

**Aus der Klinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin
des St. Franziskus-Hospitals Münster
- Chefarzt: Prof. Dr. med. M. Möllmann -**

**Der laterale mittfemorale Ischiadicusblock in Kombination mit einer
kontinuierlichen „3 in 1“-Blockade als Anästhesieverfahren sowie in der
postoperativen Schmerztherapie beim Kniegelenkersatz: Durchführbarkeit,
Morphometrie und Auswirkungen auf die Schmerztherapie - eine prospektive
beschreibende Studie**

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von

Annika Kramer

aus Münster

2004

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms
– Universität Münster

Dekan: Univ.- Prof. Dr. med. H. Jürgens

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. E. Berendes

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. M. Möllmann

Tag der mündlichen Prüfung: 11.08.2004

**Aus der Klinik für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin
des St. Franziskus-Hospitals Münster
Chefarzt: Prof. Dr. med. M. Möllmann**

Referent: Prof. Dr. med. E. Berendes
Koreferent: Prof. Dr. med. M. Möllmann

Zusammenfassung

Annika Kramer

**Der laterale mittfemorale Ischiadicusblock in Kombination mit einer
kontinuierlichen „3 in 1“-Blockade als Anästhesieverfahren sowie in der
postoperativen Schmerztherapie beim Kniegelenksersatz: Durchführbarkeit,
Morphometrie und Auswirkungen auf die Schmerztherapie - eine prospektive
beschreibende Studie**

Fragestellung: Ziel dieser Arbeit war es, den lateralen mittfemorale Ischiadicusblock hinsichtlich seiner Durchführungspraktikabilität und Einsetzbarkeit als isoliertes Regionalanästhesieverfahren beim Kniegelenksersatz zu untersuchen. Außerdem wurden die Auswirkungen des single-shot Ischiadicusblocks auf die postoperative Schmerztherapie unter einer kontinuierlichen „3 in 1“-Blockade bestimmt.

Methode: 31 Patienten vor einer Kniegelenksersatzoperation erhielten eine kontinuierliche „3 in 1“-Blockade sowie einen single-shot Ischiadicusblock. Die Punktionstiefe bis zum Erreichen des N. ischiadicus wurde ebenso gemessen wie der Oberschenkelumfang sowie transversaler und sagittaler Oberschenkel Durchmesser. Es wurde untersucht, wie lang die beiden Punktionen dauerten und wie lang die Anschlagszeiten waren, außerdem, ob eine Operation ohne additives Anästhesieverfahren möglich war, bzw. wie hoch der intraoperative Bedarf an Hypnotika bzw. Opiaten war. In den ersten beiden postoperativen Tagen wurden die Patienten zweimal täglich nach Schmerzintensität und Komplikationen, sowie am zweiten postoperativen Tag nach ihrer allgemeinen Zufriedenheit mit dem Anästhesieverfahren befragt. Zudem wurde der zusätzliche Analgetikabedarf ermittelt.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen: Die kombinierte Regionalblockade von N. femoralis und N. ischiadicus ist schnell und sicher durchzuführen. Dabei bieten Beinumfang oder Durchmesser keine Vorhersagemöglichkeit zur Punktionstiefe des N. ischiadicus. Eine Allgemeinanästhesie war überwiegend notwendig. Postoperativ war der Schmerzmittelbedarf sowie die angegebene Schmerzintensität der Patienten niedrig. Beides stieg nach Abklingen des Ischiadicusblocks jedoch an; unter Belastung war dieser Anstieg signifikant. Diese Daten belegen daher die Notwendigkeit einer zusätzlichen Ischiadicusblockade zum „3 in 1“-Katheter nach Kniegelenksersatz. Es gab keine Komplikationen in Bezug auf die Regionalblockaden. Die Zufriedenheit der Patienten mit der Anästhesie sowie der postoperativen Schmerztherapie war hoch.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
1.1	Endoprothetik des Kniegelenks:	1
1.2	Postoperativer Schmerz	2
1.2.1	Definition und Einteilung des Schmerzes:.....	2
1.2.2	Nozizeption, Schmerzweiterleitung und Schmerzverarbeitung	3
1.2.3	Auswirkungen postoperativer Schmerzen:.....	5
1.2.4	Schmerzbewertung und Schmerzäußerung.....	6
1.2.5	Methoden der klinischen Schmerzmessung.....	7
1.2.6	Postoperative Schmerztherapie in der Orthopädie	10
1.3	Regionalanästhesie	11
1.3.1	Vor- und Nachteile der peripheren Nervenblockaden	11
1.3.2	Komplikationen der peripheren Nervenblockaden	12
1.3.3	Kontraindikationen peripherer Nervenblockaden	13
1.3.4	Allgemeine Wirkmechanismen von Lokalanästhetika:	14
1.3.5	Lokalanästhetika vom Amid-Typ	16
2	MATERIAL UND METHODEN	18
2.1	Art der Studie	18
2.2	Vorbereitende anatomische Untersuchungen	18
2.3	Patientenkollektiv	18
2.3.1	Aufnahme- und Ausschlusskriterien, Aufklärung.....	18
2.3.2	Festlegung der ASA-Klasse	19
2.4	Methoden	19
2.4.1	Vorbereitung	19
2.4.2	Grundsätzliches zur Durchführung der Regionalblockaden	20
2.4.3	Blockade des N. femoralis („3 in 1“-Block)	21
2.4.4	Laterale mittfemorale Ischiadicusblockade	22
2.4.5	Erhebung der Anschlagszeit	23
2.4.6	Intraoperatives Management	23
2.4.7	Postoperatives Schmerzmanagement	24
2.5	Dokumentation der Effektivität	25
2.5.1	Postoperative Erfassung der Effektivität: sensorische und motorische Blockadequalität	25

2.5.2	Schmerzintensität	25
2.5.2.1	<i>Visuelle Analogskala</i>	25
2.5.2.2	<i>Present Pain Intensity</i>	26
2.5.3	Zusatzmedikation.....	26
2.6	Erfassung der Sicherheit: Nebenwirkungen und Komplikationen ..	27
2.7	Zufriedenheit der Patienten.....	27
2.8	Statistische Verfahren	28
3	ERGEBNISSE	29
3.1	Patientendaten	29
3.2	Ausfälle	30
3.3	Durchführbarkeit der kombinierten Blockadetechnik.....	30
3.3.1	Punktionsdauer.....	30
3.3.2	Motorische Reizantwort auf N. ischiadicus-Stimulation.....	31
3.3.3	Anschlagszeiten.....	32
3.3.4	Intraoperatives Management	32
3.4	Anatomische Verhältnisse und Festlegung des Punktionsortes für den lateralen Ischiadicus-Block	34
3.5	Morphometrische Daten N. ischiadicus-Punktion.....	35
3.6	Postoperative Erfassung der Effektivität	38
3.6.1	Schmerzintensität	38
3.6.1.1	<i>Visuelle Analog Skala (VAS)</i>	38
3.6.1.2	<i>Present Pain Intensity</i>	40
3.6.2	Opioidverbrauch.....	41
3.6.3	Bolusabfragen.....	41
3.6.4	Wirkdauer des lateralen Ischiadicusblocks	43
3.7	Postoperative Erfassung von Komplikationen und unerwünschten Wirkungen	44
3.7.1	Ermittlung der neurologischen Kraft.....	44
3.7.2	Postoperative Übelkeit und Erbrechen.....	46
3.7.3	Sonstige Komplikationen	46
3.8	Patientenzufriedenheit.....	47
4	DISKUSSION	48
4.1	Der „3 in 1“-Block	48

4.2	Der Ischiadicus-Block	52
4.3	Schmerztherapie beim Kniegelenksersatz	55
4.3.1	Schmerztherapeutische Verfahren im Vergleich	55
4.3.2	Die kombinierten Regionalblockaden der unteren Extremität: „3 in 1“-Block mit oder ohne Ischiadicusblockade?	57
5	LITERATURVERZEICHNIS	59
6	ANHANG	I
6.1	Therapieschema	I
6.2	Patientenprotokoll	II
	Danksagung:	V
	LEBENS LAUF	VI
	Persönliches	VI
	Tabellarischer Lebenslauf	VI
	Forschungsarbeiten	VII
	Posterpreis	VII
	Publikationen und Präsentationen	VII

1 Einleitung

1.1 Endoprothetik des Kniegelenks:

Neben dem Hüftgelenksverschleiß stellt die Gonarthrose die häufigste degenerative Erkrankung des Bewegungsapparates dar. Hauptursachen sind neben mechanisch bedingten Faktoren wie Übergewicht und posttraumatischen, angeborenen oder erworbenen Fehlstellungen der Beinachsen auch Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises, Infektionen sowie andere, noch z.t. unbekannte Faktoren. In Deutschland werden zur Zeit jährlich über 80.000 Kniegelenke künstlich ersetzt. Bei steigender Lebenserwartung der Bevölkerung steigt auch das Durchschnittsalter der zu operierenden Patienten, in den meisten Studien liegt es zwischen 65 und 70 Jahren. Heutzutage können aber bei verbesserten Prothesenmodellen auch Patienten im Erwerbsalter erfolgreich endoprothetisch versorgt werden.

Je nach Größe und Lage der betroffenen Gelenkflächen kommen unterschiedliche Prothesenmodelle zum Einsatz. So existieren bei kleineren lateral bzw. medial begrenzten Knorpelschäden unikondyläre



Schlittenprothesen. Goldstandard in der Knieendoprothetik ist aber zur Zeit die ungekoppelte Totalendoprothese mit Gelenkoberflächenersatz, die der natürlichen Funktion des Kniegelenkes am nächsten kommt und auch bei beschädigtem Bandapparat eingesetzt werden kann. Bei dieser sogenannten bikondylären Prothese werden Femur- und Tibiakomponente im jeweiligen Schaft zementiert, ein Gleitlager oder auch Inlay komplettiert das künstliche Gelenk. Ein Ersatz der Patella sowie des hinteren Kreuzbandes sind ebenfalls

möglich, das vordere Kreuzband ist entbehrlich und wird reseziert.

Für unser orthopädisches Patientengut wird überwiegend das System Genesis II der Firma SmithNephew™ verwendet.

Im Jahr 2003 wurden an unserem Haus insgesamt 173 Patienten mit einem künstlichen Kniegelenk versorgt. Das Verhältnis weiblicher zu männlicher Patienten betrug dabei 2,45:1.

1.2 Postoperativer Schmerz

1.2.1 Definition und Einteilung des Schmerzes:

„Schmerz ist ein unangenehmes Sinnes- und Gefühlserlebnis, das mit aktueller oder potentieller Gewebeschädigung verknüpft ist oder mit Begriffen einer solchen Schädigung beschrieben wird.“ [74]

Diese Definition hält fest, dass Schmerz in aller Regel *mehr als eine reine Sinnesempfindung* ist, nämlich ein Sinnes- und gleichzeitig ein meist unlustbetontes Gefühlserlebnis. Weiter wird festgehalten, dass Schmerzen dann auftreten, wenn Körpergewebe so stark gereizt wird, dass es zerstört zu werden droht. Zudem sagt der letzte Teil der Definition aus, dass zwar alle Schmerzen so erlebt werden, als ob Gewebe zerstört wird oder zerstört zu werden droht, dass es aber für das Schmerzerlebnis völlig unwichtig ist, ob eine solche Gewebeschädigung überhaupt stattfindet [91].

Der Schmerz lässt sich im Hinblick auf seinen Entstehungsort einteilen in somatisch und viszeral. Kommt der somatische Schmerz von der Haut, so wird er als Oberflächenschmerz bezeichnet; kommt er von den Muskeln, Knochen Gelenken und Bindegewebe, so bezeichnet man ihn als Tiefenschmerz. Neben dem somatischen Schmerz und seinen (Sub-)Qualitäten gibt es als weitere wichtige Schmerzqualität den viszeralen oder Eingeweideschmerz. Solche Schmerzen treten beispielsweise bei rascher Dehnung der Hohlorgane der Eingeweide (z.B. der Gallenblase oder des Nierenbeckens) auf. Ferner sind Spasmen oder starke Kontraktionen schmerzhaft, besonders wenn sie mit einer Ischämie verbunden sind.

Neben dem Entstehungsort ist auch die Dauer eines Schmerzes ein für seine Beurteilung wesentlicher Aspekt. Bei akutem Auftreten ist der Schmerz in der Regel auf den Ort der Schädigung begrenzt. Dieser ist eindeutig lokalisierbar, und das Ausmaß des Schmerzes hängt direkt von der Intensität des Reizes ab. Solche Schmerzen weisen auf eine drohende oder bereits eingetretene Gewebsschädigung hin. Sie haben also eindeutig eine Signal- und Warnfunktion. Nach Beseitigung der Schädigung klingen sie rasch wieder ab.

Vom akuten Schmerz wird der chronische Schmerz abgegrenzt. Diese Schmerzen dauern lange an (Tumorschmerzen) oder kehren in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen wieder (Angina pectoris). Im allgemeinen wird ein Schmerz erst dann als "chronisch" angesehen, wenn die Beschwerden länger als ein halbes Jahr bestehen. Er gibt darüber allerdings bisher keine verbindliche und begründete Übereinkunft. Sinnesphysiologisch gesehen besteht beim chronischen Schmerz häufig keine eindeutige Beziehung zwischen dem Ausmaß der Organschädigung und der Schmerzintensität. Es kann also beim chronischen Schmerz im Verlauf der Zeit zu einer deutlichen Lösung des Schmerzerlebnisses von der ursprünglich zugrunde liegenden Störung kommen. Diese „Verselbständigung“ lässt den chronischen Schmerz dann als ein eigenständiges Krankheitssymptom erscheinen, das sich deutlich vom akuten Schmerz abhebt.

1.2.2 Nozizeption, Schmerzweiterleitung und Schmerzverarbeitung

Die Aufnahme, Weiterleitung und zentralnervöse Verarbeitung von noxischen Signalen bezeichnet man als Nozizeption. Als Rezeptoren des Schmerzes fungieren die Nozizeptoren, deren hohe Erregungsschwelle normalerweise nur durch potentiell gewebeschädigende oder integritätsbedrohende Reize aktiviert werden kann. Sie sind zum Beispiel in der Haut, Muskulatur, Faszien, Synovia, Periost, Pleura, Peritoneum und den viszerale Organen lokalisiert. Beim Menschen handelt es sich überwiegend über polymodale Rezeptoren, d.h. sie sind in der Lage, sowohl mechanische, als auch chemische oder thermische Reize zu verarbeiten [92, 45]. Durch körpereigene Substanzen können sie

sensibilisiert werden. So führt beispielsweise eine Entzündungsreaktion mit Freisetzung von Leukotrienen, Prostaglandinen, H⁺- und K⁺-Ionen, Bradykinine etc zur Erniedrigung der Erregungsschwelle und so zu einer weiteren Vergrößerung des nozizeptiven Feldes [15]. Nozizeptoren sind freie Nervenendigungen von dünn myelinisierten A δ - sowie unmyelinisierten C-Fasern, die unterschiedliche Schmerzqualitäten weiterleiten [92]. Schmerzreize, die über die schnell leitenden A δ -Fasern geleitet werden, zeichnen sich durch eine scharfe, stechende Schmerzempfindung aus. Sie lösen zunächst einen Fluchtreflex aus (z.B. Wegziehen der Hand von der heißen Herdplatte), noch bevor der Schmerz bewusst wahrgenommen wird. Schmerzreize, die über die langsameren C-Fasern geleitet werden, sind von dumpferen Charakter und folgen häufig dem ersten schnellen Schmerz.

Die nozizeptiven Nervenfasern enden in den Zonen I, II und V des Hinterhorns im Rückenmark und werden hier auf das zweite Neuron umgeschaltet. Dieses zweite Neuron leitet nicht nur nozizeptive, sondern auch nicht-nozizeptive sensorische Impulse weiter. Hierbei ist die Zahl nachgeschalteter Neurone deutlich geringer als die aus der Peripherie eingehenden Afferenzen (Konvergenz) [127]. Das zweite sensorische Neuron ist also bereits wesentlich an der Extraktion und Integration sensorischer Informationen beteiligt.

Gleichzeitig verfügt der Körper über Systeme zur endogenen Schmerzkontrolle. Zum einen wird bereits auf spinaler Ebene über Interneurone, welche gleichzeitig mit dem zweiten Neuron der Schmerzbahn aktiviert werden, eine Modulation des Schmerzreizes bewirkt. Zum anderen existieren absteigende Bahnsysteme, welche von supraspinalen Kernen auf das Rückenmark projizieren. Über diese erfolgt die „deszendierende Hemmung“ des Schmerzes.

Der Tractus spinothalamicus, in welchem die zweiten Neuronen der Schmerzbahn verlaufen, steigt zum Hirnstamm auf und zieht zum Thalamus und zur Formatio reticularis, von wo aus Projektionen in den sensorischen Cortex sowie die Amygdala einsetzen.

1.2.3 Auswirkungen postoperativer Schmerzen:

Schmerz soll den Organismus vor Reizen warnen, die seine Unversehrtheit bedrohen. Trotz dieser physiologischen Schutzfunktion kann Schmerz nachteilig für den Körper sein, insbesondere, wenn er längere Zeit anhält.

Die Gewebetraumatisierung durch die Operation sowie der postoperative Schmerz führen zu einer erhöhten Ausschüttung kataboler Hormone und einer verminderten Ausschüttung oder Wirkung anaboler Hormone mit Verlust von Muskelgewebe sowie einem erhöhten Metabolismus. Insbesondere die Sympathikusstimulation spielt eine zentrale Rolle in der Antwort des Organismus auf postoperative Schmerzen [89]. Starke Schmerzzustände aktivieren das sympathoadrenerge System. Es kommt zu einer kardialen Stimulation mit positiv inotropem und chronotropem Effekt, zu einer Zunahme des periphervaskulären Widerstandes und konsekutiv zu einem gesteigerten Sauerstoffverbrauch des Körpers. Das Blutvolumen wird zugunsten des Gehirns aus dem Splanchnicus- und Nierenstromgebiet umverteilt. Es resultiert eine verminderte Gewebepfusion mit zunehmender Azidose, welche ihrerseits die Nozizeptoren sensibilisiert. Die starke Sympathikuswirkung kann zu einer anhaltenden Magen-Darm-Atonie bis hin zum paralytischen Ileus führen. Weiterhin kommt es zu einer gesteigerten Thrombozytenaggregation mit Thrombosegefahr im Bein-Becken-Bereich sowie Herzinfarktgefahr. Durch vermehrte Noradrenalinfreisetzung an den peripheren Nervenendigungen werden ebenfalls Nozizeptoren verstärkt aktiviert, was einer Schmerzverstärkung gleichkommt.

Besonders nach abdominalen und lungenchirurgischen Eingriffen führen spinale Reflexe zu Muskelspasmen in der Nähe des Gewebstraumas. Dies führt zu einer verminderten funktionellen Residualkapazität (FRC) und forcierten Vitalkapazität (FVC). Eine reflexbedingte Hemmung der Zwerchfellkontraktion verhindert außerdem eine tiefe Inspiration. Die Ausbildung von Atelektasen und Pneumonien wird so begünstigt.

All diese Reaktionen werden als Stressantwort zusammengefasst [90, 128]. Diese lässt sich abschwächen oder sogar ganz unterdrücken, wobei der

Applikation von Lokalanästhetika z.B. über einen Periduralkatheter, besondere Bedeutung zukommt [51, 52, 53]. Sie vermögen alle Komponenten der Stressreaktion zu unterdrücken, was mit Opioiden über PDK bei gleicher Analgesieleistung nicht gelingt. Daraus wird deutlich, dass nicht nur Schmerz-, sondern möglichst alle somatischen und sympathischen Afferenzen blockiert werden müssen.

Unbehandelte Schmerzen beeinträchtigen also nicht nur die Psyche des Menschen, sondern auch alle Organsysteme des Körpers. Sie führen so zu einem verlängerten Klinikaufenthalt und verspäteter Wiedereingliederung in den Arbeitsprozess. Auch sozioökonomische Gründe sprechen daher für eine adäquate postoperative Schmerztherapie [88]:

- frühzeitige Mobilisation
- Verhinderung von Komplikationen
- verkürzter Aufenthalt auf der Intensivstation
- verkürzter Aufenthalt im Krankenhaus
- Reduktion von Morbidität und Mortalität
- Reduktion der Krankenhauskosten

1.2.4 Schmerzbewertung und Schmerzáußerung

Wie ein Schmerz vom Patienten wahrgenommen und bewertet wird, hängt von den verschiedenen Komponenten des Schmerzes ab. Das Verständnis der Vorgänge zur Bewertung des Schmerzes und dessen Artikulation ist daher besonders im Rahmen der klinischen Schmerzmessung wichtig, um Schmerzáußerungen des Patienten interpretieren zu können.

Entscheidend für die Schmerzbewertung ist offenbar der Vergleich der aktuellen Schmerzen mit erfahrenen Schmerzen der Vergangenheit und ihren damaligen Folgen. Der aktuelle Schmerz wird also an den im Kurz- oder Langzeitgedächtnis gespeicherten Schmerzerfahrungen gemessen und entsprechend dieser Erfahrungen bewertet. Die Schmerzbewertung wird daher als die erkennende oder kognitive Komponente des Schmerzes bezeichnet.

Das Ergebnis dieses kognitiven Prozesses führt zu einer entsprechenden Schmerzäußerung (psychomotorische Komponente, z.B. Weinen, Jammern, Verlangen nach schmerzstillenden Medikamenten). Wahrscheinlich fließt dieser kognitive Prozess auch in die Ausprägung der affektiven und vegetativen Komponenten ein, d.h. diese Komponenten sind nicht nur für die Bewertung des Schmerzes bedeutsam, sondern ihr Ausmaß ist ihrerseits von der Gesamteinschätzung des aktuellen Schmerzes abhängig. Offenbar leidet der Mensch mehr an einem Schmerz, den er im Hinblick auf sein Wohlergehen als „wichtig“ einschätzt, als an einem, der ihm als banal erscheint. Weiterhin gehen in die Bewertung des Schmerzes und die daraus resultierende Schmerzäußerung noch eine Reihe anderer Faktoren ein. So hängt das Ausmaß der vom Patienten geäußerten Schmerzklagen beispielsweise sehr von der aktuellen Situation, vom familiären Herkunft und von der ethnischen Herkunft ab. Außerdem ist für die Schmerzbewertung oft entscheidend, unter welchen Umständen ein Schmerzereignis auftritt. So ist beobachtet worden, dass bei Kriegsverwundungen der Bedarf an schmerzstillenden Medikamenten weitaus geringer ist als bei vergleichbaren Verletzungen im Zivilleben.

Zudem scheinen psychische Störungen die Schmerzbewertung beeinflussen zu können. Kremer fanden im Rahmen einer Studie zur klinischen Schmerzmessung beispielsweise, dass ängstlich-depressive Patienten chronische Tumorschmerzen im Mittel mit höheren Schmerzintensitäten beschrieben als psychisch gesunde Patienten [57]. Bei überdauernden Persönlichkeitseigenschaften wie Extrovertiertheit/Introvertiertheit fanden sich dagegen überraschenderweise nur schwache Zusammenhänge zwischen Schmerzverhalten und Persönlichkeit.

1.2.5 Methoden der klinischen Schmerzmessung

Für die Erfassung und Dokumentation von Schmerzen existieren eine Vielzahl von ein- und mehrdimensionalen Schmerzskalen. Während es bei der Dokumentation chronischer Schmerzen von Bedeutung sein kann, affektive und emotionale Aspekte der Schmerzverarbeitung mitzuerheben, kann man sich in

der postoperativen Phase bei unkompliziertem Verlauf auf die Erfassung der Schmerzintensität, sowie auf Fragen nach Lokalisation und Ausstrahlung beschränken [24]. Skalen zur Erfassung der Schmerzintensität sollten insbesondere leicht zu handhaben sein, dabei aber eine hohe Sensitivität für Veränderungen im Schmerzempfinden aufweisen.

Seit vielen Jahren stehen hierzu zahlreiche ausreichend getestete eindimensionale Schätzskaleten und mehr oder weniger umfangreiche mehrdimensionale Fragebögen zur Verfügung. Bei den Schätzskaleten unterscheidet man zwischen verbalen, visuellen und numerischen Analogskalen. Anhand der von Keele beschriebenen Vier-Punkteskala (slight - moderate -severe -agonishing) oder der von Melzack verwendeten fünf-Punkteskala (mild –comforting - distressing - horrible - excruciating) beschreibt der Patient die empfundene Schmerzintensität anhand eines vorgegebenen Adjektivs [72]. Beispiel einer deutschen verbalen fünf-Punkteskala zur klinischen Schmerzmessung ist [108]: 1. gar nicht-2. kaum-3. mittelmäßig-4. ziemlich-5. außerordentlich

Bei der von Huskinsson vorgestellten visuellen Analogskala markiert der Patient einen Punkt auf einer Linie zwischen „kein Schmerz“ und „unerträglicher Schmerz“ und beschreibt so die subjektive Schmerzintensität [48]. Diese Skala wird von Psychologen schon seit Beginn dieses Jahrhunderts verwendet, um so dem Patienten die Möglichkeit zu geben, schwer messbare Parameter wie beispielsweise Depression oder Schlaf zu beschreiben. Eine weitere Möglichkeit zur eindimensionalen klinischen Schmerzmessung bietet die von Downie et al. getestete numerische Analogskala. Hier wird die Schmerzintensität anhand einer Zahl zwischen 0 und 10 beschrieben [25].

Alle diese Skalen korrelieren gut untereinander [25, 57, 50], sie haben jedoch ihre spezifischen Vor- und Nachteile bei der Anwendung. Die visuelle Analogskala besitzt offenbar eine höhere Sensitivität für kleinere Änderungen der Schmerzintensität als die einfachen beschreibenden verbalen Schätzskaleten [48] und wird von manchen Autoren als beste Methode zur Messung klinischer Schmerzen bezeichnet [93]. Allerdings hatten nach einer Untersuchung von

Kremer 11% der befragten Patienten erhebliche Schwierigkeiten bei der Verwendung der visuellen Analogskala, während die beschreibende verbale Skala von allen Patienten problemlos bearbeitet werden konnte und deshalb von vielen Patienten bevorzugt wurde [57]. Die Sympathie oder Antipathie für einen bestimmten Skalentyp scheint jedoch keine Auswirkungen auf die Intensitätsangaben der Patienten zu haben. Offenbar erfordert die visuelle Analogskala eine gewisse Fähigkeit zur Abstraktion und führt bei manchen Patienten aufgrund der nicht definierten Auswahlmöglichkeiten zu Verwirrungen oder aufgrund der Unfähigkeit zur Bearbeitung zu Frustrationen. Von einigen Autoren wird die numerische Analogskala als gute Kompromisslösung angesehen; sie bietet mehr Auswahlmöglichkeiten als die verbale Fünf-Punkteskala und eine gegenüber der visuellen Analogskala bessere Hilfestellung bei der Einschätzung der Schmerzintensität [25, 57].

Angewandt wird die klinische Schmerzmessung beispielsweise zur Therapiekontrolle schmerzhafter Erkrankungen, zum Vergleich verschiedener Analgetika oder zur Aktivitätsbeurteilung entzündlicher Erkrankungen (z.B. chronische Polyarthrit). Neben der Schmerzintensität werden mit den oben vorgestellten Skalen auch viele subjektive Empfindungen anderer Art wie beispielsweise Dyspnoe oder Fatigue gemessen und dokumentiert [41].

Das Schmerzerlebnis von vielen psychologischen und physiologischen Faktoren beeinflusst, so dass ein Kreuz auf einer Linie oder eine Zahl zwischen 0 und 10 die Empfindungen nur eingeschränkt beschreiben. Trotz dieser Einschränkungen sind die Analogskalen wegen ihrer Praktikabilität und Validität klinisch sehr gut anwendbar [50, 108]. Dies gilt besonders für die Messung akuter Schmerzen, da hier meist nur die sensorische Komponente des Schmerzerlebens im Vordergrund steht.

Bei chronischen Schmerzen steigt der Einfluss der affektiven und vegetativen Komponente auf das Schmerzerlebnis des Patienten, so dass hier mehrdimensionale Messinstrumente exaktere Informationen liefern. Das am häufigsten verwendete mehrdimensionale Messinstrument ist der von Melzack entwickelte McGill Pain Questionnaire, ein Fragebogen, der in einer Lang- [72]

und einer Kurzform [73] zur Verfügung steht. Die Originalform (Langform) umfasst verschiedene Klassen von Adjektiven, die dem Patienten die Möglichkeit geben, sein Schmerzerlebnis hinsichtlich sensorischer, affektiver und kognitiver Aspekte exakt zu beschreiben. Die Kurzform umfasst in ihrer deutschen Übersetzung 15 Adjektive; vor allem aus dem affektiven und sensorischen Bereich und ist u.a. erfolgreich in chirurgischen Kliniken eingesetzt worden [108].

1.2.6 Postoperative Schmerztherapie in der Orthopädie

Gerade in der Orthopädie (aber auch in allen anderen chirurgischen Disziplinen) hat die frühe postoperative Mobilisation des Patienten einen großen Stellenwert in modernen Therapieschemata eingenommen. Als Folge der Periostdurchtrennung sowie reaktiver Spasmen der beteiligten Muskulatur kann es gerade nach Osteotomien, Osteosynthesen und Kunstgelenk-Implantationen postoperativ zu starken Schmerzen kommen [56, 129].

Das Ziel einer suffizienten postoperativen Schmerztherapie in der Orthopädie muss es sein, den Patienten soweit von Schmerzen zu befreien, dass er unter physiotherapeutischer Anleitung mobilisiert werden kann. Gleichzeitig muss der Patient orientiert und kooperativ sein, damit er bei erforderlichen Bewegungstherapien suffizient mitarbeiten kann.

Heutzutage gilt daher ein multimodales schmerztherapeutisches Konzept, dass unter Mitwirkung aller mit dem Patienten arbeitenden Disziplinen wie Orthopäden, Anästhesisten, Physiotherapeuten sowie dem Pflegepersonal der Stationen umgesetzt werden sollte. Dabei kommen Regionalanästhesietechniken sowie systemische Analgesie genauso zum Einsatz wie nicht-medikamentöse Verfahren wie Kälte- oder Wärmetherapie [23, 97, 98].

Die Existenz eines Akutschmerzdienstes erleichtert die Koordinierung der verschiedenen Maßnahmen. Insbesondere Patienten mit kontinuierlichen Regionalanästhesieverfahren müssen regelmäßig besucht werden. Bei diesen Visiten sollte nach der aktuellen Schmerzsituation gezielt gefragt, sowie

Intoxikationszeichen, motorische Beeinträchtigungen oder sonstige Komplikationen erfasst werden.

1.3 Regionalanästhesie

1.3.1 Vor- und Nachteile der peripheren Nervenblockaden

Aufgrund der genannten Daten lässt sich schlussfolgern, dass die Anwendung regionaler Nervenblockaden, bei denen alle Afferenzen des sympathischen und nozizeptiven Systems beeinträchtigt werden, aufgrund einer reduzierten systemischen Stressantwort mit einem besseren Outcome der Patienten einhergehen muss.

Tatsächlich zeigen Metaanalysen, dass neuroaxiale Blockaden wie die Spinal- oder Epiduralanästhesie mit einer signifikant geringeren postoperativen Morbidität und Mortalität einhergehen [84, 46, 47, 51, 52]. Vergleichbare Analysen liegen für periphere Nervenblockaden noch nicht vor, es existieren aber Studien, die ein verbessertes postoperatives Outcome hinsichtlich Funktionalität und Rehabilitation vermuten lassen. Für große Eingriffe am Knie liegen mehrere Studien vor, die einen klaren Vorteil sowohl von peripheren (Femoralisblock) als auch neuroaxialen (kontinuierliche Epiduralanästhesie) erkennen lassen [2]. Nicht nur der unmittelbare postoperative Verlauf war hinsichtlich Schmerzempfinden und Mobilisationsintensität war bei den Regionalanästhesieverfahren signifikant besser als bei den PCIA-Patienten. Das chirurgische Langzeitergebnis konnte sowohl bei Femoralis- als auch Epiduralkatheter ebenfalls überzeugen. Die Rehabilitationszeit wesentlich kürzer als in der i.v.-Kontrollgruppe [14, 63]. Auch für andere orthopädische Eingriffe an großen Gelenken liegen derartige Studien für periphere Nervenblockaden vor [9].

Auch im Vergleich zu rückenmarksnahen Verfahren bestehen Vorteile, insbesondere in der geringeren Herz- und Kreislaufbelastung bei weniger ausgeprägter und regional begrenzter Sympathikolyse. So wurden nach peripheren Nervenblockaden Herzstillstände signifikant seltener beobachtet als

nach Spinalanästhesien [5]. Auch sind die Kriterien für eine intakte Gerinnung weniger streng zu sehen als für rückenmarksnahe Blockaden, so dass eine klinisch-anamnestische Erhebung in aller Regel ausreichend ist. Der Einsatz neuroaxialer Blockaden bei Eingriffen an der unteren Extremität erfordert zumeist die Anlage eines transurethralen Blasenkatheters, was für die Mobilisierung des Patienten genauso hinderlich sein kann, wie eine Betäubung beider Beine oder sogar bei einer Katheterfehlage eine akzidentielle Mehr-Blockade des nicht-operierten Beins.

Bei bestimmten Erkrankungen sind Spinal- oder Epiduralanästhesieverfahren schwierig bis unmöglich durchzuführen oder es bestehen Kontraindikationen (ausgeprägte Kyphoskoliose, Aortenstenose). Nicht zuletzt bestehen zudem immer noch Vorbehalte der Patienten gegen ein Verfahren, bei denen „in der Nähe des Rückenmarks“ punktiert wird.

Nachteil der peripheren Nervenblockaden ist wohl in erster Linie die relativ hohe Versagerquote. So wird für die axilläre Plexus-brachialis-Blockade bis zu 30% fehlende Effektivität beschrieben [12]. Häufig sind auch inkomplette Blockaden, so dass einzelne Nerven ergänzend anästhesiert werden müssen (N. ulnaris-Ausfall bei axillärem Plexus, N. obturatorius beim inguinalen N. femoralis-Block).

Es werden relativ hohe Mengen an Lokalanästhetika benötigt. Entsprechend häufig ist über zerebrale Krampfanfälle berichtet worden [5]. Es ist daher zwingend notwendig, die geringst-mögliche Konzentration an Lokalanästhetikum zu verwenden, toxische Höchstdosen müssen selbstverständlich beachtet werden. Beim Einspritzen des Medikaments sollte ständiger verbaler Kontakt zum Patienten gehalten werden.

1.3.2 Komplikationen der peripheren Nervenblockaden

Komplikationen der peripheren Nervenblockaden sind entsprechend in erster Linie toxisch bedingte Reaktionen auf das Lokalanästhetikum. Bei versehentlicher intravasaler Injektion sind schon geringe Mengen ausreichend, um kardiovaskuläre oder zerebrale Reaktionen hervorzurufen. Aber auch

verspätete Reaktionen durch Resorption des Medikaments aus dem Gewebe sind möglich.

Neurologische Spätschäden wurden für obere und untere Extremitätenblockaden in einer Häufigkeit von 0,19% [5], 0,36% [123] bis 1,7% [29] beschrieben. Allerdings kommt es nicht nur durch die Nervenblockade selbst zur Schädigung, auch Lagerungsschäden oder durch die Operation selbst verursachte Läsionen müssen in Betracht gezogen werden [29, 18]. Aufgetretene Nervenschäden nach peripheren Nervenblockaden haben im Allgemeinen eine gute Prognose. Noch nach Wochen bis Monaten ist mit einer völligen Rückbildung der Parese bzw. der Schmerzen zu rechnen [105]. Da es in Einzelfällen aber zu bleibenden Restparesen, z.t. verbunden mit kausalgiformen Schmerzzuständen, gekommen ist, sollten in jedem Falle atraumatische Punktionskanülen sowie ein Nervenstimulator verwendet werden. Das früher regelhaft praktizierte Auslösen von Parästhesien („no paresthesia, no anesthesia“) ist heute obsolet!

1.3.3 Kontraindikationen peripherer Nervenblockaden

Absolute Kontraindikationen für periphere Nervenblockaden gibt es wenige:

- Ablehnung des Verfahrens durch den Patienten
- Infektionen an der Punktionsstelle
- Manifeste Gerinnungsstörungen bei Blockaden im Kopf-Hals-Bereich

Vorbestehende neurologische Ausfälle im zu anästhesierenden Bereich sind zunächst keine Kontraindikation, sollten aber sorgfältig dokumentiert werden. Eine Einnahme von Acetylsalicylsäure sowie eine low-dose-Heparinisierung stellen keine Kontraindikation dar, sofern keine klinisch manifeste Gerinnungsstörung vorliegt. Tabelle 1.1 gibt Grenzwerte für die Durchführung von Regionalblockaden im Kopf- Hals- und Rumpfbereich in Anlehnung an Tryba an [109].

	problemlos	nach besonderer Abwägung
Quickwert	> 45%	45-40%
PTT	< 45 s	46-50 s (F VIII > 25%)
Thrombozytenzahl	50.000-500.000	
Blutungsneigung	keine	positiv

Table 1.1: Grenzwerte Gerinnung für periphere Nervenblockaden

Bei jeder peripheren Nervenblockade müssen zudem lokale Besonderheiten als relative Kontraindikation beachtet werden. Beim Femoralis-Katheter ist das in erster Linie ein schwieriger Gefäßstatus, z.B. nach femoro-poplitealem Bypass. Eine versehentliche Gefäßpunktion muss hier ausgeschlossen werden.

1.3.4 Allgemeine Wirkmechanismen von Lokalanästhetika:

[38] Als „Entdecker“ und „Erstanwender“ von „echten“ Lokalanästhetika gilt heutzutage der Wiener Ophthalmologe Carl Koller [55], obwohl Alexander Wood bereits 1855 Morphin perineural infiltriert hatte [126]. Koller verwendete das zuvor erstmalig aus den Blättern des *Erythroxylon coca* extrahierte Cocain und beschrieb diese Verwendung erstmals 1884. Aufgrund der hohen Toxizität der Substanz kam es bald zu einer verstärkten Suche nach geeigneten Substanzen mit lokalanästhetischen Eigenschaften mit geringerer Toxizität.

Lokalanästhetika blockieren hochspezifisch den neuronalen spannungsabhängigen sogenannten „schnellen“ Natriumkanal, wobei ihre Bindungsstelle zumeist im Innern des Porus liegt (geladene „klassische“ LA). Unpolare LA wie Benzocain binden wahrscheinlich von außen an den Kanal und komprimieren diesen möglicherweise von der Phospholipidseite der Membran aus. Da die LA aber von innen in den Na⁺-Kanal-Porus gelangen, müssen sie folglich bei Durchtritt durch die Membran ungeladen=lipophil sein. Zur Bindung müssen sie dann wieder als Kationen vorliegen. Bei einem substanzspezifischen pH-Wert, also einer Kenngröße für das jeweilige

Lokalanästhetikum, liegen ungeladene Base zu geladener Säure im Verhältnis 1:1 vor. Dieser auch pKa-Wert genannte Faktor des Lokalanästhetikums hängt mit dem jeweiligen pH-Wert wie folgt zusammen:

$$\text{pKa} = \text{pH} - \log \frac{[\text{Base}]}{[\text{Säure}]}$$

Je weiter der pKa-Wert der Substanz im sauren Bereich liegt, desto kürzer ist daher im physiologischen pH-Bereich die Anschlagzeit. Dies erklärt auch, warum im azidotisch-entzündlich veränderten Gewebe die Wirksamkeit der LA herabgesetzt ist. Es liegen zu viele Moleküle als geladene Teilchen vor, die die Membranen nicht penetrieren können.

Je nach Leitgeschwindigkeit des betroffenen Neurons genügen geringere Konzentrationen an Lokalanästhetika für die Ausbildung einer Blockade. Die Leitgeschwindigkeit steigt mit der Zahl der Ranvierschen Schnürringe zwischen den Myelinscheiden eines Nerven (saltatorische Erregung). Das lipophile Lokalanästhetikum reichert sich bevorzugt im Myelin an und blockiert so sehr rasch die schnelleitenden myelinisierten Fasern. Außerdem sind beispielsweise die nozizeptiven A δ - oder C-Fasern wesentlich dünner als z.B. Motoneurone, so dass sich eine Differentialblockade ausbilden kann [37, 122]. Zunächst kommt es dabei also zu einem Verlust der Schmerz- und Temperaturempfindung via A δ - und C-Fasern, dann zur Sympathikolyse (ebenfalls C-Fasern). Nach der Verminderung des Empfindens für Druck und Berührung kommt es schließlich zur motorischen Blockade.

Lokalanästhetika binden je nach Konzentration aber nicht nur an axonalen Natrium-Kanälen peripherer Nerven, sondern an allen erregbaren Membranen des Körpers, so auch an Herzmuskelzellen und Neuronen des ZNS. Dadurch kommt zu unterschiedlichen, teils beabsichtigten, teils unerwünschten Wirkungen kommen. Bei Bindung an Natriumkanäle des Herzens kommt es dabei zu einer verzögerten Erregungsausbreitung im Myokard (sichtbar im EKG als QRS-Verbreiterung, PQ-Verlängerung) [54]. Dieser Effekt wird beim kurzwirksamen Lidocain in der Verwendung als Antiarrhythmikum therapeutisch genutzt. Substanzen mit einem höherem pKa-Wert wie insbesondere das Bupivacain binden allerdings langandauernd am Myokard, so dass dieses über

lange Zeit stumm bleibt und zu irreversiblen Asystolien führen kann [1]. Alle Lokalanästhetika wirken neben der negativen Chronotropie und Dromotropie zudem negativ inotrop. Durch Sympathikolyse wie auch durch eine direkte Vasodilatation kann es zum Blutdruckabfall kommen.

Im ZNS kommt es bei erhöhten LA-Plasmaspiegeln zu präkonvulsiven Syndromen wie Tinnitus, Unruhe, Nystagmus und Tremor, was schließlich durch die Blockade inhibierender Zentren zu tonisch-klonischen Krämpfen führt [114, 117]. Werden auch exzitatorische und subcorticale Zentren blockiert, folgt die vollständige Depression des Gehirns, erkennbar als Null-Linien-EEG.

Die ZNS-Nebenwirkungen treten auch schon in geringerer Dosierung auf, wohingegen die kardialen Wirkungen erst bei hohen Plasmaspiegeln einsetzen. Daher ist ein „verbales Monitoring“ des Patienten sowie eine kontinuierliche EKG-Überwachung unverzichtbare Voraussetzung für die Durchführung von Regionalblockaden.

1.3.5 Lokalanästhetika vom Amid-Typ

Im deutschsprachigen Raum werden zur Zeit fast ausschließlich Lokalanästhetika vom Amid-Typ verwendet, da die Ester-Lokalanästhetika ein zu großes allergenes Potential aufwiesen [39]. Sie unterscheiden sich unter anderem durch ihre lokalanästhetische Potenz, welche immer in Bezug auf das Amid-Lokalanästhetikum Procain angegeben wird. Die relative lokalanästhetische Potenz von Procain ist dabei als „1“ definiert. Des weiteren unterscheiden sich die unterschiedlichen Substanzen hinsichtlich ihres pKa-Wertes, der wie oben dargelegt für die Geschwindigkeit des Wirkeintritts verantwortlich ist, und in ihrer Gesamt-Wirkdauer.

Für jede Substanz wurde eine individuelle toxische Höchstdosis festgelegt. Dabei ist es durchaus möglich, Substanzen zu mischen. Es ist aber nicht selbstverständlich möglich, bei (Beinahe-)Erreichen der jeweiligen Höchstdosis des einen Medikaments auf ein weiteres zu wechseln, da sich die unerwünschten Wirkungen addieren. Gerade bei kombinierten Regionalblockaden mit hohem LA-Verbrauch wie dem kombinierten Femoralis-

Ischiadicus-Block kann das Erreichen der toxischen Höchstdosen ein Problem darstellen und muss bei der Überwachung des Patienten genau berücksichtigt werden.

	Lokalanästhetische Potenz	pKa bei 25 °C	Wirkdauer	Toxische Höchstdosis
Procain	1	9,05	0,5-1h	
Prilocain	4	7,9	1-3h	600 mg
Mepivacain	4	7,76	1,5-3h	400 mg
Bupivacain	16	8,16	1,5-8h	150 mg
Ropivacain	16	8,1	3-6h	300 mg

Tab. 1.1: Eigenschaften von Amid-Lokalanästhetika

Wie der Tabelle zu entnehmen ist, zeichnet sich dabei Prilocain durch seine schnelle Anschlagzeit und dabei kurze Wirkdauer aus, wohingegen Bupivacain und Ropivacain sehr lange bis zum Wirkeintritt benötigen, dafür aber eine mehrfach verlängerte Wirkdauer aufweisen. Ropivacain ist zudem als deutlich weniger kardiotoxisch beschrieben als das verwandte Bupivacain [30, 31].

2 Material und Methoden

2.1 Art der Studie

Die folgende Untersuchung ist eine prospektive klinische Studie, bei der ein regionalanästhesiologisches Verfahren hinsichtlich Praktikabilität und Effektivität im perioperativen Verlauf rein deskriptiv beobachtet wird.

2.2 Vorbereitende anatomische Untersuchungen

Zur Ermittlung der Lage und der Lagebeziehungen des N. ischiadicus im Verlaufe des Femurs wurden formalinfixierte anatomische Präparate untersucht. Der laterale Zugangsweg zum Nerven wurde am Muskelpräparat sowie am Querschnittpräparat auf Höhe der späteren Punktionsstelle demonstriert und Zusammenhänge zwischen morphometrischen Daten und Einstichtiefe postuliert. Ebenso wurde die Topographie des Plexus lumbalis und das Verhalten eines flexiblen Katheters bei der ventralen Punktion nach Winnie untersucht.

2.3 Patientenkollektiv

2.3.1 Aufnahme- und Ausschlusskriterien, Aufklärung

Das Beobachtungskollektiv umfasste 39 Patienten beiderlei Geschlechts im mittleren Alter von 69 Jahren. Ausgeschlossen wurden Patienten, die das Verfahren ablehnten, solche mit vorbestehenden neurologischen Ausfällen der unteren Extremität, sowie Patienten unter therapeutischer Antikoagulation; außerdem solche mit allgemeinen Kontraindikationen für eine Regionalanästhesie wie Infektionen an der Punktionsstelle oder bekannter Allergie gegen Lokalanästhetika. Die Patienten willigten schriftlich ein. Nach einer ausführlichen Erläuterung des anzuwendenden Verfahrens wurden sie in den Gebrauch der Visuellen Analogskala (im folgenden VAS) eingewiesen. Auf

Wunsch erhielten die Patienten 2 mg Lorazepam 60 Minuten vor der Operation als Prämedikation.

2.3.2 Festlegung der ASA-Klasse

Alle Patienten wurden gemäss der Klassifikation der *American Society of Anesthesiology* (ASA) in folgende Risikogruppen eingeteilt [4]:

ASA I	Normaler gesunder Patient
ASA II	Patient mit leichter Systemerkrankung
ASA III	Patient mit schwerer Systemerkrankung und Leistungsminderung
ASA IV	Pat. mit schwerster Systemerkrankung, konstante Lebensbedrohung
ASA V	Patient moribund, Tod innerhalb von 24h nach OP möglich

Tab. 2.1: ASA-Klassifizierung

2.4 Methoden

2.4.1 Vorbereitung

Allen Patienten wurde eine periphervenöse Verweilkanüle (16 – 18G) gelegt und eine Ringer-Lactat-Infusion angehängt. Zur Anxiolyse und Sedierung während der Durchführung der Regionalblockade erhielten sie 2,5 mg Midazolam. Das Standard-Monitoring umfasste ein 3-Kanal-EKG, oszillometrische Blutdruckmessung, sowie eine Pulsoxymetrie. Das Zubehör für eine eventuelle Intubation sowie Atropin und Vasopressoren wurden bereitgehalten.

Um einen Zusammenhang zwischen Oberschenkelmaßen und der mit der Stimulationskanüle ermittelten Lage des N. ischiadicus zu dokumentieren, wurde bei jedem Patienten der Oberschenkelumfang, der sagittale sowie der transversale Oberschenkeldurchmesser auf Höhe der Einstichstelle für die N. ischiadicus - Punktion gemessen und protokolliert.

2.4.2 Grundsätzliches zur Durchführung der Regionalblockaden

Für beide Punktionen wurde eine isolierte Nadel von 80 mm Länge und 15°-Schliff, sowie ein Nervenstimulator (Braun Stimuplex™, s.o.) verwendet. Im eingesetzten Set (Contiplex D™, B.Braun, Melsungen, Deutschland), sind enthalten:

- Kombinierte isolierte Stimulationskanüle mit Tefloneinführhülse (55 mm)
- 18G-Endhole-Katheter
- Luer-Lock-Konnektor
- Steriler Pflasterverband

Die Neutralelektrode befand sich am jeweils kontralateralen Unterschenkel. Der initiale Reizstrom war ein Rechtecksignal von 2 mA bei 2 Hz. Bei adäquater motorischer Reizantwort wurde die Stromstärke allmählich reduziert. War bei 0,4 mA noch eine motorische Antwort zu sehen, wurde das Lokalanästhetikum injiziert. Die Zeit von der Vorbereitung des Patienten (Lagerung, Anzeichnen der Punktionsorte) bis zur abgeschlossenen Punktion wurde gemessen und protokolliert. Die Qualität der sensorischen Blockade wurde mit Kältereizen durch Alkoholspray sowie Nadelstichen getestet, die Motorik in neurologische Kraftgrade eingeteilt (Tab. 2.2) [69]. Ein suffizienter Nervenblock wurde definiert als ein Verlust der Kalt – Warm – Differenzierung und des Spitz – Stumpf - Empfindens im Versorgungsgebiet des N. femoralis, sowie lateral und medial des Kniegelenkes. Bei lediglich reduzierter sensorischer Empfindung wurde zusätzlich eine Reduktion des neurologischen Kraftgrades auf mindestens 3 = „Bewegung gegen die Schwerkraft“ gefordert. War nach 60 Minuten noch keine ausreichende Blockadequalität erreicht, wurde zusätzlich eine Allgemeinanästhesie eingeleitet.

KG 0	Keine Muskelaktivität
KG 1	Sichtbare Muskelkontraktion ohne Bewegungseffekt
KG 2	Aktive Bewegung bei Ausschaltung der Schwerkraft
KG 3	Aktive Bewegung gegen die Schwerkraft
KG 4	Aktive Bewegung gegen Widerstand
KG 5	Normale Muskelkraft

Tabelle 2.2: Paresen-Skala nach dem Medical Research Council (MRC Scale)

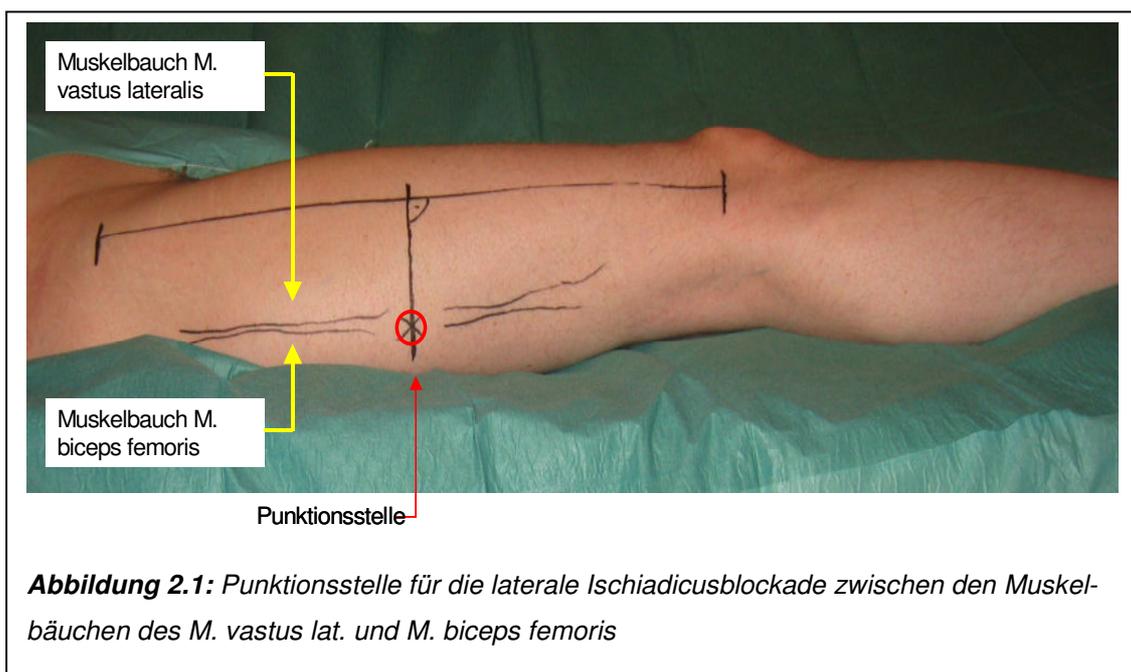
2.4.3 Blockade des N. femoralis („3 in 1“-Block)

Die Punktionstechnik entsprach dem paravaskulären Zugang nach Winnie [124]. Der Patient wurde bequem auf den Rücken gelagert, das Bein leicht außenrotiert. Die Verbindungslinie zwischen Spina iliaca anterior superior und Tuberculum pubicum, die in etwa dem Leistenband entspricht, wurde mit einem wasserfesten Stift eingezeichnet. Die A. femoralis des zu operierenden Beins wurde palpiert und ihre Lage unter dem Leistenband markiert. 2 cm unterhalb des Leistenbandes sowie 1,5 cm lateral der Arterie lag die Einstichstelle für den N. femoralis, welche ebenfalls markiert wurde. Die Leiste des Patienten wurde dreimal großzügig mit Kodan™ desinfiziert und mit einem Lochtuch steril abgedeckt. Die Punktionsnadel wurde an den Nervenstimulator angeschlossen und mit LA luftleer gespült. Unter sterilen Kautelen (sterile Handschuhe, Kittel, Haube und Mundschutz) und ständiger Aspiration erfolgte die Punktion im 30°-Winkel zur Haut parallel zur Arterie nach kranial und dorsal. Häufig war hierbei ein „Doppelklick“ zu spüren, wenn sowohl die Faszia lata als auch die Faszia iliaca perforiert wurden. Gleichzeitig wurde mit einem Rechtecksignal von zunächst 2 mA und 2 Hz stimuliert, bis eine Reizantwort zu sehen war. Die erwartete Reizantwort bei Erreichen des N. femoralis ist eine Kontraktion des M. quadrizeps femoris. Wichtig ist, dass tatsächlich eine „tanzende Patella“ zu beobachten ist, da eine Kontraktion des M. sartorius einer Quadrizepsantwort ähneln kann und bei dann erfolgter Injektion zu Anästhesieversagern führt. War die adäquate Reizantwort aufgetreten, wurde die Stromstärke langsam reduziert; bei 0,4 mA wurden zunächst 10 ml Prilocain 1% als Testdosis injiziert

und dann der 20G- Katheter bis 20cm im Hautniveau über das Kanülenende geschoben. Die Nadel wurde entfernt und der Katheter mit Porofix™-Pflaster fixiert. Nach einem erneuten negativen Aspirationsversuch wurde ein Bakterienfilter (Perifix™ 0,2µm, B. Braun) konnektiert und unter EKG-Kontrolle langsam weitere 20ml Prilocain 1% (Xylonest™) injiziert, während der Patient stets weiter beobachtet wurde. Wurde unter dem oben genannten Punktionswinkel keine „tanzende Patella“ erreicht, wurde in 5°-Schritten vorsichtig zunächst nach lateral, dann nach medial korrigiert, bis die erwartete Reizantwort eintrat. Der 30°-Winkel zur Haut blieb dabei stets bestehen. Die Zeit vom Anzeichnen der Punktionsorte bis zur abgeschlossenen Katheteranlage wurde gestoppt.

2.4.4 Laterale mittfemorale Ischiadicusblockade

Der Patient verblieb in Rückenlage, der Fuß wurde in Neutralstellung auf einem flachen Kissen gelagert, das Knie gestreckt. Mit einem wasserfesten Stift wurde von lateral der Verlauf des Femurknochens von der Patella bis zum Leistenband eingezeichnet. Auf der Hälfte der Distanz, zwischen den Muskelbäuchen des M. vastus lateralis und des M. biceps femoris, befand sich die Einstichstelle.



Der Oberschenkel wurde dreimal mit Kodan™ desinfiziert und mit einem sterilen Abdecktuch unterhalb der Einstichstelle abgeklebt. Die verwendete Punktionsnadel war die oben genannte Contiplex™-Kanüle, welche erneut an den Nervenstimulator angeschlossen und wieder mit LA entlüftet wurde. Die Punktion erfolgte unter sterilen Kautelen streng horizontal zum Untersuchungstisch. Reizantwort war eine Plantarflexion des Fußes oder der Zehen, evtl. kombiniert mit einer Supinationsbewegung (N. tibialis) bzw. eine Pronation mit Dorsalextension des Fußes (N. peroneus communis). War bei 0.4 mA noch eine typische Bewegung zu sehen, wurden langsam 20 ml Ropivacain 0,75% (Naropin™) injiziert, die Nadel entfernt und die Punktionsstelle mit einem sterilen Pflasterverband (Cutiplast™) versorgt. Bei Nicht-Auffinden des Nerven wurde in 5°-Schritten nach kranial, dann nach kaudal korrigiert bis zum Eintreten der Reizantwort. Ebenfalls wurde eine Abweichung nach ventral bzw. dorsal in 5° dokumentiert, ggf. erfolgte ein zweiter Einstich 3 cm weiter dorsal. Die Eindringtiefe der Punktionskanüle bei Erreichen des Nerven, die Zeit bis zur abgeschlossenen Punktion sowie die Zahl der Punktionsversuche wurden protokolliert.

2.4.5 Erhebung der Anschlagszeit

30 und 60 Minuten nach abgeschlossener Punktion wurden die sensorische und die motorische Blockadequalität im OP-Gebiet getestet. Nach den oben genannten Bedingungen (Verlust von Kalt-Warm- bzw. Spitz-Stumpf-Diskrimination im OP-Gebiet, Kraftgrade) wurde entschieden, ob die OP mit oder ohne Allgemeinanästhesie durchgeführt wurde.

2.4.6 Intraoperatives Management

Je nach Wunsch des Patienten wurde intraoperativ gegebenenfalls mit Propofol 1 ml/kg KG/h sediert. Bei partieller analgetischer Insuffizienz der Regionalblockade (z.B. bei Anlegen der Blutsperre mit 400 mmHg) wurde mit Remifentanil 0,05-0,1 µg/kg KG/min bzw. Ketamin S 0,1 mg/kg KG einmalig supplementiert. Bei Notwendigkeit einer Allgemeinanästhesie wurde diese mit 200 mg Propofol eingeleitet. Zur Sicherung der Atemwege wurde eine

Larynxmaske bzw. ein Endotrachealtubus verwendet, die Narkose wurde mit Sevofluran und Remifentanyl aufrechterhalten. Für Blutdruck und Herzfrequenz wurde eine Abweichung vom Ausgangswert (= vor Einleitung) von 15% respektive 25% toleriert. Bei Überschreiten der Blutdruckgrenze wurde die Sevofluran-Konzentration in 0,1% - Schritten erhöht, bei Unterschreiten erniedrigt. Ein Minimum von 0,4% Sevofluran inspiratorisch wurde aufrechterhalten, um ein vorzeitiges Erwachen des Patienten zu verhindern und eine Tubustoleranz zu erhalten. Analog wurde bei Überschreiten der Herzfrequenzgrenze die Remifentanyl-Dosierung in 0,05 μ -Schritten erhöht bzw. bei Unterschreiten erniedrigt, bis eine Kreislaufstabilität erreicht wurde. Gegebenenfalls konnte das Opioid ganz ausgeschlichen werden. Die verwendeten Anästhesie-Dosen wurden alle 10 Minuten dokumentiert. Die allgemeine Anästhesieerfassung erfolgte über das Recall™-Dokumentationssystem-System (Dräger™). Eine Gabe länger wirksamer Opiode wie Piritramid oder Pethidin erfolgte nicht.

2.4.7 Postoperatives Schmerzmanagement

Alle Patienten erhielten bei Ankunft im Aufwachraum 100 mg Diclofenac rektal und wurden instruiert, sich bei zusätzlichem Schmerzmittelbedarf frühzeitig zu melden. Eine erfahrenen Intensivpflegekraft applizierte dann 3,75-7,5 mg Piritramid i.v. als Bolus, bis der Patient Schmerzfreiheit äußerte. Die kontinuierliche Lokalanästhetika-Infusion über den N. femoralis-Katheter wurde sofort nach Ankunft im AWR gestartet. Hierzu wurden 0,2%iges Ropivacain mit einer Geschwindigkeit von 10 ml/h (entspricht 20 mg/h) infundiert. Lag die erste Injektion des Prilocains über den Femoralis-Katheter länger als drei Stunden zurück, erhielten die Patienten einen Initialbolus 0,2% Ropivacain 20 ml vor Start der Femoralis-Pumpe.

Nach Verlegung auf die orthopädische Pflegestation wurde die Infusionsrate an Ropivacain in den folgenden zwei postoperativen Tagen aufrechterhalten. Bei Bedarf konnten die Patienten einen Bolus von 5 ml Xylocain 2% vom Schmerzdienst der Anästhesie anfordern. Außerdem konnte bei Bedarf jederzeit durch die Pflegekräfte der Stationen 3,75-7,5 mg Piritramid als Kurzinfusion in 100 ml NaCl 0,9% gegeben werden. Dieser Verbrauch wurde

ebenfalls dokumentiert. Periphere Analgetika waren als Basismedikation bei jedem Patienten fest angeordnet (Diclofenac 50 mg 3x pro Tag p.o.), eine zusätzliche Gabe war nicht vorgesehen und führte gegebenenfalls zum Ausschluss des Patienten aus der Studie. Am Morgen des zweiten postoperativen Tages wurde der Katheter entfernt und der Patient mobilisiert.

2.5 Dokumentation der Effektivität

2.5.1 Postoperative Erfassung der Effektivität: sensorische und motorische Blockadequalität

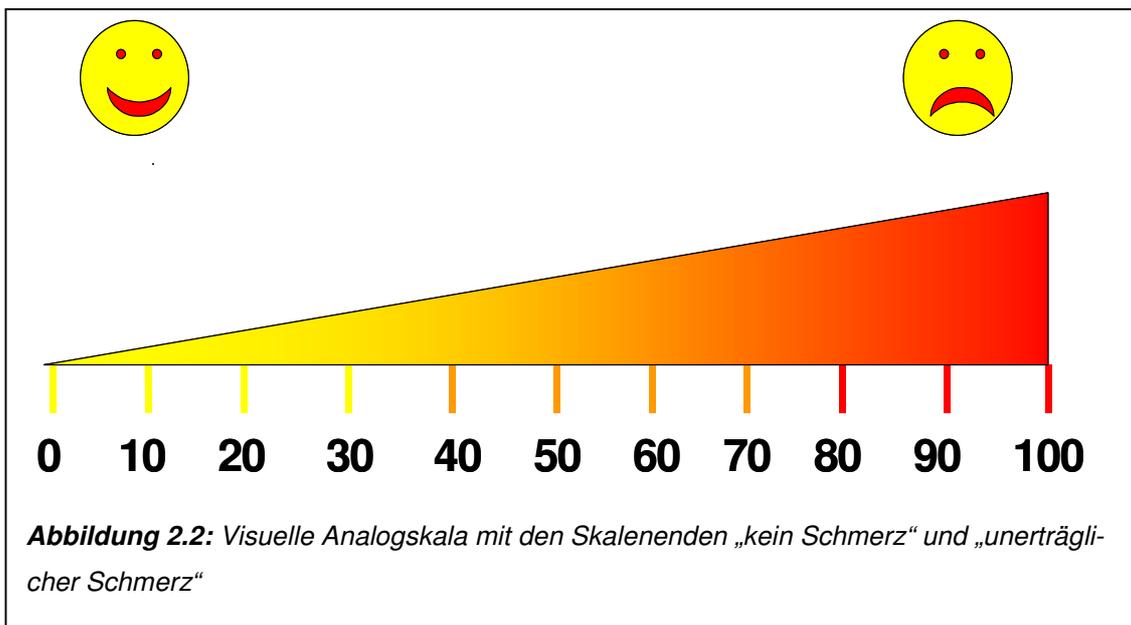
In den 48 Stunden nach Blockade-Anlage wurden alle Patienten von der zuvor anästhesieführenden Ärztin visitiert und nach aktuellen Schmerzen und motorischen Beeinträchtigungen befragt. Zeitpunkte der Befragung waren 6 Stunden nach Anlage der Regionalblockaden (t_1), 18 Uhr (t_2) am OP-Tag, am ersten postoperativen Tag um 12 Uhr (t_3) und 18 Uhr (t_4), sowie am zweiten postoperativen Tag um 12 Uhr (t_5), was etwa 4 Stunden nach Entfernen des Katheters entsprach.

2.5.2 Schmerzintensität

2.5.2.1 Visuelle Analogskala

Die Schmerzintensität wurde anhand einer 100 mm umfassenden visuellen Analogskala (VAS) gemessen (Abb. 2.2). Die Patienten bestimmten mit Hilfe eines verschiebbaren Lineals ihre Schmerzintensität in Ruhe sowie bei Bewegung (Aufsetzen im Bett, passives Durchbewegen des Kniegelenkes, sowie Bewegung im Sprunggelenk) innerhalb eines Bereichs von „kein Schmerz“ (0) bis „unerträglicher Schmerz“ (100).

Die Visuelle Analogskala kam sofort nach Aufnahme im Aufwachraum, außerdem um 15 Uhr und 18 Uhr des OP-Tages zum Einsatz. Am ersten und zweiten postoperativen Tag wurde um 12 Uhr und um 18 Uhr gemessen.



2.5.2.2 Present Pain Intensity

Gleichzeitig mit der VAS wurde zu den oben genannten Zeitpunkten die aktuelle Schmerzsituation (Present Pain Intensity) abgefragt. In dieser Einteilung stand den Patienten die folgenden Adjektivskala zur Verfügung: „kein Schmerz“, „leichter Schmerz“, „unbehaglicher Schmerz“, „besorgniserregender Schmerz“ sowie „unerträglicher Schmerz“. Mit einem entsprechendem Punktwert versehen ging diese Bewertung ebenfalls in die Statistik ein.

2.5.3 Zusatzmedikation

Die Zusatzmedikation wurde am OP-Tag sowie an den beiden folgenden postoperativen Tagen genau protokolliert und getrennt in „Bolusanforderung“ sowie „Opioidbedarf“ unterteilt ausgewertet.

2.6 Erfassung der Sicherheit: Nebenwirkungen und Komplikationen

Vom Operationstag bis zum zweiten postoperativen Tag wurden folgende eventuelle Nebenwirkungen erfasst:

- Infektionen an der Einstichstelle
- Kreislaufprobleme
- Übelkeit und/oder Erbrechen
- Neurologische Komplikationen

Die motorische Blockade wurden anhand der Überprüfung der neurologischen Kraftgrade wie oben (von 0 = keine Muskelaktivität bis 5 = normale Muskelkraft) zweimal täglich zusammen mit der VAS abgefragt. Nach eventuellen Parästhesien oder Lähmungserscheinungen wurde gezielt gefragt. Übelkeit und Erbrechen wurde gestaffelt nach 1 = keine Übelkeit, 2 = Übelkeit, kein Erbrechen, 3 = Übelkeit, einmaliges Erbrechen, 4 = mehrfaches Erbrechen erfasst. Alle Werte wurden dokumentiert.

2.7 Zufriedenheit der Patienten

Nach Entfernen des Femoralis-Katheters am zweiten postoperativen Tag wurden die Patienten zu ihrer persönlichen Zufriedenheit mit der Regionalanästhesie sowie der postoperativen Schmerztherapie befragt. Antwortmöglichkeiten waren: „sehr zufrieden“, „zufrieden“, „mäßig zufrieden“, „wenig zufrieden“ und „nicht zufrieden“.

Da die meisten Patienten bei anderen operativen Eingriffen am Knie bereits Erfahrungen mit anderen Anästhesieverfahren gemacht hatten (z.B. Arthroskopie in Spinalanästhesie, Knieumstellungsosteotomien in Peridural- oder Spinalanästhesie, kontralaterale BiKo-Implantation z.B. mit kontinuierlicher Spinalanästhesie), wurden diese ebenfalls erfasst und gegebenenfalls vom Patienten kommentiert.

2.8 Statistische Verfahren

Alle Verfahren der deskriptiven und prüfenden Statistik wurden mittels des computergestützten Statistikprogrammes SigmaPlot 2001™ for Windows (Version 7.0) durchgeführt.

Im Rahmen der Deskription wurden Balkendiagramme inklusive Fehlerbalken erstellt. Ein eventueller Zusammenhang von Oberschenkelmaßen bzw. Punktionstiefen wurde mit Hilfe einer linearen Korrelation bestimmt.

Für den Vergleich des Opiodverbrauchs vor und nach Abklingen des Ischiadicusblocks wurde der Student'sche t-Test für verbundene Stichproben verwendet. Als Signifikanzniveau wurde $p < 0.05$ festgelegt.

Die statistische Interpretation wurde begleitet vom Institut für Biomathematik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

3 Ergebnisse

3.1 Patientendaten

31 Patienten erhielten im Zeitraum August bis Dezember 2003 das kombinierte Regionalanästhesie-Verfahren und wurden im folgenden ausgewertet. Die Stammdaten sind der Tabelle 3.1 zu entnehmen.

	Patienten
Geschlecht (männl./weibl.)	8/23
Mittleres Alter	69,3 Jahre (min/max 54-82)
ASA I	0
ASA II	23
ASA III	8
Mittlere Größe	168 cm (min/max 150-188)
Mittleres Gewicht	80,6 kg (min/max 56-110)
Body-Mass-Index	28,2 kg/m ² (min/max 22,7-33,8)

Table 3.1: Stammdaten

Das Verhältnis weiblicher zu männlicher Patienten betrug 2,75:1. Das entspricht in etwa den Gesamtzahlen pro Jahr in unserem Patientengut (170 Patienten gesamt, weiblich/männlich \approx 2:1).

Das mittlere Alter war 69,3 Jahre; die mittlere Körpergröße lag bei 168 cm und das mittlere Körpergewicht bei 80,6 kg. Der daraus resultierende Body-Maß-Index war 28,2 und entspricht damit in der klinischen Einteilung „Übergewicht“ (Marino).

3.2 Ausfälle

Von 39 Patienten, die für das Verfahren aufgeklärt waren, gingen 8 nicht in die folgende Auswertung ein. Bei zwei Patienten wurde der Femoralis-Katheter am Morgen des ersten postoperativen Tages gezogen, entweder aufgrund fehlender Durchgängigkeit oder bei erhöhter Unruhe vom Patienten selbst. Vier Patienten erhielten irrtümlicherweise zusätzliche, nicht im Protokoll vorgesehene Schmerzmedikamente (sogenannter „Würzburger Schmerztröpf“: Tramadol, Metamizol sowie Metoclopramid in 1000 ml Dauertropfinfusion) und wurden daher aus der postoperativen Wertung ausgeschlossen. Einmal wurde fälschlicherweise Prilocain für den Ischiadicusblock verwendet und bei einem weiteren Patienten war das Auffinden des N. ischiadicus auch nach mehrfachen Punktionsversuchen nicht möglich.

3.3 Durchführbarkeit der kombinierten Blockadetechnik

3.3.1 Punktionsdauer

Die Punktion des N. femoralis sowie die Katheteranlage dauerte im Mittel 5 Minuten 40 Sekunden. Bei 29 Patienten (93,5 %) war die Punktion nach längstens 7 Minuten abgeschlossen. die längste Anlagezeit betrug 14 min 30 Sekunden und war verbunden mit insgesamt 3 Punktionsversuchen. (Tab. 3.2)

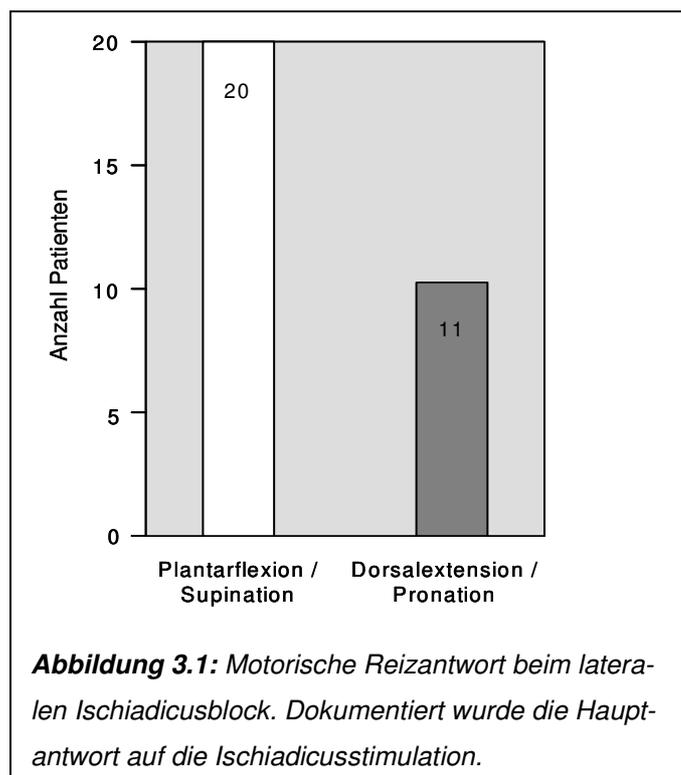
Die single-shot Blockade des N. ischiadicus dauerte im Mittel 3 Minuten 20 Sekunden. Bei 24 Patienten (77,4 %) war die Punktion nach längstens 5 Minuten abgeschlossen, bei 13 Patienten (41,9 %) dauerte das Auffinden des Nerven weniger als zwei Minuten. In zwei Fällen dauerte die Punktion 10 Minuten und benötigte 2 bzw. 3 Versuche. Bei 23 Patienten gelang die Blockade beim ersten Punktionsversuch (74,2 %). Die Korrektur-Punktionsstelle befand sich 4 cm weiter dorsal auf der Mittellinie des Femurs. (Tab. 3.2)

	Femoralis-Block	Ischiadicus-Block
Mittlere Punktionszeit (min)	5,7	3,4
0-2 min	0	13 (41,9 %)
>2-5 min (absolute Patientenzahl und prozentual)	15 (48,4 %)	11 (35,5 %)
> 5-10 min	14 (45,2 %)	6 (19,5 %)
> 10min	2 (6,5%)	1 (3,2 %)
1 Punktionsversuch	26 (83,9 %)	23 (74,2 %)
2 Punktionsversuche	3 (9,7 %)	6 (19,5 %)
> 2 Punktionsversuche	2 (6,5 %)	2 (6,5 %)

Tabelle 3.2: Punktionszeiten

3.3.2 Motorische Reizantwort auf N. ischiadicus-Stimulation

Als motorische Reizantwort kamen in Frage: Plantarflexion/Supination oder Dorsalextension/Ponation im Sprunggelenk. Bei 20 Patienten war die führende Antwort die Plantarflexion oder die Supination, bei 11 Patienten trat zuerst eine Dorsalextension oder Pronation auf.



3.3.3 Anschlagszeiten

Nach 30 Minuten war der neurologische Kraftgrad im Innervationsbereich des N. femoralis median auf 4/5 abgefallen, was einer möglichen Beugung im Hüftgelenk gegen Widerstand entspricht. Nach 60 Minuten betrug der neurologische Kraftgrad median 3/5, bei 4 Patienten war Beugung nur noch bei Ausschalten der Schwerkraft möglich (entspricht KG 2).

Das Kalt-Warm-Empfinden war zunächst bei sechs, nach einer Stunde bei 20 Patienten weitestgehend aufgehoben, es kam 4x zu Ausfällen im sonst betäubten Gebiet. Dabei wurde 3x der laterale, einmal der mediale Anteil des Kniegelenks nicht ausreichend blockiert. Bei sechs Patienten war auch nach 60 Minuten noch ein Unterschied zwischen Kälte und Wärme spürbar, wenn auch deutlich reduziert. 5 Patienten konnten nach Ablauf der festgelegten Anschlagszeit kalt und warm noch sicher unterscheiden (Tab.3.3).

Eine spitz-stumpf-Diskrimination konnten nach 60 Minuten Wartezeit noch acht Patienten sicher erbringen, 10 Patienten bemerkten leichte Unterschiede. 13 Patienten war es nicht mehr möglich spitz von stumpf im Versorgungsgebiet des N. femoralis zu unterscheiden. Dabei blieben die Blockadelücken, die beim kalt-warm-Unterscheiden aufgetreten waren, bestehen.

	erhalten	reduziert	aufgehoben
Kalt-Warm-Empfinden 30 min	7	18	6
Kalt-warm-empfunden 60 min	5	6	20
Pin-Prick 30 min	12	19	0
Pin-Prick 60 min	8	10	13

Tabelle 3.3: Sensorische Anschlagszeiten für N. femoralis: Anzahl Patienten

3.3.4 Intraoperatives Management

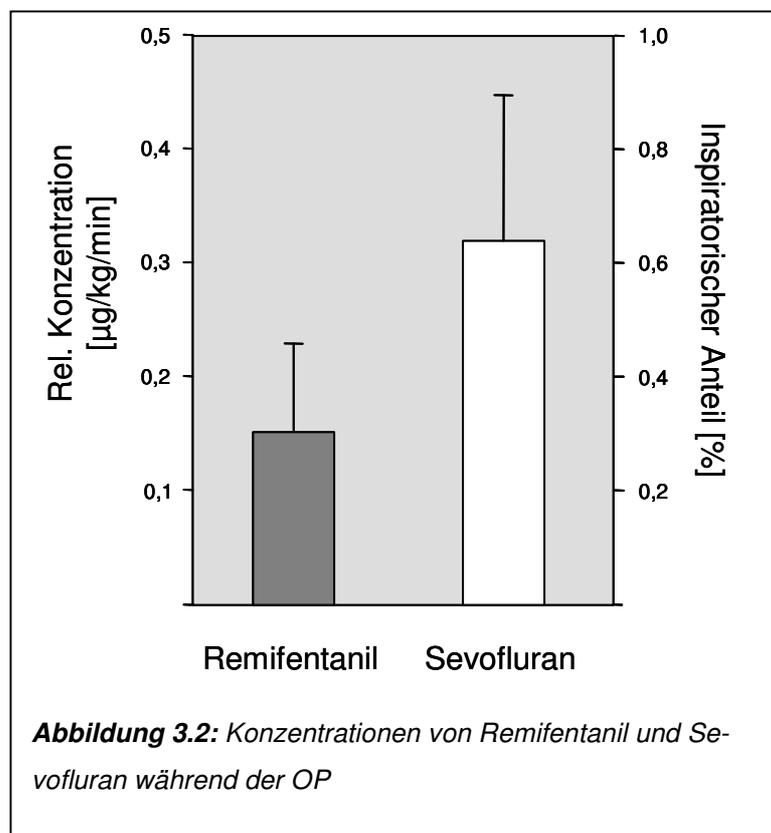
Bei 27 Patienten wurde vor OP-Beginn eine Allgemeinanästhesie eingeleitet.

Der mittlere Remifentanil-Verbrauch betrug unter der OP 0,155 $\mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{min}$, die mittlere inspiratorische Sevofluran-Konzentration lag bei 0,65 %. Bei 26 Patienten war die benötigte durchschnittliche Remifentanil-Konzentration weniger als 0,2 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ (Abb. 3.2).

Bei drei Patienten war die Wirkung der Anästhesie nach 60 Minuten suffizient. Diese wurden auf eigenen Wunsch mit Propofol sediert. Die Blutsperrung 20 Minuten vor OP-Ende wurde von diesen Patienten ohne Remifentanil-Supplementierung toleriert; beim Aufbohren des Femur-Markraums zum Einschlagen des Femur-Sägeblocks gaben alle drei einen kurzen Schmerz an und erhielten einen Remifentanil-Bolus von einmalig 30 μg .

Bei einem Patienten musste 15 Minuten nach OP-Beginn auf Wunsch des Operateurs eine Allgemeinanästhesie eingeleitet werden, da der Patient unter der Sedierung motorische Unruhe zeigte und das kontralaterale Bein bewegte.

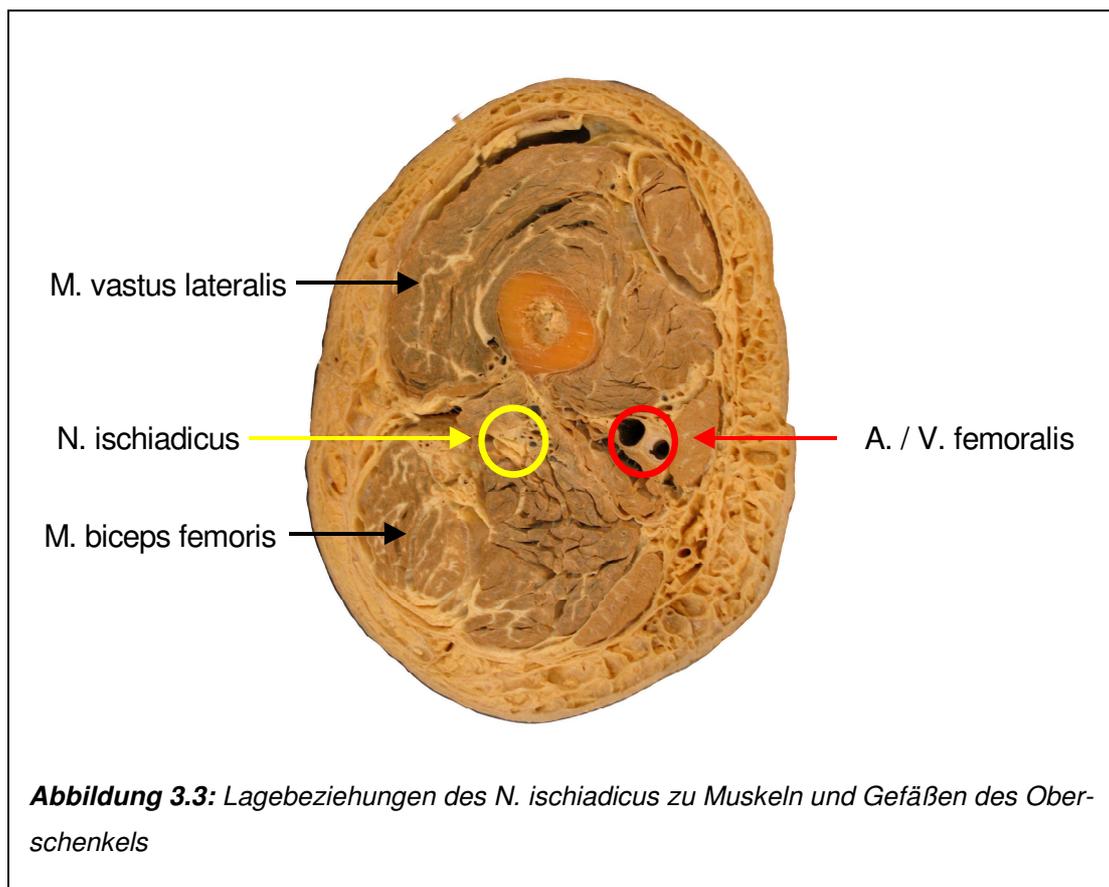
Ein Patient atmete nach 20 Minuten unter der Larynxmaske spontan, benötigte keine Opiate mehr und wurde zum Beginn der Fasziennaht extubiert.



3.4 Anatomische Verhältnisse und Festlegung des Punktionsortes für den lateralen Ischiadicus-Block

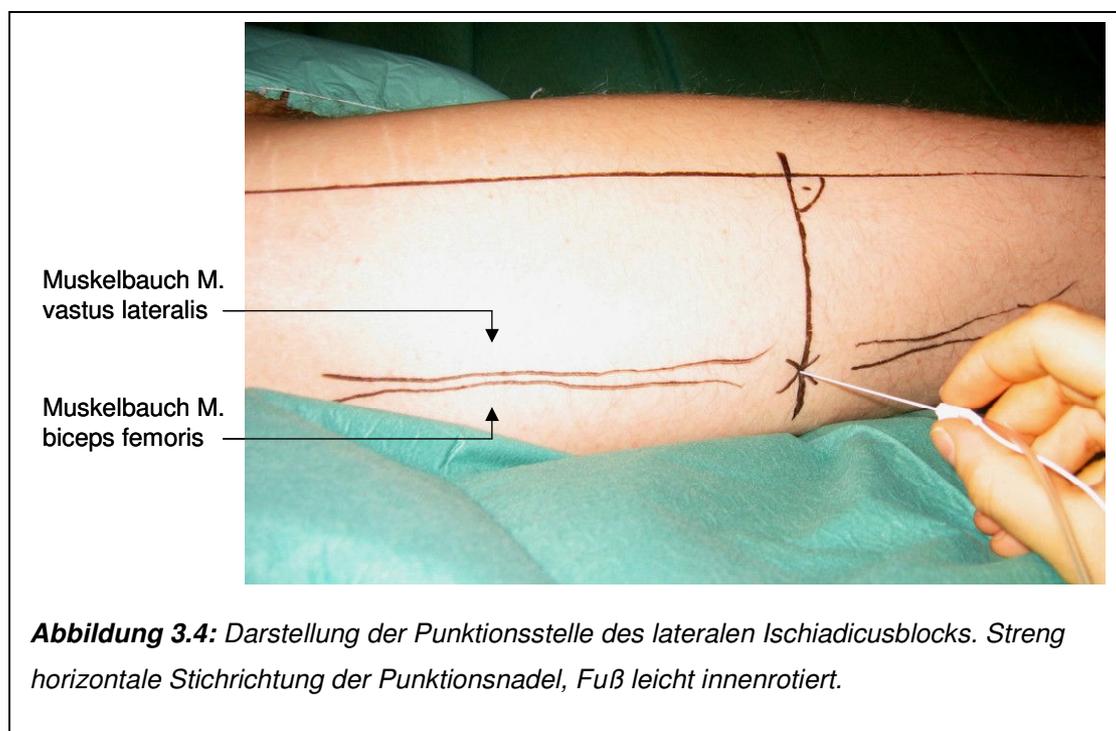
Am formalinfixierten Präparat verläuft der N. ischiadicus auf der Hälfte der Oberschenkeldistanz etwa 2-3 cm dorsal des Femurknochens. Die Femoralgefäße ziehen medial des Nerven in Richtung Beugeseite des Kniegelenks. Bei leichter Innenrotation des Hüftgelenks zeigte sich als alternativer Zugang zu dem von Pham-Dang und Naux beschriebenen die Lücke zwischen den Muskelbäuchen des M. vastus lateralis und des M. biceps femoris [76, 80]. In dieser Position ließ sich der Nerv bei streng horizontaler Stichrichtung in einer Tiefe von ca. 5-8 cm erreichen.

Ohne Innenrotation verlängerte sich die Strecke bis zum Auffinden des Nerven. Zudem erhöhte sich die Wahrscheinlichkeit für einen Kontakt mit dem Femurknochen, was für den Patienten unangenehm sein kann.



Am Patienten wurde die Punktionsstelle festgelegt, indem die Distanz Leistenband-Patella halbiert wurde. Auf dieser Halbierenden lag die Einstichstelle in der Grube zwischen den Muskelbäuchen des M. vastus lateralis und M. biceps femoris.

Dabei war es wichtig, streng auf eine leichte Innenrotation des Beines zu achten. Der Fuß wird auf einem kleinen Kissen gelagert. Die Punktion erfolgte zunächst streng horizontal zum Tisch. Nur bei Nicht-Auffinden des Nerven wurde in 5°-Schritten nach ventral bzw. dorsal korrigiert.



3.5 Morphometrische Daten N. ischiadicus-Punktion

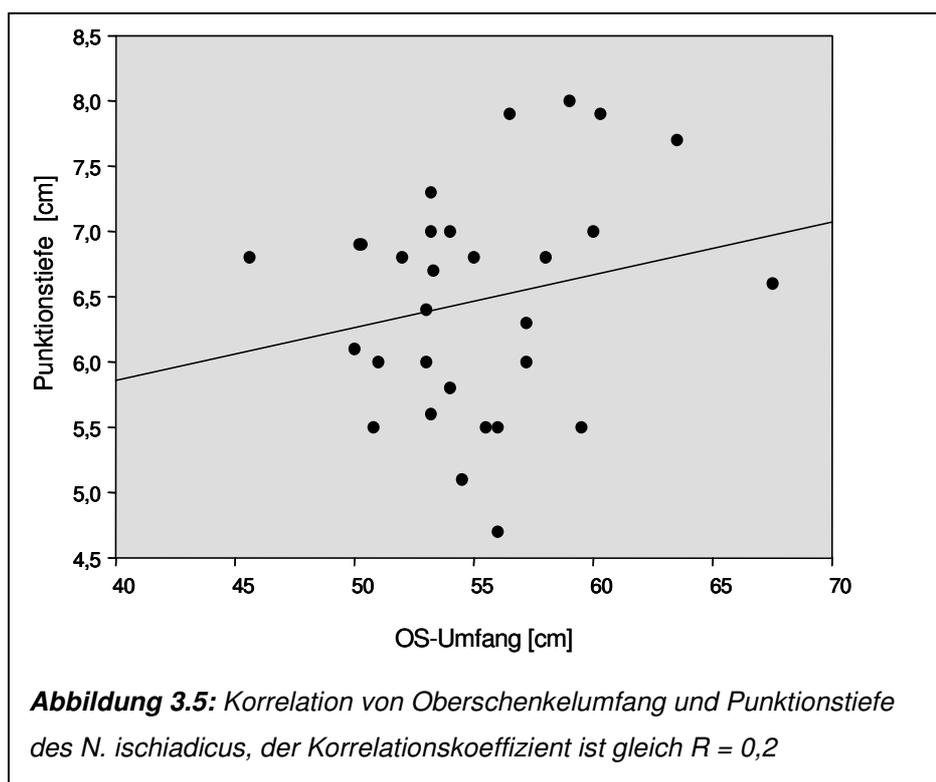
Der mittlere Beinumfang der Patienten auf Höhe der Ischiadicus-Punktionsstelle betrug 55,1 cm, der mittlere transversale Durchmesser lag bei 16,4 cm, der mittlere sagittale Durchmesser bei 16,3 cm. Die mittlere Nadel-Einstichtiefe bis zum Erreichen des Nerven war 6,5 cm. Mittelwerte und Standardabweichungen sind in Tabelle 3.4 dargestellt.

	OS-Umfang	Durchmesser transversal	Durchmesser sagittal	Punktionstiefe N. ischiadicus
Mittelwert	55,05	16,4	16,3	6,47
Standardabweichung	4,3	1,5	1,6	0,83
Minimum	45,6	14,0	12,0	4,7
Maximum	67,5	21,0	19,5	8,0

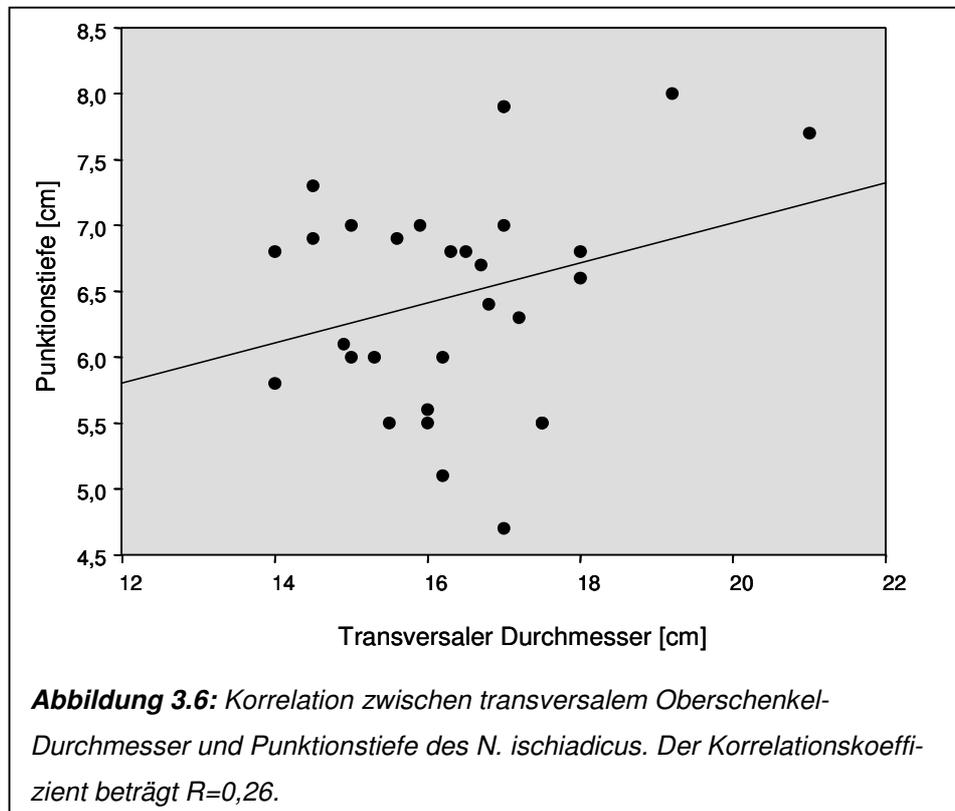
Tabelle 3.4: Mittlere biometrische Daten (in cm)

Aus den Daten jedes einzelnen Patienten wurden die folgenden Scatter-Plots errechnet, der jeweils angegebene Korrelationskoeffizient R beschreibt das Maß der Korrelation. Er liegt stets zwischen den Werten 0 und 1. Werte nahe 1 bedeuten eine gute Vorhersagbarkeit der abhängigen Variablen Y von der unabhängigen Variablen X . Werte nahe 0 bedeuten eine weitgehende Unabhängigkeit der Variablen.

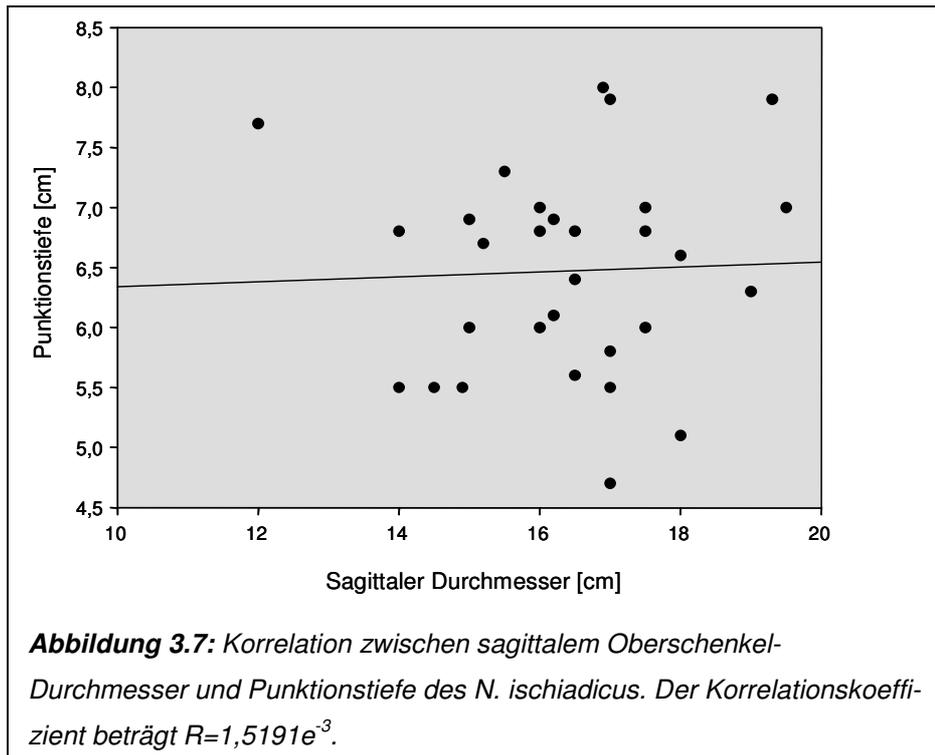
Mit einem Korrelationskoeffizienten von $R=0,2$ liegt eine (weitgehende) Unabhängigkeit der beiden Variablen „Oberschenkelumfang“ und „Punktionstiefe“ vor (Abb. 3.5).



Auch für den Zusammenhang zwischen transversalem Oberschenkel-Durchmesser und Punktionstiefe des Nerven gilt bei einem Korrelationskoeffizienten von $R= 0,26$ weitgehende Unabhängigkeit der Messvariablen (Abb. 3.6).



Bei bereits sichtbar beinahe horizontalem Geradenverlauf und einem Korrelationskoeffizienten von $R=1,5191e^{-3}$ ist auch für den sagittalem Oberschenkel-Durchmesser kein Zusammenhang mit der Punktionstiefe festzustellen (Abb. 3.7).



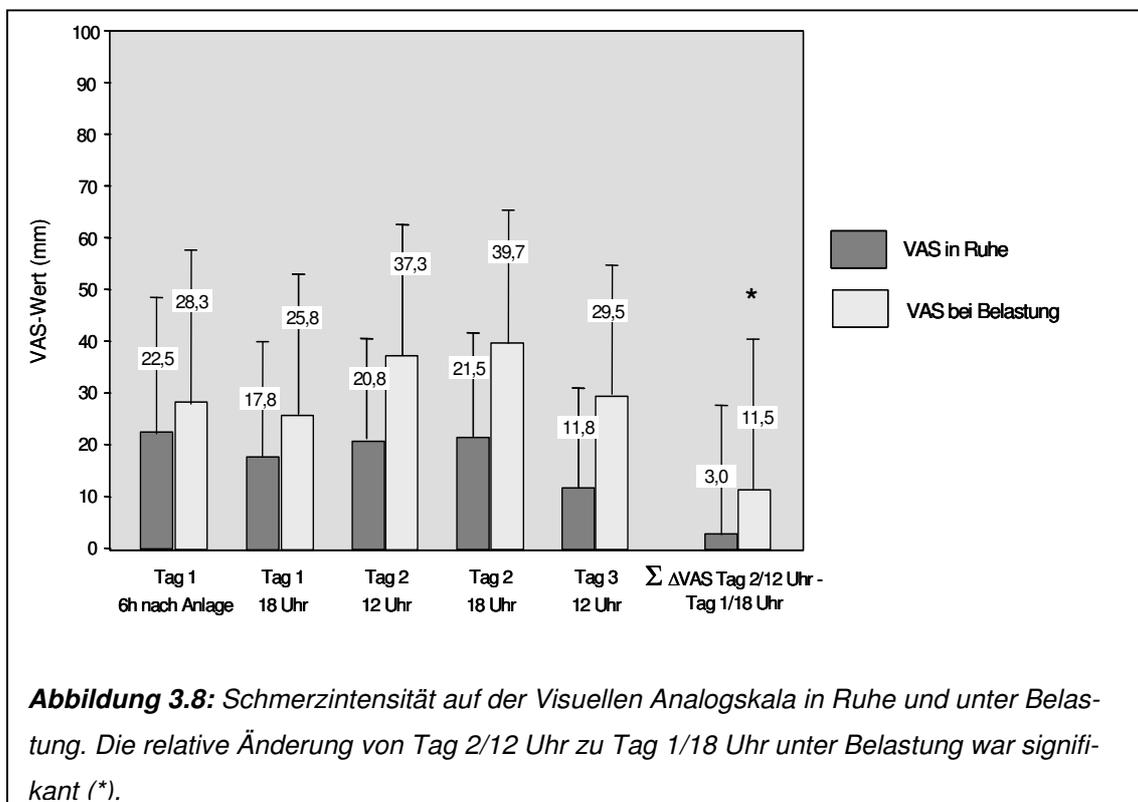
3.6 Postoperative Erfassung der Effektivität

Zur Erfassung der Effektivität des Anästhesie- und Analgesieverfahrens wurden die Patienten nach ihrer subjektiven Schmerzintensität gefragt, der zusätzliche Opioidbedarf („rescue dose“) wurde ermittelt, sowie zusätzliche Bolusgaben über den Femoralis-Katheter dokumentiert.

3.6.1 Schmerzintensität

3.6.1.1 Visuelle Analog Skala (VAS)

Die Schmerzintensität wurde 6 Stunden nach Anlage der Nervenblockaden, um 18h am OP-Tag, um 12h und 18h am ersten sowie um 12h am zweiten postoperativen Tag mittels einer 100 mm langen VAS vom Patienten gemessen. In Ruhe lag der Wert am OP-Tag sowie am ersten postoperativen Tag stets um 20 mm (21,8/17,3/21,1/23,4), am Mittag des zweiten postoperativen Tages sank der Wert in Ruhe auf durchschnittlich 11,5 mm. Bei Belastung nahm der Wert von 27,7 bzw. 25,0 mm um 15 Uhr bzw. 18 Uhr am OP-Tag auf 37,7 bzw. 40,0 mm am ersten postoperativen Tag zu, um am zweiten postoperativen Tag erneut auf 29,8 mm abzufallen (Abb.3.8).



Zusätzlich zu den mittleren VAS-Werten wurde die mittlere Änderung der VAS-Werte vom OP-Tag im Vergleich zum ersten postoperativen Tages berechnet. Hierzu wurde die Differenz des Wertes vom Mittag des ersten postoperativen Tages (t3) und dem Wert vom Abend des OP-Tages (t2) für alle Patienten aufsummiert:

30

$$\sum_{n=1} (VAS_{t3} - VAS_{t2})$$

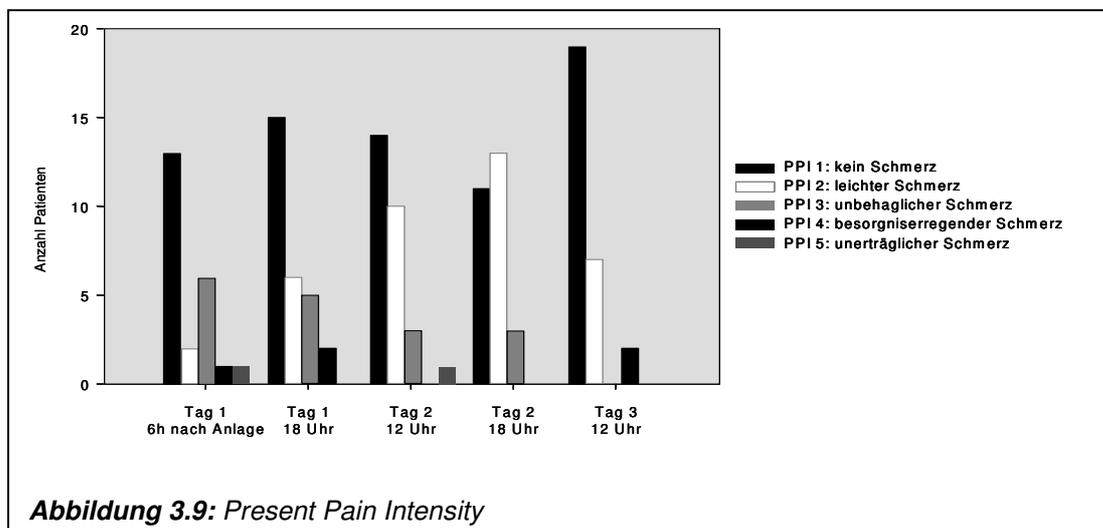
n-1

Diese mittlere Änderung ergab eine Zunahme des VAS-Wertes von durchschnittlich 3,9 mm in Ruhe und 12,7 mm bei Belastung. Die Zunahme des subjektiven Schmerzniveaus bei Belastung war bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0.05$ signifikant (Abb.3.8).

3.6.1.2 Present Pain Intensity

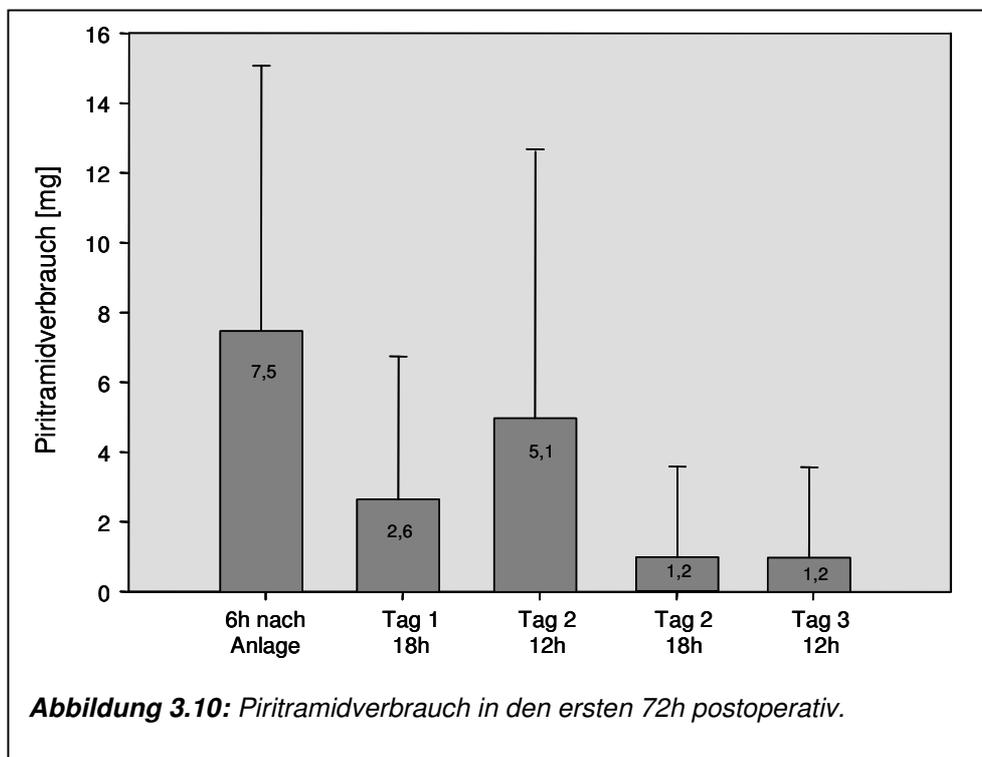
Zu den gleichen Zeitpunkten wie die Visuelle Analogskala wurde die verbale Bewertungsskala der „Überall-Schmerz-Intensität“ aus der Kurzfassung des McGill-Questionnaire abgefragt (present pain intensity PPI).

Dabei gaben am OP-Tag zunächst 20, später 24 Patienten an, „keine“ oder „leichte“ Schmerzen zu verspüren. Am ersten postoperativen Tag blieb diese Rate etwa gleich (24 bzw. 25 Patienten), um am zweiten postoperativen Tag auf 28 Patienten anzusteigen. Sechs Stunden nach Beginn der Blockade litten noch 2 Patienten unter „unerträglichen Schmerzen“, im folgenden kein Patient mehr. Acht Patienten gaben sechs Stunden nach Anlage noch „unbehagliche Schmerzen“ an, diese Zahl fiel am Abend und folgenden Mittag auf 5 ab, um am Abend des ersten postoperativen Tages erneut auf 7 anzusteigen. Am zweiten postoperativen Tag gab noch ein Patient „unbehagliche Schmerzen“ an. Unter „besorgniserregenden Schmerzen“ litten am OP-Tag ein, respektive zwei Patienten, am ersten postoperativen Tag noch ein Patient. Am zweiten postoperativen Tag gaben erneut zwei Patienten „besorgniserregende Schmerzen“ an (Abb. 3.9).



3.6.2 Opioidverbrauch

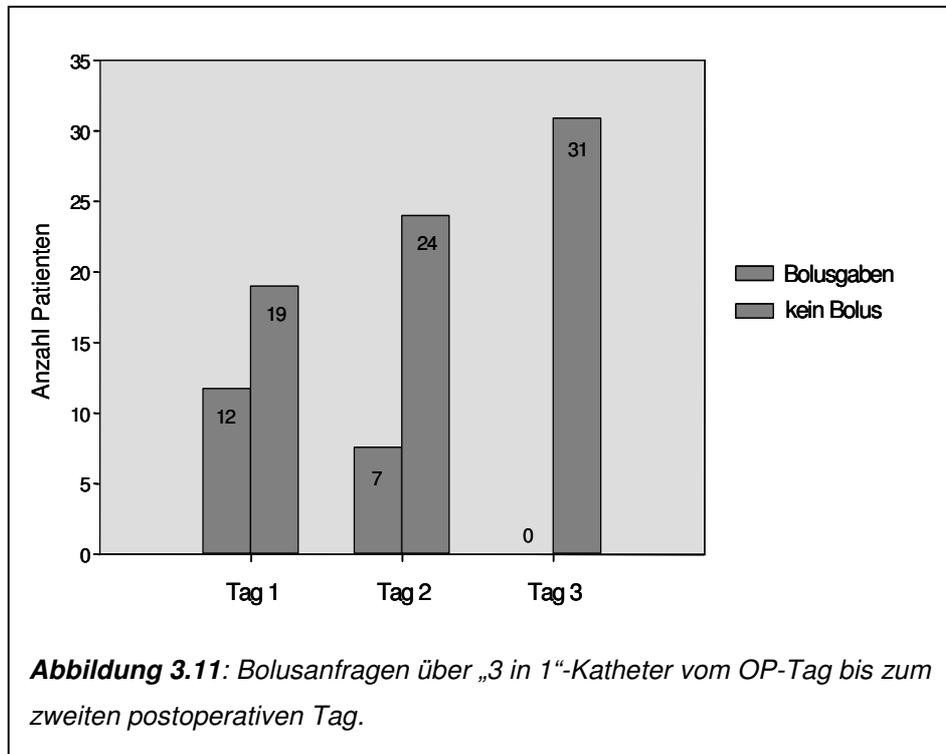
Als weiteres Kriterium für die Qualität der Regionalblockade wurde der zusätzliche Opioidverbrauch protokolliert. Dieser war sechs Stunden nach Blockadedurchführung mit 7,5 mg Piritramid am höchsten und fiel am Abend der OP-Tages auf einen Mittelwert von 2,6 mg ab. Am Mittag des ersten postoperativen Tages stieg der Verbrauch erneut auf durchschnittlich 5,1 mg Piritramid, um am Abend bzw. am zweiten postoperativen Tag auf 1,4 bzw. 1,2 mg Piritramid im Schnitt abzufallen. Der Anstieg vom Abend des ersten bis zum Mittag des zweiten Abends (Differenz 2,5 mg) war dabei mit $p=0.08$ nicht signifikant. Der Opioidverbrauch ist in Abb. 3.10 dargestellt.



3.6.3 Bolusabfragen

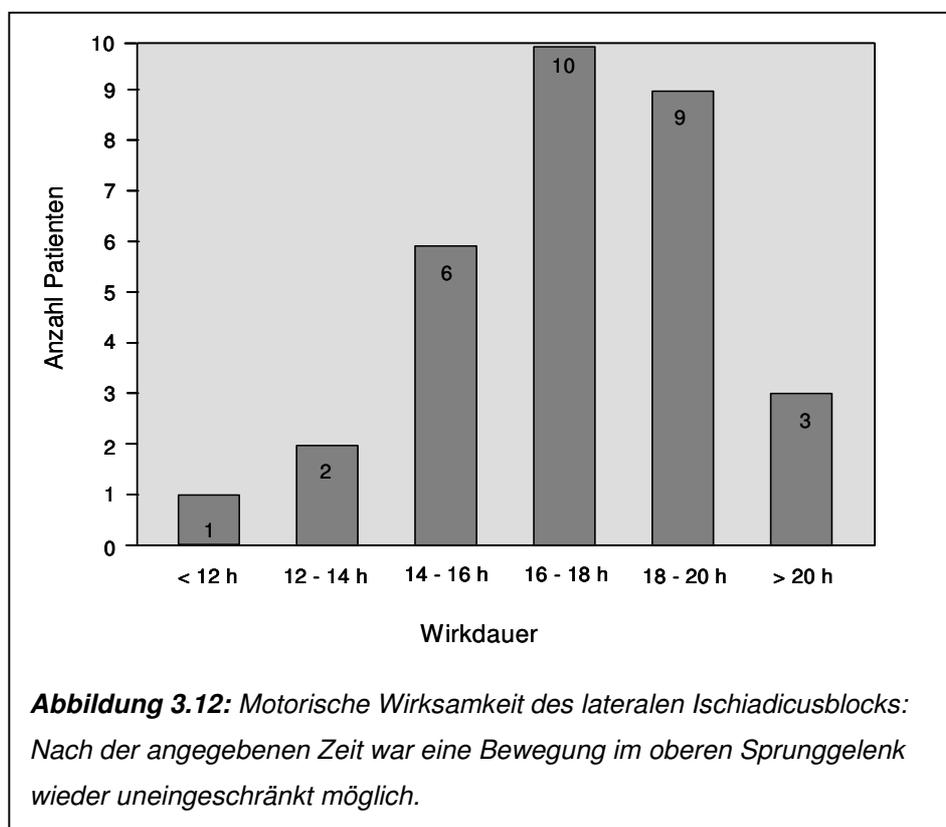
Alle Patienten konnten vom Akutschmerzdienst Bolusgaben von LA über den Femoralis-Katheter anfordern, wenn Schmerzen im Versorgungsbereich dieses Katheters bestanden. Diese Bolusanfragen wurden ebenfalls dokumentiert.

Am OP-Tag forderten insgesamt 12 Patienten einen Bolus an, am ersten postoperativen Tag noch sieben. Am zweiten postoperativen Tag, kurz vor dem Ziehen des Femoralis-Katheters, benötigte kein Patient mehr einen zusätzlichen Bolus (Abb.3.11).



3.6.4 Wirkdauer des lateralen Ischiadicusblocks

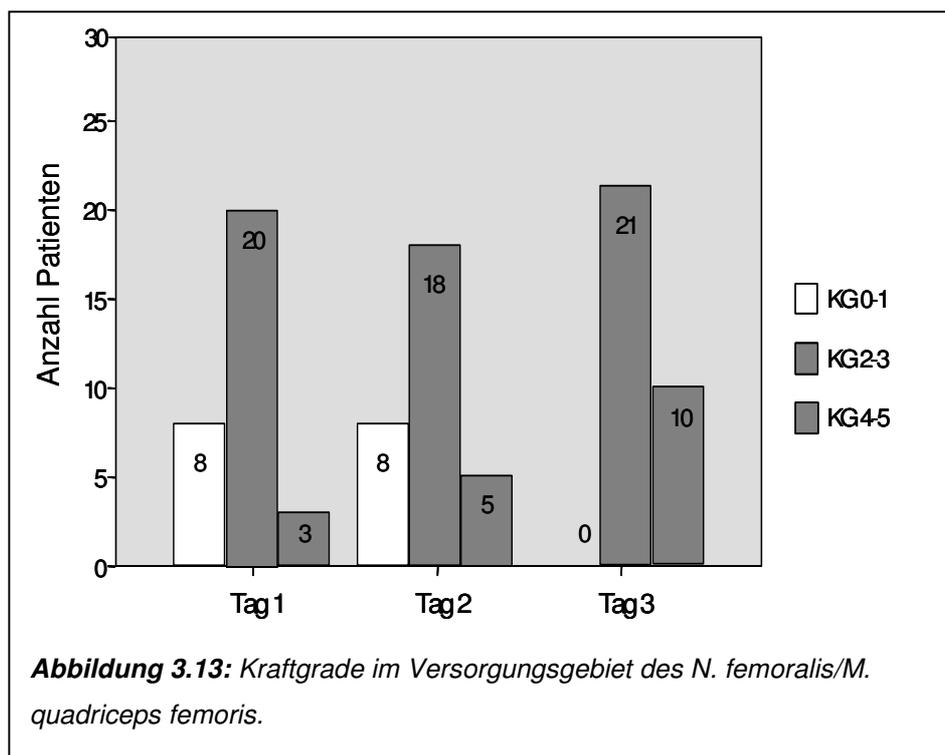
Die mittlere Wirkdauer des single-shot Ischiadicusblocks betrug 17,5 Stunden. Das bedeutet gleichzeitig, 90% der Patienten konnten am Mittag des ersten postoperativen Tages ihr Sprunggelenk wieder normal bewegen. Bei drei Patienten dauerte die motorische Blockade im Ischiadicus-Innervationsgebiet länger als 20 Stunden, bei einer dieser drei hielt sie 32 Stunden an. Diese Ermittlung beruht auf der retrospektiven Befragung der Patienten: „Wann konnten Sie Ihren Fuß wieder normal bewegen?“ (Abb.3.12)



3.7 Postoperative Erfassung von Komplikationen und unerwünschten Wirkungen

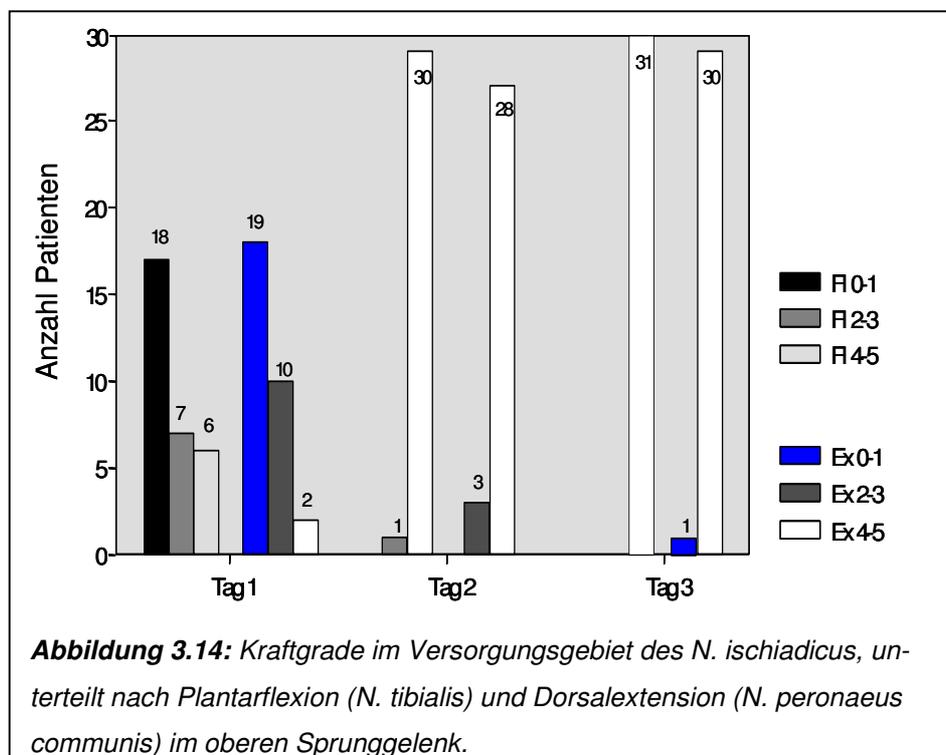
3.7.1 Ermittlung der neurologischen Kraft

Um die Qualität der Regionalblockade zu erfassen, aber auch um eventuelle Nervenschäden frühzeitig zu erkennen, wurde bei jedem Patienten zu den oben genannten Zeitpunkten der neurologische Kraftgrad im Versorgungsgebiet des N. femoralis, N. tibialis und N. peroneus ermittelt. Zur besseren Übersicht wurden dabei die sechs Kraftgrade (0-5) in Gruppen zusammengefasst. Am OP-Tag konnten 20 Patienten ihr Bein im Hüftgelenk gegen die Schwerkraft bzw. unter Aufhebung der Schwerkraft selbständig beugen (Kraftgrad 2-3), am ersten postoperativen Tag 18, vier Stunden nach dem Ziehen des Femoralis-Katheters konnten 21 Patienten die genannte Kraft im M. quadrizeps aufbringen. Am OP-Tag und dem folgenden Tag konnten jeweils acht Patienten ihr Bein nicht selbständig im Hüftgelenk beugen (KG 0-1), am zweiten postoperativen Tag waren dazu alle Patienten wieder in der Lage. Drei Patienten konnten von Anfang an mit guter Kraft ihre Oberschenkelmuskulatur anspannen (KG 4-5), am ersten postoperativen Tag 5, nach Ziehen des Katheters 10 Patienten (Abb.3.13).



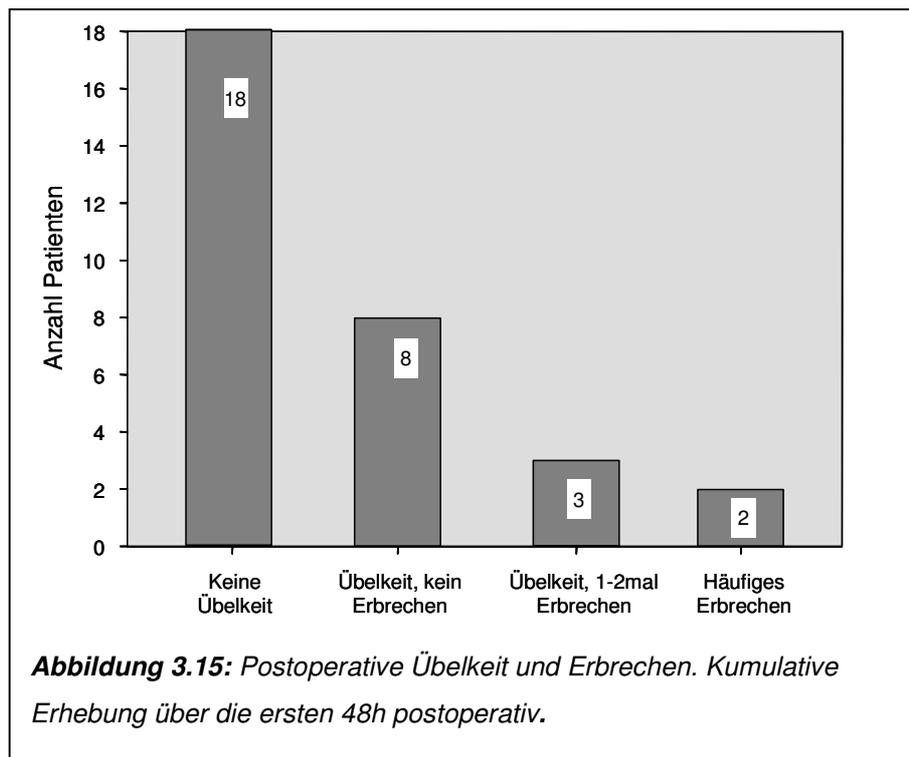
Im Versorgungsgebiet des N. peroneus wiesen 19 Patienten am OP-Tag eine deutliche Fußheberschwäche auf (KG 0-1), 10 konnten eine Dorsalextension mit Unterstützung bzw. ohne Widerstand durchführen, bei zwei Patienten war das Hochziehen des Fußes ohne erkennbaren Kraftverlust möglich. Bei 28 Patienten war am folgenden, bei 30 am zweiten postoperativen Tag die Kraft zur Dorsalextension wieder „normal“ (KG 4-5). Drei Patienten konnten am ersten postoperativen Tag den Fuß nur mit Unterstützung heben, bei einer Patientin hielt dieser Kraftverlust 38h an, erst am Abend des zweiten postoperativen Tages konnte sie ihren Fuß normal bewegen.

Plantarflektieren, vermittelt über den N. tibialis, konnten am Abend des OP-Tages sechs Patienten mit voller Kraft (KG 4-5), sieben benötigten Unterstützung und 18 Patienten konnten ihren Fuß am OP-Tag nicht selbständig beugen. Am ersten postoperativen Tag war der Kraftgrad 4-5 bei 30, am zweiten postoperativen Tag bei allen 31 Patienten erreicht (Abb.3.14).



3.7.2 Postoperative Übelkeit und Erbrechen

Des Weiteren wurde bei allen Patienten erhoben, ob sie am OP-Tag unter postoperativer Übelkeit und Erbrechen litten. Unterteilt in vier Kategorien ergab sich: 18 Patienten (58%) gaben überhaupt keine Übelkeit an, acht Patienten (25%) litten an Übelkeit ohne Erbrechen, insgesamt 5 Patienten (16,1%) mussten einmal oder mehr erbrechen (Abb. 3.15).



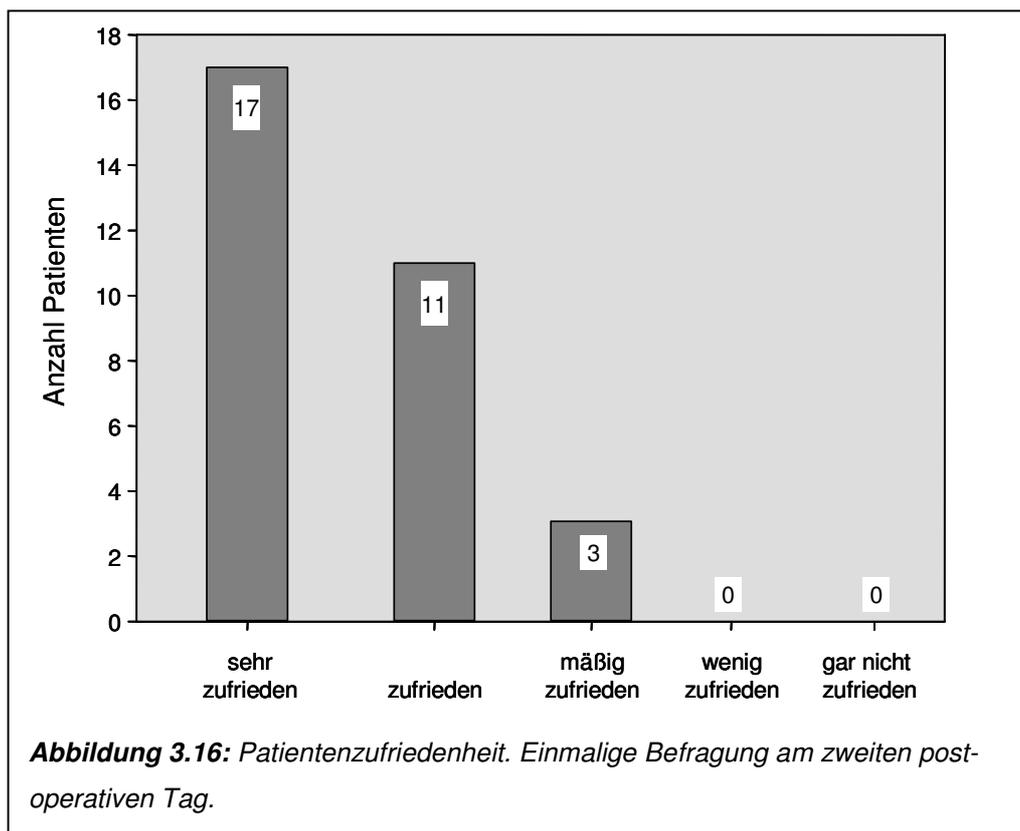
3.7.3 Sonstige Komplikationen

Bei keinem Patienten kam es zu Infektionszeichen oder Hämatombildung an einer der beiden Punktionsstellen. Ebenso kam es bei keinem Patienten zu Intoxikationserscheinungen durch Lokalanästhetika. Ein Patient hatte am Abend des OP-Tages einen Blutdruckabfall auf 80/40mmHg, konnte aber durch Volumengabe sofort stabilisiert werden. Bei zwei Patienten kam es am zweiten Tag zu einem Harnverhalt, so dass ein Dauerkatheter gelegt werden musste. Die oben genannte Patientin, bei der am Mittag des zweiten postoperativen Tages weiterhin eine Fußheberschwäche bestand, wurde am selben Abend

sowie am nächsten Morgen erneut visitiert, bis sicher war, dass die Parese sich zurückbildete.

3.8 Patientenzufriedenheit

Am zweiten postoperativen Tag, nach Ziehen des Femoralis-Katheters, wurden alle Patienten nach ihrer Zufriedenheit mit dem Verfahren befragt. 17 Patienten gaben an „sehr zufrieden“ mit der Blockade gewesen zu sein, weitere 11 Patienten waren „zufrieden“. Drei Patienten waren „mäßig zufrieden“ mit der kombinierten Regionalanästhesie. Kein Patient gab an, „wenig“ oder „gar nicht“ zufrieden gewesen zu sein (Abb.3.16).



4 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurde ein kombiniertes Femoralis-Ischiadicusblock-Verfahren hinsichtlich Durchführbarkeit, ausreichender Anästhesie und Relaxation für Kniegelenkersatz-Operationen sowie postoperativer Schmerztherapie untersucht. Insbesondere interessierte die Praktikabilität in der Anlage (Zeit bis zur abgeschlossenen Punktion, Anschlagszeit) sowie die Möglichkeit, die Operation mit diesem Verfahren allein, ohne additives Anästhesieverfahren wie Spinalanästhesie oder Allgemeinanästhesie, durchzuführen. Als weitere wichtige Fragestellung wurde die Auswirkung des single-shot Ischiadicusblocks auf die postoperative Schmerztherapie definiert.

4.1 Der „3 in 1“-Block

Winnie et al. beschrieb 1973 einen inguinalen paravaskulären Zugang zum Plexus lumbalis [124], über den mittels einer single-shot-Gabe eines Lokalanästhetikums die drei Hauptnerven des Plexus – N. femoralis, N. cutaneus lateralis und N. obturatorius – gleichzeitig blockiert werden sollten (daher „3 in 1“). Rosenblatt entwickelte die Technik zum kontinuierlichen „3 in 1“-Block weiter [86] und verschaffte diesem Verfahren damit weite Verbreitung.

In den folgenden Jahren wurde die gleichzeitige Blockade aller drei Nerven immer wieder bezweifelt. Insbesondere der N. obturatorius scheint über diesen Zugangsweg nicht zuverlässig erreicht zu werden [61, 83, 125]. Im Durchschnitt ist die Erfolgsrate für alle drei Nerven bei diesem Zugangsweg auch unter Einsatz des Nervenstimulators nur rund 80% [59].

Es gab im Folgenden verschiedene Ansätze, die Ausbreitung des Lokalanästhetikums zu beeinflussen. Zum einen wurde versucht, das Gesamtvolumen zu erhöhen, um damit eine Ausbreitung im von Winnie postulierten Faszien Schlauch nach kranial zu erreichen. So verwendete Geiger sogar 60 ml Prilocain 1% [35], was dem Grenzwert der toxischen Dosis für diese Substanz entspricht [38]. Dennoch erreichte er vollständige Blockaden

aller drei Nerven nur bei rund 90% der Patienten. Eine zusätzliche Blockade des N. ischiadicus wäre bei diesen LA-Mengen aus Toxizitätsgründen nicht möglich. Auch andere Autoren verwendeten zum Teil große Mengen Lokalanästhetika, verbesserten die Erfolgsraten aber nicht wesentlich [22].

Ein weiterer Optimierungsansatz war es, die Lage des Katheters zu verbessern. So empfehlen Ganapathy et al, den Katheter 20 cm auf dem M. psoas nach kranial vorzuschieben, weil nur dann die Spitze in der Nähe des Plexus lumbalis vor Abgang des N. obturatorius zu liegen komme [34]. Allerdings ist eine ideale Katheterlage in dieser Studie nur in 40% der Fälle erreicht worden (kontrolliert über CT). Capdevila et al fand eine hohe Lage in der Nähe des Plexus nur in 23% der Patienten und nur in dieser Gruppe wurde ein kompletter 3-in-1-Block in 91% der Fälle erreicht [13]. Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass eine komplette Blockade aller drei Nerven von einer Plexus-nahen Lage des Katheters abhängt. Sie zeigen aber gleichzeitig, dass Position des Katheters auch bei weitem Vorschieben (16-20 cm) nicht vorhersagbar oder steuerbar ist. Eine Schienung des weichen Katheters könnte hier eine Verbesserung bringen, birgt aber gleichzeitig das Risiko von Verletzungen. Zudem hat eine hohe Lage des Katheters in Einzelfällen zu einer akzidentiellen epiduralen Fehllage geführt [100].

Eine hoffnungsvolle Weiterentwicklung der inguinalen Technik stellt hingegen die ultraschallgesteuerte Punktion dar. Marhofer et al erreichten mit 20 ml LA-Volumen mit deutlich verkürzten Anschlagszeiten in 95% der Patienten einen vollständigen 3-in-1-Block [64-66]. Hierbei wird nicht nur der Katheter unter Ultraschallkontrolle platziert, sondern auch das Lokalanästhetikum injiziert, so dass eine einseitige Ausbreitung sofort korrigiert werden kann.

Dass der sogenannte 3 in 1-Block dennoch so erfolgreich auch für große und schmerzhaft chirurgische Eingriffe verwendet werden kann [27,28, 33, 36, 62, 77, 115], liegt wohl daran, dass das Versorgungsgebiet des N. obturatorius sehr variabel ist. So fanden Paul et al bei isolierten Obturatorius-Blockaden ein autonomes Versorgungsgebiet nur in 5% der Fälle. McNamee blockierte den N. obturatorius zusätzlich zu einem kombinierten Femoralis-Ischiadicus-Block und konnte keine wesentlichen Unterschiede im Schmerzmittelverbrauch oder in der Schmerzangabe im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne den zusätzlichen

Obturatorius-Block detektieren [68]. Insofern wäre der „3-in-1“-Block auch als „2-in-1“-Block noch sehr effizient für Anästhesie bzw. Analgesie im gesamten vorderen Kniebereich.

Der große Vorteil dieses Verfahrens lag und liegt in der technisch einfachen und schnellen Durchführung. Auch in der vorliegenden Arbeit war die mittlere Punktionsdauer niedrig. Bei mehr als 46% der Patienten war die Katheteranlage nach höchstens 5 Minuten abgeschlossen, bei über 90% nach 10 Minuten. In 85,7% der Patienten war ein Punktionsversuch ausreichend. Es kam während der Punktion zu keinen Komplikationen wie akzidentieller A. femoralis-Punktion oder Parästhesien. In 10% der Patienten wurde der laterale Anteil des Kniegelenks nicht ausreichend blockiert, was dem Versorgungsgebiet des N. cutaneus femoris lateralis entspricht. In 3% war ein Blockadeausfall medial zu beobachten. Daraus ist jedoch nicht zu schließen, dass in 97% der Patienten der N. obturatorius ausreichend blockiert wurde. Vielmehr ist dies erneut ein Hinweis, dass das Versorgungsgebiet des Nerven sehr variabel ist und ein autonomes Gebiet fraglich.

Die hier vorliegenden langen Anschlagszeiten sind kritisch zu bewerten, die höher sind als bei vergleichbaren Studien [65, 115, 13]. Sie sind eventuell damit zu erklären, dass für eine OP-Fähigkeit eine *Reduktion* der Sensibilität nicht ausreicht, sondern eine komplette *Aufhebung* des Kalt-Warm- bzw. Spitz-Stumpf-Empfindens gefordert wurde. In ähnlichen Studien war die „onset-time“ definiert Reduktion der Sensibilität auf 30% [65] oder es wurde auf die Testung auf Spitz-stumpf-Diskrimination verzichtet [34, 101, 103]. Die motorische Blockade wurde nur in wenigen Studien überhaupt quantitativ erfasst [115, 13]. Capdevila fand eine ausreichende motorische Blockade des N. femoralis in 76% der Fälle (nach 30min), der N. obturatorius war lediglich in 32% motorisch blockiert.

Ein Kraftgrad von 4 = „Bewegung möglich gegen Widerstand“ im M. quadrizeps femoris, wie bei unseren Patienten im Mittel war für die Durchführung des Kniegelenkersatzes völlig unzureichend. Ohne unzureichende Relaxation ist eine Präparation des Gelenks schwierig, und wenn der Patient z.B. unter Sedierung das Bein bewegt, eventuell sogar unmöglich. Will man eine

Allgemeinanästhesie vermeiden, ist eine additive Spinalanästhesie daher wohl unumgänglich.

Was während der OP von Nachteil war, war im weiteren postoperativen Verlauf hingegen vorteilhaft. So liegt beispielsweise die Rate an tiefen Beinvenenthrombosen bei großen Knieoperationen bei 10-80%. Frühmobilisation ist eine der wichtigsten Maßnahmen zur Prophylaxe [111]. Die Patienten konnten im Rahmen ihrer Möglichkeiten auch unter liegendem Femoralis-Katheter Bewegungsübungen durchführen.

Mehrere Studien haben zudem gezeigt, dass auch das chirurgische Langzeitergebnis der Kniegelenksimplantation ganz wesentlich von einer passiven Frühmobilisierung ab dem ersten postoperativen Tag abhängt [19, 63, 75]. Auch aktive Bewegungsübungen wie das Strecken im Kniegelenk kommen jetzt schon zum Einsatz, wobei eine reduzierte motorische Blockade wünschenswert ist. Patienten, die Spinalanästhesie kannten, auch kontinuierliche Verfahren, bewerteten die weniger beeinträchtigte Motorik zum Teil höher als Restschmerzen unter der Kathethertherapie („Ich konnte mich selbst im Bett hochschieben und fühlte mich weniger hilflos.“). Der Kraftgrad im Quadrizeps betrug postoperativ median 3 = „Bewegung gegen die Schwerkraft möglich“ und veränderte sich unter laufendem Femoralis-Katheter während der ersten 48h postoperativ nicht wesentlich; der Median lag weiterhin bei 3. Am zweiten postoperativen Tag, also nach Ziehen des Katheters, entsprach der mediane Kraftgrad zwar weiter hin „Bewegung nur gegen Schwerkraft möglich“, er war aber jetzt bei keinem Patienten niedriger als 3. 10 Patienten wiesen Kraftgrade von 4-5 auf, was einer normalen Kraft entspricht. Dass sich die Kraft in den ersten 48h nicht wesentlich veränderte ist wohl zum einen auf die lange Halbwertszeit des Ropivacains zurückzuführen (6-12h), zum anderen ist aber eine Kraftreduktion im M. quadrizeps bei einem Kniegelenksersatz quasi immanent, da die Quadrizepssehne im Verlauf der Operation durchtrennt wird. Die Bestimmung des Kraftgrades allein hat sich in der vorliegenden Arbeit daher nicht bewährt, die Qualität eines Femoralis-Blocks zu testen. Sensorische Untersuchungen waren in der vorliegende Studie nicht ausreichend möglich, da das operierte Bein bis 48 h nach der Operation komplett gewickelt wurde. Dennoch wurden Hinweise des Patienten wie „mein ganzes Bein/der

Unterschenkel/die Innenseite des Knies fühlt sich immer noch taub/komisch/steif an“ häufiger aufgenommen (20%), aufgrund der unspezifischen und nicht standardisierten Angaben jedoch nicht verwertet.

4.2 Der Ischiadicus-Block

Der N. ischiadicus kann in seinem Verlauf an mehreren Stellen blockiert werden. Dabei zielen die proximalen Blockaden auf den Nerv unmittelbar nach seinem Austritt aus dem kleinen Becken. Die am häufigsten verwendeten sind dabei der transgluteale (posteriore) Zugang nach Labat [58], sowie der anteriore Zugang nach Meier [71]. Zahlreiche andere Autoren versuchten, beide Zugänge hinsichtlich Sicherheit und vereinfachter Durchführbarkeit zu verbessern [16, 79, 110, 106, 107].

Nachteil des transglutealen Blocks ist vor allem die Notwendigkeit der Seitenlagerung mit der starken Beugung von Knie- und Hüftgelenk, die viele ältere Patienten nicht tolerieren können oder bei Frakturen im zu blockierenden Bereich unmöglich werden kann. Des weiteren liegt der Nerv sehr tief, ein genaues Einzeichnen der Hilfslinien unerlässlich. Beim anterioren Block kann der Patient die Rückenlage beibehalten, jedoch liegt der Nerv auch hier sehr tief, zudem wird er von A. und V. femoralis begleitet. Das Risiko der Gefäßverletzung ist also deutlich erhöht. Beiden oben beschriebenen proximalen Blöcken ist der Vorteil gemeinsam, dass der N. cutaneus femoris posterior in den meisten Fällen mit blockiert wird, also eine Tourniquet-Toleranz am Oberschenkel erreicht werden kann.

Distale Blockaden des N. ischiadicus hingegen erreichen den Nerven meist nach seiner Teilung in N. peroneus communis und N. tibialis, der N. cutaneus femoris posterior wird nicht mitbetäubt. Für Eingriffe am distalen Unterschenkel (außerhalb des Saphenus-Versorgungsgebietes) stellt die distale Blockade ein ideales analgetisches Verfahren dar, ob sie für Eingriffe am Kniegelenk ausreichend ist, ist umstritten.

Der oft modifizierte Poplitealblock [85, 112, 99] hat als wesentlichen Nachteil die Notwendigkeit einer zumindest Seit-, besser noch Bauchlagerung des

Patienten. Gibt es bei Kindern noch die Möglichkeit, den Patienten in Rückenlage zu belassen und das Bein im 90° Winkel in Hüft- und Kniegelenk gebeugt zu halten, bzw. auf einer Halterung zu lagern, erweist sich dieses Verfahren für Erwachsene als unpraktikabel.

Die Blockade des N. ischiadicus ist nach einer Umfrage sowohl unter amerikanischen als auch französischen Anästhesisten die am seltensten durchgeführte periphere Nervenblockade überhaupt [10, 104, 44]. Das Auffinden des Nerven gilt als schwierig und ist je nach Zugangsweg wie bereits beschrieben mit teils aufwändigen und -wie oben ersichtlich- „unkomfortablen“ Lagerungen des Patienten verbunden.

Dabei ist es unerheblich, ob eine distale oder eine proximale Ischiadicusblockade gewählt wird. Es war unserer Meinung nach daher nötig, einen Zugangsweg zum N. ischiadicus zu etablieren, der zum einen einfach und schnell in der Durchführung ist, ausserdem sollte er schnell zu erlernen sein. Zum anderen sollte aber auch für den Patienten ein möglichst hoher Lagerungskomfort bestehen. Alle drei Punkte sollten selbstverständlich unter größtmöglicher Sicherheit für den Patienten erreicht werden.

Guardini modifizierte 1985 einen von Ichiyangi beschriebenen lateralen Zugang in Rückenlage des Patienten [40]. Dieser Zugangsweg befindet sich relativ weit proximal in der Nähe des Trochanter majors. Der N. ischiadicus verläuft an dieser Stelle sehr tief. Gerade bei adipösen Patienten kann ein Auffinden des Nerven daher schwierig werden. Begleitet wird der Nerv zudem in unmittelbarer Nähe von der A. glutaica inferior.

2000 veröffentlichten Pham-Dang et al einen lateralen Zugang, bei dem der ebenfalls Patient in Rückenlage verbleibt [80]. Bei diesem Zugangsweg wird der N. ischiadicus genau in der Mitte des Oberschenkels blockiert. Hier liegen beide Anteile des Nerven – N. tibialis und N. peroneus communis – noch nah beieinander in einer gemeinsamen Nervenscheide und können mit einer Punktion und einer geringeren Menge LA betäubt werden. Die A. femoralis verläuft an der angegebenen Punktionsstelle medial vom Femurknochen und weist eine große Distanz zum N. ischiadicus auf.

Diese Tatsachen –Rückenlage des Patienten, sichere Entfernung von großen Gefäßen- bewogen uns, den lateralen Zugangsweg an unserer Klinik zu etablieren und schließlich für die vorliegende Arbeit zu verwenden.

Die von Pham-Dang und später Naux beschriebene Punktionsstelle [76, 80] wurde von uns im Rahmen der Voruntersuchungen für diese Studie leicht modifiziert. Da bei adipösen Patienten die notwendige Palpation des Trochanter majors schwierig bis unmöglich werden kann, untersuchten wir, ob eine vergleichbar hohe Erfolgsrate auch erreicht werden kann, wenn man –ähnlich dem modifizierten poplitealen Zugang nach Vloka [112]- in der Grube zwischen M. vastus lateralis und M. biceps femoris punktiert. Diese zusätzliche Vereinfachung macht im Grunde nur noch eine Hilfslinie notwendig, nämlich die Hälfte der Strecke Leistenband-Patella. Dadurch wird die Durchführung weiter vereinfacht. Auch andere Autoren beschrieben mittlerweile ähnliche Modifikationen zu diesem Zugangsweg, bzw. unterstützten die initial wenig weiter dorsale Punktionsstelle [32, 20]. Floch machte erneut deutlich, dass eine leichte Innenrotation des Beins den Winkel zum Erreichen des Nerven, bzw. die Punktionstiefe optimiert [32].

Die morphometrischen Untersuchungen in der vorliegenden Arbeit waren nicht wegweisend. Weder die Durchmesser des Oberschenkels noch sein Umfang korrelieren beim Erwachsenen eindeutig mit der Punktionstiefe bis zum Erreichen des Nerven. Die mittlere Punktionstiefe betrug 6,47 cm mit einer Variation von 4,7-8,0 cm, so dass im Allgemeinen eine Stimulationsnadel von 80 mm Länge ausreichend sein dürfte.

Im Rahmen dieser Arbeit war die Punktion bei 77% der Patienten nach höchstens 5 Minuten abgeschlossen, 75% benötigten einen Punktionsversuch. In weiteren Untersuchungen des lateralen Blocks auch bei anderen orthopädischen, unfallchirurgischen und gefäßchirurgischen Operationen hat sich diese Rate inzwischen auf über 90% erhöht. Die Wirkdauer bis zur vollständigen Erholung der motorischen Funktion betrug im Mittel 17,5 Stunden. Damit stellt er eine wichtige Erweiterung der Schmerztherapie nach ambulanten Operationen dar [121].

Diese Tatsache und die einfache und schnelle Durchführbarkeit, verbunden mit der bequemen Lagerung des Patienten hat dazu geführt, dass wir diesen

Zugangsweg zum N. ischiadicus inzwischen routinemäßig für zahlreiche Eingriffe verwenden. Je nach Wunsch des Patienten und Anforderung durch die OP verwenden wir ihn dabei allein oder kombinieren ihn dabei mit einer Spinalanästhesie bzw. Allgemeinanästhesie. Die lange Wirkdauer muss dabei besonders berücksichtigt werden, da sie zwar zum einen eine lange Schmerzfreiheit garantiert, gleichzeitig aber eine besondere Sorgfalt beim Registrieren von Hinweisen für ein sich entwickelndes Kompartment-Syndrom oder ähnliches erfordert.

4.3 Schmerztherapie beim Kniegelenksersatz

Postoperativer Schmerz stellt ein großes Problem nach totalem Kniegelenksersatz dar. So berichten nach Bonica 60% der Patienten von starkem und 30% von mäßigem Schmerz [8]. Der Schmerz verhindert dabei eine frühe und intensive Physiotherapie, den größten Einflussfaktor für ein gutes postoperatives funktionelles Ergebnis in der Rehabilitation [87, 96].

4.3.1 Schmerztherapeutische Verfahren im Vergleich

Im Wesentlichen stehen für das postoperative Schmerzmanagement drei Verfahren zur Verfügung: die systemische Analgesie (i.m.-Opioidgabe, i.v. Opioidgabe als Bolus, kontinuierlich oder patienten-kontrolliert), die rückenmarksnahen Leitungsanästhesien (kontinuierliche Peridural- oder kontinuierliche Spinalanästhesie) und die peripheren Nervenblockaden wie Psoas-Kompartment-Block [95] oder „3 in 1“-Block (mit oder ohne Kombination mit N. ischiadicus-Blockaden). Edwards und Wright zeigten 1992, dass Patienten mit kontinuierlicher „3 in 1“-Blockade signifikant geringere Schmerzscores aufwiesen als Patienten mit i.m.-Analgetikagabe [26]. Chelly [17] und Singelyn [102] fanden unabhängig voneinander unter kontinuierlicher Femoralis-Blockade signifikant bessere Analgesie als unter patienten-kontrollierter i.v.-Analgesie (PCIA), die Mobilisation war schneller möglich und vorgegebene Funktionsziele (z.B. Beuge-/Streckfähigkeit im Kniegelenk) wurden eher erreicht. Zudem reduzierte sich bei beiden Autoren in der

Regionalanästhesie-Gruppe die Zeit des Krankenhausaufenthalt um 20%. Capdevila [14] fand zudem in einer ähnlichen Arbeit signifikant weniger postoperative Übelkeit und Erbrechen (PONV) als in der PCIA-Gruppe. Williams-Russo et al beschrieben bei einem Vergleich von Epiduralanästhesie und i.v.-Analgesie ebenfalls ein schnelleres Erreichen der Rehabilitationsziele in der Regionalanästhesie-Gruppe. Die Inzidenz von tiefen Beinvenenthrombosen und Lungenembolien war hingegen in beiden Gruppen ähnlich [122].

Vergleicht man Epiduralanästhesieverfahren mit der peripheren Blockade des N. femoralis, so sind in zahlreichen Studien in der analgetischen Leistung beider Verfahren keine Unterschiede zu sehen. Schmerzscores und Opioidverbrauch sind in beiden Gruppen vergleichbar, auch frühfunktionelle Ergebnisse hinsichtlich Mobilisierung und Beweglichkeit im Kniegelenk sind nicht verschieden [17, 102, 14]. Allerdings ist die Rate an unerwünschten Wirkungen in der Epiduralgruppe höher als in der Gruppe der peripheren Nervenblockaden (Hypotension, Harnverhalt, Juckreiz), daher wird von den betreffenden Autoren bei gleicher Wirksamkeit der „3 in 1“-Katheter empfohlen. Der Stellenwert der kontinuierlichen Spinalanästhesie mit ihrer im Vergleich zur Epiduralanästhesie besseren Steuerbarkeit und geringerer Kreislaufwirkung muss dabei mit den peripheren Nervenblockaden noch verglichen werden [41].

In der vorliegenden Studie war der Verbrauch an Opioidanalgetika gering (kumulativ 10 mg Piritramid am OP-Tag, was etwa äquivalent zu 7 mg Morphin ist und 6,3 mg am ersten postoperativen Tag, äquivalent zu ca. 4 mg Morphin).

Ein Patient zeigte am Abend des OP-Tages eine ausgeprägte Hypotension. Bei 90% der Patienten war eine additive Allgemeinanästhesie eingeleitet worden. Infolgedessen litten zwei Patienten unter Harnverhalt und mussten einmalkatheterisiert werden. Die Rate an postoperativer Übelkeit und Erbrechen (PONV) war bei allen Patienten mit 25% (nur Übelkeit) und 16% (Erbrechen) genauso hoch wie in einem ähnlichen Kollektiv an unseren Patienten (Knie- und Hüftgelenksersatz), bei denen sowohl eine kontinuierliche Spinalanästhesie als auch Allgemeinnarkosen durchgeführt worden war [119]. Die zusätzliche Allgemeinnarkose zu dem peripheren Nervenblock erhöhte in der vorliegenden Arbeit also nicht das Risiko für PONV, allerdings reduzierte der verminderte intraoperative Opioidverbrauch das Risiko im Vergleich zur

Allgemeinanästhesie allein auch nicht. Der Einfluss der intraoperativen Opioidgabe auf PONV muss daher eventuell neu untersucht werden [119].

4.3.2 Die kombinierten Regionalblockaden der unteren Extremität: „3 in 1“-Block mit oder ohne Ischiadicusblockade?

Der „3 in 1“ erreicht wie oben beschrieben im besten Falle eine Blockade des N. femoralis, N. obturatorius und N. cutaneus lateralis. Die gesamte Dorsalseite des Beins wird hierbei nicht betäubt. Zahlreiche Kollegen blockieren daher beim Kniegelenkersatz zusätzlich den N. ischiadicus, in der Hoffnung eine zusätzliche Schmerzreduktion zu erreichen. Andere sind der Ansicht, die Gefahr z.B. ein Kompartmentsyndrom zu übersehen, sei zu groß, ausserdem könne im Falle einer Fußheberparese nicht differenziert werden, ob der Nervenschaden operativ oder durch die Regionalblockade verursacht worden sei [18, 29].

Ob die zusätzliche Ischiadicusblockade tatsächlich einen Vorteil bringt, wird von verschiedenen Studien unterschiedlich bewertet. Allen berichtet 1998 von einer klaren Überlegenheit der Femoralisblockade gegenüber der i.v.-Analgesie, allerdings sah er keinen signifikanten Unterschied zu der Gruppe mit kombiniertem Femoralis-Ischiadicusblock [2], weder in Ruhe noch unter Belastung, und weder auf der Visuellen Analogskala noch im Opioidverbrauch. Weber schrieb später, in seinem Kollektiv hätten 30% der Patienten unter laufender Femoralis-Infusion einen zusätzlichen Ischiadicusblock benötigt. Darunter gingen nicht nur die angegebenen Schmerzintensitäten zurück, die Patienten benötigten schließlich auch weniger Opioid als die Gruppe mit isoliertem „3 in 1“-Block [118]. Auch Ben-David befand in der Diskussion seiner Arbeit, bei der er einen single-shot Ischiadicusblock mit einer kontinuierlichen Infusion zusätzlich zum „3 in 1“-Katheter verglich, dass die Patienten vom Ischiadicusblock profitierten. Nach Abklingen des single-shots hatten die Patienten signifikant mehr Schmerzen als die, bei denen der N. ischiadicus betäubt blieb [7].

In der hier vorliegenden Arbeit zeigte sich ebenfalls ein Anstieg der Schmerzintensität in Ruhe und unter Belastung, sobald der Ischiadicusblock

abgeklungen war. In Ruhe war dieses Ergebnis allerdings nicht signifikant. Auch der Opioid-Verbrauch stieg mit Abklingen der Blockade erneut an (nicht signifikant, $p=0,08$). Zumindest unter Belastung haben unsere Patienten also von der zusätzlichen Ischiadicusblockade profitiert. Da ja die frühe Mobilisation der Patienten ein wichtiger Schritt zum Erreichen einer guten Funktionalität ist, ist aus vorliegenden Studie daher zu fordern, dass zumindest ein single-shot Ischiadicusblock, besser aber eine kontinuierliche Katheterblockade, zusätzlich zum „3 in 1“-Block durchgeführt werden sollte. Die schnelle und einfache Punktion, sowie der sichere Zugangsweg, der mit dem lateralen Ischiadicusblock realisiert wird, vereinfacht dabei die Entscheidung zum kombinierten Verfahren.

5 Literaturverzeichnis

- 1 **Albright GA (1979):** Cardiac arrest following regional anesthesia with etocaine and bupivacaine. *Anesthesiology* 51: 285
- 2 **Allen HW, Liu SS, Owens BD et al (1998):** Peripheral nerve blocks improve analgesia after total knee replacement surgery. *Anaesth Analg*; 87(1): 93-7
- 3 **Allen JG, Denny NM, Oakman N (1998):** Postoperative analgesia following total knee arthroplasty. A study comparing spinal anesthesia and combined sciatic femoral 3-in-1 block. *Reg Anesthesia Pain Medicine*; 23(2): 142-6
- 4 **American Society of Anesthesiologists:** New classification of physical status. *Anesthesiology* 24 (1963): 111
- 5 **Auroy Y, Narchi P, Messiah A (1997):** Serious complications related to regional anesthesia. *Anesthesiology* 87: 479-86
- 6 **Beck GP (1963):** Anterior approach to sciatic nerve block. *Anesthesiology* 24: 222-4
- 7 **Ben-David B, Schmalenberger K, Chelly JE (2004):** Analgesia after total knee arthroplasty: Is continuous sciatic blockade needed in addition to continuous femoral blockade? *Anesth Analg* 98: 747-9
- 8 **Bonica J (1990):** Postoperative Pain. In: *Bonica J, ed. The management of pain. 2nd ed. Philadelphia: Lea&Febiger: 461-80*
- 9 **Borgeat A, Tewes E, Biasca N, Gerber C (1998):** Patient-controlled interscalene analgesia with ropivacaine after major shoulder surgery: PCIA vs. PCA. *Br J Anesth* 81: 603-05
- 10 **Bouaziz H, Mercier FJ, Narchi P et al (1997):** Survey of regional anesthetic practice among French residents at time of certification. *Reg Anesth* 22: 218-22

- 11 **Brune K, Beyer A, Schäfer M (2001):** Schmerz-Pathophysiologie, Pharmakologie, Therapie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- 12 **Büttner J (2003):** Nervenblockaden an den oberen Extremitäten. *Niesel GH, Van Aken H: Lokalanästhesie, Regionalanästhesie, regionale Schmerztherapie. 2. Auflage, Stuttgart: Thieme*
- 13 **Capdevila X, Biboulet Ph, d'Athis F et al (1998):** Comparison of the three-in-one and fascia iliaca compartment blocks in adults: clinical and radiographic analysis. *Anaesth Analg 86: 1039-44*
- 14 **Capdevila X, Barthelet Y, Biboulet P et al (1999):** Effects of perioperative analgesic technique on the surgical outcome and duration of rehabilitation after major knee surgery. *Anesthesiology 91(1): 8-15*
- 15 **Caterina MJ, Julius D (1999):** Sense and specificity: a molecular identity for nociceptors. *Curr Opin Neurobiol. Oct; 9(5): 525-30*
- 16 **Chelly JE, Delaunay L (1999):** A new anterior approach to the sciatic nerve block. *Anesthesiology 91: 1655-60*
- 17 **Chelly JE, Greger J, Gebhard R et al (2001):** Continuous femoral nerve blocks improve recovery and outcome of patients undergoing total knee arthroplasty. *J Arthroplasty 16: 436-45*
- 18 **Cheney FW, Domino KB, Caplan RA (1999):** Nerve injury associated with anesthesia. *Anesthesiology 90: 1062-9*
- 19 **Collwell CW, Morris BA (1992):** The influence of continuous passive motion on the results of total knee arthroplasty. *Clin Orthop Mar (276): 225-8*
- 20 **Dabbas Nayef A, Zuzuarregui Girones JC Arnal Bertome MC et al (2003):** Lateral popliteal block: a modification of anatomical references. *Rev. Esp. Anesthesiol Reanim 50(3): 126-9*

- 21 **Denecke H, Hünsele C (2000):** Messen und Erfassen von Schmerz. *Schmerz* 14: 302-308
- 22 **Denning L, Billich R, Buhrle E (1987):** Combined sciatic / 3-in-1 block in routine surgical care. *Reg Anesth* 10(4): 114-120
- 23 **Dertwinkel R, Zenz M, Donner B, Wiebalck A, Strumpf M (1999):** Post-traumatische Schmerzen. *Orthopäde Jun*; 28(6): 509-17
- 24 **Donner B:** Postoperative Schmerztherapie. In: Zenz M, *Jurna I (2001): Lehrbuch der Schmerztherapie. 3. Auflage Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart*
- 25 **Downie WW, Leatham PA, Anderson JA et al (1978):** Studies with pain rating scales. *Annals of the Rheumatic Diseases* 37: 378-381
- 26 **Edwards ND, Wright EM (1992):** Continuous low-dose 3-in-1 nerve blockade for postoperative pain relief after total knee replacement. *Anesth Analg* 75: 265-67
- 27 **Elmas C, Atanassoff PG (1993):** Combined inguinal paravascular (3-in-1) and sciatic nerve block in lower limb surgery. *Reg Anesth* 18(2): 88-92
- 28 **Elmas C, Elmas Y, Gautschi P, Uehlinger P (1992):** Kombiniertes Ischiadikus 3-in-1-Block. *Anästhesist Oct*; 41(10): 639-643
- 29 **Fanelli G, Casati A, Torri G et al (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. Anaesth Analg* 88(4): 847-52
- 30 **Feldman HS, Arthur GR, Covino BG (1989):** Comparative systemic toxicity of convulsant and supraconvulsant doses of intravenous ropivacaine, bupivacaine and lidocaine in the conscious dog. *Anesth Analg* 69: 794-801

- 31 **Feldmann HS, Arthur GR, Covino BG et al (1991):** Treatment of acute systemic toxicity after the rapid intravenous injection of ropivacaine and bupivacaine in the conscious dog. *Anesth Analg* 73: 373-384
- 32 **Floch H, Naux E, Pham Dang C et al (2003):** Computed tomography scanning of the sciatic nerve posterior to the femur: Practical implications for the lateral midfemoral block. *Reg Anesth Pain Med* 28(5): 445-9
- 33 **Ganapathy S, Wassermann RA, Watson JT et al (1997):** Efficacy of continuous femoral block following total knee arthroplasty. *Anesthesiology* 87 (3): A 773 (abstract)
- 34 **Ganapathy S, Wassermann RA, Watson JT et al (1999):** Modified continuous femoral three-in-one block for postoperative pain after total knee arthroplasty. *Anaesth Analg* 89: 1197-1202
- 35 **Geiger P, Weindler M, Wollinsky KH et al (1989):** Met-Hb-Spiegel bei kombiniertem Ischiadikus/3 in 1-Block mit alleiniger Verwendung von Prilocain im Vergleich zu einer Prilocain-Bupivacain-Kombination. *Anästhesist*: 38 (suppl): 377
- 36 **Geiger P, Oldenburger K, Ventour W, Mehrkens HH (1998):** Continuous postoperative analgesia with ropivacaine 0,2% via 3-in-1 catheter in orthopaedic knee surgery. *The international monitor Vol. 10, No.3*: 46
- 37 **Gissen A, Covino B, Gregus J (1985):** Differential sensitivity of fast and slow fibers in mammalian nerve. *Reg Anesth* 10: 68
- 38 **Graf B (1999):** Pharmakologie und Toxikologie der Lokalanästhetika. In: *Kontinuierliche periphere Techniken zur Regionalanästhesie und Schmerztherapie-obere und untere Extremität. Büttner/Meier. 1. Auflage UNI-MED Verlag AG Bremen*
- 39 **Graf BM, Niesel HC (2002):** Pharmakologie der Lokalanästhetika. In: *Niesel HG, Van Aken H eds. Lokalanästhesie, Regionalanästhesie, regionale Schmerztherapie. Thieme Stuttgart, 2. Auflage: 237-266*

- 40 **Guardini R, Waldron BA (1985):** Sciatic nerve block. A new lateral approach. *Acta Anaesthesiol Scand* 29: 515-9
- 41 **Gurlit S (1997):** Vergleich der kontinuierlichen Epidural- und Spinalanästhesie in der Schmerztherapie nach künstlichen Hüftgelenkersatz hinsichtlich Effektivität und Sicherheit. *Dissertation Münster*
- 42 **Guyatt GH, Townsend M, Keller JL (1987):** A comparison of likert and visual analogue scales for measuring change in function. *J Chron Di* 40: 1129-1133
- 43 **Hadžič A, Vloka JD (1998):** A comparison of the posterior versus lateral approaches to the block of the sciatic nerve in the popliteal fossa. *Anesthesiology* 88: 1480-6
- 44 **Hadžič A, Vloka JD, Kuroda MM et al (1998):** The practice of peripheral nerve blocks in the United States: *A national survey. Reg Anesth Pain Med* 23: 241-6
- 45 **Handwerker HO (1999):** Einführung in die Pathophysiologie des Schmerzes. Berlin: Springer
- 46 **Holte K, Kehlet H (2002):** Effect of postoperative epidural analgesia on surgical outcome. *Minerva Anesthesiol.* 2002 Apr;68(4):157-61
- 47 **Holte K, Kehlet H (2002):** Epidural anaesthesia and analgesia - effects on surgical stress responses and implications for postoperative nutrition. *Clin Nutr, Jun; 21(3): 199-206*
- 48 **Huskisson EC (1974):** Measurement of pain. *The Lancet* 1127-1131
- 49 **Kapral S, Marhofer P (2002):** Ultraschall in der Regionalanästhesie: Ultraschallgestützte Blockaden der peripheren Nervenbahnen. *Anästhesist* 51: 1006-14

- 50 **Katz J, Melzack R (1999):** Measurement of pain. *Surg Clin North Am; Apr 79(2): 231-52*
- 51 **Kehlet H (1988):** The modifying effect of anesthetic technique on the metabolic and endocrine responses to anesthesia and surgery. *Acta Anaesthesiol Belg; 39(3): 143-6*
- 52 **Kehlet H (1989):** Surgical stress: the role of pain and analgesia. *Br J Anesth 63: 189-95*
- 53 **Kehlet H, Dahl JB (1993):** The value of „multimodal“ or „balanced analgesia“ in postoperative pain treatment. *Anesth Analg Nov 77(5): 1048-56*
- 54 **Knudsen K, Beckmann M, Blomberg S (1997):** Central nervous and cardiovascular effects during intravenous infusion of ropivacain, bupivacain and placebo in volunteers. *Br J Anaesth 78: 507-514*
- 55 **Koller C (1884):** On the use of cocaine for producing anesthesia of the eye. *Lancet ii: 990-92*
- 56 **Krämer J, Laubenthal H (1993):** Spezielle Probleme der postoperativen Schmerzbehandlung in der Orthopädie. *Anästh Intensivmed 34: 401-403*
- 57 **Kremer E, Atkinson JH, Ignelzi RJ (1981):** Measurement of pain: patient preference does not confound pain measurement. *Pain 10, 241-248*
- 58 **Labat G (1924):** Regional anesthesia. Its technique and clinical application. *Philadelphia: Saunders; 45*
- 59 **Lang SA, Yip RW, Chang PC (1993):** The femoral 3-in-1-Block revisited. *J Clin Anaesth 5: 292-6*
- 60 **Liu S, Salinas FV (2003):** Continuous plexus and peripheral nerve blocks for postoperative analgesia. *Anesth Analg 96: 263-72*
- 61 **Lonsdale M (1988):** 3-in-1 block: Confirmation of Winnie's anatomical hypothesis. *Anesth Analg, Jun; 67(6): 601-2*

- 62 **Mackenzie JW (1997):** 3-in-1-Block via femoral nerve sheath cannula: a simple method of pain relief for fractured neck of femur. *Int Monit Reg Anesth* 91, special abstract issue
- 63 **Mahoney OM, Noble PC, Davidson J, Tullos HS (1990):** The effect of continuous epidural analgesia on postoperative pain, rehabilitation, and duration of hospitalisation in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Nov (260):* 30-37
- 64 **Marhofer P, Schrögendorfer K, Koinig H et al (1997):** Ultrasonographic guidance improves sensory block and onset time of three-in-one block. *Anesth Analg* 85: 854-857
- 65 **Marhofer P, Schrögendorfer K, Wallner T et al (1998):** Ultrasonographic guidance reduces the amount of local anesthetic for 3-in-1 blocks. *Reg Anesth Pain Medicine* 23(6): 584-588
- 66 **Marhofer P, Nasel Ch, Sitzwohl Ch, Kapral S (2000):** Magnetic resonance imaging of the distribution of local anesthetic during the three-in-one block. *Anesth Analg* 90: 119-24
- 67 **Marino P. L:** Ausgewählte Referenzwerte. In: *Das ICU Buch, Praktische Intensivmedizin. 2. Auflage Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore, S. 755*
- 68 **Mc Namee DA, Parks L, Milligan KR (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: 95-99
- 69 **Medical Research Council (1976):** Aids to the examination of the peripheral nervous system. *Memorandum No. 45. London: Her Majesty's Stationary Office*
- 70 **Meier G (1999):** Der kontinuierliche anteriore Ischiadicuskatheter (KAI). In: *Mehrkens HH, Büttner J, Hrsg. Kontinuierliche periphere Leitungsblockaden. München: Arcis; 47-8*

- 71 **Meier G, Büttner (2002):** Allgemeine Aspekte peripherer Nervenblockaden der Extremitäten. In: *Niesel HG, Van Aken H eds. Lokalanästhesie, Regionalanästhesie, regionale Schmerztherapie. Thieme Stuttgart, 2. Auflage: 237-266*
- 72 **Melzack R (1975):** The McGill Pain Questionnaire: Major properties and scoring methods. *Pain 1: 277-299*
- 73 **Melzack R (1987):** The short form of McGill Pain Questionnaire. *Pain; Aug 30(2): 191-7*
- 74 **Merskey H, Albe-Fessard D, Sunderland S et al (1979):** Pain terms: a list with definitions and notes on usage. Recommended by the IASP subcommittee on taxonomy. *Pain 6: 249-252*
- 75 **Moiniche S, Hjortso NC, Hansen BL et al (1994):** The effect of balanced analgesia on early convalescence after major orthopaedic surgery. *Acta Anaesthesiol Scand May 38(4): 328-35*
- 76 **Naux E, Pham-Dang C, Petitfaux F et al (2000):** Sciatic nerve block: a new lateral mediofemoral approach. Value of its combination with a "3 in 1" block for invasive surgery of the knee. *Ann Fr Anesth Reanim Jan; 19 (1): 9-15*
- 77 **Nessler R, Jacobs W, Lynch J (1990):** Die postoperative Schmerztherapie bei Eingriffen am Knie mit der kontinuierlichen Blockade des Plexus lumbalis – 3-in-1-Block-Kathetertechnik. *Anästh und Intensivmed 31: 134-136*
- 78 **Niesel GH, Van Aken H (2002):** Lokalanästhesie, Regionalanästhesie, regionale Schmerztherapie. 2. Auflage, Stuttgart: Thieme
- 79 **Pandin P, Vandesteene A, d'Hollander A (2003):** Sciatic nerve blockade in the supine position: a novel approach. *Can J Anesth 50,1: 52-56*
- 80 **Pham-Dang C (1999):** Midfemoral block: a new lateral approach to the sciatic nerve. *Anesth Analg 88: 1421-9 Letter to the editor*

- 81 **Paul W, Wiesner D, Drechsler HJ (1993):** Postoperative pain after total knee replacement: obturator nerve block may be needed additionally to sciatic and high volume femoral nerve block. *Int Monit on Reg anaesth: 31-2, special issue*
- 82 **Raj PP, Knarr DC, Vigdorth E et al (1987):** Comparison of continuous epidural infusion of a local anesthetic and administration of systemic narcotics in the management of pain after total knee replacement surgery. *Anesth Analg, May; 66(5): 401-6*
- 83 **Ritter JW (1995):** Femoral nerve "sheath" for inguinal paravascular lumbar plexus block is not found in human cadavers. *J Clin Anesth. 1995 Sep; 7(6): 470-3*
- 84 **Rodgers A, Walker N, Schug S et al (2000):** Reduction of postoperative mortality and morbidity with epidural or spinal anesthesia: results from overview of randomised trials. *BMJ 321: 112*
- 85 **Rorie DK, Byer DE, Nelson DO (1980):** Assessment of block of the sciatic nerve in the popliteal fossa. *Anesth Analg 59: 371-376*
- 86 **Rosenblatt RM (1980):** Continuous femoral anesthesia for lower extremity surgery. *Anesth Analg; 59: 631-632*
- 87 **Ryu J, Saito S, Yamamoto K, Sano S (1993):** Factors influencing the postoperative range of motion in total knee arthroplasty. *Bull Hosp Joint Dis 53: 35-40*
- 88 **Schäfer M, Stein C (1997):** Postoperative pain. Medical and economic aspects. *Anaesthesist. Oct; 46 Suppl 2:S120-23*
- 89 **Schäfer M, Stein C (1998):** Sympathisches Nervensystem und Schmerz. *Anästhesist. 1998 Jan; 47(1): 2-3*

- 90 **Schäfer M (2001):** Pathophysiologie des Schmerzes. In: Brune K, Beyer A, Schäfer M: *Schmerz-Pathophysiologie, Pharmakologie, Therapie*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- 91 **Schmidt RF (1990):** Nociception und Schmerz In: Schmidt RF, Thews G.: *Physiologie des Menschen*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 24. Auflage
- 92 **Schmidt RF, Schaible HG, Pawlak M et al (1994):** Silent and active nociceptors: structure, functions and clinical implications. In: Gebhardt GF et al, eds. *Progress in pain research and management*. Vol.2. Seattle: IASP Press: 213-50
- 93 **Scott J, Huskisson EC (1976):** Graphic representation of pain. *Pain 2*: 175-184
- 94 **Scrimshaw SV, Maher C (2001):** Responsiveness of visual analogue and McGill pain scale measures *J Manipulative Physiol Ther; Oct 24(8): 501-4*
- 95 **Serpell MG, Millar FA, Thomson MF (1991):** Comparison of lumbar plexus block versus conventional opioid analgesia after total knee replacement. *Anaesthesia, Apr; 46(4): 275-7*
- 96 **Shoji H, Solomonow M, Yoshino S et al (1990):** Factors affecting postoperative flexion in total knee arthroplasty. *Orthopedics 13*: 643-9
- 97 **Simanski C and Neugebauer E (2002):** Akutschmerztherapie und –management in der Orthopädie. *Orthopäde 31*: 522-33
- 98 **Simanski C and Neugebauer E (2003):** Postoperative Schmerztherapie. *Der Chirurg 74,3*: 254-275
- 99 **Singelyn FJ, Gouverneur JM, Gribomont BF (1991):** Popliteal sciatic nerve block aided by a nerve stimulator: a reliable technique for foot and ankle surgery. *Reg Anesth 16*: 278-81

- 100 **Singelyn FJ, Contreras V, Gouverneur JM (1995):** Epidural anesthesia complicating continuous 3 in 1 lumbar plexus blockade. *Anesthesiology*; 83: 217-20
- 101 **Singelyn FJ, Gouverneur JM (1997):** Postoperative analgesia after open knee surgery: comparison between continuous "3-in-1" block and continuous epidural analgesia. *Anesthesiology* 87 (3): A803 (abstract)
- 102 **Singelyn FJ, Deyaert M, Joris D et al (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 replacement. *Anesth Analg* 87: 88-92
- 103 **Singelyn FJ, Gouverneur JM (2000):** Extended three-in-one block after total knee arthroplasty: continuous versus patient-controlled techniques. *Anesth Analg* 91: 176-80
- 104 **Smith MP, Sprung J, Zura A et al (1999):** A survey of exposure to regional anesthesia techniques in American anesthesia residency training programs. *Reg Anesth Pain Med* 24: 11-16
- 105 **Stöhr M (1996):** Iatrogene Nervenläsionen. *Thieme Stuttgart, 2. Auflage*
- 106 **Sukhani R, Candido KD, Doty R et al (2003):** Infragluteal-parabiceps sciatic nerve block: an evaluation of a novel approach using a single-injection technique. *Anesth Analg* 96: 868-73
- 107 **Sutherland, IDB (1998):** Continuous sciatic nerve infusion: expanded case report describing a new approach. *Reg Anesth Pain Med* 23(5): 496-501
- 108 **Troidl H, Neugebauer E (1990):** Akuter Schmerz in der Chirurgie; klinische Bedeutung, Messmethoden und Therapie. *Chirurg* 61:485-493
- 109 **Tryba M et al (1989):** Hämostaseologische Voraussetzungen zur Durchführung von Regionalanästhesien. *Regional-Anästhesie* 12: 127-131

- 110 **Van Elstraete AC, Poey C, Lebrun T, Pastureau F (2002):** New landmarks for the anterior approach to the sciatic nerve block: imaging and clinical study. *Anesth Analg* 95: 214-8
- 111 **Verstraete M (1997):** Prophylaxis of venous thromboembolism. *BMJ* 314: 123-125
- 112 **Vloka JD, Hadzic A, Thys DM et al (1996):** Anatomic considerations for sciatic nerve blocking the popliteal fossa through the lateral approach. *Reg Anesth* 21: 414-8
- 113 **Vloka JD, Hadzic A, Thys DM et al (1997):** Combined popliteal and posterior cutaneous nerve of the thigh blocks for short saphenous vein stripping in outpatients: an alternative to spinal anesthesia. *J Clin Anesth* 9: 618-22
- 114 **Wagmann IH, De Jong RH, Prince DA (1967):** Effects of lidocaine on the central nervous system. *Anesthesiology* 28(1): 155-72
- 115 **Wagner F, Mißler B (1997):** Kombiniertes Ischiadikus/3-in-1-Block. *Anästhesist* 46: 195-200
- 116 **Wallenstein SL (1984):** Scaling clinical pain and pain relief. In: *Bromm, B: Pain measurement in man. Elsevier Science Publishers*
- 117 **Warnick JE, Kee RD, Yim GKW (1971):** The effects of lidocaine on inhibition in the cerebral cortex. *Anesthesiology* 34: 327
- 118 **Weber A, Fournier R. Van Gessel E et Gamulin Z (2002):** Sciatic nerve block and the improvement of femoral nerve block analgesia after total knee replacement. *Eur J Anaesthesiol* 19: 832-850
- 119 **Wenk M (2004):** Incidence and risk-factors of postoperative nausea and vomiting with certain regard to patients' satisfactory. *Abstract für ESA-Kongress*

- 120 **Wildsmith JAW, Brown DT, Paul D, Johnson S (1989):** Structure-activity relationships in different nerve blockade at high and low frequency stimulation. *Br J Anaesth* 63: 444-452
- 121 **Williams BA, Kentor ML, Vogt, MT et al (2003):** Femoral-sciatic nerve blocks for complex outpatient knee surgery are associated with less postoperative pain before same-day discharge. *Anesthesiology* 98: 1206-13
- 122 **Williams-Russo P, Sharrock NE, Haas SB et al (1996):** Randomized trial of epidural versus general anesthesia: outcome after primary total knee replacement. *Clin Orthop Oct (331):* 199-208
- 123 **Winchell SW, Wolfe R (1985):** The incidence of neuropathy following upper extremity nerve blocks. *Reg Anesth* 10: 12-5
- 124 **Winnie AP, Ramamurthy S, Durrani Z (1973):** The inguinal paravascular technique of lumbar plexus anesthesia: the 3 in 1 block. *Anesth Analg* 52: 989-96
- 125 **Winnie AP (1992):** The "3-in-1 block": is it really 4-in-1 or 2-in-1? *Reg Anesth, May-Jun; 17(3):* 176-9
- 126 **Wood A (1855):** New method of treating neuralgia by the direct application of opiate to the painful points. *Edinburgh Medical Journal* 82: 265-281
- 127 **Woolf CJ, Salter MW (2000):** Neuronal plasticity: increasing the gain in pain. *Science; Jun 9; 288(5472):* 1765-9
- 128 **Zenz M, Jurna I (2001):** Lehrbuch der Schmerztherapie. 3. Auflage Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart
- 129 **Zimmermann M (2003):** Physiologie von Nozizeption und Schmerz. In: Basler HD; Franz C, Seemann H, Hrsg. *Psychologische Schmerztherapie*. 5. Auflage: Springer

6 Anhang

6.1 Therapieschema

OP-Vorbereitung:

„3 in 1“-Block:	30ml Prilocain 1%
N. ischiadicus-Block	20ml Ropivacain 0,75%

Postoperative Schmerztherapie:

„3 in 1“-Block	Ropivacain 0,2% 10ml/h
bei Bedarf Bolusgabe	10ml Xylocain 2%

Systemische Analgesie:

Diclofenac 50 mg 3x täglich

Piritramid 7,5 mg in 100 ml NaCl bei Bedarf

6.2 Patientenprotokoll

ASA-Klasse:

Eingriff:

OS-Umfang:

OS-DM transversal:

OS-DM sagittal:

Einstichtiefe FELIX:

Punktionsversuche FELIX:

Punktionsversuche 3 in 1:

Korrektur FELIX:

Uhrzeit bei Einleitungsbeginn:

Zeit bis 3 in 1 (min):

Zeit bis FELIX (min):

Gesamt (min):

Reizantwort LIX:

nach 30min kalt-warm
spitz-stumpf
KG

nach 60min kalt-warm
spitz-stumpf
KG

Bemerkungen:

Sedierung/Analgesie intraoperativ:

Ggf. Allgemeinanästhesie:

	F _i Sevofluran	Remifentanil [µg/kg/min]		F _i Sevofluran	Remifentanil [µg/kg/min]
t ₀ (Schnitt)			t ₆ (60')		
t ₁ (10')			t ₇ (70')		
t ₂ (20')			t ₈ (80')		
t ₃ (30')			t ₉ (90')		
t ₄ (40')			t ₁₀ (100')		
t ₅ (50')			t ₁₁ (110')		

Gesamtverbrauch Remifentanil [µg]:

Zeitpunkt der ersten Opiatgabe/Start Femoralispumpe:Analgesie/Motorik postoperativ:

	VAS Ruhe / Belastung	PPI	Kraftgrad (Flexion / Extension / Femoralis)	Analgetika	Bolusgaben	Übelkeit/ anderes
t ₀ (AWR)	/		/ /			
t ₁ (15Uhr)	/		/ /			
t ₂ (18Uhr)	/		/ /			
t ₃ (2d ₁)	/		/ /			
t ₄ (2d ₂)	/		/ /			
t ₅ (3d ₃)	/		/ /			

Present Pain Intensity:

„kein Schmerz“ 1
 „leichter Schmerz“ 2
 „unbehaglicher Schmerz“ 3
 „besorgniserregender Schmerz“ 4
 „unerträglicher Schmerz“ 5

Grobe Kraft:

0 = keine Muskelaktivität
 1 = sichtbare Muskelkontraktion ohne Bewegung
 2 = Bewegung bei Ausschaltung der Schwerkraft
 3 = Bewegung gegen die Schwerkraft
 4 = Bewegung gegen Widerstand
 5 = normale Muskelkraft

Schmerzverlauf:

	kontinuierlich	intermittierend	kurzzeitig
Tag 1			
Tag 2			
Tag 3			

Schmerzlokalisierung (Ort, außen/innen):d₁ (18h):d₂ (12h):d₂ (18h):d₃ (12h):

Patientenzufriedenheit (2.postop. Tag):

sehr zufrieden	zufrieden	mäßig zufrieden	wenig zufrieden	nicht zufrieden
----------------	-----------	-----------------	-----------------	-----------------

Vorerfahrung: keine SPA SPK PDK ITN

„Würden Sie diese Anästhesieform Freunden empfehlen?“ ja / nein

„Würden Sie diese Anästhesieform erneut wählen?“ ja / nein

Kommentare:

Alter des Patienten:

Geschlecht:

Größe:

Gewicht:

Danksagung:

- Meinem Doktorvater Prof. Dr. med. M. Möllmann nicht nur für die Bereitstellung des interessanten Dissertationsthemas, sondern auch für seinen unermüdlichen Elan und Einsatz, meine Promotion zu einem guten Ende zu bringen.
- Der Klinik für Orthopädie mit allen Mitarbeitern im OP und auf den Stationen für ihre Mitarbeit und Geduld.
- Anne Schulte, die dieser Arbeit Gestalt und Format verliehen hat.
- Uta Brunnberg nicht nur für die technische Unterstützung.
- Und natürlich Ralf für seelischen Beistand, Liebe und Unterstützung, sowie Abendessen nach langen Computertagen- und natürlich seinen Mut, sich als Demonstrationsmodell zur Verfügung zu stellen..

Lebenslauf

Persönliches

Name: Annika Kramer
Geburtstag: 28. November 1975
Eltern: Maria Schwartz, verw. Kramer-Rieke, Lehrerin
Hans-Josef Kramer, Lehrer
Geschwister: Lena-Maria Kramer, Studentin
Kolja Kramer, Groß- und Außenhandelskaufmann

Tabellarischer Lebenslauf

28.11.1975	Geboren in Münster
1982-1986	Besuch der Overberg-Grundschule in Münster
1986-1988	Besuch des Ratsgymnasiums in Münster
1988-1994	Besuch des Johann-Conrad-Schlaun-Gymnasiums in Münster
Juni 1994	Abitur mit Latinum und Graecum
19.08.1994	Studium der Physik (Dipl.) an der WWU Münster
1995 - 2002	Studium der Humanmedizin an der WWU Münster, 3. Staatsexamen 06/02
11/02-04/04	Tätigkeit als Ärztin im Praktikum in der Klinik für Anästhesie und operative Intensivmedizin des St. Franziskus-Hospitals Münster
01.05.2004	Approbation zur Ärztin
seit 01.05.2004	Assistenzärztin in der Klinik für Anästhesie und operative Intensivmedizin des St. Franziskus-Hospitals Münster

Forschungsarbeiten

1997 – 1998 Praktikum im Labor von Frau Prof. Dr. Leena Bruckner-Tudermann in der Dermatologie der UKM. Thema: *Mutationsanalyse im COL7A1-Gen bei Patienten mit Epidermolysis bullosa dystrophica.*

1998 - 2001 Mitarbeit im Labor für Gastroenterologische Zellbiologie der Inneren Medizin B bei Prof. Dr. Markus M. Lerch. Thema: *Differentielle Expression von Protein-Tyrosin-Phosphatase der MAM-Familie im Pankreaskarzinom und in der Pankreatitis*

Posterpreis

Im Rahmen des 9. Jahreskongresses der Gesellschaft für Gastroenterologie in Westfalen e.V. wurde mir am 6. November 1999 der 1. Preis für die beste wissenschaftliche Posterpräsentation in Höhe von 1000 DM zuerkannt.

Publikationen und Präsentationen

Mecklenbeck S, Hammami-Hausli N, Hopfner B, Schumann H, Kramer A, Kuester W, Bruckner-Tudermann L. (1999). Clustering of COL 7A1 mutations in exon 73. Implications for mutation in dystrophic epidermolysis bullosa. *J Invest Dermatol 112(3): 398-400*

A. Kramer, J. Schnekenburger, G. Gierling, M. Ruthenbürger, W. Domschke, M.M. Lerch: Differentielle Expression von Protein-Tyrosin-Phosphatase in humanen Pankreaskarzinomzelllinien. *Poster bei der Gesellschaft für Gastroenterologie in Westfalen e.V. 1999*

A. Kramer, J. Schnekenburger, G. Gierling, M. Ruthenbürger, W. Domschke, M.M. Lerch: Differentielle Expression von Protein-Tyrosin-Phosphatase in humanen Pankreaskarzinomzelllinien. *Vortrag beim Deutschen Pankreasclub in Leipzig 1999*

A. Kramer, F. Weiss, J. Schnekenburger, M.M. Lerch: MAM-Phosphatase im Pankreas - Das Verschwinden einer Großfamilie. *Poster beim Deutschen Pankreasclub in Rostock 2000*

Münster, 01.05.2004