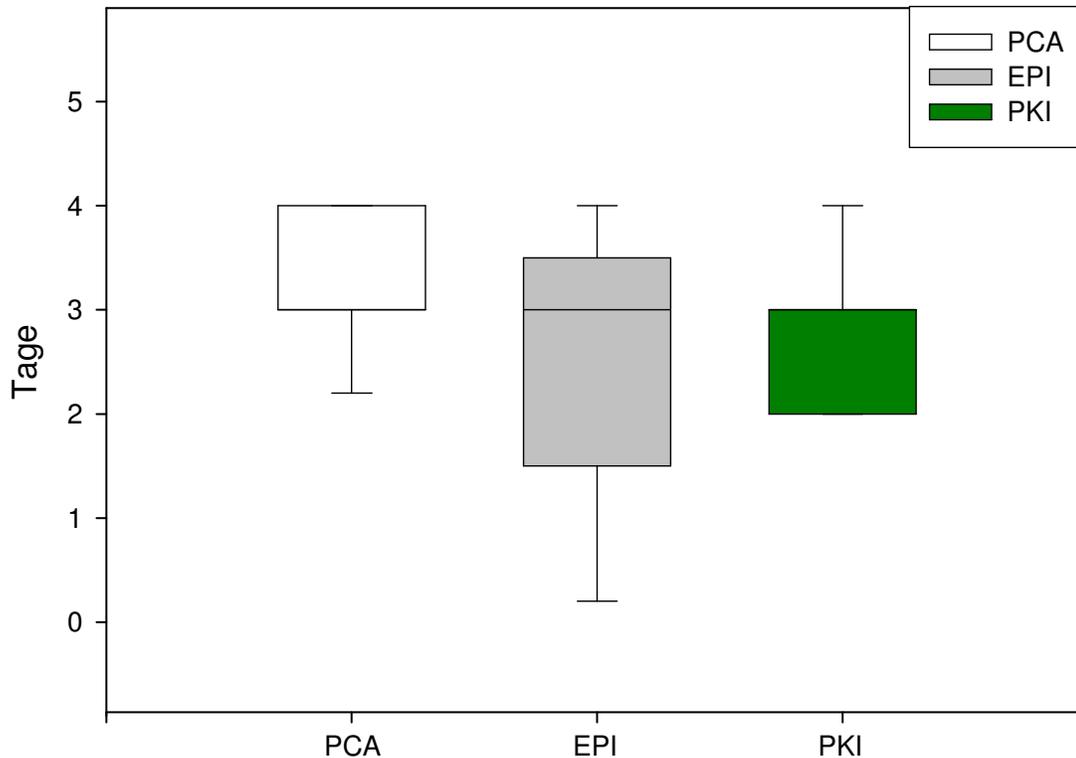


Abbildung 11: Postoperativer Stuhlgang

3.7 Interkurrente Komplikationen

Drei Patienten in der PCA Gruppe, vier EPI- Patienten und ein Patient aus der PKI Gruppe mussten sich nach dem Befragungszeitraum (> 5 Tage postoperativ) einer erneuten orthopädischen Intervention in Form einer Sekundärnaht unterziehen. Ein EPI- Patient und ein Patient aus der PKI Gruppe entwickelten eine Wundnekrose. Die unterschiedliche Inzidenz der Sekundärnaht und der Wundnekrose zwischen den Gruppen erreichten keine statistische Signifikanz (Tab.10).

Tabelle 12: Interkurrente Komplikationen

	PCA n=21	EPI n=21	PKI n=21	p
Sekundärnaht [n]	3 (14,3%)	4 (19,0%)	1 (4,8%)	0,34
Wundnekrose [n]	0	1 (4,8%)	1 (4,8%)	0,62

Häufigkeit (%), n: Anzahl der Patienten, * Signifikanzniveau $p < 0,05$

3.8 Patientenzufriedenheit

In Abbildung 12 ist die subjektive Patientenzufriedenheit mit der Schmerzbehe-

zung während des Befragungszeitraumes dargestellt. Die Patienten gaben dazu eine Bewertung analog des Schulnotensystems (Note 1-6) ab. Vor allem früh postoperativ kam es dabei zu signifikanten Gruppenunterschieden. Patienten der EPI- und PKI Gruppe gaben 3- und 5 Stunden postoperativ (M3/4) signifikant bessere Schulnoten zur Schmerzbewältigung an, als Patienten der PCA Gruppe. Zu den späteren Messzeitpunkten konnte, obwohl tendenziell in der EPI- und PKI Gruppe eine höhere Patientenzufriedenheit gemessen wurde, kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen beobachtet werden. Auch nach Entfernung der Katheter bzw. Pumpe zur postoperativen Schmerztherapie wiesen die erhobenen Noten zur Patientenzufriedenheit keine wesentlichen Differenzen zwischen den Gruppen auf.

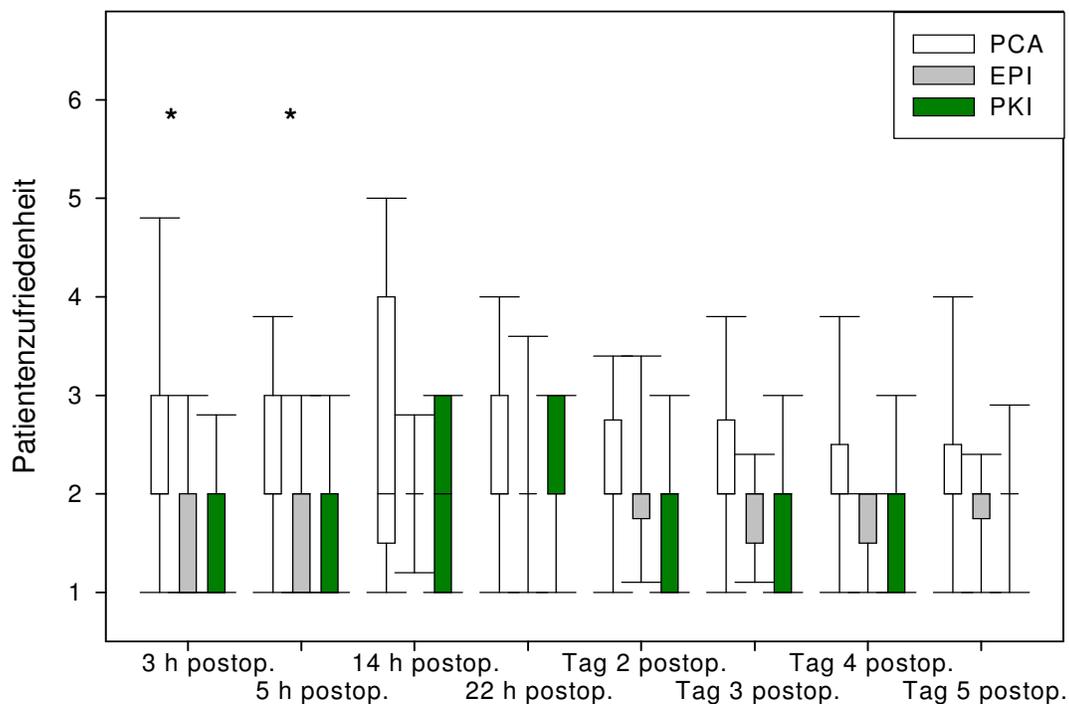


Abbildung 12: Patientenzufriedenheit; Median/ IQR (25./75. Perzentile) [Schulnotensystem: 1- sehr gut, 2- gut, 3- befriedigend, 4- ausreichend, 5- ungenügend, 6- mangelhaft], * Signifikanzniveau $p < 0,05$ Krankenhausverweildauer

Die Dauer des Krankenhausaufenthaltes war zwischen den Untersuchungsgruppen signifikant unterschiedlich. Patienten mit einem PKI- Katheter zur postoperativen Schmerztherapie lagen im Median 11,0 Tage im Krankenhaus. Im Gegensatz dazu hielten sich Patienten der PCA und EPI- Gruppe signifikant länger im Krankenhaus auf (PCA/PKI: $p < 0,001$; EPI/PKI: $p = 0,005$). Der statistische Vergleich der PCA Gruppe vs. EPI Gruppe erreichte im Hinblick auf die Verweildauer im

Krankenhaus kein signifikantes Niveau (Abb. 13).

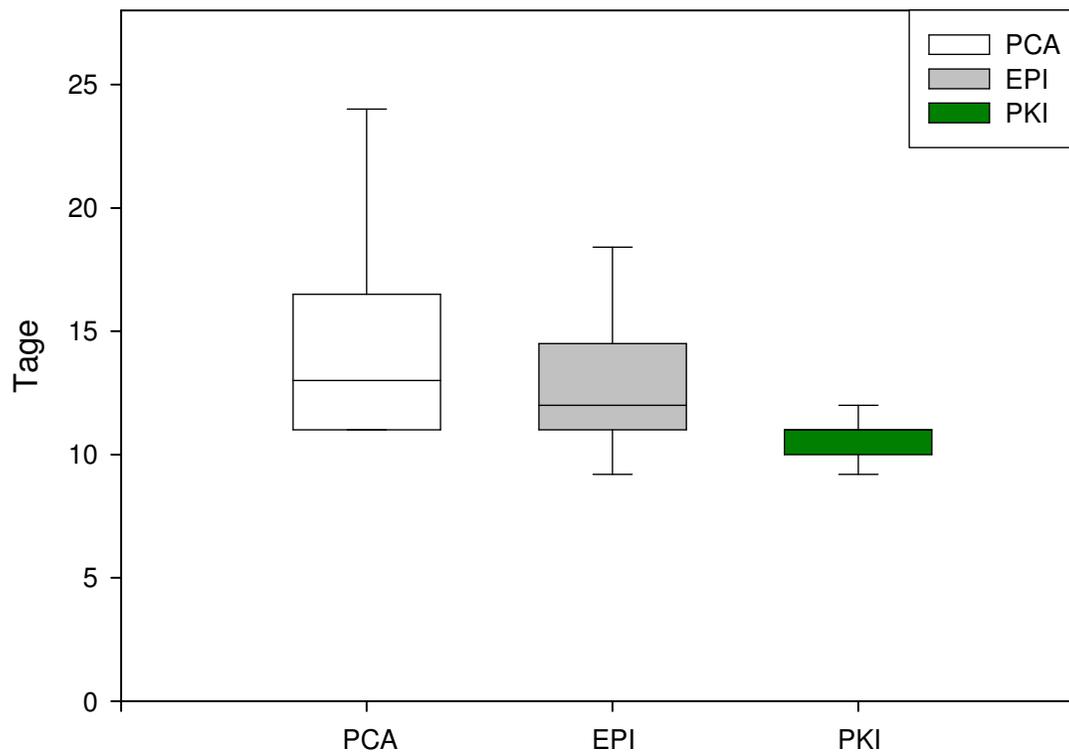


Abbildung 13: Krankenhausverweildauer; Median/ IQR (25./75. Perzentile)

3.9 Telefonische Nachbefragung

Ein halbes Jahr nach der Kniegelenkersatzoperation wurden die Patienten telefonisch kontaktiert. Insgesamt nahmen 79,3 % (n=50) der Patienten an der Nachbefragung teil. Aus der PCA – und PKI Gruppe konnten jeweils 17 Patienten erreicht werden, verglichen mit 16 Patienten in der EPI Gruppe. Anhand der bereits bekannten VAS Skala sollten die Patienten subjektiv ihre Schmerzen in Ruhe und bei Bewegung im operierten Bein angeben. Der Schmerz in Ruhe wurde in den drei Untersuchungsgruppen im Median bei 1,0 angegeben. Bei Bewegung des operierten Knies lag der Median in allen drei Gruppen bei 2,0. Hinsichtlich der Schmerzen in Ruhe als auch bei Belastung wurde in den statistischen Tests kein signifikantes Niveau erreicht. Auf die Frage nach der Zufriedenheit mit der Narkose und dem angewandten Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie war eine Schulnotenskala von 1 (sehr gut) bis 6 (ungenügend) vorgegeben. Zu beiden Fragen gaben die drei untersuchten Gruppen eine Schulnote an die im Median bei 2,0

lag. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Insgesamt nahmen 11 der befragten Patienten auch nach der Operation noch regelmäßig Schmerzmedikamente ein. Sechs dieser Patienten gehörten der PCA Gruppe an, während in der EPI- und PKI Gruppe drei bzw. zwei Patienten die regelmäßige Schmerzmitteleinnahme mit ´ja´ beantworteten. Dieser Unterschied zwischen den Gruppen war jedoch nicht signifikant. Bei einer erneuten Operation würden sich 82,4% der PCA- Gruppe, 87,5% der EPI Gruppe und 88,2% der PKI Gruppe erneut für die erfahrene postoperative Schmerztherapie entscheiden. Gleiche Prozentzahlen ergaben sich auf die Frage ob die Patienten die Schmerztherapie weiterempfehlen würden. Auch hier wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen beobachtet (Tab. 13).

Tabelle 13: Telefonische Nachbefragung

	i.v.- PCA n=17	EPI n=16	PKI n=17	p
Schmerzen am operierten Knie in Ruhe [0: kein Schmerz - 10: maximal vorstellbarer Schmerz]	1,0 (0-2)	1,0 (0-2)	1,0 (0-2)	0,94
Schmerzen am operierten Knie bei Belastung [0: kein Schmerz -10: maximal vorstellbarer Schmerz]	2,0 (1-3)	2,0 (1,25-3)	2,0 (1-2,5)	0,97
Patientenzufriedenheit mit der Narkose [1: sehr gut - 6: ungenügend]	2,0 (2-2)	2,0 (1-2)	2,0 (1-2)	0,27
Patientenzufriedenheit mit der postoperativen Schmerztherapie [1: sehr gut - 6: ungenügend]	2,0 (2-2)	2,0 (1-2)	2,0 (1-2)	0,08
Regelmäßige Schmerzmittel- einnahme	6 (35,3%)	3 (18,8%)	2 (11,8%)	0,24
Wiederholung der postoperativen Schmerztherapie	14 (82,4%)	14 (87,5%)	15 (88,2%)	0,87
Empfehlung der postoperativen Schmerztherapie	14 (94,1%)	14 (87,5%)	15 (88,2%)	0,87

Median (IQR: 25./75. Perzentile), Häufigkeit (%), n: Anzahl der Patienten; Signifikanzniveau $p^* < 0,05$

4 Diskussion

Die Knieendoprothetik ist eine der am häufigsten durchgeführten orthopädischen Operationen in deutschen Krankenhäusern [2]. Die Beschreibung einer postoperativen Schmerzsensation kann dabei regelhaft beobachtet werden. Daher ist die regelmäßige Evaluation verschiedener in der Klinik eingesetzter Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie unerlässlich. Die epidurale und intravenöse Opioidtherapie wurden lange Zeit als einzige Verfahren betrachtet, die nach Implantation eines künstlichen Kniegelenkes eine effiziente Behandlung postoperativer Schmerzen ermöglichen.

Eine kontinuierliche Blockade des Psoaskompartments in Verbindung mit einer Blockade des N. ischiadicus wird inzwischen in vielen Kliniken zur Analgesie nach Kniegelenksendoprothetik eingesetzt, jedoch gibt es bisher nur wenige Daten, welche einen Vorteil gegenüber den etablierten Verfahren der neuraxialen bzw. intravenösen Analgesietechniken aufweisen.

Vorangegangene Studien beschäftigten sich vorwiegend mit der Wirksamkeit perivaskulärer Femoralisblockaden und kombinierten Leitungsanästhesien des N. ischiadicus und N. femoralis. Obwohl in der Literatur der Gebrauch des Femoralis- oder des Psoaskatheters nach Kniegelenksersatzoperationen empfohlen wird, existieren bisher keine aussagekräftigen und vor allem übereinstimmenden Daten hinsichtlich des Profites eines zusätzlichen Ischiadicuskatheters nach Knieeingriffen. Studien, welche den Benefit der Kombination eines Femoralis- mit einem Ischiadicuskatheter zur postoperativen Schmerztherapie nach Knieoperationen untersuchten, konnten vor allem eine verbesserte postoperative Analgesie der dorsalen Innervationsgebiete des Kniegelenkes eruieren [45,54].

4.1 Datenlage in der Literatur

In einer Metaanalyse der Arbeitsgruppe Wu et al. konnte der postoperativen epiduralen Analgesie, verglichen mit der systemischen intravenösen Opioidtherapie eine signifikant bessere Schmerzlinderung in Ruhe und unter Belastung bis zum dritten postoperativen Tag nachgewiesen werden [55].

Singelyn et al. konnten in ihrer Studie an 45 Patienten die sich einer Knieendoprothesen Implantation unterzogen beobachten, dass eine kontinuierliche Epiduralanalgesie (0,125% Bupivacain, 10ml/h für 48h) und ein kontinuierlicher N. femoralis Block eine bessere Analgesie verschafften, als eine i. v.- PCA Pumpe

[15]. Anschließende Untersuchungen weisen darauf hin, dass die alleinige Versorgung postoperativer Schmerzen über eine intravenöse Piritrampumpen nicht ausreichend zu sein scheint [16,23]. Aufgrund der teilweise insuffizienten Blockade des N. obturatorius durch die Femoralisblockade rückte die Rolle der kontinuierlichen Blockade des Psoaskompartiment in der letzten Zeit zunehmend in den Mittelpunkt anästhesiologischer Untersuchungen [53,56]. Jedoch konnten Studien von Kaloul und Morin, trotz einer besseren Blockade des N. obturatorius, keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Schmerzwerte bzw. des postoperativen Opioidkonsums zwischen alleiniger kontinuierlicher Femoralis- oder Psoaskompartimentblockade detektieren [44,45].

Die Arbeitsgruppe Wulf kam jedoch zu dem Erkenntnis, dass die Kombination eines Femoralis- mit einem Ischiadicuskatheter, verglichen mit alleiniger kontinuierlicher femoraler Nervenblockade- bzw. Psoaskompartimentblockade zu einer Reduzierung des postoperativen Morphinkonsums führte und somit eine sinnvolle Therapieoption nach Knie- TEP darstellt [45]. Sie griffen damit ein altbekanntes Problem auf, nämlich dass Patienten trotz eines Femoraliskatheters oft über Schmerzen im medialen oder hinteren Bereich der Kniekehle klagen [23,57].

Kontrovers hingegen erscheint die Studie von Allen und Lui et al [58]. Die Autoren kamen in ihrer Studie an 36 Patienten zu dem Erkenntnis, dass die Kombination eines Femoralis- mit einem Ischiadicuskatheter im Vergleich zur alleinigen Blockade des Femoralnerven kein zusätzliches Benefit hinsichtlich der Reduktion postoperativer Schmerzen einbringt [58]. Weder in Ruhe noch unter Belastung konnte hinsichtlich der Schmerzintensitätswerte der Opioidverbrauch signifikant reduziert werden. Allerdings ist anzumerken, dass die Schmerzerhebung anhand der VAS Skala erst 8 Stunden postoperativ stattfand und das Patientengut von 12 Probanden pro Gruppe relativ gering ausfiel.

Mc Namee und Kollegen erforschten an Patienten nach künstlichem Kniegelenkersatz den Effekt eines zusätzlichen Blockes des Obturatoriusnerven kombiniert mit einer Femoralis- und Ischiadicusblockade (Single-shot) und konnten einen signifikant niedrigeren Morphinbedarf in dieser Gruppe im Vergleich zur kombinierten Femoralis-/Ischiadicusblockade ohne zusätzliche Obturatoriusblockade feststellen [59].

Auch Weber et al berichteten in ihrer Studie über eine signifikante Schmerzreduktion und geringerem Opioidverbrauch beim Einsatz eines kombinierten Femoralis-

Ischiadicuskatheters [57].

Macalou et al. untersuchten hingegen einen `Placebo` Femoralisblock verglichen mit einem normalen Femoralisblock und einem kombinierten Femoralis-/Psoaskompartimentblock (Single-shot). Die Ergebnisse der Studie zeigten in der 6 stündigen postoperativen Überwachungsperiode auch hier eine bessere Analgesie und einen niedrigeren Morphinkonsum in der Patientengruppe mit kombinierter Femoralis-/Psoaskompartimentblockade [60].

Keine der angeführten Studien legte dabei ein Augenmerk auf das funktionelle Ergebnis. Kaloul und Kollegen erforschten in einer Gegenüberstellung des Femoralis- und Psoaskompartimentblockes nach Knie- TEP eine wesentlich beständigere motorische und sensible Blockade zugunsten des Psoaskompartimentblocks bei gleichem Morphinkonsum und gleichen VAS Schmerzwerten [44]. Im Vergleich zur alleinigen intravenösen Morphinapplikation konnten beide regionale Verfahren die Schmerzwerte in Ruhe signifikant reduzieren. Unter physiotherapeutischer Belastung waren die Schmerzwerte in allen drei Gruppen ähnlich und erreichten keine statistische Signifikanz.

Die Arbeitsgruppe um Capdevila kam hingegen in ihrer Studie zur postoperativen Schmerztherapie nach Hüftendoprothetik zu der Erkenntnis, dass die kontinuierliche Psoaskompartimentblockade mit 0,2% Ropivacain bei geringem Nebenwirkungsprofil zu einer effektiven Analgesie sowohl in Ruhe als auch Belastung führte [19].

Türker et al. zeigten in einer Studie an 30 Patienten die sich einer elektiven Hüftoperation unterzogen, dass es in der Psoaskompartimentgruppe bei einer niedrigeren Inzidenz von Nebenwirkungen zu einer signifikant schnelleren Mobilisierung kam, als in der Patientengruppe die zur postoperativen Analgesie mit einem epiduralen Katheter versorgt wurde. Trotz schnellerer postoperativer Aktivität waren die Schmerzwerte auch hier in Ruhe und unter physiotherapeutischer Belastung bei guter Patientenzufriedenheit mit einem epiduralen Katheter bzw. kontinuierlicher Psoaskompartimentblockade nicht unterschiedlich [25].

4.1.1 Einordnung der Studienergebnisse

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die Kombination eines Psoaskompartimentblocks mit einer Blockade des N. ischiadicus mit der Analgesiepotenz des epiduralen Katheterverfahrens durchaus Stand halten kann und dabei mit einem ähnlichen, nicht signifikant unterschiedlichen Morphinkonsum einhergeht.

Im direkten Vergleich zeichnete sich die Psoaskompartiment-/Ischiadicusblockade gerade in der frühen postoperativen Periode durch eine bessere Analgesie und einen signifikant niedrigeren Morphinkonsum im Vergleich mit der intravenösen Piritramidanalgesie aus. Interessanterweise wiesen die Ergebnisse der Studien von Kaloul als auch Morin keine signifikanten Unterschiede der Schmerzen unter Belastung auf [44,45]. Unsere Studie konnte den peripheren Verfahren, auch unter physiotherapeutischer Belastung, einen eindeutigen Vorteil zuweisen. Ursächlich dafür könnte einerseits sein, dass in der Studie von Kaloul keine zusätzliche Blockade des N. ischiadicus erfolgte [44], welcher jedoch in der postoperativen Schmerztherapie nach Knieendoprothesenimplantation eine bedeutende Rolle zu spielen scheint [61]. Andererseits muss darauf hingewiesen werden, dass Morin in ihrer Studie feste Infusionsraten von 14 mg/h sowohl für den Femoralis- als auch für den Ischiadicuskatheter angeben. Der Opioidkonsum über 48 Stunden war in dieser Arbeitsgruppe weit höher als in unseren beiden Patientengruppen, welche mit einem peripheren Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie behandelt wurden [45].

4.2 Kontinuierliche vs. Single-shot Katheter- Analgesie

Sowohl die einmalige Applikation, die sog. Single-shot Technik, als auch die kontinuierliche Infusion von Lokalanästhetika über einen peripheren Nervenkatheter konnten in der postoperativen Schmerztherapie nach Knieendoprothetik ihre Vorteile aufweisen. Die Effektivität einer Single-shot Technik ist allerdings u.a. abhängig von der Wirkungsdauer der verwendeten Anästhetika. Da eine einmalige Injektion in der Regel nur eine effektive Wirkzeit von 14-18 Stunden gewährleistet, stellt die kontinuierliche Analgesie über einen peripheren Katheter einen Vorteil dar. Bereits 1978 berichteten Brands und Callanan über die Platzierung eines Katheters in den lumbalen Plexus. In den folgenden Jahren kam es zu evidenzbasierten Empfehlungen hinsichtlich des Einsatzes kontinuierlicher Katheterverfahren zur postoperativen Schmerztherapie nach Eingriffen am Oberschenkel oder Knie. Die Arbeitsgruppen um Capdevila, Chelly und Singelyn konnten den kontinuierlichen Verfahren dabei eindeutige Vorteile zuweisen [15,16,23]. Singelyn [15] verglich den Einsatz eines kontinuierlichen Femoraliskatheters mit patientenkontrollierter Morphingabe bzw. epiduraler Analgesie nach Knieendoprothetik. Durch eine kontinuierliche Infusion über 48 Stunden konnte eine 60% Reduzierung des Morphinkonsums beobachtet werden. In einer ähnlich angelegten Studie konnte die Ar-

beitsgruppe um Capdevila 1999 den kontinuierlichen peripheren Verfahren eine signifikante Reduzierung der VAS Schmerzscores, eine bessere postoperative Mobilität, sowie eine kürzere Krankenhausverweildauer zuweisen [16]. 2001 bestätigten Chelly et al. eine bessere postoperative Schmerzkontrolle durch die kontinuierliche Infusion von 0,2% Ropivacain über einen femoralen Katheter [23]. Den Ergebnissen dieser Studien ist jedoch das statistisch erhöhte katheterassoziierte Infektionsrisiko nach 48 stündiger Lage eines Katheters sowie eine mögliche toxische Wirkung durch erhöhte Lokalanästhetika Konzentrationen gegenüberzustellen [32,62].

Die hier vorgestellten Ergebnisse zeigen keine katheterassoziierten Infektionen, sodass man zu der Auffassung neigen könnte, dass eine über 48 Stunden andauernde postoperative Analgesie über einen Katheter nicht zu einem erhöhten Infektionsrisiko führt.

Auf der anderen Seite konnten auch Studien, welche die Effektivität einer einmaligen Injektion in einen regionalen Katheter näher betrachteten, eine Reduzierung des Morphinkonsums in den ersten 48 Stunden nach der Operation, gute Mobilisationsdaten sowie einen verkürzten Krankenhausaufenthalt zeigen [63,64]. Allerdings kam es in den o.g. Studien zu keiner direkten Gegenüberstellung kontinuierlicher und sog. Single-shot Verfahren. Es gibt derzeit nur zwei Studien, die den Einsatz einer kontinuierlichen Infusion mit einer einmaligen Injektion in den Plexus lumbalis gegenüberstellen. Watson und Kollegen verglichen an zwei Patientengruppen die postoperative Analgesie und das postoperative Ergebnis nach Knieprothese [30]. Die kontinuierliche Analgesie über den Psoaskompartimentblock, in Verbindung mit einem Single-shot über einen Ischiadicuskatheter konnte dabei, verglichen mit einer Single-shot Psoaskompartiment Technik, eine Reduzierung des Morphinkonsums sowie eine schnellere postoperative Mobilisierung nachweisen. Hirst und Mitarbeiter, die ebenfalls einen Vergleich zwischen kontinuierlicher Blockade und einmaliger Injektion aufstellten, konnten allerdings keine eindeutigen Unterschiede nachweisen [42]. Hingegen nutzten sie den vorderen Zugang zum lumbalen Plexus ohne zusätzliche Blockade des N. ischiadicus und verwendeten in ihren Untersuchungen eine wesentlich geringere Menge an Lokalanästhetika.

In der vorliegenden Studie wurde aufgrund der Datenlage die kontinuierliche Verfahrenstechnik über 48 Stunden nach der Operation gewählt. Über diesen Weg konnte eine suffiziente postoperative Analgesie ohne erhöhtes Infektionsrisiko ge-

währleistet werden. Unsere Daten gehen mit den Ergebnissen der o.g. Autoren konform und weisen auf eine signifikant bessere postoperative Analgesie in den Gruppen mit kontinuierlicher Kathetertechnik hin. Katheterassoziierte Infektionen wurden in der vorliegenden Studie nicht beobachtet.

4.3 Postoperativer Schmerz und Patientenzufriedenheit

Schmerz ist ein multifaktorielles Ereignis [4], welches bei unzureichender Behandlung das physiologische und psychologische Gleichgewicht des Körpers zu stören vermag und somit negative Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit des Organismus ausüben kann [12]. Durch die physiologischen Veränderungen kann es zu erheblichen Komplikationen kommen, welche einen entscheidenden Einfluss auf den postoperativen Verlauf nehmen und somit die Qualität der Operation nachhaltig beeinflussen. Durch die subjektive Prägung [65] der Komponente Schmerz ist es schwierig allgemein gültige Kriterien zur Evaluierung der postoperativen Schmerztherapie aufzustellen. Jacobi unterstreicht die Notwendigkeit der regelmäßigen Erfassung und Dokumentation der Schmerzsensation, wobei das valide und reliabelste Kriterium zur Schmerzbeurteilung die Selbsteinschätzung des Patienten ist [66]. Für den klinischen Routinealltag werden die für den Patienten einfach zu handhabenden, eindimensionalen Schätzskalen empfohlen [4]. Jacobi nannte dabei als valideste Kriterien zur Schmerzbeurteilung die Visuelle Analogskala und die Numerische Analogskala [66]. Analoge Skalen besitzen den Vorteil des Kontinuums, was insbesondere in der Auswertung eine feinere Graduierung ermöglicht. Die Arbeitsgruppen um Jensen und Kremer kam in ihrer Studie zu dem Ergebnis, dass es relativ bedeutungslos zu sein scheint, welche Art von Skala man verwendet und dass keine wesentlichen Unterschiede zwischen den visuell- analogen, numerischen und verbalen Skalen bestehen [67,68,69]. In der vorliegenden Studie erfolgte die Schmerzmessung in Ruhe und bei Belastung unter Verwendung einer Visuellen Analogskala.

Beim Vergleich der VAS Werte der drei Gruppen untereinander konnte im Verlauf ein signifikant größer werdender Unterschied des Schmerzwertes zwischen den drei Gruppen beobachtet werden. Dabei lag der mediane VAS Wert der PCA Gruppe sowohl in Ruhe als auch bei Belastung signifikant höher als in den anderen beiden Untersuchungsgruppen. Die Messungen der VAS Schmerzwerte weisen in unseren Erhebungen in Ruhe als auch bei Belastung auf einen eindeutigen Vorteil der regionalen Schmerzverfahren hin.

Grafisch auffällig in unseren Ergebnissen scheint der glockenförmige Verlauf der VAS Werte in Ruhe und bei Belastung. Die maximalen VAS Werte in Ruhe zeigten sich in den Untersuchungsgruppen zwischen 3- und 22 Stunden postoperativ. Die maximalen Schmerzwerte bei Belastung wurden in der PCA Gruppe und der PKI Gruppe 14 Stunden postoperativ (PCA: 7,5; PKI: 5,0) und in der EPI Gruppe 22 Stunden postoperativ (Median: 5,0) erhoben. Auch Capdevila weist in seiner kürzlich erschienenen Studie über periphere Nervenblockaden auf eine Exazerbation der Schmerzen zum Befragungszeitpunkt 24 Stunden postoperativ hin [32]. Den Grund dafür sehen die Autoren darin, dass der maximale analgetische Effekt durch die Bolus Injektion erreicht wird und eine, im günstigsten Falle, komplette Analgesie erzeugt werden kann, welche postoperativ durch kontinuierliche Infusion geringerer Konzentrationen der Lokalanästhetika schwer aufrecht zu erhalten ist. Eine mögliche Ursache der erhöhten VAS Werte in der PCA- Gruppe 14 Stunden nach der Operation könnte die dazwischen liegende Nacht gewesen sein. Aufgrund des Selbstapplikationsmodus kann es dabei gerade früh postoperativ und in der Nacht dazu kommen, dass die Patienten seltener zur Pumpe greifen, als sie es am Tage und bei vollem Bewusstsein tun würden. Die Schmerzwerte an sich sind jedoch kritisch zu betrachten. In unserer Studie wurden Patienten mit degenerierenden Prozessen am Kniegelenk untersucht, die sich elektiv einer Kniegelenksersatzoperation unterziehen mussten. Diese Patienten haben größtenteils schon länger bestehende Schmerzen, die eine Operation erforderlich machten. Somit könnten unsere Ergebnisse auch durch zentrale Veränderungen der Schmerzleitung beeinflusst sein. Die Angst vor Nebenwirkungen bzw. gar einer Abhängigkeit von Opiaten lässt die Patienten möglicherweise wesentlich seltener nach einer zusätzlichen Schmerzmittelgabe verlangen.

In der PCA Gruppe zeigte sich eine geringere Zufriedenheit der Patienten mit der angewandten Schmerztherapie als in den beiden anderen Gruppen, wobei bei der Benotung von eins bis sechs in allen Gruppen im Median keine Noten schlechter als zwei vergeben wurden. Man kann daher davon ausgehen, dass die meisten Patienten aller drei Regime zufrieden oder sogar sehr zufrieden waren. Statistisch signifikante Unterschiede zeigten sich vor allem früh postoperativ. 3- und 5 Stunden nach der Operation konnte in den Kathetergruppen eine höhere Zufriedenheit mit dem postoperativen Analgesieverfahren seitens der Patienten detektiert werden. In den Patientengruppen mit einer kontinuierlichen kombinierten PKI- Blocka-

de bzw. mit periduraler Katheteranalgesie konnte 3- und 5 Stunden nach der Operation eine signifikant höhere Zufriedenheit beobachtet werden. Dieser signifikante Vorteil in der frühen postoperativen Phase lässt sich bei der Betrachtung der VAS Schmerzwerte auf eine gute Analgesie zurückführen, wovon die Patienten in den Kathetergruppen früher zu profitieren scheinen. Eine Reduzierung des postoperativen Schmerzes führt allgemein zu einer besseren Akzeptanz des Verfahrens und somit zu einer verbesserten Patientenzufriedenheit. Für die Patientenzufriedenheit ist postoperativ eine ausreichende Analgesie bei möglichst niedrigem Nebenwirkungsprofil, wie Übelkeit, Vigilanzminderung und Juckreiz, von entscheidender Bedeutung. Brodner et al. konnten in einer Studie mit über 6000 Patienten zeigen, dass die patientenkontrollierte Periduralanästhesie im Vergleich mit der patientenkontrollierten intravenösen Analgesie, in der Lage ist, dies besser zu leisten und so die Zufriedenheit der Patienten zu erhöhen [70]. Auch Wulf und Kollegen kamen beim Vergleich von kontinuierlicher periduraler Infusion von Lokalanästhetika und Opiaten gegenüber intravenös applizierten Opiaten zu ähnlichen Ergebnissen [20]. Die Patienten waren auf Grund der ausreichenden Analgesie und der geringeren Rate an unerwünschten Nebenwirkungen mit der PDA zufriedener, als mit der intravenösen Gabe von Opiaten [20]. Luber und Kollegen konnten in ihrer Studie an 87 Patienten die sich elektiv einer Knie-TEP unterzogen und zur perioperativen Schmerztherapie eine kombinierte Psoaskompartment-/Ischiadicusblockade (0,5% Bupivacain oder 0,5% Ropivacain) erhielten eine 92% Patientenzufriedenheit feststellen [24]. Die hohe Patientenzufriedenheit spiegelt sich auch in der Wahl bei einer erneuten Operation wider. So würden sich 95% der befragten Patienten der angeführten Studie bei einer erneuten Operation für das gleiche Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie entscheiden. Zweifelsohne ist und bleibt die Erhebung der Patientenzufriedenheit jedoch eine Variable die stets kritisch betrachtet werden muss. Denn selbst eine insuffiziente bzw. eine mit Nebenwirkungsprofil behaftete Schmerztherapie kann zu hoher Patientenzufriedenheit führen. Der sog. Zuwendungseffekt kann dabei eine wesentliche Rolle spielen [26]. Somit kann es zu unterschiedlichen Bewertungen aufgrund von Sympathien kommen, wobei die eigentliche Zufriedenheit des Patienten mit der Analgesie in den Hintergrund rückt [9,71].

4.4 Nebenwirkungen

4.4.1 Übelkeit/Erbrechen

Neben den postoperativen Schmerzen zählen Übelkeit und Erbrechen zu den vom Patienten am unangenehmsten empfundenen Ereignissen im Anschluss an eine Operation. Diese unerwünschten Begleiterscheinungen begrenzen den Einsatz eines Therapieverfahrens. Das in der Literatur als `big little problem` bezeichnete Phänomen wird auch heutzutage noch mit einer Inzidenz von 20-30% angegeben [72,73,74]. Die Arbeitsgruppe um Dolin konnte in einer Metanalyse von 183 Studien seit 1980 eine Abnahme der Inzidenz postoperativen Übelkeit beobachten [73]. Ein zweifelsfrei gesicherter Risikofaktor der postoperativen Übelkeit und des Erbrechens ist dabei die Verwendung von Opiaten in der Schmerztherapie [75], [76]. Das Erbrechen bei erstmaliger Anwendung von Opiaten ist Folge der Erregung der Area postrema. Die emetische Wirkung verliert sich bei regelmäßiger Anwendung, weil sich dann eine direkte Hemmung der entsprechenden Hirnareale durchsetzt, welche die Erregung der Chemorezeptoren in der Area postrema kompensiert [77]. In der vorliegenden Studie wurde die Schmerzmittelversorgung bis zum Abend des 2. postoperativen Tages in der PCA Gruppe mittels Piritramid, einem klassischen Opioid Analgetikum gesichert. Die der EPI Gruppe zugehörigen Patienten erhielten neben dem Lokalanästhetikum Ropivacain 1 mg/ml das Opioid Analgetikum Sufentanil 0,5 µg/ml kontinuierlich über den Epiduralkatheter. Lediglich Patienten der PKI Gruppe wurden opioidfrei durch das Lokalanästhetikum Ropivacain mit einer Konzentration 2 mg/ml je Katheter analgetisch behandelt. Roberts et al zeigten in ihrer Studie an 193 chirurgischen Patienten, dass diejenigen, die postoperativ mit einer opioidgefüllten intravenösen PCA Pumpe oder einem epiduralen Verfahren mit Opioiden versorgt wurden, innerhalb einer 24 stündigen Überwachungsperiode mit einer Inzidenz von 41% signifikant häufiger unter Übelkeit litten [78]. Die Arbeitsgruppe von Wu beschreibt in ihrer Metaanalyse eine Inzidenz der postoperativen Übelkeit bzw. Erbrechens von 45-80% bei epiduraler Analgesie. Unsere Studie zeigt ähnliche Ergebnisse. Zu jedem Messzeitpunkt klagte in der PCA Gruppe eine höhere Patientenzahl über Übelkeit, als in der mit Ropivacain behandelten PKI Gruppe. 14 Stunden postoperativ litten in der PCA- (47,6%) und EPI Gruppe (38,1%) signifikant mehr Patienten unter Übelkeit, als in der PKI Gruppe (9,5%). Borgeat et al konnten in ihrer Untersuchung feststellen,

dass periphere Nervenblockaden, verglichen mit intravenösen patientenkontrollierten Methoden, eine Reduzierung der postoperativen Übelkeit erreichen können [79]. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Singelyn et al in ihrer Studie an 45 Patienten. Die mit einer i. v. -PCA Pumpe bzw. einem Epiduralkatheter versorgten Patienten klagten häufiger über Übelkeit, als Patienten mit einem Psoaskompartmentskatheter [15]. Kawai et al. beobachteten in ihrer Studie an Patientinnen die sich gynäkologischen laparoskopischen Eingriffen unterzogen und postoperativ mit einem patientenkontrollierten epiduralen Analgesieverfahren versorgt wurden, dass die Füllung der Pumpen mit 0,2% Ropivacain und Fentanyl eine höhere Rate an Übelkeit erzeugte als die alleinige Gabe des Lokalanästhetikums Ropivacain 0,2% [80]. Zu ähnlichen Ergebnissen kam die Arbeitsgruppe von Lorenzini in ihrer Studie zur postoperativen Analgesie nach Knieeingriffen. Auch hier wurde in der Patientengruppe, welche postoperativ epidural mit 1µg/ml Sufentanil und Ropivacain 0,2% versorgt wurde, eine höhere Rate an Übelkeit und Erbrechen 12- 24 Stunden nach Operation beobachtet, als in jenem Patientenkollektiv, welches ausschließlich mit Ropivacain 0,2% über den epiduralen Katheter versorgt wurde [81]. Jedoch ist die monokausale Zuordnung der Übelkeit zur analgetischen Opioidtherapie zweifelsfrei unrichtig, da sie durch zahlreiche prä-, intra- und postoperative Faktoren beeinflusst wird. Eine suffiziente postoperative Schmerztherapie stellt einen übelkeitsprotektiven Faktor dar [76]. Zusätzlicher Risikofaktor für die postoperative Übelkeit in der vorliegenden Studie könnte der tendenzielle, aber statistisch nicht signifikant erhöhte weibliche Anteil an Studienpatienten in der PCA- und EPI Gruppe sein. Klinische Studien konnten zeigen, dass Frauen nach Operationen gehäuft über Übelkeit klagen [73,75,76].

4.4.2 Darmmotilität

Die Peristaltik des Darmes wird vom Sympathikus und Parasympathikus bestimmt [77]. Der postoperative Stress und der Schmerz steigern den Sympathikotonus und hemmen durch eine direkte Wirkung auf die Motilität des Darmes die Peristaltik [77]. Studien konnten nachweisen, dass Opioide durch Vagusstimulation und direkten Einfluss auf die glatte Muskulatur spastische Kontraktionen und eine Hemmung der propulsiven Peristaltik verursachen. Rückenmarknahe Lokalanästhetika wirken nicht nur analgetisch sondern auch gleichzeitig sympathikolytisch und steigern so die Peristaltik und mesenteriale Durchblutung. Im Vergleich zu systemisch verabreichten Opioiden konnten Ahl und Kollegen in einer Studie an

16 Patienten nach kolorektalen Eingriffen ein früheres Einsetzen der Darmtätigkeit, Verdauung und Nahrungsaufnahme bei Epiduralanästhesie nachweisen [82]. In der vorliegenden Studie setzte der Stuhlgang im Median am 3. postoperativen Tag ein ohne einen statistisch signifikanten Unterschied zu erreichen. Es muss aber festgehalten werden, dass in der EPI Gruppe 38,1 % (n=8) und in der PKI Gruppe 33,4 % (n=7) der Patienten schon vor dem 3. postoperativen Tag Stuhlgang hatten und somit im Vergleich mit 9,5 % (n=2) in der PCA Gruppe in diesen beiden Gruppen der Stuhlgang tendenziell eher einsetzte. Diese Beobachtung könnte nach unserer Meinung auf den niedrigeren Verbrauch von Morphinen und den Einsatz von Lokalanästhetika in den anderen beiden Untersuchungsgruppen zurückzuführen sein.

4.4.3 Pruritus

Bis zu der Entfernung des Katheters bzw. der Pumpe am 2. postoperativen Tag, trat Pruritus mit einer maximalen Häufigkeit von 38,1% (14 Stunden postoperativ) in der EPI Gruppe und 23,8% (22 Stunden postoperativ) in der PCA Gruppe auf. In der PKI Gruppe wurde bis zur Entfernung der Katheter kein Juckreiz angegeben. In der statistischen Analyse konnte in der PKI Gruppe eine signifikant niedrigere Inzidenz von Pruritus 14 Stunden p.o. bis zum Abend des zweiten postoperativen Tages ermittelt werden. Die Ursache des Juckreizes ist bis zum heutigen Tage nicht vollständig geklärt. Ko et al. konnten in experimentellen Studien an Affen durch die selektive Blockade von Kappa- Rezeptoren eine Reduktion des durch intrathekale Morphinapplikation hervorgerufenen Juckreizes feststellen [83]. Es ist bekannt, dass neuroaxial appliziertes Sufentanil Juckreiz auslösen kann. Die Ausprägung des Juckreizes korrespondiert mit der μ -Selektivität des Opiates. Sufentanil erzeugt epidural in äquipotenter Dosierung geringeren Juckreiz als Morphin [84]. Die Ausprägung der Symptomatik ist allerdings dosisabhängig. So konnten De Cosmo et al in ihrer kürzlich publizierten Arbeit nachweisen, dass die Inzidenz von Juckreiz proportional mit der verabreichten Konzentration von Sufentanil steigt [85]. Demgegenüber rufen Lokalanästhetika keinen Juckreiz hervor. Senard et al. konnten zeigen, dass durch zusätzliche Applikation von Lokalanästhetika, der durch epidurale Applikation von 0,01mg/ml Morphin induzierte Pruritus reduziert werden konnte [86]. Andererseits deuteten die Ergebnisse der Studie von Axelsson et al. an, dass durch zusätzliche Applikation von Lokalanästhetika in Form von Ropivacain, der durch epidurale Applikation von 0,02 mg/ml Morphin

induzierte Pruritus wiederum erhöht wird [29]. Dies könnte darauf hinweisen, dass auch hier die optimale Dosierung bzw. das Applikationsverhältnis eine entscheidende Rolle spielt. Die Ergebnisse unserer Studie gehen mit den Ergebnissen aus der Literatur konform. In der vorliegenden Studie erhielten die Patienten der EPI Gruppe über den präoperativ angelegten epiduralen Katheter eine kontinuierliche Infusion von Ropivacain 1 mg/ml und Sufentanil 0,5 µg/ml nach der Operation. Die Inzidenz von postoperativem Juckreiz war in dieser Gruppe am höchsten, unterschied sich aber nicht signifikant von der PCA Gruppe, welche mit dem Morphin Piritramid behandelt wurde. Jedoch war die Inzidenz in diesen beiden Gruppen 14 Stunden bis zum Abend des 2. postoperativen Tages höher, als in der mit Ropivacain behandelten PKI Gruppe. Im weiteren Beobachtungszeitraum konnte nach Entfernung der therapeutischen Verfahren eine sinkende Inzidenz von Pruritus in der EPI und PCA Gruppe beobachtet werden. Die Umstellung auf eine einheitliche orale Analgetikakombination ab dem dritten postoperativen Tag spiegelte sich letztendlich in Inzidenzwerten wider, die sich im Vergleich der Gruppen nicht voneinander unterschieden.

4.4.4 Müdigkeit

Postoperative Müdigkeit und Schlafstörungen sind häufig. Trotz des inneren Bedürfnisses nach Schlaf können einige Patienten keine Ruhe finden. In der Literatur wird die Rate der postoperativen Fatigué mit Werten zwischen 2,6 und 24 % angegeben [73]. Die Vigilanz kann postoperativ nach großen Operationen und durch Opioide eingeschränkt sein. Teilweise ist die Sedierung unmittelbar nach der Operation auch wünschenswert, da ein bewusstseinsgetrübler Patient Schmerzen oft weniger stark empfindet [87]. Im Verlauf jedoch kann eine Sedierung zur Limitierung des postoperativen Rehabilitationsverlaufes führen. In der vorliegenden Studie klagten Patienten der PKI Gruppe früh postoperativ signifikant weniger stark über Müdigkeit als Patienten der PCA Gruppe ($p= 0,007$). Es wurde jedoch kein statistischer Unterschied zwischen der PKI und EPI Gruppe verzeichnet. Eine mehrtägige kontinuierliche Infusion von Piritramid intravenös führt nach Beendigung der Therapie zu einer langsamen Eliminierung des Wirkstoffes aus dem Blut und deshalb kann es auch nach Dekonnektierung der Pumpe zu einer Sedierung kommen [88]. Unsere Studie konnte jedoch schon ab dem 2. postoperativen Tag keine Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich der Müdigkeit detektieren. Wir führen deshalb die signifikanten Unterschiede in der frühen postoperativen

Phase auf die Nachwirkungen der Vollnarkose in der PCA Gruppe zurück.

4.5 Zusätzliche interkurrente Komplikationen

Wundinfektionen sind in der endoprothetischen Gelenkchirurgie gefürchtete Komplikationen, da sie das operative Ergebnis erheblich beeinträchtigen. Im ungünstigen Fall führen Infekte zum Prothesenwechsel, möglicherweise aber auch zum Prothesenverlust mit der Notwendigkeit der Versteifungsoperation des Kniegelenkes oder gar zur Amputation. Eine Maßnahme zur Infektbehandlung hat in der Regel eine Beeinträchtigung des Patienten, eine Verlängerung des Aufenthaltes und einen Anstieg der Kosten zur Folge. Aseptisches Operieren, diszipliniertes Verhalten im Operationssaal und eine perioperative Antibiotikaprophylaxe, gehören zu den Standardkomponenten einer Infektionsprophylaxe. Akca et al konnten über eine subkutane Sauerstoffpartialdruckmessung in ihrer Studie erkennen, dass eine gute postoperative Schmerzkontrolle einer Wundinfektion protektiv gegenüber steht [89]. Tierexperimentelle Studien haben gezeigt, dass der postoperative Schmerz eine wesentliche Rolle in der Modulation des Immunsystems darstellt [90]. Über Beeinflussung der Hypothalamus- Hypophysen – Nebennierenrindendachse und der sympathoadrenalen Achse kann die Immunantwort variiert werden. Epidurale Analgesie führt zu einer afferenten Nervenblockade und kann somit die neuroendokrine Stressantwort verändern. Chirurgische Interventionen und Schmerzen können die lymphozytäre Apoptose beschleunigen, was mit einem höheren Risiko an postoperativen Infektionen in Zusammenhang gebracht wird. Eine abgeschwächte Lymphozyten Depletion bei epiduraler Analgesie könnte zu einer gesteigerten Gegenwehr hinsichtlich postoperativer Infektionen führen. Volk et al. konnten in ihrer Studie an Patienten die sich einer elektiven Wirbelsäulenoperation unterzogen, einen verzögerten lymphozytären Abbau bei postoperativer Epiduralanalgesie mit Ropivacain im Vergleich zu systemischer Opioidanalgesie nachweisen [91]. In unserer Studie wurden keine Infektionen, welche auf die Katheteranlage zurückzuführen waren, beobachtet. Drei Patienten in der PCA-, vier Patienten in der EPI- und ein Patient aus der PKI Gruppe mussten sich nach dem Befragungszeitraum (> 5 Tage postoperativ) einer erneuten orthopädischen Intervention in Form einer Sekundärnaht unterziehen.

Ein weiterer gefürchteter Aspekt, der auch heute noch zu einer reservierten Anwendung kontinuierlicher peripherer Nervenblockaden führt, sind Schädigungen am Nerven. Die Angaben in der Literatur über neurologische Komplikationen bei

kontinuierlicher peripherer Nervenblockade sind eher rar und minimal [92,93,94]. Die Nervenschäden sind meist folgenlos, auch wenn eine längere Zeit bis zur Restitutio ad integrum vergeht [95,96]. Obwohl nicht immer sicher auf das periphere Katheterverfahren zurückzuführen, wird häufig die Blockade des Nerven als Ursache angegeben. Neurologische Komplikationen können jedoch durch mannigfaltige Faktoren hervorgerufen werden. Dazu gehört die Lagerung der Extremität mit möglicher Druckausübung auf die Nervenfasern, insbesondere da der Patient durch die Plexusanästhesie bedingt kein Schmerzempfinden und damit keine Schutzfunktion besitzt. Des Weiteren kommen chirurgische und traumatische Auswirkungen während und nach der Operation in Betracht. Auch vorbestehende neurologische Erkrankungen können exazerbieren. Auroy et al. beobachteten in einem 21.278 Patienten umfassenden Kollektiv insgesamt 4 neurologische Schäden (0,02%) [97]. In einer Studie von 2002 berichteten zuvor genannte Autoren über 12 neurologische Läsionen bei insgesamt 50.223 beobachteten Patienten mit regionalen Anästhesieverfahren. Fanelli et al. detektierten 69 Nervenschäden bei insgesamt 3.996 Patienten (1,7%), wovon sich alle innerhalb von 4-12 Wochen verbesserten [94]. Capdevila et al. führten in ihrer kürzlich erschienenen Studie eine Inzidenz nervaler Schäden, die auf ein kontinuierliches Katheterverfahren zurückzuführen waren, von 0,21% an [32]. Diese Ergebnisse decken sich mit den Daten der Bundesgeschäftsstelle für Qualitätssicherung gGmbH aus dem Jahr 2005. Auch hier wird für Nervenschäden ein Prozentsatz von 0,2 angegeben [2]. In unserer Studie wurde ein Patient zur Nachuntersuchung einbestellt. Dieser Patient hatte zur postoperativen Analgesie eine PKI- Blockade erhalten und klagte über Dysästhesien im Oberschenkelaußenbereich. Bei der Untersuchung nach 6 Monaten hatten sich die Ausfälle zurückgebildet und es konnten keine Störungen, welche auf das Anästhesieverfahren zurückzuführen wären, festgestellt werden.

4.6 Krankenhausverweildauer

Laut der Bundesgeschäftsstelle für Qualitätssicherung gGmbH lag die durchschnittliche Verweildauer im Krankenhaus nach Knie-Totalprothesen- Implantation im Jahre 2004 sowie 2005 im Median bei 15,0 Tage [2]. Noch im Jahre 2003 lag sie laut angegebener Quelle bei 17,0 Tagen. Innerhalb eines Jahres konnte die durchschnittliche Liegezeit somit um 2 Tage verkürzt werden. Singelyn et al. wiesen in ihrer Studie auf eine signifikant differierende Verweildauer nach Knieendoprothetik im Krankenhaus hin. So konnten Patienten mit einem peripheren Ver-

weilkatheter zur postoperativen Schmerztherapie das Krankenhaus im Mittel nach 16 bzw. 17 Tagen verlassen. Hingegen blieben Patienten die mit einer intravenösen Morphinpumpe versorgt wurden im Mittel 21 Tage im Krankenhaus [15]. Auch in der vorliegenden Studie war die Krankenhausverweildauer in den einzelnen Gruppen signifikant unterschiedlich. Patienten mit einem PKI Katheter zur postoperativen Schmerztherapie lagen im Median 11 Tage im Krankenhaus. Im Gegensatz dazu hielten sich Patienten EPI- Gruppe und PCA Gruppe mit im Median 12 bzw. 13 Tagen signifikant länger im Krankenhaus auf (PCA/PKI: $p < 0,001$; EPI/PKI: $p = 0,005$).

Eine kürzere Liegezeit, wie sie bei den Patienten dieser Studie dokumentiert wurde, ist möglicherweise auf eine denkbar schnellere Mobilisation, bedingt durch eine effiziente postoperative Schmerztherapie, zurückzuführen. Zum anderen trägt die stetige Verbesserung orthopädischer und anästhesiologischer Verfahren unter postoperativer physiotherapeutischer Mitbetreuung zu einer kürzeren Verweildauer mit früheren Entlassungen bei. So konnte beispielsweise in unserer Klinik im Rahmen der Fast Track Chirurgie die durchschnittliche postoperative Verweildauer nach Kolonresektionen von elf bis 17 Tagen auf im Median vier Tage gesenkt werden [98,99]. Durch multimodale Therapiestrategien, zu denen die Patientenberatung, atraumatische Operationstechniken, eine optimierte Schmerztherapie, Mobilisation und rascher Kostaufbau gehören, könnten sich im Zeitalter des DRG Systems (Diagnosis related groups) neue Perspektiven ergeben [100]. Die Effektivität dieses frührehabilitativen Gesamtkonzepte wurde bisher allerdings nur bei elektiven Kolonresektionen nachgewiesen, über elektive Kniegelenksersatzoperationen liegen derzeit noch keine validen Studienergebnisse vor [101]. Im Zeitalter der Diagnosis related groups ein nicht unwesentlicher Aspekt, denn im internationalen Vergleich gesehen scheint die stationäre Aufenthaltsdauer nach chirurgischen Eingriffen dennoch sehr lang zu sein. Barrington et al. berichten in ihrer Studie über Liegezeiten die im Mittel bei 5,3 bzw. 5,4 Tagen und somit signifikant kürzer waren [31]. Ein jüngst erschienener australischer Artikel spiegelt ähnliche Daten mit einer Interquartilrange von 5 bis 11 Tagen Aufenthaltsdauer im Krankenhaus nach einer Knieendoprothesenimplantation wider [102]. Allerdings sind Krankenhausverweildaten kritisch zu betrachten, denn im internationalen Vergleich gibt es unterschiedliche Kriterien welche zu einer postoperativen Entlassung aus dem Krankenhaus führen [103]. Beispielsweise nehmen in Nordamerika

nur 28-36% an einer Rehabilitation nach Implantation eines künstlichen Kniegelenkes teil und selten wird eine Gehfähigkeit zum Entlassungszeitpunkt erreicht, wohingegen in Deutschland im Jahr 2004 99,21% der Patienten zum Entlassungszeitpunkt gehfähig waren [2,101].

4.7 Langfristige analgetische Auswirkung

Die Operation und postoperative Schmerzbehandlung leisten einen wichtigen Beitrag, funktionelle Verbesserungen zu erzielen [15,16,104]. Daher ist von Interesse, wie sich das Outcome im Langzeitverlauf entwickelt. In der vorliegenden Studie wurden die Studienteilnehmer in einem Zeitraum von 6-9 Monaten postoperativ telefonisch kontaktiert und es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Insgesamt nahmen 11 der befragten Patienten auch nach der Operation noch regelmäßig Schmerzmedikamente ein, wobei 6 dieser Patienten der PCA Gruppe, 3 der EPI- und 2 der PKI Gruppe angehörig waren. Morin et al. berichten in ihrer Studie, dass 9-12 Monate nach Einsatz des künstlichen Kniegelenkes 25% von 90 Patienten noch unter erheblichen Schmerzen litten [45]. Was sie dabei allerdings als starke Schmerzen bezeichnen und ob diese nur unter Belastung oder auch in Ruhe auftraten, wurde in der Studie nicht näher erläutert. In der vorliegenden Studie lag in allen drei Untersuchungsgruppen der mediane Schmerzwert bei 2,0 sowohl in Ruhe als auch bei Belastung. Zwei Patienten der PCA Gruppe gaben dabei starke Schmerzen (VAS >3) in Ruhe an. In der EPI- und PKI Gruppe klagten in der Nachbefragung jeweils zwei Patienten über starke Schmerzen (VAS >3) bei Belastung des operierten Kniegelenkes, in der PCA Gruppe waren es hingegen 4 Patienten die unter starken Schmerzen litten, wovon ein Patient sie als unerträglich (VAS >6) beschrieb. Bei der telefonischen Nachbefragung gaben 96% der Patienten keine bis leichte Schmerzen (VAS 0-3) in Ruhe bzw. 84% der Befragten gaben keine bis leichte Schmerzen bei Belastung an. Diese Ergebnisse gehen mit Erkenntnissen von Langzeiterfragungen nach Kniegelenksendoprothetik aus der Literatur konform [105,106]. Bei einer erneuten Operation würden sich 82,4% der PCA- Gruppe, 87,5% der EPI Gruppe und 88,2% der PKI Gruppe erneut für die Variante der postoperativen Schmerztherapie entscheiden. Diese Aussage relativiert die sehr hohen VAS Werte in der frühen postoperativen Phase, die offensichtlich der Akzeptanz der drei Untersuchungsverfahren nicht im Wege steht. Da die drei Untersuchungsgruppen bereits bei der Befragung während des Krankenhausaufenthaltes im Median die Note 2 zur Patienten-

zufriedenheit vergaben und somit mit ihren Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie sehr zufrieden waren, ist es nicht verwunderlich, dass diese Note auch in der Befragung ein halbes Jahr nach der Operation beibehalten wurde. Das Verfahren mittels PCA Pumpe könnte insofern Sympathie hervorgerufen haben, dass die Patienten dieser Gruppe unabhängig vom Stationsablauf selbst in der Lage waren ihre Schmerzen zu titrieren und somit direkt in den Behandlungsablauf eingreifen konnten. Nervenschäden die auf die Anästhesieführung oder die Methodik der postoperativen Schmerztherapie zurückzuführen waren, traten auch in der Langzeitbefragung in unserer Studie nicht auf.

4.8 Methodendiskussion

In vielen Studien zur postoperativen Schmerztherapie wurden die Patienten nur zu wenigen Messzeitpunkten visitiert. In unserer Studie wurde daher viel Wert auf die Kontinuität der Schmerzerfassung gelegt und es wurden insgesamt 14 Untersuchungszeitpunkte sowie eine telefonische Nachbefragung in einem Zeitraum von 6-9 Monaten gewählt. Somit erhöht sich, vor allem früh postoperativ die Wahrscheinlichkeit, Schmerzspitzen suffizient zu erfassen und ggf. eingreifen zu können. Abzuwägen ist hingegen die mögliche Belastung, die eine Teilnahme an einer solchen Studie darstellt. Fest angesetzte Messzeitpunkte können mitunter zu einer für den frisch operierten Patienten zusätzlich störenden Reizeinwirkung führen. Jedoch waren alle Patienten, entsprechend der Richtlinien der Ethikkommission, über die Freiwilligkeit unserer Studie aufgeklärt und hatten zu jedem Zeitpunkt das Recht ihre Einwilligung zurückzuziehen bzw. auf eine orale Schmerztherapie zu wechseln. Postoperativ wünschte kein Patient eine Beendigung der Studie. Unvermeidbar ist ein bereits bestehender Gelenkschmerz des Patientengutes, da er unter anderem eine Operationsindikation darstellt. Um einen möglichen Gruppenunterschied hinsichtlich der Schmerzintensität bereits vor der Operation zu detektieren, wurde der erste Messzeitpunkt auf den Abend vor der Operation gelegt.

Der Psoaskompartimentblock ist eine zweifelsfrei schwierig durchzuführende Technik. Wird die topographische Beziehung zu anliegenden Strukturen berücksichtigt, so wird deutlich, dass diese Technik ein relativ hohes Risikoprofil aufweist und ein erfahrener Anästhesist bei der Anlage der Katheter von Nutzen ist. Aufgrund anatomischer Gegebenheiten kann die Punktion erhebliche Komplikationen wie Verletzungen der Niere, retroperitonealer Gefäße oder Fehllagen des Kathe-

ters hervorrufen[19]. Desweiteren muss erwähnt werden, dass eine längerwährende Blockade des N. ischiadicus zu einer möglichen Verschleierung des frühen Kompartimentsyndromes sowie zu einer erst späten Entdeckung intraoperativer Nervenschädigungen führen kann [107,108]. Deshalb beschickten wir in unserer Studie den Ischiadicuskatheter präoperativ mit 25 ml Prilocain 1% als Single Shot, um die Peroneusfunktion unmittelbar postoperativ testen zu können und somit eventuelle Nervenschädigungen so wie früh wie möglich detektieren zu können. Unmittelbar im Anschluss wurde die kontinuierliche Ropivacaininfusion (0,2%) gestartet.

4.9 Ausblick

In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass die Kombination eines Psoaskompartiment- mit einem Ischiadicuskatheter eine durchaus sinnvolle Variante zur kontinuierlichen Behandlung von Schmerzen nach einer Kniegelenks-Implantation darstellt. Im Vergleich zur systemischen Opioidtherapie konnte die Behandlung mit Ropivacain 0,2% über die peripheren Nerven Katheter eine Verbesserung hinsichtlich der subjektiv empfundenen Schmerzen, der negativen Begleiterscheinungen und der Hospitalisierungszeit der Patienten erzielen. Dabei stand die Kombinationstechnik der Katheter der kontinuierlichen Behandlung über den Epiduralkatheter in keiner Weise nach. Gleichwohl scheint es notwendig, dieses Verfahren mit weiteren Kombinationen peripherer Nervenblockaden zu vergleichen und auf ein größeres Patientenspektrum auszubreiten. Folgende Studien sollten zeigen, welches Lokalanästhetikum für diese Nervenblockade am besten geeignet ist und in welcher Dosierung es Verwendung finden soll. Es müssten verschiedene Kombinationen von peripher und zentral wirkenden Medikamenten getestet werden, um den bestmöglichen analgetischen Effekt zu erreichen. Im Rahmen des Akutschmerzdienstes unserer Klinik sollte diese Aufgabe ein lösbares Problem darstellen. Dabei sollte sich, im Zeitalter der Ökonomisierung ein wesentliches Augenmerk auf die Kostenersparnis und Patientenzufriedenheit richten.

4.10 Zusammenfassung

Die Studie an Patienten zur postoperativen Schmerztherapie bei Implantation einer Knieendoprothese erbrachte folgende Ergebnisse:

Durch eine postoperative Intervention mit einer kombinierten PKI- Blockade war im Vergleich zur intravenösen Piritramidapplikation der Schmerzwert in Ruhe und

unter Belastung signifikant niedriger.

Der Dipidolorverbrauch war in den ersten 48 Stunden nach der Operation in der PCA Gruppe signifikant höher als im restlichen Patientenkollektiv.

Die Patientenzufriedenheit in der frühen postoperativen Phase war bei Patienten der PKI Gruppe signifikant höher als in der PCA Gruppe.

Das Nebenwirkungsprofil konnte mit der Kombination eines Psoaskompartiment-/Ischiadicuskatheters im Vergleich zur intravenösen Opioidtherapie und epiduraler Katheteranalgesie signifikant reduziert werden.

Die stationäre Behandlungsdauer der PKI- Gruppe war signifikant kürzer als in der PCA Gruppe

Die telefonische Nachbefragung 6-9 Monate nach der operativen Intervention ergab in allen 3 Untersuchungsgruppen ein vergleichbares Ergebnis.

63 Patienten die sich einer elektiven Knieendoprothesen Implantation unterziehen mussten, wurden prospektiv in 3 Gruppen eingeteilt. Je 21 Patienten erhielten eine intravenöse patientenkontrollierte Piritramidpumpe, einen kontinuierlichen Epiduralkatheter oder eine Kombination von Psoaskompartiment-/ Ischiadicuskatheter zur postoperativen Analgesie bis zum Abend des zweiten postoperativen Tages. Zu definierten Zeitpunkten wurden postoperativ die Schmerzwerte in Ruhe und bei Belastung anhand einer visuellen Analogskala (VAS), der Analgetikabedarf, die Patientenzufriedenheit sowie unerwünschte Begleiterscheinungen notiert. Zusätzlich wurde retrospektiv die Liegedauer der Patienten auf der orthopädischen Station durch Akteneinsicht ermittelt. 6-9 Monate nach der Operation wurde eine telefonische Nachbefragung der Patienten durchgeführt, um die Zufriedenheit der Patienten mit der Methodik zur postoperativen Analgesie und dem Schmerzmittelkonsum in Erfahrung zu bringen. Hinsichtlich der subjektiven Schmerzempfindung nach der Operation waren zwischen den drei Untersuchungsgruppen signifikante Unterschiede sowohl in Ruhe als auch unter Belastung nachzuweisen. Der Verlauf der Patientenzufriedenheit blieb dabei im wesentlichen von den eingesetzten Verfahren zur postoperativen Schmerzbekämpfung unbeeinflusst, obwohl vor allem früh postoperativ Tendenzen zu erkennen sind, die für eine höhere Zufriedenheit der Patienten mit peripheren Katheterverfahren sprechen. Im zeitlichen Verlauf kam es zu einer Reduzierung der VAS Angaben sowohl in Ruhe als auch bei Belastung im Einklang mit der Verbesserung der Patientenzufriedenheit sowie Redu-

zierung der unerwünschten Begleiterscheinungen. Patienten, die mit peripheren Verfahren versorgt wurden benötigten dabei im Verlauf weniger Analgetika um ihre Schmerzen effektiv zu lindern. Die Ergebnisse der Hospitalisierungszeit verweisen auf einen eindeutigen Vorteil der kombinierten Psoaskompartment-/Ischiadicusblockade. Diese Patientengruppe konnte im Vergleich zu den anderen beiden Untersuchungsgruppen eine signifikant reduzierte stationäre Verweildauer aufzeigen. Zusammenfassend betrachtet weisen die Ergebnisse dieser Studie darauf hin, dass die Kombination eines Psoaskompartment- mit einem Ischiadicuskatheter eine durchaus sinnvolle Alternative der postoperativen Analgesie nach Kniegelenksendoprothetik darstellt und aufgrund der Vorteile hinsichtlich der Nebenwirkungsprofile fester in den Klinikalltag integriert werden sollte.

Jedoch ist die Anzahl der in dieser Studie untersuchten Patienten zu gering um eine Aussage auf die Allgemeinheit treffen zu können, so dass weiterführende, hochwertigere Studien mit einem größeren Patientenkollektiv die Effizienz dieser kontinuierlichen Verweilkatheterkombination überprüfen sollten.

5 Literaturverzeichnis

- [1] BQS Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH (2007); http://www.bqsoutcome.de/2007/ergebnisse/leistungsbereiche/knie_tep_ers/buaw/index_html/uebersicht
- [2] BQS Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung gGmbH (2005); <http://www.bqs-qualitaetsreport.de/Webs/bqs/qualrep/2005/>
- [3] Winter, Maik H. J. (6 A.D.): Demographischer Wandel und pflegerische Versorgung im Alter: Zentrale Ressourcen und Herausforderungen, Deutsches Ärzteblatt 103 [10]. URL: www.aerzteblatt.de/aufsaeetze/0602
- [4] Lehmann KA: (1994): Der postoperative Schmerz., 2. Auflage , Springer Verlag, Berlin, Heidelberg New York.
- [5] Grabow, L.; Schubert, F.; Pyhel, N. und Eysenck, H. J. (1980): [Analysis of postoperative use of opiates and its relation to personal assessment (author's transl)], *Anaesthesist* 29 [9], Seite 464-467. URL: PM:7468985
- [6] Bonica J (1990): Postoperative Pain, In: Bonica J, ed. The management of pain. 2nd ed. Philadelphia Lea & Febiger, 1990.
- [7] Parkhosuse, J.; Lambrechts, W. und Simpson, B. R. (1961): The incidence of postoperative pain, *Br.J Anaesth.* 33, Seite 345-353. URL: PM:13732868
- [8] Albert, T. J.; Cohn, J. C.; Rothman, J. S.; Springstead, J.; Rothman, R. H. und Booth, R. E., Jr. (1991): Patient-controlled analgesia in a postoperative total joint arthroplasty population, *J.Arthroplasty* 6 Suppl, Seite S23-S28. URL: PM:1774567
- [9] Apfelbaum, J. L.; Chen, C.; Mehta, S. S. und Gan, T. J. (2003): Postoperative pain experience: results from a national survey suggest postoperative pain continues to be undermanaged, *Anesth.Analg.* 97 [2], Seite 534-40, table. URL: PM:12873949
- [10] Liu, S.; Carpenter, R. L. und Neal, J. M. (1995): Epidural anesthesia and analgesia. Their role in postoperative outcome, *Anesthesiology* 82 [6], Seite 1474-1506. URL: PM:7793661

- [11] Jage, J; Tryba, M; Neugebauer, E; Rommens, PM; Bauer, H und Aken, H van (2005): Postoperative Schmerztherapie- interdisziplinäre Notwendigkeit, Dtsch Arztebl 2005; 102: A 361-366 [Heft 6] 102 [6], Seite A 361-366.
- [12] Schäfer M. (1999): Physiologie und Pathophysiologie des Schmerzes. Therapeutische Umschau 1999; 56(8): 426-430, Therapeutische Umschau 56 [8], Seite 426-430.
- [13] Messlinger, K. (1997): [What is a nociceptor?], Anaesthesist 46 [2], Seite 142-153. URL: PM:9133176
- [14] Woolf, C. J. (1991): Generation of acute pain: central mechanisms, Br.Med.Bull. 47 [3], Seite 523-533. URL: PM:1794070
- [15] Singelyn, F. J.; Deyaert, M.; Joris, D.; Pendeville, E. und Gouverneur, J. M. (1998): Effects of intravenous patient-controlled analgesia with morphine, continuous epidural analgesia, and continuous three-in-one block on postoperative pain and knee rehabilitation after unilateral total knee arthroplasty, Anesth.Analg. 87 [1], Seite 88-92. URL: PM:9661552
- [16] Capdevila, X.; Barthelet, Y.; Biboulet, P.; Ryckwaert, Y.; Rubenovitch, J. und d'Athis, F. (1999): Effects of perioperative analgesic technique on the surgical outcome and duration of rehabilitation after major knee surgery, Anesthesiology 91 [1], Seite 8-15. URL: PM:10422923
- [17] Horlocker, T. T.; Hebl, J. R.; Kinney, M. A. und Cabanela, M. E. (2002): Opioid-free analgesia following total knee arthroplasty--a multimodal approach using continuous lumbar plexus (psoas compartment) block, acetaminophen, and ketorolac, Reg Anesth.Pain Med. 27 [1], Seite 105-108. URL: PM:11799514
- [18] Schwenk, W; Spiess, C und Mueller, JM (2005): Beschleunigte Frührehabilitation in der operativen Medizin: „Fast-track“-Rehabilitation, Deutsches Ärzteblatt 102 [21], Seite 1514-1521.
- [19] Capdevila, X.; Macaire, P.; Dadure, C.; Choquet, O.; Biboulet, P.; Ryckwaert, Y. und d'Athis, F. (2002): Continuous psoas compartment block for postoperative analgesia after total hip arthroplasty: new landmarks, techni-

- cal guidelines, and clinical evaluation, *Anesth.Analg.* 94 [6], Seite 1606-13, table. URL: PM:12032037
- [20] Wulf, H. (1998): Epidurale Analgesie in der Behandlung postoperativer Schmerzen, *Anaesthesist* [47], Seite 501-510.
- [21] Jage J (2004): *Essentials der postoperativen Schmerztherapie*, 1. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, ISBN: 3-13-139731-4.
- [22] Klein, S. M. (2005): Continuous peripheral nerve blocks: fewer excuses, *Anesthesiology* 103 [5], Seite 921-923. URL: PM:16249663
- [23] Chelly, J. E.; Greger, J.; Gebhard, R.; Coupe, K.; Clyburn, T. A.; Buckle, R. und Criswell, A. (2001): Continuous femoral blocks improve recovery and outcome of patients undergoing total knee arthroplasty, *J.Arthroplasty* 16 [4], Seite 436-445. URL: PM:11402405
- [24] Luber, M. J.; Greengrass, R. und Vail, T. P. (2001): Patient satisfaction and effectiveness of lumbar plexus and sciatic nerve block for total knee arthroplasty, *J.Arthroplasty* 16 [1], Seite 17-21. URL: PM:11172265
- [25] Turker, G.; UÇkunkaya, N.; Yavascaoglu, B.; Yilmazlar, A. und Ozcelik, S. (2003): Comparison of the catheter-technique psoas compartment block and the epidural block for analgesia in partial hip replacement surgery, *Acta Anaesthesiol.Scand.* 47 [1], Seite 30-36. URL: PM:12492794
- [26] Wu, C. L.; Naqibuddin, M. und Fleisher, L. A. (2001): Measurement of patient satisfaction as an outcome of regional anesthesia and analgesia: a systematic review, *Reg Anesth.Pain Med.* 26 [3], Seite 196-208. URL: PM:11359218
- [27] Moiniche, S.; Hjortso, N. C.; Hansen, B. L.; Dahl, J. B.; Rosenberg, J.; Gebuhr, P. und Kehlet, H. (1994): The effect of balanced analgesia on early convalescence after major orthopaedic surgery, *Acta Anaesthesiol.Scand.* 38 [4], Seite 328-335. URL: PM:8067218
- [28] Chelly, J. E.; Casati, A.; Al-Samsam, T.; Coupe, K.; Criswell, A. und Tucker, J. (2003): Continuous lumbar plexus block for acute postoperative pain

- management after open reduction and internal fixation of acetabular fractures, *J.Orthop.Trauma* 17 [5], Seite 362-367. URL: PM:12759641
- [29] Axelsson, K.; Johanson, E.; Essving, P.; Weckstrom, J. und Ekback, G. (2005): Postoperative extradural analgesia with morphine and ropivacaine. A double-blind comparison between placebo and ropivacaine 10 mg/h or 16 mg/h, *Acta Anaesthesiol.Scand.* 49 [8], Seite 1191-1199. URL: PM:16095462
- [30] Watson, M. W.; Mitra, D.; McLintock, T. C. und Grant, S. A. (2005): Continuous versus single-injection lumbar plexus blocks: comparison of the effects on morphine use and early recovery after total knee arthroplasty, *Reg Anesth.Pain Med.* 30 [6], Seite 541-547. URL: PM:16326339
- [31] Barrington, M. J.; Olive, D.; Low, K.; Scott, D. A.; Brittain, J. und Choong, P. (2005): Continuous femoral nerve blockade or epidural analgesia after total knee replacement: a prospective randomized controlled trial, *Anesth.Analg.* 101 [6], Seite 1824-1829. URL: PM:16301267
- [32] Capdevila, X.; Pirat, P.; Bringuier, S.; Gaertner, E.; Singelyn, F.; Bernard, N.; Choquet, O.; Bouaziz, H. und Bonnet, F. (2005): Continuous Peripheral Nerve Blocks in Hospital Wards after Orthopedic Surgery: A Multicenter Prospective Analysis of the Quality of Postoperative Analgesia and Complications in 1,416 Patients, *Anesthesiology* 103 [5], Seite 1035-1045. URL: PM:16249678
- [33] Chayen, D.; Nathan, H. und Chayen, M. (1976): The psoas compartment block, *Anesthesiology* 45 [1], Seite 95-99. URL: PM:937760
- [34] Navas, A. M.; Gutierrez, T. V. und Moreno, M. E. (2005): Continuous peripheral nerve blockade in lower extremity surgery, *Acta Anaesthesiol.Scand.* 49 [8], Seite 1048-1055. URL: PM:16095441
- [35] Paterson, A (1894): The origin and distribution of the nerves to the lower limb, *J Anat Physiol* 1894; 28: 169.
- [36] Winnie, A. P.; Ramamurthy, S. und Durrani, Z. (1973): The inguinal paravascular technic of lumbar plexus anesthesia: the "3-in-1 block",

- Anesth.Analg. 52 [6], Seite 989-996. URL: PM:4796576
- [37] Rosenblatt, R. M. (1980): Continuous femoral anesthesia for lower extremity surgery, Anesth.Analg. 59 [8], Seite 631-632. URL: PM:7190803
- [38] Ritter, J. W. (1995): Femoral nerve "sheath" for inguinal paravascular lumbar plexus block is not found in human cadavers, J Clin.Anesth. 7 [6], Seite 470-473. URL: PM:8534462
- [39] Marhofer, P.; Schrogendorfer, K.; Koinig, H.; Kapral, S.; Weinstabl, C. und Mayer, N. (1997): Ultrasonographic guidance improves sensory block and onset time of three-in-one blocks, Anesth.Analg. 85 [4], Seite 854-857. URL: PM:9322469
- [40] Marhofer, P.; Nasel, C.; Sitzwohl, C. und Kapral, S. (2000): Magnetic resonance imaging of the distribution of local anesthetic during the three-in-one block, Anesth.Analg. 90 [1], Seite 119-124. URL: PM:10624991
- [41] Marhofer, P.; Oismuller, C.; Faryniak, B.; Sitzwohl, C.; Mayer, N. und Kapral, S. (2000): Three-in-one blocks with ropivacaine: evaluation of sensory onset time and quality of sensory block, Anesth.Analg. 90 [1], Seite 125-128. URL: PM:10624992
- [42] Hirst, G. C.; Lang, S. A.; Dust, W. N.; Cassidy, J. D. und Yip, R. W. (1996): Femoral nerve block. Single injection versus continuous infusion for total knee arthroplasty, Reg Anesth. 21 [4], Seite 292-297. URL: PM:8837185
- [43] Parkinson, S. K.; Mueller, J. B.; Little, W. L. und Bailey, S. L. (1989): Extent of blockade with various approaches to the lumbar plexus, Anesth.Analg. 68 [3], Seite 243-248. URL: PM:2919761
- [44] Kaloul, I.; Guay, J.; Cote, C. und Fallaha, M. (2004): The posterior lumbar plexus (psoas compartment) block and the three-in-one femoral nerve block provide similar postoperative analgesia after total knee replacement, Can.J.Anaesth. 51 [1], Seite 45-51. URL: PM:14709460
- [45] Morin, A. M.; Kratz, C. D.; Eberhart, L. H.; Dinges, G.; Heider, E.; Schwarz, N.; Eisenhardt, G.; Geldner, G. und Wulf, H. (2005): Postoperative analge-

- sia and functional recovery after total-knee replacement: comparison of a continuous posterior lumbar plexus (psoas compartment) block, a continuous femoral nerve block, and the combination of a continuous femoral and sciatic nerve block, *Reg Anesth.Pain Med.* 30 [5], Seite 434-445. URL: PM:16135347
- [46] Winnie, A. P.; Ramamurthy, S.; Durrani, Z. und Radonjic R. (1973): Plexus blocks for lower extremity surgery. New answers to old problems., *Anesthesiol Rev* 1974 ; 11-16.
- [47] Pousman, R. M.; Mansoor, Z. und Sciard, D. (2003): Total spinal anesthetic after continuous posterior lumbar plexus block, *Anesthesiology* 98 [5], Seite 1281-1282. URL: PM:12717153
- [48] Aida, S.; Takahashi, H. und Shimoji, K. (1996): Renal subcapsular hematoma after lumbar plexus block, *Anesthesiology* 84 [2], Seite 452-455. URL: PM:8602680
- [49] Kirchmair, L.; Entner, T.; Wissel, J.; Moriggl, B.; Kapral, S. und Mitterschiffthaler, G. (2001): A study of the paravertebral anatomy for ultrasound-guided posterior lumbar plexus block, *Anesth.Analg.* 93 [2], Seite 477-81, 4th. URL: PM:11473883
- [50] De, Biasi P.; Lupescu, R.; Burgun, G.; Lascurain, P. und Gaertner, E. (2003): Continuous lumbar plexus block: Use of radiography to determine catheter tip location, *Reg Anesth.Pain Med.* 28 [2], Seite 135-139. URL: PM:12677624
- [51] Di, Benedetto P.; Pinto, G.; Arcioni, R.; De Blasi, R. A.; Sorrentino, L.; Rossifragola, I.; Baciarello, M. und Capotondi, C. (2005): Anatomy and imaging of lumbar plexus, *Minerva Anesthesiol.* 71 [9], Seite 549-554. URL: PM:16166916
- [52] Farny, J.; Girard, M. und Drolet, P. (1994): Posterior approach to the lumbar plexus combined with a sciatic nerve block using lidocaine, *Can.J Anaesth.* 41 [6], Seite 486-491. URL: PM:8069988
- [53] Ganidagli, S.; Cengiz, M.; Baysal, Z.; Baktiroglu, L. und Sarban, S. (2005):

The comparison of two lower extremity block techniques combined with sciatic block: 3-in-1 femoral block vs. psoas compartment block, *Int.J Clin.Pract.* 59 [7], Seite 771-776. URL: PM:15963202

- [54] Ben-David, B.; Schmalenberger, K. und Chelly, J. E. (2004): Analgesia after total knee arthroplasty: is continuous sciatic blockade needed in addition to continuous femoral blockade?, *Anesth.Analg.* 98 [3], Seite 747-9, table. URL: PM:14980931
- [55] Wu, C. L.; Cohen, S. R.; Richman, J. M.; Rowlingson, A. J.; Courpas, G. E.; Cheung, K.; Lin, E. E. und Liu, S. S. (2005): Efficacy of postoperative patient-controlled and continuous infusion epidural analgesia versus intravenous patient-controlled analgesia with opioids: a meta-analysis, *Anesthesiology* 103 [5], Seite 1079-1088. URL: PM:16249683
- [56] Bouaziz, H.; Vial, F.; Jochum, D.; Macalou, D.; Heck, M.; Meuret, P.; Braun, M. und Laxenaire, M. C. (2002): An evaluation of the cutaneous distribution after obturator nerve block, *Anesth.Analg.* 94 [2], Seite 445-9, table. URL: PM:11812716
- [57] Weber, A; Fournier, R und Van Gessel, E (2002): Sciatic nerve block and the improvement of femoral nerve block analgesia after total knee replacement, *Eur.J Anaesthesiol.* 19 [11], Seite 834-836.
- [58] Allen, H. W.; Liu, S. S.; Ware, P. D.; Nairn, C. S. und Owens, B. D. (1998): Peripheral nerve blocks improve analgesia after total knee replacement surgery, *Anesth.Analg.* 87 [1], Seite 93-97. URL: PM:9661553
- [59] McNamee, D. A.; Parks, L. und Milligan, K. R. (2002): Post-operative analgesia following total knee replacement: an evaluation of the addition of an obturator nerve block to combined femoral and sciatic nerve block, *Acta Anaesthesiol.Scand.* 46 [1], Seite 95-99. URL: PM:11903080
- [60] Macalou, D.; Trueck, S.; Meuret, P.; Heck, M.; Vial, F.; Ouologuem, S.; Capdevila, X.; Virion, J. M. und Bouaziz, H. (2004): Postoperative analgesia after total knee replacement: the effect of an obturator nerve block added to the femoral 3-in-1 nerve block, *Anesth.Analg.* 99 [1], Seite 251-254. URL:

PM:15281539

- [61] Pham, Dang C.; Gautheron, E.; Guilley, J.; Fernandez, M.; Waast, D.; Volteau, C.; Nguyen, J. M. und Pinaud, M. (2005): The value of adding sciatic block to continuous femoral block for analgesia after total knee replacement, *Reg Anesth.Pain Med.* 30 [2], Seite 128-133. URL: PM:15765454
- [62] Kaloul, I.; Guay, J.; Cote, C.; Halwagi, A. und Varin, F. (2004): Ropivacaine plasma concentrations are similar during continuous lumbar plexus blockade using the anterior three-in-one and the posterior psoas compartment techniques, *Can.J Anaesth.* 51 [1], Seite 52-56. URL: PM:14709461
- [63] Ng, H. P.; Cheong, K. F.; Lim, A.; Lim, J. und Puhaindran, M. E. (2001): Intraoperative single-shot "3-in-1" femoral nerve block with ropivacaine 0.25%, ropivacaine 0.5% or bupivacaine 0.25% provides comparable 48-hr analgesia after unilateral total knee replacement, *Can.J Anaesth.* 48 [11], Seite 1102-1108. URL: PM:11744586
- [64] Wang, H.; Bector, B. und Verner, J. (2002): The effect of single-injection femoral nerve block on rehabilitation and length of hospital stay after total knee replacement, *Reg Anesth.Pain Med.* 27 [2], Seite 139-144. URL: PM:11915059
- [65] Janson W. und Brunne B. (1999): Konzepte für die Therapie postoperativer Schmerzen., *Therapeutische Umschau* 56 [8], Seite 460-464.
- [66] Jacobi, J.; Fraser, G. L.; Coursin, D. B.; Riker, R. R.; Fontaine, D.; Wittbrodt, E. T.; Chalfin, D. B.; Masica, M. F.; Bjerke, H. S.; Coplin, W. M.; Crippen, D. W.; Fuchs, B. D.; Kelleher, R. M.; Marik, P. E.; Nasraway, S. A., Jr.; Murray, M. J.; Peruzzi, W. T. und Lumb, P. D. (2002): Clinical practice guidelines for the sustained use of sedatives and analgesics in the critically ill adult, *Crit Care Med.* 30 [1], Seite 119-141. URL: PM:11902253
- [67] Jensen, M. P.; Karoly, P. und Braver, S. (1986): The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods, *Pain* 27 [1], Seite 117-126. URL: PM:3785962
- [68] Kremer, E.; Atkinson, J. H. und Ignelzi, R. J. (1981): Measurement of pain:

- patient preference does not confound pain measurement, *Pain* 10 [2], Seite 241-248. URL: PM:7267140
- [69] Williamson, A. und Hoggart, B. (2005): Pain: a review of three commonly used pain rating scales, *J.Clin.Nurs.* 14 [7], Seite 798-804. URL: PM:16000093
- [70] Brodner, G.; Mertes, N.; Buerkle, H.; Marcus, M. A. und Van, Aken H. (2000): Acute pain management: analysis, implications and consequences after prospective experience with 6349 surgical patients, *Eur.J Anaesthesiol.* 17 [9], Seite 566-575. URL: PM:11029124
- [71] McNeill, J. A.; Sherwood, G. D.; Starck, P. L. und Thompson, C. J. (1998): Assessing clinical outcomes: patient satisfaction with pain management, *J Pain Symptom.Manage.* 16 [1], Seite 29-40. URL: PM:9707655
- [72] Apfel, C. C.; Roewer, N. und Korttila, K. (2002): How to study postoperative nausea and vomiting, *Acta Anaesthesiol.Scand.* 46 [8], Seite 921-928. URL: PM:12190791
- [73] Dolin, S. J. und Cashman, J. N. (2005): Tolerability of acute postoperative pain management: nausea, vomiting, sedation, pruritis, and urinary retention. Evidence from published data, *Br.J.Anaesth.* 95 [5], Seite 584-591. URL: PM:16169893
- [74] Kapur, P. A. (1991): The big "little problem", *Anesth.Analg.* 73 [3], Seite 243-245. URL: PM:1831014
- [75] Apfel, C. C. und Roewer, N. (2000): [Risk factors for nausea and vomiting after general anesthesia: fictions and facts], *Anaesthesist* 49 [7], Seite 629-642. URL: PM:10969389
- [76] Watcha, M. F. und White, P. F. (1992): Postoperative nausea and vomiting. Its etiology, treatment, and prevention, *Anesthesiology* 77 [1], Seite 162-184. URL: PM:1609990
- [77] Lüllmann H; Mohr K und Hein L (2004): Taschenatlas Pharmakologie, 5. Auflage , Georg Thieme Verlag.

- [78] Roberts, G. W.; Bekker, T. B.; Carlsen, H. H.; Moffatt, C. H.; Slattery, P. J. und McClure, A. F. (2005): Postoperative nausea and vomiting are strongly influenced by postoperative opioid use in a dose-related manner, *Anesth.Analg.* 101 [5], Seite 1343-1348. URL: PM:16243992
- [79] Borgeat, A.; Ekatodramis, G. und Schenker, C. A. (2003): Postoperative nausea and vomiting in regional anesthesia: a review, *Anesthesiology* 98 [2], Seite 530-547. URL: PM:12552215
- [80] Kawai, K.; Sanuki, M. und Kinoshita, H. (2004): [Postoperative nausea and vomiting caused by epidural infusion following gynecological laparoscopic surgery: fentanyl and ropivacaine versus ropivacaine alone], *Masui* 53 [12], Seite 1381-1385. URL: PM:15682799
- [81] Lorenzini, C.; Moreira, L. B. und Ferreira, M. B. (2002): Efficacy of ropivacaine compared with ropivacaine plus sufentanil for postoperative analgesia after major knee surgery, *Anaesthesia* 57 [5], Seite 424-428. URL: PM:11966550
- [82] Ahn, H.; Bronge, A.; Johansson, K.; Ygge, H. und Lindhagen, J. (1988): Effect of continuous postoperative epidural analgesia on intestinal motility, *Br.J.Surg.* 75 [12], Seite 1176-1178. URL: PM:3233467
- [83] Ko, M. C.; Lee, H.; Song, M. S.; Sobczyk-Kojiro, K.; Mosberg, H. I.; Kishiooka, S.; Woods, J. H. und Naughton, N. N. (2003): Activation of kappa-opioid receptors inhibits pruritus evoked by subcutaneous or intrathecal administration of morphine in monkeys, *J Pharmacol.Exp.Ther.* 305 [1], Seite 173-179. URL: PM:12649366
- [84] Gianferrari, P.; Clara, M. E.; Borghi, B.; Marzullo, A.; Voltolina, M.; De, Paolis P. und Montone, N. (2001): [Sufentanil vs morphine combined with ropivacaine for thoracic epidural analgesia in major abdominal surgery], *Minerva Anesthesiol.* 67 [9 Suppl 1], Seite 155-159. URL: PM:11778111
- [85] De, Cosmo G.; Primieri, P.; Adducci, E.; Fiorenti, M. und Beccia, G. (2004): Epidural analgesia in abdominal surgery: 0.2% ropivacaine with sufentanil, *Minerva Anesthesiol.* 70 [6], Seite 503-508. URL: PM:15235556

- [86] Senard, M.; Joris, J. L.; Ledoux, D.; Toussaint, P. J.; Lahaye-Goffart, B. und Lamy, M. L. (2002): A comparison of 0.1% and 0.2% ropivacaine and bupivacaine combined with morphine for postoperative patient-controlled epidural analgesia after major abdominal surgery, *Anesth.Analg.* 95 [2], Seite 444-9, table. URL: PM:12145069
- [87] Henn C und Lehmann KA (1994): Prädiktoren des postoperativen Schmerzes, In: Lehmann KA (Hrsg): *Der postoperative Schmerz.* 2. Aufl. Springer, Berlin Heidelberg, New York, 1994, S.75-109.
- [88] Bouillon, T.; Groeger, P. und Kietzmann, D. (2004): The pharmacokinetics of piritramide after prolonged administration to intensive care patients, *Eur.J.Anaesthesiol.* 21 [9], Seite 673-678. URL: PM:15595577
- [89] Akca, O.; Melischek, M.; Scheck, T.; Hellwagner, K.; Arkilic, C. F.; Kurz, A.; Kapral, S.; Heinz, T.; Lackner, F. X. und Sessler, D. I. (1999): Postoperative pain and subcutaneous oxygen tension, *Lancet* 354 [9172], Seite 41-42. URL: PM:10406365
- [90] Page, G. G.; Blakely, W. P. und Ben-Eliyahu, S. (2001): Evidence that postoperative pain is a mediator of the tumor-promoting effects of surgery in rats, *Pain* 90 [1-2], Seite 191-199. URL: PM:11166986
- [91] Volk, T.; Schenk, M.; Voigt, K.; Tohtz, S.; Putzier, M. und Kox, W. J. (2004): Postoperative epidural anesthesia preserves lymphocyte, but not monocyte, immune function after major spine surgery, *Anesth.Analg.* 98 [4], Seite 1086-92, table. URL: PM:15041604
- [92] Auroy, Y.; Benhamou, D.; Bargues, L.; Ecoffey, C.; Falissard, B.; Mercier, F. J.; Bouaziz, H. und Samii, K. (2002): Major complications of regional anesthesia in France: The SOS Regional Anesthesia Hotline Service, *Anesthesiology* 97 [5], Seite 1274-1280. URL: PM:12411815
- [93] Borgeat, A. und Ekatodramis, G. (2001): Nerve injury associated with regional anesthesia, *Curr.Top.Med.Chem.* 1 [3], Seite 199-203. URL: PM:11895136
- [94] Fanelli, G.; Casati, A.; Garancini, P. und Torri, G. (1999): Nerve stimulator

and multiple injection technique for upper and lower limb blockade: failure rate, patient acceptance, and neurologic complications. Study Group on Regional Anesthesia, *Anesth.Analg.* 88 [4], Seite 847-852. URL: PM:10195536

- [95] Faccenda, K. A. und Finucane, B. T. (2001): Complications of regional anaesthesia Incidence and prevention, *Drug Saf* 24 [6], Seite 413-442. URL: PM:11368250
- [96] Finucane, B. T. (1991): Regional anaesthesia: complications and techniques, *Can.J Anaesth.* 38 [4 Pt 2], Seite R3-16. URL: PM:2060073
- [97] Auroy, Y.; Narchi, P.; Messiah, A.; Litt, L.; Rouvier, B. und Samii, K. (1997): Serious complications related to regional anesthesia: results of a prospective survey in France, *Anesthesiology* 87 [3], Seite 479-486. URL: PM:9316950
- [98] Proske, J. M.; Raue, W.; Neudecker, J.; Muller, J. M. und Schwenk, W. (2005): [Fast track rehabilitation in colonic surgery: results of a prospective trial], *Ann.Chir* 130 [3], Seite 152-156. URL: PM:15784217
- [99] Schwenk, W.; Haase, O.; Raue, W.; Neudecker, J. und Muller, J. M. (2004): [Establishing "fast-track"-colonic surgery in the clinical routine], *Zentralbl.Chir* 129 [6], Seite 502-509. URL: PM:15616916
- [100] Schwenk, W; Spies, C und Müller JM (2005): Beschleunigte Frührehabilitation in der operativen Medizin, *Dtsch Arztebl* 2005 102: A 1514-1520 [Heft 21].
- [101] Anderson, A. D.; McNaught, C. E.; MacFie, J.; Tring, I.; Barker, P. und Mitchell, C. J. (2003): Randomized clinical trial of multimodal optimization and standard perioperative surgical care, *Br.J Surg.* 90 [12], Seite 1497-1504. URL: PM:14648727
- [102] Oldmeadow, L. B.; McBurney, H.; Robertson, V. J.; Kimmel, L. und Elliott, B. (2004): Targeted postoperative care improves discharge outcome after hip or knee arthroplasty, *Arch.Phys.Med.Rehabil.* 85 [9], Seite 1424-1427. URL: PM:15375811

- [103] Oldmeadow, L. B.; McBurney, H. und Robertson, V. J. (2002): Hospital stay and discharge outcomes after knee arthroplasty: implications for physiotherapy practice, *Aust.J Physiother.* 48 [2], Seite 117-121. URL: PM:12047209
- [104] Williams-Russo, P.; Sharrock, N. E.; Haas, S. B.; Insall, J.; Windsor, R. E.; Laskin, R. S.; Ranawat, C. S.; Go, G. und Ganz, S. B. (1996): Randomized trial of epidural versus general anesthesia: outcomes after primary total knee replacement, *Clin.Orthop.Relat Res.* [331], Seite 199-208. URL: PM:8895639
- [105] Bae, D. K.; Guhl, J. F. und Keane, S. P. (1983): Unicompartmental knee arthroplasty for single compartment disease. Clinical experience with an average four-year follow-up study, *Clin.Orthop.Relat Res.* [176], Seite 233-238. URL: PM:6851331
- [106] Scott, R. D.; Cobb, A. G.; McQueary, F. G. und Thornhill, T. S. (1991): Unicompartmental knee arthroplasty. Eight- to 12-year follow-up evaluation with survivorship analysis, *Clin.Orthop.Relat Res.* [271], Seite 96-100. URL: PM:1914320
- [107] Levesque, S. und Delbos, A. (2005): Sciatic nerve block for total-knee replacement: is it really necessary in all patients?, *Reg Anesth.Pain Med.* 30 [4], Seite 410-411. URL: PM:16032596
- [108] Nercessian, O. A.; Ugwonal, O. F. und Park, S. (2005): Peroneal nerve palsy after total knee arthroplasty, *J Arthroplasty* 20 [8], Seite 1068-1073. URL: PM:16376265

6 Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

7 Publikationsliste

Mit Genehmigung des Promotionsausschusses de Charité wurden Daten dieser Arbeit vor Abschluss des Promotionsverfahrens vorveröffentlicht.

Raimer C, Priem K, Wiese AA, Birnbaum J, Dirkmorfeld LM, Mossner A, Matziolis G, Perka C, Volk T. Continuous psoas and sciatic block after knee arthroplasty: good effects compared to epidural analgesia or i.v. opioid analgesia: a prospective study of 63 patients. *Acta Orthop.* 2007 Apr;78(2):193-200. PMID: 17464606

8 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Arbeit von mir selbst und ohne die Hilfe Dritter verfasst wurde, auch in Teilen keine Kopie anderer Arbeiten darstellt und die benutzten Hilfsmittel sowie die Literatur vollständig angegeben sind.

Berlin, 23.Januar 2009

Kristin Priem

9 Danksagung

Mein erster und besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. Volk, leitender Oberarzt und stellvertretender Klinikdirektor der Klinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin der Charité – Universitätsmedizin Berlin, Campus Charité-Mitte, sowohl für die Überlassung des Dissertationsthemas, als auch für die engagiert organisatorische und klinische Betreuung sowie die kritische Durchsicht des Manuskripts.

Weiterhin danke ich Frau Prof. Dr. med. Spies, geschäftsführende Direktorin der Klinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin der Charité – Universitätsmedizin Berlin, Campus Charité-Mitte, für die Möglichkeit, diese Arbeit in ihrer Klinik durchzuführen.

Für die Betreuung der klinischen Arbeit danke ich Frau Dr. med. C. Raimer, wissenschaftliche Mitarbeiterin der Klinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin der Charité – Universitätsmedizin Berlin, Campus Charité-Mitte für die exzellente Betreuung im Rahmen der Studie und nachfolgender Dissertation sowie für das freundschaftliche Verhältnis darüber hinaus.

Die Kollegin mit dem besten Organisationsvermögen, Frau Andrea Wiese, hat ebenfalls durch uneigennützigem Einsatz und Teamfähigkeit entscheidend zum Erfolg der Arbeit beigetragen.

Nicht zuletzt habe ich mich über die Hilfsbereitschaft und gute Atmosphäre in der Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie gefreut und möchte mich daher auch bei den übrigen Mitarbeitern bedanken.

Für die interdisziplinäre Zusammenarbeit bedanke ich mich bei dem ärztlich- und pflegerisch tätigen Personal der Klinik der Orthopädie am Campus Charité Mitte unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. med. N. P. Haas.

Für die Beratung bei der statistischen Analyse, die kritische Durchsicht und Korrektur der Ergebnisse und des statistischen Abschnitts danke ich Frau Dipl.-Stat. T. Schink, wissenschaftliche Mitarbeiterin des Instituts für Biomedizin der Charité – Universitätsmedizin Berlin.

Ich möchte mich auch bei den Patienten und deren Angehörigen bedanken, die ihre Einwilligung zu dieser Studie gaben und ohne die diese Untersuchung nicht möglich gewesen wäre.

Einen besonderen Dank widme ich meiner langjährigen Freundin und Wegbegleiterin, Frau Dr. med. Anja Heinemann für die uneingeschränkte Unterstützung und

Hilfsbereitschaft bei der Fertigstellung der Arbeit.

Abschließend bedanke ich mich bei meiner Familie für die vielseitige Unterstützung sowie meinem Lebensgefährten, Ronald Börner für den verständnisvollen Zuspruch in den zahlreichen Stunden der Arbeit.