

Technische Universität München
Klinik für Anaesthesiologie
Klinikum rechts der Isar
(Direktor: Univ.-Prof. Dr. E. Kochs)

**Einseitige Spinalanästhesie mit
4,0 mg Bupivacain 0,5 % hyperbar und 1,0 µg Sufentanil
Eine prospektive, konsekutive klinische Studie**

Slawomir Gucwa

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin
der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Medizin
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. E. K. E. P. Entholzner

2. Univ.-Prof. Dr. E. Kochs

Die Dissertation wurde am 01.12.2005 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin
am: 08.02.2006 angenommen.

Verzeichnis der Abkürzungen

bSpA	beidseitige Spinalanästhesie
eSpA	einseitige Spinalanästhesie
HAES	Hydroxyäthylstärke
HF	Herzfrequenz
kgKG	Kilogramm Körpergewicht
LA	Lokalanästhetikum
MAA	Mittlere Absolute Abweichung
Max	maximaler Wert
maxSB	maximale sensorische Blockade
MB	motorische Blockade
MEAN	Mittelwert (englisch)
MED	Median
Min	minimaler Wert
Min.	Minute
pK _a	scheinbare (englisch: apparent) Gleichgewichtskonstante
RR	arterieller Blutdruck
SA-Inj	subarachnoidale Injektion
SB	sensorische Blockade
SpA	Spinalanästhesie
TmaxSB	Zeit bis zum Eintreten der maximalen sensorischen Blockade

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	6
1.1	Geschichtliche Entwicklung	6
1.2	Schmerz und Nozizeption	9
1.2.1	Verarbeitung der nozizeptiven Afferenzen auf der Spinal Ebene	9
1.2.2	Sensibilisierung und Langzeitpotenzierung der Nozizeption. Prä-emptive Analgesie	10
1.3	Theoretische Grundlagen der Spinalanästhesie	13
1.3.1	Seitenspinalanästhesie	13
1.3.2	Spinalanästhetika	14
1.3.3	Nebenwirkungen und Komplikationen der Spinalanästhesie	15
2	PROBLEMSTELLUNG	18
3	PATIENTEN UND METHODIK	19
3.1	Patientenkollektiv	19
3.1.1	Einschlusskriterien	19
3.1.2	Ausschlusskriterien	19
3.1.3	Abbruchkriterien	19
3.2	Patientenmonitoring	20
3.2.1	Interventionsbedürftige Kreislaufinstabilität	20
3.3	Material	21
3.3.1	Verwendete Spinalnadel	21
3.3.2	Verwendete Medikamente	21
3.3.3	Injektionsspritze und Injektionslösung	22

3.4	Vorgehensweise bei der Durchführung der einseitigen SpA	22
3.4.1	Prämedikation und Narkose-Vorbereitung	22
3.4.2	Lagerung der Patienten zur Spinalpunktion	23
3.4.3	Punktionshöhe und intrathekale Injektion	23
3.4.4	Austestung der Nervenblockade	24
3.4.5	Freigabe zur Operation und intraoperativer Verlauf	26
3.4.6	Postoperativer Verlauf	26
3.5	Erhebung, Erfassung und Auswertung der Daten	27
3.5.1	Das Anästhesieprotokoll	27
3.5.2	Das perioperative Studienprotokoll	27
3.5.3	Postoperativer Fragebogen	28
3.5.4	Praxisrelevante Daten	29
3.6	Statistische Methoden	29
4	ERGEBNISSE	30
4.1	Patientenkollektiv	30
4.2	Patientenmonitoring und perioperative Besonderheiten	31
4.3	Durchführung der einseitigen Spinalanästhesie	32
4.4	Austestung der Nervenblockade	32
4.4.1	Präoperativer Verlauf der sensorischen Blockade	33
4.4.2	Präoperativer Verlauf der motorischen Blockade	36
4.4.3	Übertritt der Blockade auf die nicht operierte Seite	38
4.4.4	Rückbildung der Blockade	40
4.5	Freigabe zur Operation und perioperative Zeiten	41
4.6	Postoperativer Verlauf	41
5	DISKUSSION	43
5.1	Patientenkollektiv	45
5.2	Patientenmonitoring und perioperative Besonderheiten	46

5.3	Durchführung der einseitigen Spinalanästhesie	48
5.3.1	Theoretische Grundlagen.....	48
5.3.2	Verwendete Spinalnadeln.....	50
5.3.3	Spinalpunktion.....	51
5.3.4	Verwendete Medikamente.....	52
5.3.5	Geschwindigkeit der SA-Injektion.....	55
5.3.6	Dauer der Seitenlagerung.....	57
5.4	Verlauf der Nervenblockade	58
5.4.1	Präoperativ.....	59
5.4.2	Postoperativ.....	60
5.4.3	Übertritt der Blockade.....	62
5.5	Freigabe zur Operation	64
5.6	Postoperativer Verlauf	66
5.7	Vorteile der einseitigen Spinalanästhesie	69
5.8	Vorgehensweise bei der Anlage einer eSpA	72
6	ZUSAMMENFASSUNG	73
A	LITERATURVERZEICHNIS.....	75
B	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	88
C	TABELLENVERZEICHNIS.....	89
D	DANKSAGUNG.....	90
E	LEBENS LAUF.....	91
F	STUDIENPROTOKOLLE.....	92

1 EINLEITUNG

1.1 Geschichtliche Entwicklung

„Am Anfang war der Schmerz“. Mit dieser Paraphrase eines biblischen Satzes könnte man die Geschichte der Anästhesie und die Geschichte der Medizin beginnen. Zweifelsohne muss das Bestreben der Menschen, durch Verletzungen oder Krankheiten entstandene Schmerzen lindern zu wollen, geradezu als Beginn jeglicher medizinischer Tätigkeit angesehen werden. Die ersten überlieferten Rezepturen zur Schmerzlinderung und Bewusstseinsausschaltung stammen aus der Antike. Sie wurden in den darauf folgenden Jahrhunderten mit unterschiedlichen Interessen verfolgt und weiterentwickelt. Viele gerieten wieder in Vergessenheit.

Als Geburtsstunde der modernen Anästhesie gilt der 16. Oktober 1846, der berühmte „Äthertag“ von Boston. An diesem Tag wurde im Hörsaal des Massachusetts General Hospital unter Anwesenheit zahlreicher Ärzte die erste erfolgreiche öffentliche Vollnarkose durch William Morton durchgeführt. Der Operateur war John Collins Warren, einer der berühmtesten Chirurgen jener Zeit. Nachdem er, selbst etwas überrascht, am Ende der gelungenen schmerzfreien Operation sagte: „*Gentlemen, this is no humbug*“, schien der weiteren rasanten Entwicklung der modernen Medizin nichts mehr im Wege zu stehen [16].

Man untersuchte gründlich die lang bekannten Medikamente, wie z.B. Kokain, Ethyläther und Morphin. Viele neue Substanzen, darunter Lokalanästhetika, wurden synthetisiert. Der technische Fortschritt stellte den „erwachten“ Medizinern viele neue Erkenntnisse und Instrumente zur Verfügung. Es folgten zahlreiche Experimente, die zur Erarbeitung neuer Anästhesiemethoden führten.

1892 entwickelten Paul Reclus in Paris und Carl Ludwig Schleich in Berlin unabhängig voneinander die Infiltrationsanästhesie größerer Körperregionen mit Kokain. 1911 berichtete Läden über eine kombinierte Nervus ischiadicus- und Nervus femoralis-Blockade. Im selben Jahr publizierten Georg Hirschel aus Heidelberg und Dietrich Kulenkampff aus Zwickau Artikel über Techniken zur Blockade der oberen Extremität. 1891 führte der Neurologe Heinrich Quincke die erste Lumbalpunktion am Menschen aus.

James Leonard Corning war der Erste, der 1885 eher zufällig die Spinalanästhesie mit Kokain durchführte (bei einem Hund). Ihre große klinische Bedeutung erkannten aber erst August Bier und sein Mitarbeiter Hildebrandt, die nach mehreren Selbstversuchen diese Anästhesiemethode am 15. August 1898 in der Chirurgischen Universitätsklinik Kiel vorstellten. 1908 war ein Jahr, in dem August Bier die intravenöse Lokalanästhesie und Walter Stoeckel die kaudale Epiduralanästhesie für die Geburtshilfe einführten. Die kontinuierliche Spinalanästhesie (1940 Lemmon) und Epiduralanästhesie (Curbello) mittels des 1921 von Fiedel Pages beschriebenen lumbalen Epiduralzugangs wurden nach Einführung der Tuohy-Nadel (1944 Edward-Tuohy) deutlich vereinfacht. 1907 entwickelten Baka und Chaput sowie Barker die hyperbare, 1909 Babcock die hypobare Technik der Spinalanästhesie. 1928 führte Hans Killian die erste hypobare Halbseitenspinalanästhesie in Deutschland durch. Der weitere Fortschritt zeigte sich vor allem in der Einführung neuer Medikamente, Instrumente, Durchführungstechniken und in der Erweiterung des Anwendungsbereiches bei dem immer größer werdenden Operationsspektrum.

Gegenwärtig ist anzunehmen, dass keine vollkommen neuen Anästhesieverfahren mehr entwickelt werden. Durch bessere Aufklärung sind heutzutage immer mehr Patienten in der Lage, die Vor- und Nachteile der Vollnarkose sowie der Regional- und Lokalanästhesie selbst abzuschätzen. Es ist die Aufgabe jedes Anästhesisten, die in ihrer Grundform seit fast hundert Jahren bekannten Anästhesiemethoden dem

Patienten zur Verfügung zu stellen, und zwar in der Quantität und Qualität, die unserer Zeit entspricht. Hierzu gehört die zuverlässig funktionierende einseitige Spinalanästhesie. Bei fachgerechter Anwendung ist sie sicher, kostengünstig und angenehm sowohl für den Patienten als auch für den Operateur. Sie kann bei vielen stationär und ambulant durchgeführten Eingriffen eingesetzt werden.

Besonders in den letzten Jahren nahm das Interesse an einer praktikablen und verlässlich auf eine Seite beschränkten Spinalanästhesie zu. Dies spiegelt sich weltweit in mehreren Arbeiten wieder, in denen die Anwendung von verschiedenen Lokalanästhetika und Durchführungstechniken mit unterschiedlichen Ergebnissen beschrieben wird. Auch Deutschland blieb dieser Entwicklung nicht fern. Prof. Dr. Volker Hempel schrieb 2002 diesbezüglich einen Artikel mit folgendem Titel: „Einseitige Spinalanästhesie – ein schönes, aber praxisfernes Konzept?“ [60]. Der Artikel, in dem eine misslungene Technik der Hemi-Spinalanästhesie dargestellt wird, endet mit folgenden Sätzen: *„Hier sind Untersuchungen gefordert, die sich in der Sorgfalt der Planung und Durchführung an der hier vorliegenden Studie orientieren. Sie sollten aber im Gegensatz zu dieser Studie die Voraussetzungen für einen seitenbetonten Effekt optimieren, soweit das klinisch vertretbar ist. Das Konzept der Hemi-Spinalanästhesie ist zu schön, um es einfach so zu begraben.“*

Die kurze geschichtliche Einführung in diese Arbeit möchte ich mit den Worten von J.L.Corning aus dem Jahr 1885 beenden: *„Möge die Bestimmung dieser Beobachtung sein was sie will, es scheint mir jedoch wert, dass man sie berichtet“*. [17]

1.2 Schmerz und Nozizeption

Der Schmerz ist eine unangenehme und emotional stark gefärbte sensorische Empfindung, die mit einer realen oder potenziell gefährlichen Gewebszerstörung einhergeht [7]. Schmerz entsteht im Gehirn. Als Phänomen unserer Wahrnehmung muss er von der Nozizeption unterschieden werden.

Nozizeption wird als die Aufnahme noxischer Reize, die Umwandlung in eine Erregung und ihre Verarbeitung im peripheren und zentralen Nervensystem verstanden [84]. Die nozizeptiven Vorgänge können auch bei fehlendem Bewusstsein wie z.B. unter Vollnarkose ablaufen. Es kann aber auch zu Schmerzzuständen kommen, bei denen keine Aktivierung des peripheren nozizeptiven Systems feststellbar ist.

Die morphologische Grundlage für die Aufnahme und Umsetzung der Reize in eine Erregung bilden die verschiedenen sensorischen Endigungen der afferenten A δ - und C-Fasern der Spinal- bzw. Hirnnerven. Weil sich diese Arbeit mit der Nozizeption- und Schmerzunterdrückung mittels Spinalanästhesie beschäftigt, werden nur die spinalnervenbezogenen physiologischen und pathophysiologischen Aspekte dargestellt.

1.2.1 Verarbeitung der nozizeptiven Afferenzen auf der Spinalebene

Die noxischen Reize werden nach der Transformation in die Aktionspotenziale durch die afferenten Nervenfasern (A δ - und C-Klasse), die zu den Spinalganglienzellen (das 1. Neuron) gehören, über die Hinterwurzeln in das Hinterhorn des Rückenmarkes geleitet. Dort, in der Substantia gelatinosa, findet die Umschaltung der afferenten Erregung auf das 2. Neuron (Tractus spinothalamicus und Tractus spinoreticularis)

statt. Dabei sind zahlreiche multimodale Neurone beteiligt, die neben synaptischen Verbindungen mit nozizeptiven und nicht-nozizeptiven Afferenzen auch mit Fasern deszendierender Bahnen kommunizieren. Zusammen stellen sie ein wichtiges Regulations-, Modulations- und Entscheidungszentrum dar. Das Hinterhorn des Rückenmarks kann als das Tor verstanden werden, durch das nozizeptive Reize durchtreten müssen, um zu den höheren supraspinalen schmerzverarbeitenden Zentren im ZNS zu gelangen [48].

Als Hauptneurotransmitter bei der synaptischen Übertragung der primären nozizeptiven Afferenzen auf die Hinterhornneurone gelten Glutamat und Substanz P. Die postsynaptische Wirkung des Glutamats wird dabei durch drei verschiedene Rezeptortypen vermittelt: den AMPA- und NMDA-Rezeptor, die nach Ligandenbindung zu Ionenkanälen werden, sowie durch den metabotropen Glutamatrezeptor. Zusätzlich wird sie durch absteigende hemmende Bahnen beeinflusst, die als Botenstoffe endogene Opioide und Monoamine benutzen.

1.2.2 Sensibilisierung und Langzeitpotenzierung der Nozizeption.

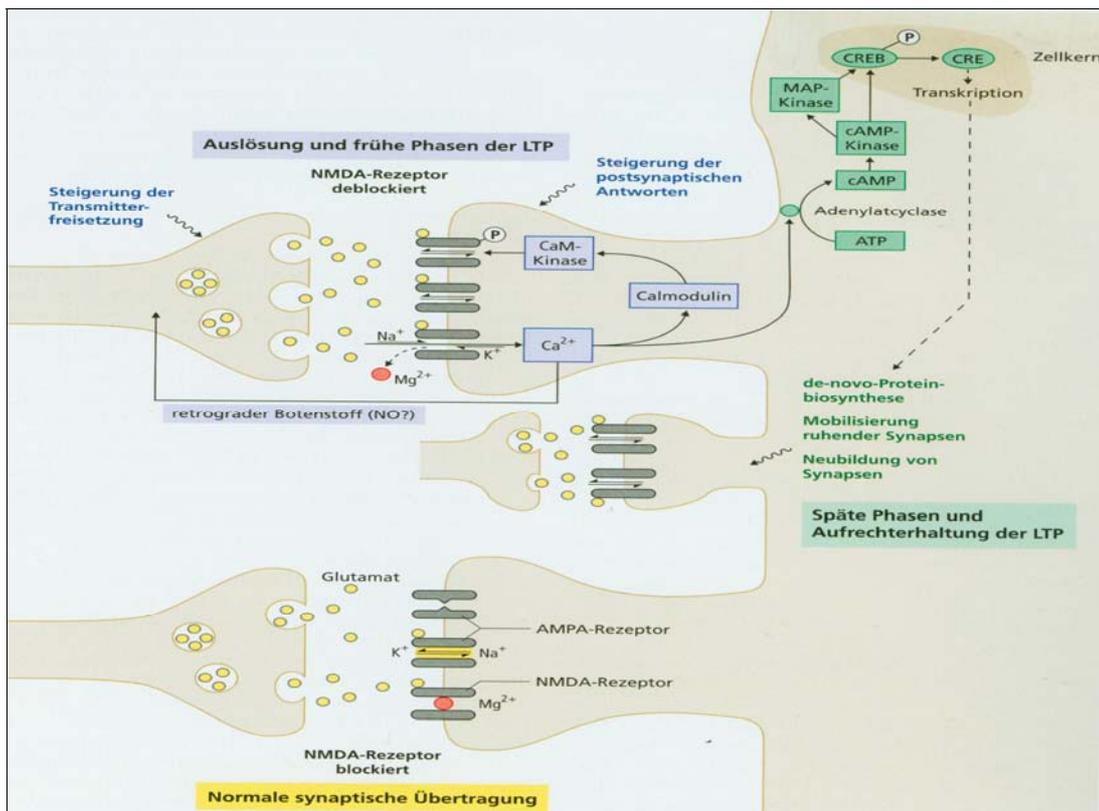
Prä-emptive Analgesie

Starke präsynaptische nozizeptive Erregung und die damit verbundene hohe Konzentration des Glutamats und der Substanz P im synaptischen Spalt erhöhen die Ionenpermeabilität der AMPA-Rezeptoren mit nachfolgender langsamer Depolarisation der postsynaptischen Membran. Der NMDA-Rezeptor bleibt durch Magnesiumionen so lange geschlossen, bis das Membranpotenzial seinen Eröffnungs-Schwellenwert (etwa -40mV) erreicht hat. Ist es dazu gekommen, wird der Magnesium-Block des NMDA-Rezeptors beseitigt. Es kommt zur Beschleunigung der Depolarisation und zu einem verstärkten Kalziumionen-Einstrom.

Freie Kalziumionen, die in dem Zytoplasma der postsynaptischen Neuronen hohe Konzentrationen erreichen, wirken als second-messenger und lösen wiederum die verschiedenen intrazellulären Kaskaden nacheinander aktivierter Enzyme aus. Die aktiven Enzyme können die Reizübertragungsstärke auf die postspinalen aufsteigenden Bahnen für Stunden bis Wochen deutlich erhöhen. Folgende Prozesse werden dafür verantwortlich gemacht:

- Beeinflussung der synaptischen Rezeptoren,
- Synthese neuer Botenstoffe (wie z.B. NO, PG, IP3) sowie
- Aktivierung der Transkription mit de-novo-Proteinsynthese und Neubildung von Synapsen (Abbildung 1.1).

Abbildung 1.1: Mechanismen der Langzeitpotenzierung (LTP)



Nach Kandel ER in. Principles of Neural Science, Kandel, Schwartz, Jessell (Hrsg.), 4.Aufl., McGraw-Hill, New York 2000, pp. 1247 ff

Es kann zu synaptischer Sensibilisierung und Langzeitpotenzierung mit Entstehung eines Schmerzgedächtnisses kommen. Klinisch wird sich das als Hyperalgesie, Allodynie oder chronischer Schmerz manifestieren [48, 96].

Um die Schmerzsensibilisierung zu verhindern, benutzt der Körper absteigende hemmende Bahnen, die dem starken Anstieg der freien Kalziumionenkonzentration in den Hinterhornneuronen entgegenwirken. Als Neurotransmitter werden dabei unter anderem endogene Opioide benutzt. Sie wirken über Opiatrezeptoren, die sowohl an höher geordneten Zentren als auch an den Zellen des Rückenmarks zahlreich vorkommen. Es scheint daher offensichtlich, dass die Unterstützung dieser Wirkung besonders in der perioperativen Behandlung eine große klinische Bedeutung hat. Die ärztlichen Maßnahmen, die der oben erwähnten Sensibilisierung vorbeugen, werden als präventive Analgesie (pre-emptive analgesia) bezeichnet. Die rechtzeitig und gezielt angewandte präventive Analgesie senkt deutlich das postoperative Schmerzniveau und den Analgetikabedarf. Zudem ermöglicht sie den Patienten die frühere Aufnahme der gewohnten Lebensaktivitäten [94, 70, 54].

Die Spinalanästhesie, die den afferenten Zustrom zu den Rückenmarksegmenten vollständig und räumlich selektiv unterdrückt, gewährleistet nicht nur intraoperative Schmerzfreiheit, sondern unterbindet auch sämtliche bekannten nozizeptiven Potenzierungseffekte auf der Hinterhornebene. Ähnliche, synergistische Wirkung üben auch die Morphin-Derivate durch Aktivierung der prä- und postsynaptischen Opiatrezeptoren aus. Auch die subkortikalen Hirnzentren, wie z.B. das limbische System, sind sehr reich an diesen Rezeptoren. Ihre Interaktion mit Opioiden schränkt die unbewusste Stressreaktion des Körpers ein. Mittels eines starken Opioids sollen alle synaptischen Ketten der sensorischen Nervenleitung auf einen kleinen Bruchteil der ursprünglichen Aktivität vermindert werden [50].

1.3 Theoretische Grundlagen der Spinalanästhesie

Die seit über hundert Jahren bekannte Spinalanästhesie ist eine zuverlässige, einfache, sichere und kostengünstige Anästhesiemethode. Sie ermöglicht die Durchführung einer Vielzahl von operativen Eingriffen im Bereich der unteren Extremitäten sowie des Unterbauches bei einem wachen Patienten. Die dabei verwendeten Lokalanästhetika werden intrathekal, meistens lumbal injiziert. Durch Diffusion erreichen sie die Spinalnervenwurzeln, die Spinalganglien sowie die Rückenmarkszellen. Je nach Art der verwendeten Substanz, ihrer Dosis und Konzentration, des spezifischen Gewichts der Lösung, der Spritztechnik und des Anteils an Zusatzstoffen wird neben unterschiedlicher Ausbreitung der sensorischen und sympathischen Blockade auch eine verschiedene Tiefe des motorischen Blocks erreicht. Auch die Konstitution des Patienten, Alter sowie gesundheitlicher Zustand beeinflussen stark das Ausmaß, den Verlauf und die Rückbildung der Spinalanästhesie. Aufgrund des Sichtbarwerdens des Liquors ist die intrathekale Injektion mit sehr hoher Treffsicherheit verbunden.

1.3.1 Seitenspinalanästhesie

Durch entsprechende Lagerung der Patienten, gezielten Einsatz hypo- oder hyperbarer Lösungen sowie spezieller Injektionstechnik kann die Spinalanästhesie weitgehend auf nur eine Seite beschränkt werden. Es resultiert eine Seitenspinalanästhesie. Sie zeichnet sich durch große hämodynamische Stabilität, ausreichend lange Analgesiedauer der operierten Seite und erhöhte Sicherheit durch die Möglichkeit der Frühdiagnose bei den postpunktionellen Blutungen aus. Dank dem partiell erhaltenen Körpergefühl wird sie von den Patienten im Allgemeinen als sehr angenehm empfunden.

1.3.2 Spinalanästhetika

Die Spinalanästhetika blockieren vorübergehend die Fortleitung der Depolarisationswelle in den betroffenen Nervenzellen. Dieser Effekt wird durch eine reversible Blockade der Natriumkanäle in der Nervenmembran erreicht. Aus der Sicht des Chemikers sind die meisten Lokalanästhetika Ester- oder Amidverbindungen, wobei letztere wesentlich häufiger angewendet werden. Alle Lokalanästhetika besitzen neben einem lipophilen Teil eine für ihre Wirkung essentielle tertiäre Amingruppe. Lokalanästhetika sind schwache Basen mit einem pK_a -Wert zwischen 7,8 und 9,0. Um die Wasserlöslichkeit zu erhöhen, werden ihre Hydrochlorid-Injektionslösungen auf pH-Werte von 4 – 6 titriert.

Die Lokalanästhetika üben ihre Wirkung erst nach Diffusion in das Zellinnere, Andockung an den Natriumkanal und Umwandlung der Amingruppe in die ionisierte Form aus. Dabei gelten folgende Regeln: je größer die Lipidlöslichkeit, desto schneller die Diffusion und stärker die anästhetische Potenz. Andererseits, je höher der pH-Wert der Gewebe, desto mehr nichtionisierte, also lipidlösliche Anästhetikamoleküle liegen vor [18].

Je nach Dichte der Trägerlösung im Vergleich zur Dichte des Liquors cerebrospinalis werden die Spinalanästhetika als hypobare ($<0,9990$), isobare ($0,9990-1,0015$) und hyperbare ($>1,0015$) Lösungen angeboten [85]. Für die Injektionen in den Subarachnoidalraum wird meistens Bupivacain verwendet [85]. Es liegen allerdings Studien vor, die den intrathekalen Einsatz von Levobupivacain [100, 52, 1, 111] und Ropivacain [71, 79, 110] beschreiben. Lidocain, das dank seiner kurzen Wirkung in der Vergangenheit oft Anwendung fand, wird wegen Neurotoxizität vermieden [36, 74, 98]. Die Anwendung von Mepivacain ist mit hoher Inzidenz der Transienten Radikulärer Irritationen verbunden [37]. Dafür erlebt das seit fünfzig Jahren bekannte

2-Chloro-Procaïn sein Comeback. Es scheint besonders gut für sehr kurze chirurgische Eingriffe im Bereich der unteren Extremitäten geeignet zu sein [35, 113, 114].

Durch Zusatz von verschiedenen Pharmaka versuchte man die Wirkung der Spinalanästhetika zu beeinflussen. Dabei wurden die modifizierenden Eigenschaften von Epinephrin [53, 29], Neostigmin [76], Clonidin [34, 31] und vor allem Opioiden [61, 9, 82] untersucht. Letztere verlängern die antinozizeptive Wirkung der Lokalanästhetika ohne gleichzeitig die Rückbildung der sensomotorischen Nervenblockade zu verzögern [82]. Mit intrathekaler Gabe erreicht man dabei bessere Ergebnisse, als bei intravenöser Injektion der gleichen Pharmakomenge [101].

1.3.3 Nebenwirkungen und Komplikationen der Spinalanästhesie

Die systemischen Nebenwirkungen der Spinalanästhetika leiten sich von ihrem Wirkort ab. Sie sind weitgehend unabhängig von der verwendeten Substanz und hängen in erster Linie vom Ausmaß der Sympathikolyse und dem körperlichen Zustand des Patienten ab [109]. Dazu gehören vor allem Kreislaufreaktionen in Form von arterieller Hypotonie (16,4% – 22,4%), Bradykardie (8,9%) und sogar Asystolie [21, 5, 2, 104]. Diese Nebenwirkungen treten meistens kurz nach der Anlage der Anästhesie auf. Dank des heute üblichen engmaschigen perioperativen Kreislaufmonitorings können sie frühzeitig erkannt und therapiert werden [63]. Gegenüber der beidseitigen Spinalanästhesie sind derartige Reaktionen bei der einseitigen Spinalanästhesie eine Seltenheit [40, 21].

Insgesamt treten Komplikationen nach Anwendung der Spinalanästhesie seltener auf als nach Allgemeinanästhesie [86, 97]. Zu den am meisten gefürchteten schweren neurologischen Komplikationen gehören Meningitis, Cauda Equina Syndrom, intrathekale sowie epidurale Blutungen, Hämatome und Abszesse. Die akzidentellen

spinalen oder epiduralen Blutungen treten sehr selten auf [5, 106]. Erkennt man sie nicht rechtzeitig, können schwerwiegende Nervenwurzel- und Rückenmarksschäden entstehen [77].

Die Inzidenz der neurologischen Komplikationen wurde von Moen et al. als 1/20 – 30.000 angegeben [87]. Diese im Jahr 2004 publizierte retrospektive Studie umfasste über 1,2 Millionen Spinalanästhesien, die zwischen 1990 und 1999 in Schweden durchgeführt worden sind. Auch eine finnische Studie, die 1997 publiziert wurde und 550.000 Spinalanästhesien erfasste, ergab eine Inzidenz an schweren Komplikationen von 0,45/10.000 [2].

Eine leichtere Form der neurologischen Komplikationen stellen die Transienten Radikulären Irritationen (TRI) dar. Sie wurden 1993 von Schneider et al. beschrieben [5]. Es handelt sich dabei um Rückenschmerzen mit Ausstrahlung entlang des Verlaufs der Spinalnervenfasern, die innerhalb von 24 Stunden nach vollständigem Abklingen der Spinalanästhesie auftreten und von keinen neurologischen Defiziten begleitet werden. TRI begleiten am meisten die Spinalanästhesie mit Lidocain und Mepivacain. Bei Verwendung von Bupivacain werden diese selten beobachtet (1,1% – 3%) [37, 66]. Das Auftreten derartiger Störungen nach Hemispinalanästhesie ist kaum systematisch untersucht worden. Es ist aber anzunehmen, dass durch die Anwendung von geringen Mengen Bupivacain TRI selten zu beobachten sein werden [70].

Eine sehr hohe Inzidenz von cardiac arrest und schweren neurologischen Komplikationen, nämlich jeweils 6/10.000, gab 1997 Auroy an [5]. Die hohe Inzidenz von schweren kardiopulmonalen Nebenwirkungen resultierte aus den sechs Todesfällen bei Operationen unter Anwendung von SpA. Fünf der verstorbenen Patienten erhielten eine zementierte Hüft-Endoprothese. Es handelte sich dabei um ältere Patienten (82 ± 7 Jahre alt), bei denen zum Zeitpunkt des Herzstillstands ein hoher Blutverlust

zu verzeichnen war (mehr als 700ml). Bei drei Patienten trat der Kreislaufstillstand während des Einbringens von Knochenzement auf. Dieser Zusammenhang wurde von Auroy selbst bemerkt und in seiner 2002 publizierte Studie nochmals betont [4]. Die Kausalität mit der SpA wurde nicht bewiesen. Ein hoher sekundärer kranialer Anstieg der Nervenblockade kann zu schweren kardiopulmonalen Störungen mit Notwendigkeit einer Intubation führen [112, 68].

Als Folge der Spinalanästhesie können Blasenentleerungsstörungen auftreten [6]. Ihre Inzidenz wird bei Bupivacain bis zu 56% angegeben [75]. Postoperativ auftretender Pruritus wird vor allem auf Opioid-Zusatz zurückgeführt. Die Häufigkeit und Dauer des Juckreizes hängt von der angewandten Substanz und der verabreichten Dosis ab [90, 89]. Auch Übelkeit und Erbrechen gehören zu den Nebenwirkungen der Spinalanästhesie [56, 13, 51]. Die postpunktionellen Kopfschmerzen (postdural puncture headache, PDPH) treten abhängig von den verwendeten Punktionsnadeln mit unterschiedlicher Prävalenz auf [42, 43, 73, 78].

Angesichts der sehr geringen Mengen von intrathekal injizierten Lokalanästhetika, sind systemisch-toxische Wirkungen bei einseitiger Spinalanästhesie nicht zu befürchten [32].

2 PROBLEMSTELLUNG

Die Aussagen der verschiedenen Studien zur Durchführungstechnik, den verwendeten Medikamenten und zum Verlauf der einseitigen Spinalanästhesie sind verwirrend und teilweise widersprüchlich. Die Möglichkeit der Begrenzung der Nervenblockade auf nur eine Körperhälfte stellt dem Anästhesisten eine gezieltere, sicherere und gut kalkulierbare Spinalanästhesie zur Verfügung. Diese Möglichkeit wird durch manche Studien als wenig praktikables Konzept in Frage gestellt [45, 103, 62, 80].

Die vorliegende Arbeit hat sich folgende Ziele gesetzt:

- der Verlauf und die Zuverlässigkeit der seitenbetonten Spinalanästhesie mit 0,8 ml Carbostesin[®] 0,5% hyperbar (entsprechend 4,0 mg Bupivacain) und 0,2 ml Sufenta epidural (entsprechend 1,0 µg Sufentanil) im klinischen Alltag zu prüfen
- die praxisrelevanten Daten zu evaluieren
- die Akzeptanz der Methode bei Patienten und Operateuren zu erfragen

3 PATIENTEN UND METHODIK

Diese prospektive konsekutive klinische Studie wurde unter Bedingungen der alltäglichen klinischen Praxis in der Anästhesieabteilung der Kreisklinik Fürstentfeldbruck im Zeitraum von Oktober 2004 bis April 2005 durchgeführt. Die Kreisklinik ist ein Krankenhaus der Grund- und Regelversorgung mit 380 Betten. Jährlich werden dort ca. 6000 Narkosen, davon etwa 1100 ambulant, durchgeführt.

3.1 Patientenkollektiv

In die Arbeit wurden 67 Patienten im Alter von 14 bis 89 Jahren aufgenommen. Darunter befanden sich 24 Frauen und 39 Männer. Nach der Aufklärung über die Seiten-spinalanästhesie, die verwendeten Medikamente und die Durchführungstechnik wurden die Patienten gefragt, ob sie mit der Erhebung studienrelevanter Daten einverstanden seien. Um den postoperativen Verlauf zu eruieren, wurden die Patienten gebeten, im Sinne der anästhesiologischen Visite an einer Befragung teilzunehmen.

3.1.1 Einschlusskriterien

- medizinische Indikation für einseitige Spinalanästhesie (eSpA)
- schriftliche Einwilligung der Patienten für die Spinalanästhesie

3.1.2 Ausschlusskriterien

- bis auf medizinische Kontraindikationen galten keine studienbezogenen Ausschlusskriterien

3.1.3 Abbruchkriterien

- Notwendigkeit einer Vollnarkose bei erfolgloser Spinalanästhesie

3.2 Patientenmonitoring

Das Monitoring wurde mit Datex-Engstrom AS/3TM Compact Monitor durchgeführt. Folgende Parameter wurden kontinuierlich überwacht:

- Herzfrequenz mit 3-Kanal-EKG-Ableitung
- Sauerstoffsättigung mittels Pulsoxymetrie
- arterieller Blutdruck durch intermittierende (5 Minuten Intervall), nichtinvasive, automatisierte Blutdruckmessung

3.2.1 Interventionsbedürftige Kreislaufinstabilität

Herzfrequenz (HF) und arterieller Blutdruck (RR) wurden prä- und intraoperativ im 5-Minuten-Takt, postoperativ im 10-Minuten-Takt dokumentiert (Narkoseprotokoll). Die unmittelbar vor der Spinalpunktion gemessenen RR- und HF-Werte galten als Ausgangswerte. Ein Abfall des systolischen Blutdrucks um mehr als 30% des Ausgangswertes sowie eine Bradykardie unter 45 Schläge/Min wurden als interventionsbedürftige Kreislaufinstabilität definiert. Das Auftreten einer interventionsbedürftigen Kreislaufinstabilität wurde während der gesamten OP-Zeit protokolliert (Studienprotokoll). Die Entscheidung über ihre Behandlungsart wurde dem Anästhesisten überlassen.

3.3 Material

3.3.1 Verwendete Spinalnadel



Abbildung 3.1: BD Whitacre Nadel

Für die Durchführung der spinalen Punktion wurde standardmäßig die Whitacre 25G pencil-point Nadel der Firma Becton-Dickinson S.A. verwendet (Abbildung 3.1).



Abbildung 3.2: BD Yale™ Nadel

Bei Punktionsschwierigkeiten erfolgte bei zweitem Versuch die Anwendung der 22G BD Yale™ Spinal Nadel von Becton-Dickinson mit Quincke-Schliff (Abb. 3.2) bzw. einer Quincke-Schliff Nadel mit Überlänge (BD Spinal 25G; 11,9 cm).

3.3.2 Verwendete Medikamente

Carbostesin® 0,5% hyperbar 4 ml Amp von AstraZeneca GmbH.

Zusammensetzung: 21,12 mg Bupivacainhydrochlorid 1 H₂O (entsprechend 20 mg Bupivacain-hydrochlorid), 72,70 mg wasserfreie Glucose (entsprechend 80 mg Glucose-Monohydrat), Natriumhydroxid zur pH-Wert-Einstellung, Wasser für Injektionszwecke. Die Dichte der Lösung ist auf 1,026 g/ml bei 20°C, entsprechend 1,021 g/ml bei 37°C eingestellt. Die Injektionslösung hat einen pH-Wert von 4,5–6 und einen pK_a-Wert von 8,1.

Sufenta epidural 10µg/2ml von Janssen-Cilag GmbH, 41457 Neuss.

Zusammensetzung: 15 µg Sufentanildihydrogencitrat (entspr. 10µg Sufentanil), Natriumchlorid, Wasser für Injektionszwecke.

3.3.3 Injektionsspritze und Injektionslösung

Zur Durchführung der Spinalanästhesie wurde 1,0 ml einer hyperbaren Anästhetikallösung mit 4,0 mg Bupivacain und 1,0 µg Sufentanil verwendet. Die Injektionslösung wurde immer unmittelbar vor der Spinalpunktion vorbereitet. Die Vorbereitung und intrathekale Injektion der Medikamentenlösung erfolgte mittels Heparinspritze Injekt-H der Firma B|Braun Melsungen AG mit 1,0 ml Volumen und 0,02 ml Skala. Unter aseptischen Bedingungen wurden zuerst 0,8 ml Carbostesin[®] 0,5% hyperbar und anschließend 0,2 ml Sufenta epidural 10µg/2ml in die Heparinspritze aufgezogen.

3.4 Vorgehensweise bei der Durchführung der einseitigen SpA

Die Bedingungen bei Vorbereitung und Durchführung der einseitigen Spinalanästhesie entsprachen denen der täglichen klinischen Praxis.

3.4.1 Prämedikation und Narkose-Vorbereitung

Die Patienten wurden 30 Minuten vor Operationsbeginn prämediziert. Die Prämedikation erfolgte oral mit gewichtsadaptierten Dosen von Midazolam (Dormicum[®])

Lacktabletten) oder Lorazepam (Tavor[®]). In vielen Fällen bekamen die Patienten auf eigenen Wunsch keine Prämedikation.

Nach Eintreffen im Narkoseeinleitungsraum wurden die Patienten an die kardiopulmonale Überwachung angeschlossen. Über eine periphere Venenverweilkanüle starteten wir eine Infusion mit Gabe von ca. 15 ml/Min (Ringer-Infusionslösung B|Braun). Es wurde kein definiertes prae-loading Volumen gegeben.

3.4.2 Lagerung der Patienten zur Spinalpunktion

Alle Patienten wurden auf dem horizontal gestellten OP-Tisch in eine Seitenlage mit der zu operierenden Seite nach unten gebracht. Es wurden keine zusätzlichen Hilfsmittel benutzt, um die waagerechte Lage der Wirbelsäule zu gewährleisten. Nach erfolgter Spinalpunktion und intrathekaler Injektion wurden die Patienten zehn Minuten lang in der Seitenlage belassen. Nach anschließender Umlagerung auf den Rücken wurde mit der OP-Vorbereitung begonnen.

3.4.3 Punktionshöhe und intrathekale Injektion

Nach Lokalisation der Punktionsstelle und Durchführung der lokalen Hautbetäubung mit Bänderinfiltration (2 – 4 ml Xylonest[®] 1%) erfolgte unter aseptischen Bedingungen die mediane Punktion des Subarachnoidalraumes. Sie wurde in der Höhe L3/L4 durchgeführt. Bei Punktionsschwierigkeiten wurde alternativ auf die Höhe L2/3 oder L4/L5 ausgewichen. Als Zeichen der erfolgreichen Punktion wurde freies Abfließen des klaren Liquors bei ausbleibenden Parästhesien gesehen. Unmittelbar danach erfolgte gleichmäßig über drei Minuten lang die intrathekale Injektion der Anästheti-

kalösung. Während des Vorgangs wurde nicht barbotiert, und es wurde darauf geachtet, dass die Öffnung der Nadel nach unten gerichtet war. Der Beginn der subarachnoidalen Lokalanästhetika-Injektion (SA-Inj) galt als Punkt Null der Zeitachse für die nachfolgenden Handlungen und Bestimmungen (Abbildung 3.3).

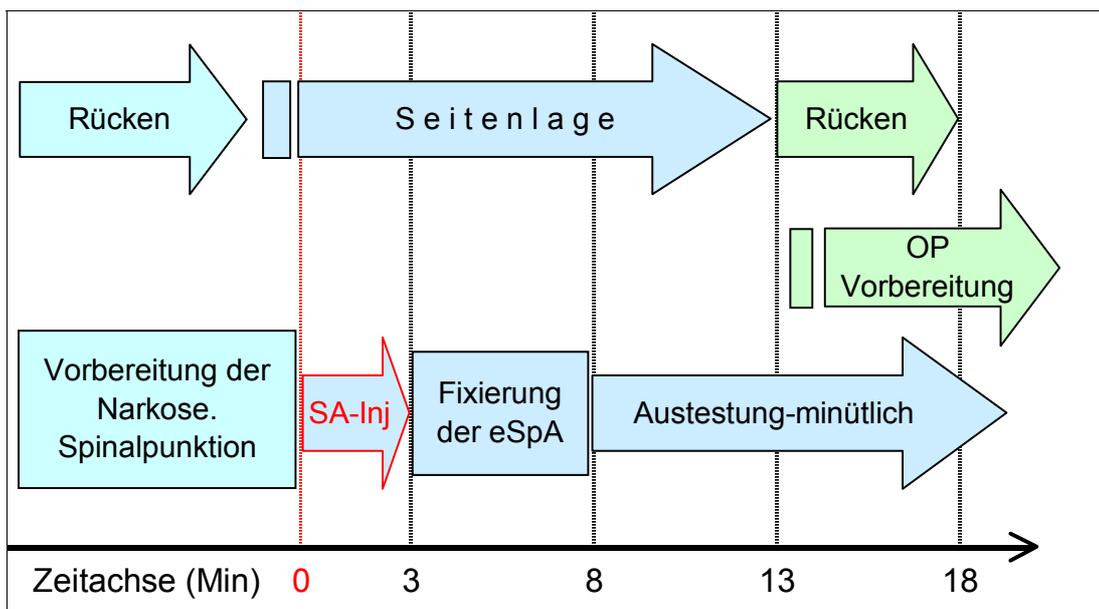


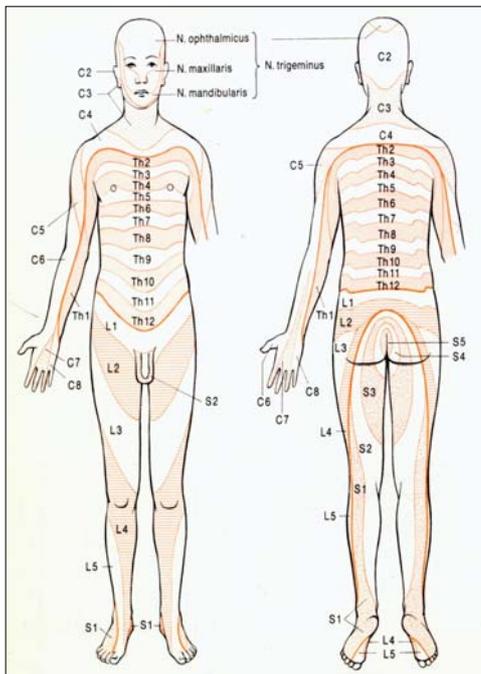
Abbildung 3.3: Zeitlicher Ablauf bei der Durchführung der eSpA

3.4.4 Austestung der Nervenblockade

Nach acht Minuten begann die minütliche Austestung der sensorischen und motorischen Blockade. Die Austestung wurde präoperativ mindestens solange durchgeführt, bis in den drei aufeinander folgenden Tests keine Veränderung des sensorischen Blockniveaus feststellbar war, jedoch nicht kürzer als bis zur achtzehnten Minute. Intraoperativ wurde nicht getestet. Unmittelbar postoperativ wurden die Blockade-Tests wieder aufgenommen und erfolgten im 10-Minuten Intervall bis zur Rückbildung der sensorischen Blockade auf das S2-Niveau.

Sensorische Blockade

Die sensorische Blockade wurde als Unfähigkeit des Patienten definiert, die „spitzstumpf“ Empfindungen zu unterscheiden.



Das Niveau der sensorischen Blockade wurde seitengetreunt beidseits in den Medioclavicular-Linien getestet und protokolliert. Für die Testung verwendeten wir eine 20 G Sterican[®] Injektions Kanüle der Firma B|Braun. Die Zuordnung der Dermatome erfolgte nach dem Hansen-Schliack Schema (Abbildung 3.4).

Abbildung 3.4: Dermatombzuordnung nach Hansen-Schliack

Motorische Blockade

Die Ermittlung der Tiefe der motorischen Blockade erfolgte getrennt auf beiden Körperseiten. Bei der Prüfung wurde die Vier-Punkte-Skala nach Bromage angewandt (Abbildung 3.5, nächste Seite). Als klinisch relevanter Ausdruck der Blockade des Sympathischen Systems haben wir das Auftreten der interventionsbedürftigen Kreislaufinstabilität angenommen und protokolliert. Die Erfassung des Niveaus der Sympathikusblockade durch Hauttemperaturmessung wurde nicht durchgeführt.

Bromage 0	Volle Bewegungsfreiheit – keine Blockade
Bromage 1	Beugen in Fuß- und Kniegelenk möglich – partielle Blockade
Bromage 2	Beugen in Fuß- und Kniegelenk nicht möglich – partielle Blockade
Bromage 3	Unfähigkeit des Patienten Fuß oder Bein zu heben

Abbildung 3.5: Bromage Skala

3.4.5 Freigabe zur Operation und intraoperativer Verlauf

Nachdem die getestete sensorische und motorische Nervenblockade den OP-Erfordernissen entsprach und die Patienten kardiopulmonal stabil waren, wurden sie für den operativen Eingriff freigegeben. Auf den Wunsch des Patienten erfolgte eine intraoperative Sedierung mit Propofol-[®]Lipuro 1% (kontinuierliche Infusion mit 1–3 mg/kgKG/h) oder Dormicum[®] Injektionslösung i.v. (30–70 µg/kgKG). Bei PONV-Anamnese wurden 10 mg MCP-ratipharm[®] i.v. verabreicht. Eine Schmerztherapie mit peripher wirkenden Analgetika wurde präoperativ mit 1,0 g Perfalgan[®] i.v. eingeleitet und postoperativ weitergeführt.

3.4.6 Postoperativer Verlauf

Postoperativ wurden die Patienten im Aufwachraum überwacht. Die Verlegung auf die Krankenhausstation beziehungsweise in den Ruheraum (ambulante Patienten) erfolgte frühestens nach Erfüllung folgender Kriterien:

- vollständige Rückbildung der motorischen Blockade
- kardiopulmonale Stabilität
- Wachheit und Schmerzfreiheit der Patienten

3.5 Erhebung, Erfassung und Auswertung der Daten

Die bei der Studie gewonnenen Daten wurden in den drei folgenden Protokollen dokumentiert.

3.5.1 Das Anästhesieprotokoll

Der vollständige Verlauf der Narkose und die Daten der kardiopulmonalen Überwachung wurden in dem Anästhesieprotokoll erfasst (Malena[®]-Anästhesie-Protokoll).

3.5.2 Das perioperative Studienprotokoll

Ein Studienprotokoll wurde zur perioperativen Datenerfassung entworfen. Wir protokollierten folgende Daten und Parameter:

- morphometrische Patientendaten
- ASA-Klassifikation
- Art des operativen Eingriffs
- Art der Hospitalisation: ambulant oder stationär
- Höhe der lumbalen Punktion
- verwendete Spinal-Punktionsnadel
- Uhrzeit des intrathekalen Injektionsbeginns
- Uhrzeiten: OP-Beginn und OP-Ende
- zeitabhängige segmentale Ausbreitung der sensorischen Blockade, getrennt auf beiden Körperseiten

- Tiefe des motorischen Blocks parallel zu der sensorischen Blockade jeweils auf beiden Körperseiten getrennt
- subjektives Empfinden der Blockade durch Patienten
- Auftreten einer interventionsbedürftigen Kreislaufinstabilität
- Zufriedenheit der Operateure mit der einseitigen Spinalanästhesie als Narkoseverfahren

3.5.3 Postoperativer Fragebogen

Am ersten und vierten postoperativen Tag erfolgte die narkosebezogene postoperative Befragung der Patienten. Sie wurde anhand eines Fragebogens durchgeführt. Falls die Patienten inzwischen aus dem Krankenhaus entlassen waren, interviewten wir diese telefonisch und erkundigten uns nach dem Folgenden:

- Störungen der Miktion oder der Darmentleerung
- postoperative Kopfschmerzen, Übelkeit oder Erbrechen
- Auftreten von Pruritus
- in ein Bein ausstrahlende Rückenschmerzen
- Sensibilitätsstörungen im operierten Gebiet
- Narkoseverfahren bei früheren Operationen
- Zeitpunkt der ersten postoperativen Schmerzen und ihre Stärke (10-Pkt VAS)

Die Patienten haben auch folgende Fragen mit „Ja“ oder „Nein“ beantwortet:

- „Sind Sie mit der Narkose zufrieden?“
- „Würden Sie die Narkose nochmals wählen?“

3.5.4 Praxisrelevante Daten

Folgende Zusammenhänge wurden als relevant für die tägliche klinische Praxis eingestuft und dargestellt:

- präoperative sensorische und motorische Nervenblockade im zeitlichen Verlauf
- Anzahl der Patienten, bei denen es zum Übertritt der Blockade auf die gegenüberliegende Seite gekommen ist, wobei Test-Ergebnisse und subjektives Empfinden der Patienten dargestellt wurden
- Niveau der maximalen sensorischen Blockade (maxSB)
- Zeit bis zum Eintreten der maximalen sensorischen Blockade (TmaxSB)
- Tiefe der motorischen Blockade (MB) bei TmaxSB
- Zeit bis zur Rückbildung der motorischen Blockade (Bromage gleich Null)
- Zeit bis zur Regression der sensorischen Blockade auf L3- und S2-Niveau
- Zeit bis zur OP-Freigabe und OP-Dauer
- Zeit zwischen S2-Regression und dem Auftreten der ersten postoperativen Schmerzen, Beurteilung der Schmerzstärke nach der 10-Punkte VAS

3.6 Statistische Methoden

Es erfolgte eine Auswertung der Daten mittels deskriptiver Statistik. Folgende Werte wurden berechnet und gezeigt:

- der minimale (Min) und maximale (Max) Wert
- der Median (MED)
- mittlere absolute Abweichung vom Median (MAA)

Im weiteren Text werden die errechneten statistischen Werte folgendermaßen dargestellt: $MED \pm MAA$ (Min – Max).

4 ERGEBNISSE

4.1 Patientenkollektiv

Die Studie erfasste 67 Patienten. In die Auswertung wurden 63 aufgenommen. Vier Patienten mussten aus folgenden Gründen in einer Vollnarkose operiert werden:

- Unterbrechung der Durchführung der einseitigen Spinalanästhesie wegen mangelhafter Patienten-Compliance und Punktionsschwierigkeiten: zwei Patienten
- nur flüchtige sensorische Blockade auf beiden Körperseiten: zwei Patienten

Die morphometrischen Daten des ausgewerteten Kollektivs von 63 Patienten sind in der Tabelle 4.1 dargestellt. Die Patienten wurden ambulant (14 Patienten) und stationär (49 Patienten) behandelt. Die präoperative ASA-Klassifizierung erfasst die Tabelle 4.2.

Tabelle 4.1: Morphometrische Patientendaten

Patienten [n]	63 (F – 24, M – 39)
Alter [Jahre]	56 ± 14 (14 – 89)
Größe [cm]	172 ± 6 (156 – 189)
Gewicht [kg]	76 ± 11 (45 – 115)

MED ± MAA (MIN – MAX)

Tabelle 4.2: ASA-Klassifizierung

ASA I	34 Patienten
ASA II	23 Patienten
ASA III	6 Patienten

Die Anlage der einseitigen Spinalanästhesie erfolgte bei folgenden operativen Eingriffen:

Tabelle 4.3: OP-Lokalisation und Anzahl der Patienten

OP-LOKALISATION	PATIENTEN [n]
Kniegelenk (Arthroskopie, Bakerzyste, Patellarsehnenruptur)	26
Unterschenkel (Materialentfernung, Nekrosenabtragung)	2
Sprunggelenk (Osteosynthese, Metallentfernung, Bandnaht)	16
Fuß (Exostose, Nekrosenabtragung, Fraktur)	7
Leistenbruch	10
Hydrozele	2

4.2 Patientenmonitoring und perioperative Besonderheiten

Während der gesamten OP- und Narkose-Dauer waren 62 Patienten entsprechend der Studiendefinition kreislaufstabil. Eine Patientin (62 Jahre, 84 kg, 170 cm, Kniegelenk-Arthroskopie) erfüllte postoperativ im Aufwachraum (90 Minuten nach Beginn der SA-Inj) die Kriterien der interventionsbedürftigen Kreislaufinstabilität und bekam bei HF < 40 Schläge/min 0,25 mg Atropin i.v. Die Patientin hatte dabei stabilen Blutdruck und äußerte keine Beschwerden.

Während der OP-Dauer wünschten 13 Patienten zu schlafen. Sie wurden mit Dormicum® oder Propofol-® Lipuro 1% i.v. sediert (entsprechend 9 und 4 Patienten).

4.3 Durchführung der einseitigen Spinalanästhesie

Tabelle 4.4: Höhe der Spinalpunktion

PUNKTIONSHÖHE	PATIENTEN [n]
L2/3	15
L3/4	47
L4/5	1

Tabelle 4.5: Verwendete Spinalnadel

PUNKTIONSNADEL	PATIENTEN [n]
Whitacre 25G	58
Yale™ 22G	4
BD Spinal 25G; 11,9 cm	1

4.4 Austestung der Nervenblockade

Die Auswertung der Blockade-Testprotokolle ergab, dass das Auftreten und die Ausbreitung der sensorischen und der motorischen Blockade auf beiden Körperseiten unterschiedlich waren. Bei jedem in die Auswertung eingeschlossenen Patienten trat auf der zu operierenden Seite eine sensorische und motorische Blockade ein. Bei 14 Patienten (22,2% des Gesamtkollektivs) war die sensorische Blockade objektiv (pin-prick Testergebnisse) auch auf der nicht zu operierenden Körperseite feststellbar. Dieser Übertritt wurde von nur zwei Patienten (3,2%) subjektiv erkannt. Zum Übertritt der motorischen Blockade kam es nur bei einem Patienten.

Die in folgendem Abschnitt beschriebenen Daten beziehen sich auf die zu operierende Körperseite. Die Testergebnisse, die den Übertritt der Nervenblockade betreffen, werden im Kapitel 4.4.3 näher besprochen (Seite 38).

4.4.1 Präoperativer Verlauf der sensorischen Blockade

Zum Beginn der Austestung (neunte Minute) wurde bei jedem Patienten eine sensorische Blockade festgestellt. Die weitere Ausbreitung der Blockade erfolgte zeitabhängig bis zum Erreichen des jeweiligen höchsten präoperativen Blockadeniveaus. Die Anzahl der Patienten und das Dermatom mit der jeweils höchsten getesteten sensorischen Blockade sind in der Tabelle 4.6 den einzelnen Testperioden zugeordnet.

Tabelle 4.6: Präoperativer Verlauf sensorischer Blockade – operierte Seite

NIVEAU DER BLOCKADE	9 Min	10 Min	11 Min	12 Min	13 Min	14 Min	15 Min	16 Min	17 Min	18 Min	19 Min
	ANZAHL DER PATIENTEN										
Th6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Th7	0	0	1	2	2	2	3	4	5	5	5
Th8	0	0	5	7	9	10	10	10	9	9	9
Th9	2	6	4	8	8	8	7	6	6	6	6
Th10	8	12	13	12	12	14	16	17	17	17	17
Th11	7	9	18	17	18	16	15	14	14	14	14
Th12	18	26	16	12	10	10	9	9	9	9	9
L1	23	9	5	4	3	3	3	3	3	3	3
L2	5	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
L3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Die präoperative zeitliche Veränderung des Niveaus der sensorischen Blockade unter Berücksichtigung der Patientenlagerung zeigt die Abbildung 4.1. Die Grafik betrifft das Gesamtkollektiv. Es werden jeweils das höchste (MAX), das niedrigste (MIN) und das mittlere (MEDIAN) Niveau dargestellt.

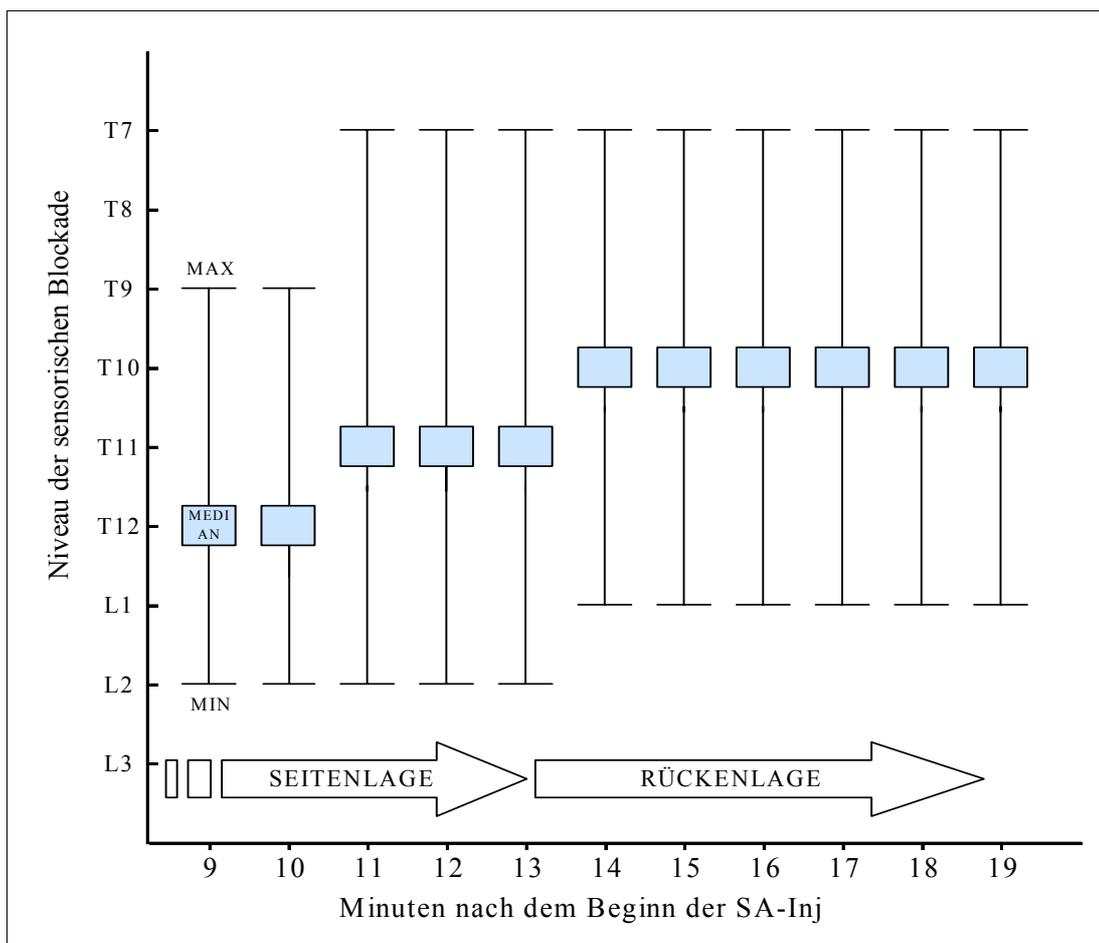


Abbildung 4.1: Präoperativer Verlauf sensorischer Blockade – operierte Seite

Bei keinem der getesteten Patienten kam es postoperativ zum Anstieg der präoperativen Blockadenhöhe. Das höchste präoperative Blockadeniveau wurde daher als die maximale sensorische Blockade (maxSB) bezeichnet. Die Höhe der maxSB war unterschiedlich und reichte durchschnittlich bis Th10 (L1 – Th7). Die Abbildung 4.2 (nächste Seite) zeigt die Verteilung der maxSB in dem untersuchten Kollektiv.

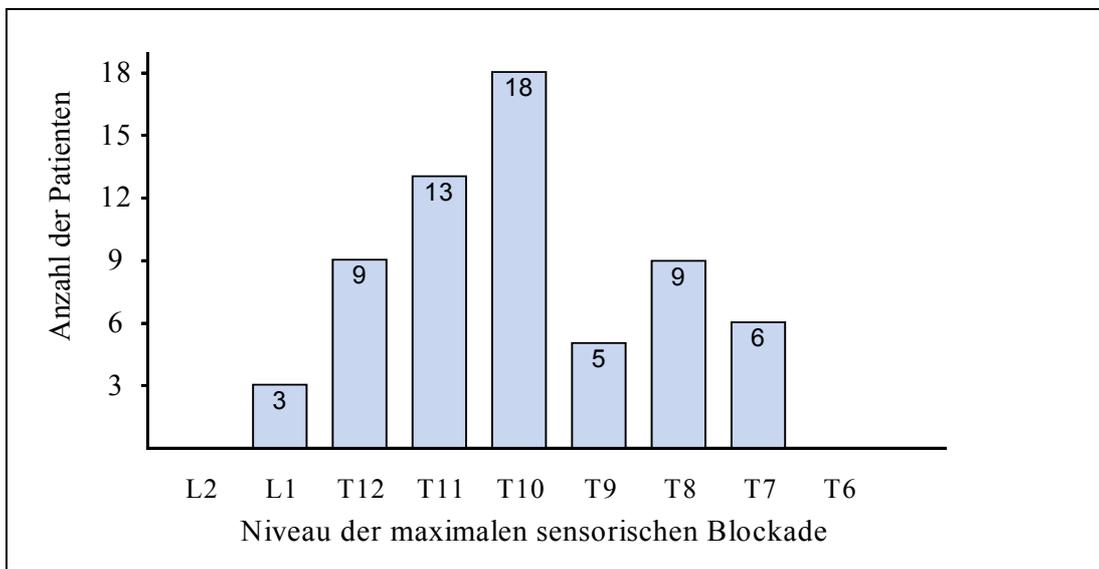


Abbildung 4.2: Maximale Höhe der sensorischen Blockade – maxSB

Die Zeit, die gebraucht wurde, um die maxSB jeweils zu erreichen, war unterschiedlich. Sie wurde als TmaxSB bezeichnet und betrug 12 ± 2 (9 – 20) Min. (Abb. 4.3).

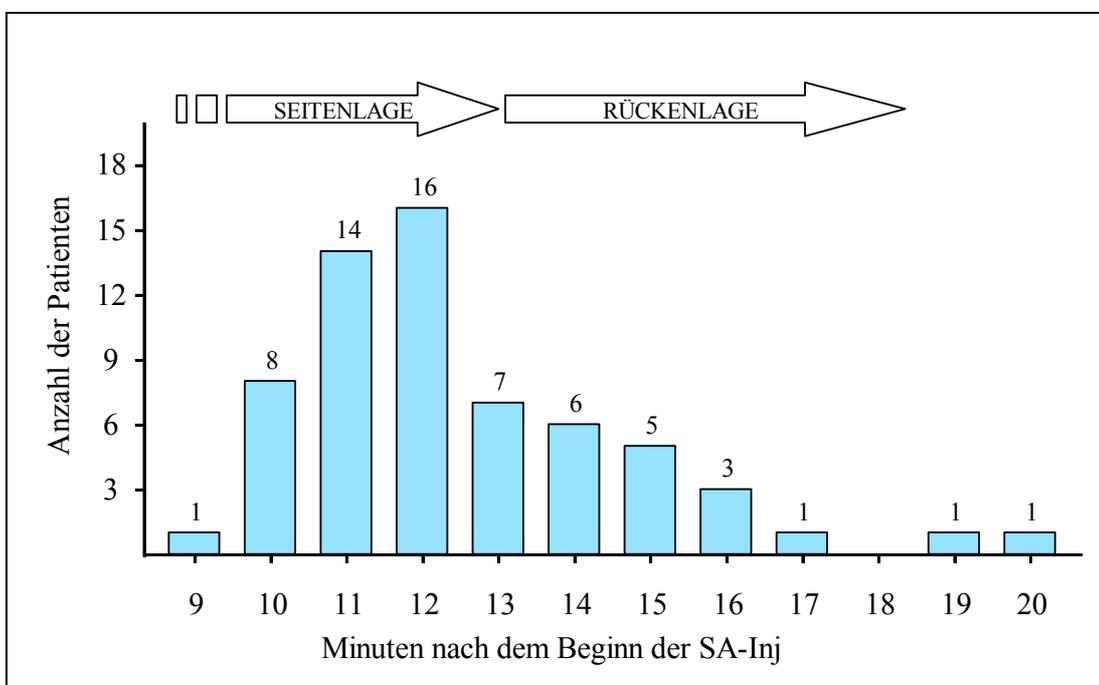


Abbildung 4.3: Zeit bis zum Auftreten der maximalen SB – TmaxSB

Bei 46 Patienten (73%) wurde die maxSB noch vor dem Zeitpunkt des Lagewechsels (Seitenlage → Rückenlage) erreicht.

4.4.2 Präoperativer Verlauf der motorischen Blockade

Parallel zu der sensorischen Blockade wurde die zeitliche Veränderung des motorischen Blocks erfasst. Zu Beginn der Austestung konnte bei jedem Patienten eine motorische Blockade festgestellt werden. Zu diesem Zeitpunkt war sie ausschließlich auf nur eine Seite beschränkt. Der weitere Blockadeverlauf war auf beiden Körperseiten unterschiedlich. In den darauf folgenden Tests konnte in den meisten Fällen eine Vertiefung der motorischen Blockade auf der operierten Seite erfasst werden (Tabelle 4.7).

Tabelle 4.7: Präoperativer Verlauf der motorischen Blockade – operierte Seite

BROMAGE	9 Min	10 Min	11 Min	12 Min	13 Min	14 Min	15 Min	16 Min	17 Min	18 Min	19 Min
3	0	4	9	16	23	24	27	29	29	29	29
2	16	24	26	29	29	33	30	28	29	29	29
1	32	25	24	18	11	6	6	6	5	5	5
0	15	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0

Die graphische Darstellung der präoperativen Veränderung der motorischen Blockade ist auf der folgenden Seite in der Abbildung 4.4 dargestellt.

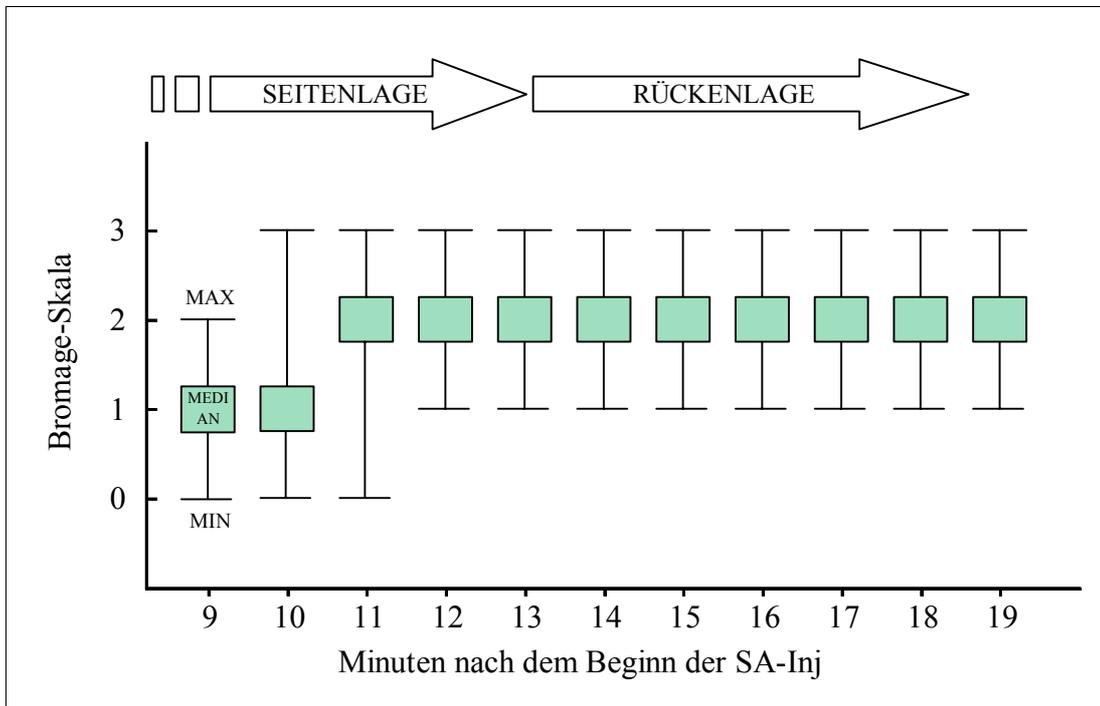


Abbildung 4.4: Präoperativer Verlauf der motorischen Blockade – OP-Seite

Die maximale Tiefe der motorischen Nervenblockade war bei den einzelnen Patienten verschieden. In keinem Fall wurde postoperativ eine tiefere motorische Nervenblockade festgestellt als präoperativ. Die jeweilige Tiefe der motorischen Blockade zum Zeitpunkt des Erreichens der maxSB zeigt die Abbildung 4.5.

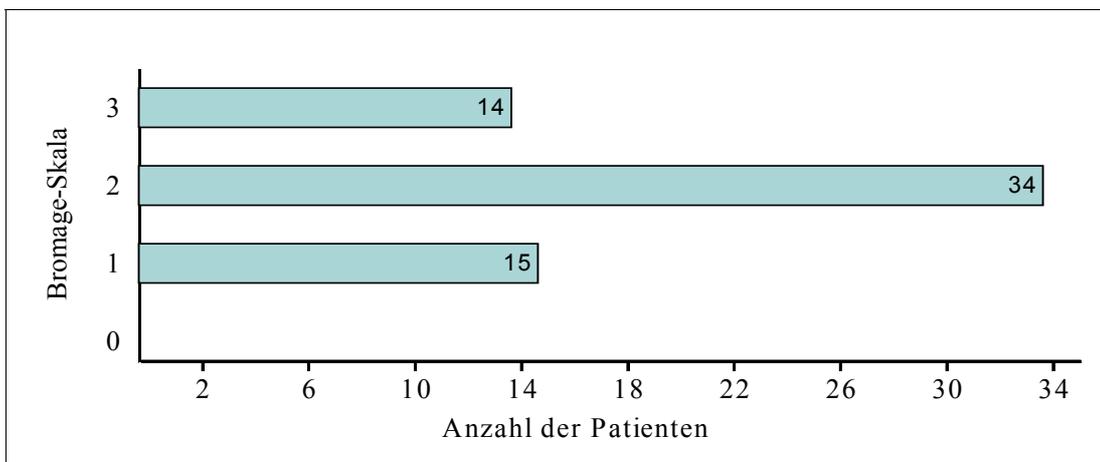


Abbildung 4.5: Tiefe der motorischen Blockade bei maxSB

4.4.3 Übertritt der Blockade auf die nicht operierte Seite

Bei 14 Patienten (22% des Gesamtkollektivs) wurde durch pin-prick Test ein Übertritt der sensorischen Blockade auf die nicht zu operierende Körperseite festgestellt. Jedoch nur zwei Patienten (3%) haben auf Nachfrage angegeben, ein Taubheitsgefühl auf beiden Körperseiten zu haben. Die übrigen Patienten empfanden subjektiv die nicht zu operierende Seite als nicht betäubt. Bei nur einem Patienten ist es gleichzeitig zum Übertritt des motorischen Blocks gekommen (OP-Seite/Nicht OP-Seite – Bromage entsprechend: 3/2). Das Auftreten der beidseitigen Nervenblockade war unabhängig von den verwendeten Spinalnadeln (22G BD Yale™ Nadel – zwei Fälle; 25 G BD Whitacre Nadel – zwölf Fälle) und der Punktionshöhe (L2/3 – sechs Fälle, L3/4 – acht Fälle). Nach der Umlagerung der Patienten von der Seiten- in die Rückenlage kam es in den ersten zwei Minuten zu einer sprunghaften Zunahme des Übertritts (von acht auf vierzehn Patienten). Ab der fünfzehnten Minute bis zum OP-Ende war in keinem Fall ein Anstieg der vorher erfassten Höhe/Tiefe des Übertritts feststellbar (Abbildung 4.6).

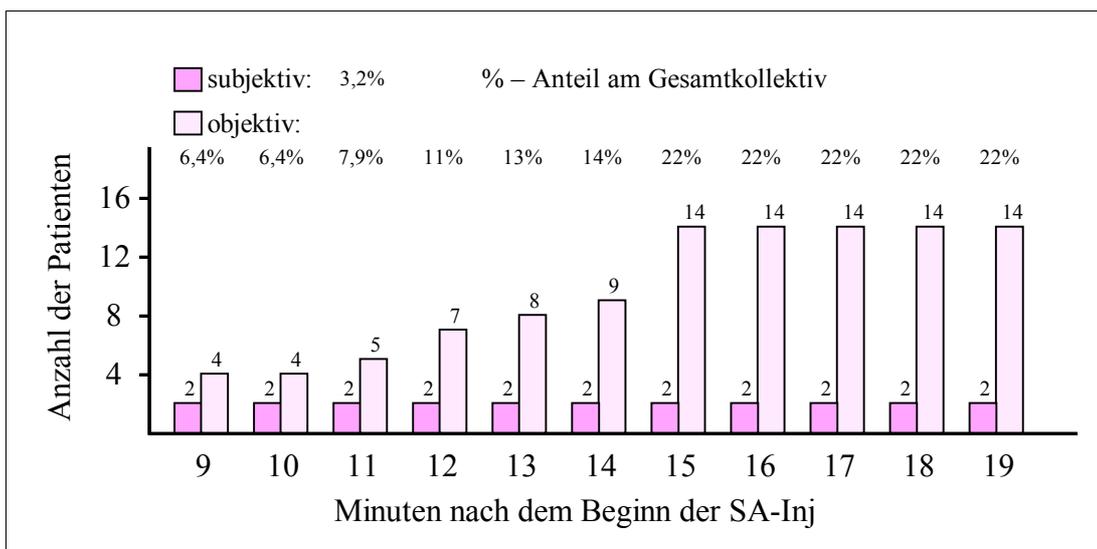


Abbildung 4.6: Übertritt der sensorischen Blockade auf die nicht-operierte Seite

Das Blockadeniveau auf der Übertritt-Seite war nie höher als auf der operierten Körperseite. Die Abbildung 4.7 zeigt den Verlauf des sensorischen Blockadeniveaus bei Patienten mit dem Übertritt der Blockade (OP-Seite/nicht OP-Seite).

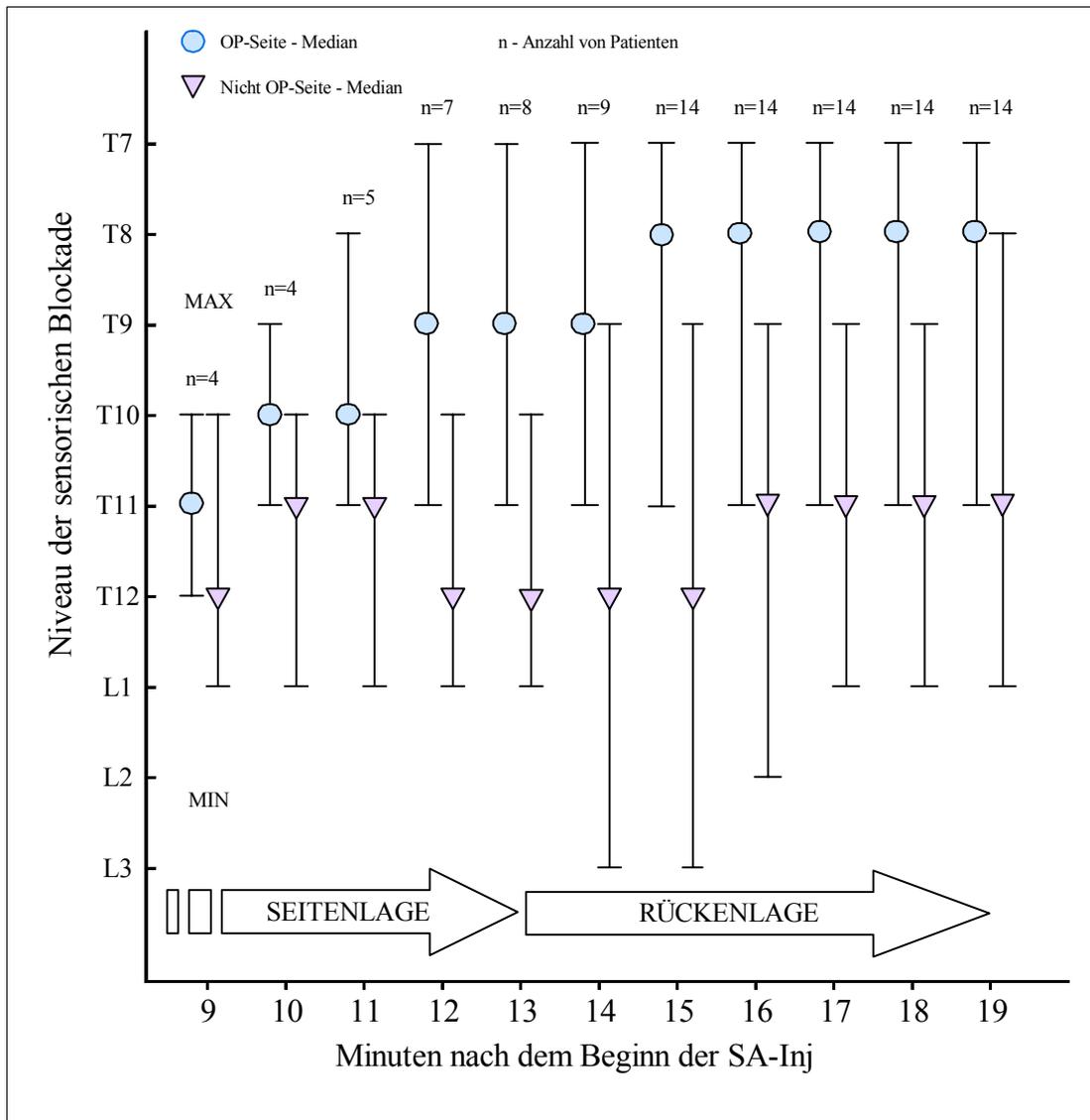


Abbildung 4.7: Niveau der SB bei Patienten mit Übertritt: OP/Nicht-OP Seite

4.4.4 Rückbildung der Blockade

Die postoperative Rückbildung der Nervenblockade erfolgte mit unterschiedlicher Geschwindigkeit. Die mittlere Zeit bis zur Rückbildung der sensorischen Blockade auf L3 betrug 130 ± 16 (80 – 190) Minuten und auf S2-Niveau 180 ± 13 (130 – 210) Minuten. Die Rückbildung der motorischen Blockade auf Bromage gleich Null erfolgte durchschnittlich nach 110 ± 16 (50 – 150) Minuten.

Die folgende Grafik (Abbildung 4.8) zeigt die Rückbildung der Blockade auf der operierten Körperseite. Es werden jeweils die minimale und die maximale Zeit gezeigt. Die Box zwischen Min und Max entspricht der Lage des Medians.

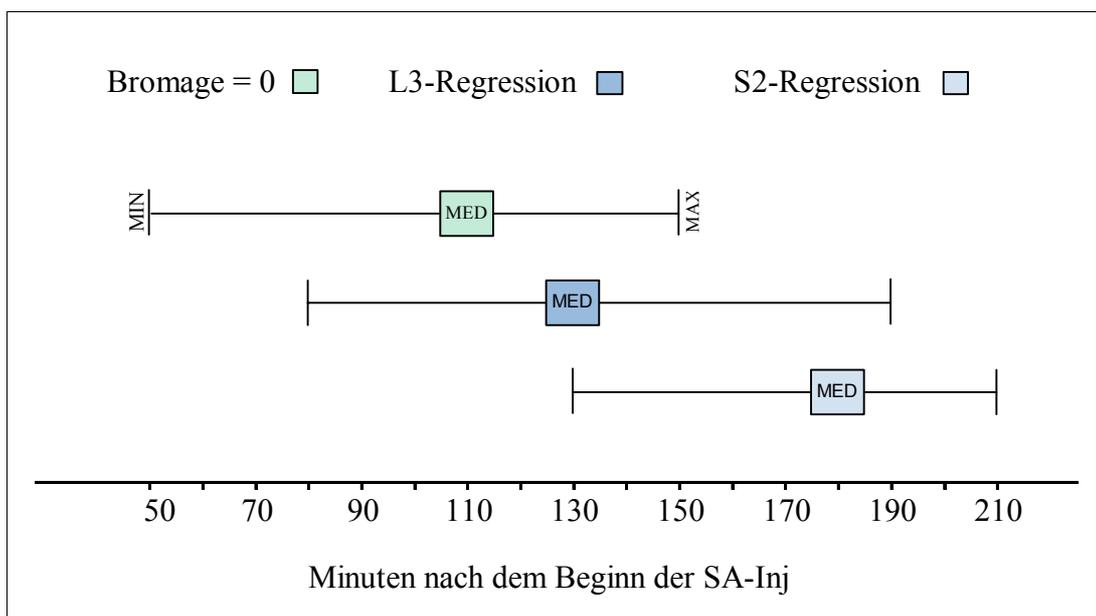


Abbildung 4.8: Rückbildung der Blockade: Bromage = 0; L3- und S2-Regression

Bei Patienten mit dem Übertritt der Blockade war die Rückbildungs-Zeit auf der nicht operierten Seite nie länger als auf der operierten Körperseite.

4.5 Freigabe zur Operation und perioperative Zeiten

Die OP-Freigabe erfolgte bei 57 Patienten (90,5% des Gesamtkollektivs) nach 18 Minuten. Nach 19 Minuten konnten drei weitere Patienten freigegeben werden; nach 20, 22 und 23 Minuten jeweils ein Patient. Die Nervenblockade reichte bei jedem Patienten bis zum OP-Ende. Lediglich ein Patient (Mann, 58 Jahre, 65 kg, 167 cm, Leistenbruch-OP, maxSB = T11, kein Übertritt) benötigte am OP-Ende zusätzlich 0,1 mg Fentanyl i.v. wegen ziehender Unterbauchschmerzen. Die anderen perioperativen Zeiten [hh:mn] sind in der Tabelle 4.8 zusammengefasst.

Tabelle 4.8: OP-Vorbereitung und Durchführungszeiten

ZEITINTERVALLE	MED	MAA	Min	Max
Beginn der SA-Inj → OP-Beginn	0:28	0:07	0:19	1:12
OP-Beginn → OP-Ende (OP-Zeit)	0:29	0:13	0:10	1:24
OP-Freigabe → OP-Beginn	0:10	0:07	0:01	0:54
Beginn der SA-Inj → OP-Ende	1:00	0:17	0:31	2:01

4.6 Postoperativer Verlauf

Während des Aufenthalts im Aufwachraum (AWR) waren alle Patienten ohne zusätzliche Opioid-Gaben schmerzfrei. Bei 25 Patienten (39,7%) traten bis zum vierten postoperativen Tag keine Schmerzen auf. Bei den übrigen 38 Patienten (60,3%) betrug die schmerzffreie Periode nach S2-Regression im Durchschnitt 260 ± 144 (37 – 908) Minuten. Die postoperativen Schmerzen wurden von 29 Patienten (46% vom Gesamtkollektiv) als leicht (VAS 2 – 4), von 3 Patienten (4,8%) als stark (VAS 5 und 6) und von 6 Patienten (9,5%) als sehr stark (VAS ≥ 7) eingestuft.

Bei acht Patienten (12,7%) trat unmittelbar postoperativ ein flüchtiger Pruritus auf. In allen diesen Fällen bildete er sich binnen 30 bis 90 Minuten ohne Therapie zurück.

In einem Fall musste neun Stunden nach OP-Ende (Leistenbruch) die Harnblase wegen Harnverhalt katheterisiert werden. Es handelte sich dabei um einen 66-jährigen ASA-III Patienten mit benigner Prostatahyperplasie. Nach eigener Angabe war bei ihm während jeder Hospitalisation in den letzten Jahren die Anlage eines Dauerkatheters notwendig. Derselbe Patient, als einziger des Gesamtkollektivs, verspürte am Abend des OP-Tages leichte Übelkeit.

Eine Patientin benötigte am zweiten postoperativen Tag wegen Obstipation Abführmaßnahmen. Nach ihren Angaben ist eine situationsbedingte Obstipationsneigung bekannt.

Bei keinem Patienten traten bis zum vierten postoperativen Tag Kopfschmerzen auf. Es wurden auch keine Transienten Radikulären Irritationen beobachtet.

Alle Operateure waren mit der einseitigen Spinalanästhesie als adäquates Anästhesieverfahren zufrieden. Es soll jedoch erwähnt werden, dass die Befragung die möglicherweise längere OP-Vorbereitungszeit nicht berücksichtigte.

Zufriedenheit mit der einseitigen Spinalanästhesie äußerten auch alle 63 Patienten. Nur eine Patientin würde dieses Narkoseverfahren in Zukunft nicht mehr wählen. Als Begründung gab sie ein unangenehmes Gefühl bei der Spinalpunktion an. Von den Patienten, die eine einseitige Spinalanästhesie nochmals befürworten würden (98,5%), hatten 52 Patienten schon mindestens ein Mal eine Vollnarkose und 11 Patienten schon mindestens ein Mal eine Spinalanästhesie (eSpA oder bSpA) zuvor erhalten. Bei sechs der befragten Patienten wurde vorher noch nie eine Narkose durchgeführt.

5 DISKUSSION

Diese konsekutive prospektive klinische Studie, in der 63 Patienten eingeschlossen wurden, sollte die Zuverlässigkeit der einseitigen Spinalanästhesie mit 0,8 ml Carbostesin[®] 0,5% hyperbar (= 4,0 mg Bupivacain) und 0,2 ml Sufenta epidural (= 1,0 µg Sufentanil) überprüfen. Bei der Durchführung der einseitigen Spinalanästhesie legten wir Wert darauf, dass die angewandte Technik möglichst einfach und zeitsparend war.

Die Ergebnisse unserer Untersuchung zeigen, dass die maximale Höhe der sensorischen Blockade auf der operierten Körperseite nach 12 ± 2 (9 – 20) Minuten erreicht wurde und im Mittel Th10 (L1-Th7) betrug. Die OP-Fähigkeit für Eingriffe im Bereich und unterhalb des Knies blieb 130 ± 16 (80 – 190) Minuten nach Beginn der subarachnoidalen Injektion erhalten (L3 Regression). Die vollständige Rückbildung der motorischen Blockade wurde nach 110 ± 16 (50 – 150) Minuten festgestellt. Die komplette Rückbildung der sensorischen Blockade (S2-Regression) und damit die Möglichkeit der sicheren Mobilisierung (ggf. Entlassung nach Hause bei ambulanten Eingriffen) erfolgte nach 180 ± 13 (130 – 210) Minuten.

Die strikte einseitige sensorische und motorische Nervenblockade bei Spinalanästhesie mit der von uns verwendeten Technik wurde bei 49 Patienten (77,8%) erreicht. Bei einem Patienten (1,6%) kam es zu einem Übertritt der motorischen Blockade und bei 14 Patienten (22,2%) zu einem objektiven Übertritt der sensorischen Blockade auf die nicht zu operierende Körperseite. Subjektiv wurde dieser Übertritt von nur zwei Patienten (3,2%) wahrgenommen. Da 96,8% der Patienten (n = 61) subjektiv keinen Übertritt der Blockade verspürten und somit eventuelle komplikationsbedingte neurologische Ausfälle frühzeitig bemerken würden, wird die Sicherheit der Spinalanästhesie deutlich erhöht.

Bei keinem unserer Patienten kam es zur SpA-bedingten arteriellen Hypotonie. Die bei einer Patientin beobachtete Bradykardie und die bei einem Patienten aufgetretene Notwendigkeit der Harnblasendrainage scheinen keinen direkten Zusammenhang mit der eSpA zu haben. Niemand klagte über Übelkeit oder Erbrechen. Bei acht Patienten (12,7%) trat ein flüchtiger Pruritus auf, der höchstwahrscheinlich durch den Sufentanil-Zusatz bedingt war. In keinem Fall wurde über postpunktionelle Kopfschmerzen oder Transiente Radikuläre Irritationen geklagt. Bei 25 Patienten (39,7%) traten bis zum vierten postoperativen Tag gar keine Schmerzen auf.

Die einseitige Spinalanästhesie (eSpA) fand große Zustimmung – sowohl bei den Patienten als auch bei den Operateuren. Mit der praxisnahen Durchführungstechnik erwies sich die eSpA als zuverlässiges Anästhesieverfahren, das für verschiedene operative Eingriffe geeignet ist.

5.1 Patientenkollektiv

Von 67 Patienten, die sich für die eSpA entschieden, mussten vier in der Allgemein-anästhesie operiert werden: bei zwei von ihnen konnte man den Spinalraum nicht punktieren, bei den zwei anderen Patienten mussten wir trotz der gelungenen Spinalpunktion das völlige Versagen der Methode feststellen. Weil diese beiden Spinalanästhesien zur gleichen Zeit von zwei Anästhesisten durchgeführt wurden, die dabei Lokalanästhetika mit derselben Seriennummer verwendeten, dachten wir zuerst an einen Herstellungsfehler. Bei genauerer Nachforschung stellte sich heraus, dass in den beiden Fällen wegen der unsicheren Lage der Spinalnadeln wiederholt Test-Barbotagen während der subarachnoidalen Injektion durchgeführt worden waren. Dieses Manöver könnte durch Verdünnung der Anästhetikalösung zur Minderung ihrer hyperbaren Eigenschaft und damit zur diffusen Verbreitung im Spinalraum geführt haben. Angesichts der Anwendung von sehr niedrigen Carbostesin[®]-Dosen reicht die dadurch verminderte Liquor-Konzentration von Bupivacain nicht aus, um die Nervenwurzeln vollständig zu blockieren.

Bei dieser Arbeit galten keine studienbezogenen Ausschlusskriterien. Die Bedingungen entsprachen damit der täglichen klinischen Praxis, bei der entweder fehlende Zustimmung des Patienten oder medizinische Kontraindikation die Seitenspinalanästhesie ausschlossen. Somit waren bei der Studie Patienten verschiedener Altersgruppen (von 14 bis 89 Jahren) und unterschiedlicher Körperkonstitution vertreten. Die Anzahl von Männern (39) war dabei größer als die der Frauen (24). Um die Abhängigkeit des Blockadeübertritts von Körpergewicht, Körpergröße, Alter oder Geschlecht systematisch zu prüfen, wäre ein wesentlich größeres Patientenkollektiv notwendig. Angesichts der sehr niedrigen Quote der subjektiv feststellbaren kontralateralen Blockade (3,2% aller Patienten) bei gleichzeitigem Ausbleiben von Kreislaufinstabilität und anderen SpA-bezogenen Komplikationen, scheint eine eventuelle Dosisanpassung jedoch keine große klinische Bedeutung zu haben.

5.2 Patientenmonitoring und perioperative Besonderheiten

Ein engmaschiges Monitoring zur Überwachung des Kreislaufs ist bei der Durchführung einer Spinalanästhesie unentbehrlich.

Die häufigste Nebenwirkung der Spinalanästhesie ist die Kreislaufinstabilität, die sich in Form von arterieller Hypotonie und Bradykardie äußert. Diese sind eine physiologische Konsequenz der Sympathikusblockade und werden mit zunehmender Blockadehöhe häufiger beobachtet. Zudem nimmt die Inzidenz der Kreislaufinstabilität mit höherem Lebensalter zu [104]. Tarkkila und Kaukinen, die in einer prospektiven Studie mit 1881 Patienten die Komplikationen einer SpA untersucht hatten, stellten hinsichtlich der Hypotonie eine Inzidenz von 16,4% fest und hinsichtlich der Bradykardie eine Inzidenz von 8,9% [104]. Auch andere Studien liefern ähnliche Daten [21].

In der klinischen Praxis wird derartigen Nebenwirkungen bei der Anwendung einer Spinalanästhesie durch verschiedene Maßnahmen vorgebeugt. Um das Ausmaß der Sympathikusblockade zu begrenzen, wird besonders bei älteren Patienten die Reduktion der Lokalanästhetikadosis durch Zusatz von Opiaten wie Sufentanil oder Fentanyl empfohlen [81, 93]. Ein anderer therapeutischer Ansatz wird bei der Anwendung von Sympathikomimetika genutzt. So berichteten Bouaggad et al. über Reduktion der Hypotonieinzidenz bei oraler Etilefrin-Einnahme 60 Minuten vor der Anlage der SpA [15]. Nishikawa et al. zeigten in ihrer 2002 publizierte Studie, dass eine prophylaktische intramuskuläre Injektion von 1,5 mg Phenylephrin bei älteren normo- und hypertensiven Patienten mit Hüft-OP ebenfalls die Hypotonierate reduziert [91]. Häufig wird eine prophylaktische Volumengabe mittels kristalloidalen und kolloidalen Lösungen angewandt. Ogata et al. berichteten, dass eine Prehydratation mit 8 ml/kg KG von 6% HAES nicht ausreichend ist, um einer SpA-induzierten Hy-

potonie bei älteren Patienten vorzubeugen [92]. Erst die Volumina von 1,0 – 1.5 Liter mit gleichzeitiger Ephedrin- oder Phenylephringabe scheinen diesbezüglich effektiv zu sein [65, 33, 108]. Ihre Anwendung ist jedoch besonders bei älteren Patienten wegen bestehenden Begleiterkrankungen nicht immer uneingeschränkt möglich.

Bei der einseitigen Spinalanästhesie sind derartige Komplikationen wegen der Beschränkung der Sympathikusblockade auf nur eine Körperseite seltener zu erwarten. In unserer Studie wurde bei nur einer Patientin (62 Jahre, 84 kg, 170 cm, Kniegelenk-Arthroskopie) eine Kreislaufinstabilität nach der Studienvorgabe während der perioperativen Überwachung registriert. Es handelte sich dabei um eine Bradykardie (38 Schläge/Min), die 90 Minuten nach der Anlage der eSpA postoperativ bei völlig stabilem Blutdruck im Schlaf auftrat. Die Nervenblockade war in der abklingenden Phase (Li = L1, Re = 0, Bromage = 0). Die Patientin wurde während der Operation auf eigenen Wunsch mit 2,5 mg Dormicum i.v. sediert. Mit sehr großer Wahrscheinlichkeit besteht keine direkte Kausalität zur Spinalanästhesie. Da eine Kreislaufinstabilität weder bei älteren noch bei ASA III-Patienten auftrat, scheint die eSpA insbesondere bei diesem Patientenkollektiv vorteilhaft zu sein. Die Ergebnisse unserer Studie finden in den anderen Publikationen Bestätigung [40, 30, 21].

Intraoperativ traten bei unserer Patienten keine SpA-bezogenen Besonderheiten auf. Während der Operation wünschten 13 Patienten (21%) zu schlafen. Die intravenöse Gabe von Sedativa erfolgte in diesen Fällen immer nach Anlage der Spinalanästhesie, um die notwendige Kooperation der Patienten bei der Spinalpunktion nicht zu gefährden. Die genaue Aufklärung vor und während des Geschehens wirkte sehr beruhigend auf die Patienten.

5.3 Durchführung der einseitigen Spinalanästhesie

5.3.1 Theoretische Grundlagen

Entscheidend für die Entstehung der eSpA ist die selektive einseitige Infiltration der Spinalnervenwurzeln, der Spinalganglien sowie der Rückenmarkszellen durch das intrathekal injizierte Lokalanästhetikum (LA). Die Neuroneninfiltration ist ein passiver, diffusionsbedingter Prozess, der von folgenden Faktoren abhängig ist:

- Konzentrationsgefälle des Lokalanästhetikums zwischen dem Liquor und dem Intra-neuralraum sowie der Länge der Diffusionsstrecke
- Lipidlöslichkeit des LA: je größer sie ist, desto schneller die Infiltration

Um nur einen lokalen und keinen diffusen Anstieg der intrathekalen LA-Konzentration zu erreichen, sollte Folgendes beachtet werden:

- die absolute LA-Dosis sollte so gering wie möglich gehalten werden
- die Dichte der injizierten LA-Lösung sollte sich deutlich von der des Liquors unterscheiden (hohe oder niedrige Barizität)
- die Injektionsrichtung sollte gezielt zu der zu operierenden Seite erfolgen (daher eine directionale Spinalnadel verwenden und ihre Öffnung während der Injektion zu dieser Seite drehen)
- um Turbulenzen zu vermeiden, sollte die Injektionsgeschwindigkeit niedrig gehalten werden
- die Punktion des Spinalraumes sollte in Seitenlage erfolgen
- der Patient sollte ausreichend lange in der Seitenlage verbleiben

Die Lipidlöslichkeit wird beeinflusst durch:

- die chemische Struktur und die scheinbare Gleichgewichtskonstante (pK_a) des Lokalanästhetikums
- den pH-Wert des Gemisches aus Liquor und LA-Lösung

Nur die nichtionisierte Form eines Lokalanästhetikums ist fettlöslich und damit membrangängig. In einer wässrigen Lösung hängt der Grad der Ionisation des Lokalanästhetikums von dessen pK_a -Wert und dem pH-Wert der Lösung ab. Der pK_a -Wert entspricht dem pH-Wert einer Lösung, bei dem jeweils 50% der Substanz als ionisiert und nicht ionisiert vorkommt. Der pK_a -Wert ist temperaturabhängig und wird mit steigender Temperatur erniedrigt. Der pK_a -Wert der meisten Lokalanästhetika befindet sich im leicht alkalischen Bereich in der Nähe des physiologischen pH-Wertes. Daher werden die fertigen LA-Zubereitungen auf pH-Werte von 4 – 6 titriert, um durch die Erhöhung des Ionisationsgrades die Homogenität der wässrigen Lösung zu sichern. Bei einem bestimmten pH-Wert des Liquors (7,35 – 7,65) entscheidet die pK_a des Lokalanästhetikums über den Anteil der nicht ionisierten, also fettlöslichen Form [59]. Je niedriger der pK_a -Wert eines Lokalanästhetikums ist, desto größer ist seine nicht ionisierte Fraktion und somit die neuronale Aufnahme.

Während der intrathekalen Injektion kommt es zur Durchmischung der LA-Lösung mit dem Liquor. Es entsteht ein Gemisch, dessen pH-Wert zwischen dem des Liquors und dem der LA-Lösung liegt [10]. Da bei dem untersuchten Verfahren das Gesamtvolumen der injizierten sauren LA-Lösung im Vergleich zu dem des lumbalen Anteils an Liquor sehr gering ausfällt, ist mit einer raschen Pufferung und Erwärmung zu rechnen. Der sehr langsame Injektionsflow fördert diese Prozesse und beschleunigt die Entstehung der lipophilen Form des Lokalanästhetikums. Nach dieser Umwandlung können die LA-Moleküle die Nervenzellen infiltrieren.

Bei einem auf der Seite liegenden Patienten kommt es zur depotartigen Anlagerung des Lokalanästhetikums in den abhängigen Strukturen des Subarachnoidalraumes. Die langsame intrathekale Injektion der hyperbaren Lösung verhindert die Entstehung von Turbulenzen und begünstigt die gravitationsbedingte lokale Ausbreitung des Lokalanästhetikums im Liquor. Dieses trägt zur Begrenzung der Nervenblockade auf nur eine Körperseite bei [11]. Es ist anzunehmen, dass eine zu früh erfolgte Um-

lagerung des Patienten diesem Effekt entgegenwirkt. Der neuronale LA-Aufnahmeprozess konkurriert mit dem Diffusionsvorgang im Liquor. Beide Vorgänge führen zur Aufhebung des primär entstandenen LA-Depots. Eine größere LA-Dosis hat eine höhere diffuse Konzentration im Liquor und damit einen möglichen Übertritt der Blockade zur Folge.

5.3.2 Verwendete Spinalnadeln

Für die Punktionen des Spinalraumes wurden in der hundertjährigen Geschichte der Spinalanästhesie unzählige Nadeln entwickelt und angewandt [19]. Heutzutage werden folgende Spinalnadeln am häufigsten verwendet [25]:

- nicht schneidende, atraumatische pencil-point Nadel mit seitlicher Öffnung an der Spitze (daher: „direktionale“) wie z.B. Whitacre- oder Sprotte-Typ
- schneidende Nadel mit schrägem Spitzenschliff wie z.B. Quincke-Typ

Bei der Wahl der Spinalnadel sollten vor allem folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Prophylaxe der punktionsbedingten Kopfschmerzen: je dünner und atraumatischer die Nadel, desto niedriger die Inzidenz [107, 58]
- Möglichkeit, die Injektionslösung in eine bestimmte Richtung zu applizieren, um das Erreichen der einseitigen Nervenblockade zu unterstützen (direktionale Nadel) [25, 99]
- die Nadel sollte mechanisch stabil sein, um Fehlpunktionen und Nadelbrüche zu vermeiden

Unsere Entscheidung fiel auf die seit langem in unserer Klinik verwendete Whitacre 25G pencil-point Nadel der Firma Becton-Dickinson. Diese direktionale Nadel erfüllt sehr gut die oben aufgeführten Kriterien [8, 22]. In vier Fällen wurde bei Punktionsschwierigkeiten die 22G YaleTM Nadel verwendet. Dank Quincke-Schliff und

großer mechanischer Stabilität ist sie gut für die Nachpunktionen bei schwierigen anatomischen Verhältnissen an der Wirbelsäule geeignet. In einem Fall musste eine Überlange Nadel benutzt werden (25G, 11,9 cm, Quinckeschliff). Sehr dünne Spinalnadeln (27G, 29G) können neben Punktionsschwierigkeiten durch Abweichen aus der Punktionsrichtung auch die Liquor-Identifikation erschweren. Bei auf der Seite liegenden Patienten kann der hydrostatische Druck im lumbalen Abschnitt des Liquorraumes zu niedrig sein, um ein freies Abfließen des Liquors durch das lange und dünne Innenlumen zu bewirken.

5.3.3 Spinalpunktion

Den Einfluss der Punktionshöhe und des Neigungswinkels der Wirbelsäule während der Seitenlagerung auf die Ausbreitung der einseitigen Nervenblockade prüften Korhonen et al. im Jahr 2005 [71]. Zur Anlage einer eSpA mit 4,0 mg Bupivacain 0,5% hyperbar für Kniearthroskopien empfahlen sie die Spinalpunktion in der Höhe L3/4 mit anschließender Fünf-Grad Kopftieflagerung.

In unserer Studie wurde der Spinalraum in Seitenlage in dem Zwischenraum zwischen den Wirbeln L3/L4 punktiert (47 Patienten). Aus Praktikabilitätsgründen verzichteten wir auf die exakte waagerechte Lagerung der Wirbelsäule der Patienten (lediglich Seitenlage auf dem waagrecht gestellten OP-Tisch) sowie auf die Gabe eines vordefinierten prae-loading Volumens vor der Spinalpunktion [88]. Wegen Punktionsschwierigkeiten musste der Spinalraum bei 16 Patienten (25%) in der L2/L3- bzw. L4/L5 Höhe punktiert werden. Angesichts der Tatsache, dass alle unsere Patienten OP-fähig waren, scheint es sinnvoll zu sein, für die Primärpunktion den Interspinalraum zwischen L2 und L5 zu wählen, der durch seine anatomischen Verhältnisse am besten dafür geeignet ist.

Die Punktion im Sitzen mit anschließender Seitenlagerung, wie in der Arbeit von Biscopio et al. beschrieben [45], kam wegen der langen Injektionszeit und der geringen LA-Dosis nicht in Frage (diffuse Verbreitung des Lokalanästhetikums).

5.3.4 Verwendete Medikamente

Zur Anlage der eSpA verwendeten wir ein Gemisch aus 4,0 mg 0,5% Bupivacain hyperbar und 1,0 µg Sufentanil (Carbostesin® 0,5% hyperbar von AstraZeneca GmbH und Sufenta epidural von Janssen-Cilag).

Hyperbares Bupivacain, das sich durch inhomogene Verteilung im Liquor und hohe Fettlöslichkeit auszeichnet, ist für die Entstehung des seitenbetonten Blockadeeffektes sehr gut geeignet [72, 11]. Auch mit hyperbarem Ropivacain und Levobupivacain lassen sich nach der Studie von Casati et al. vergleichbare Ergebnisse erreichen [26]. Mepivacain, das wenig lipophil ist, erwies sich wegen Ausbleiben eines seitenbetonten Blockadeeffektes für die Anlage der eSpA als nicht geeignet [45].

Bei Anwendung von hyperbarem Bupivacain ist das Entstehen einer anhaltenden Nervenblockade auf nur einer Körperseite das Ergebnis des Zusammenspiels folgender Größen: Gesamtdosis, Injektionsgeschwindigkeit und Zeit der Seitenlagerung nach subarachnoidaler Injektion. Das Herausfinden des Optimums dieser drei Größen sowie ihr Aufeinanderabstimmen ist entscheidend für den Erfolg bei Anlage einer eSpA (Abbildung 5.1, nächste Seite). So kann es bei der Verwendung zu hoher Dosen trotz sehr langer Seitenlagerungszeiten bei anfänglichem Erfolg zum vollständigen Blockadeübertritt nach Umlagerung kommen. Dies zeigte die 1987 publizierte Studie von Palitzsch und Ringel, bei der 15 mg Bupivacain hyperbar 0,4% verwendet und eine Seitenlagerungszeit von 30 Min eingehalten wurden [95]. Obwohl primär

eine überwiegend einseitige eSpA bestand, ging diese nach Umlagerung in eine beidseitige SpA über. Folglich sahen die Autoren in der eSpA keinen Vorteil gegenüber der bSpA und beurteilten sie als nicht praktikabel für den klinischen Alltag.

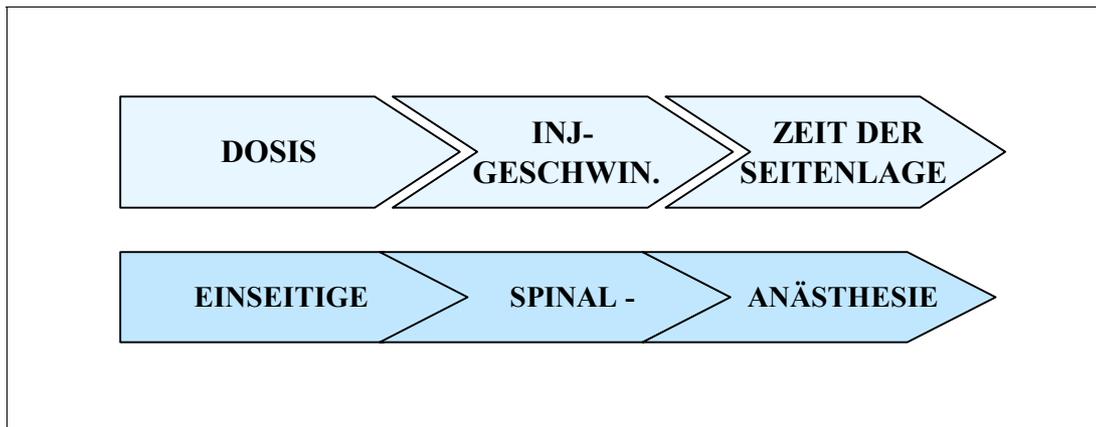


Abbildung 5.1: Anlage einer eSpA mit Bupivacain – die wichtigen Größen

Die Frage nach der adäquaten Bupivacain-Dosis wurde mehrmals in der Literatur gestellt und durch verschiedene Studien untersucht. 1998 empfahl Esmaglu die Verwendung von 1,5 ml 0,5% Bupivacain hyperbar (7,5 mg) für Operationen unterhalb vom Knie und 2,0 ml (10,0 mg) für Operationen oberhalb des Knies [39]. Kuusniemi et al. verwendeten für Kniearthroskopien 6,0 mg desselben Bupivacains [72]. Die Arbeitsgruppe um B. Borghi fand in der 2003 publizierte Studie heraus, dass nach Anwendung von 4,0 mg hyperbaren Bupivacain 0,5% für Kniearthroskopien die vollständige Rückbildung der Nervenblockade früher als nach 6,0 mg oder 8,0 mg des Lokalanästhetikums eintritt [14]. Über die Anwendung noch kleinerer Dosen von Bupivacain für die Durchführung der eSpA (3,0 mg) wurde 2004 in der *Anesthesia & Analgesia* berichtet [67].

In den angegebenen Studien wurde intrathekal kein Zusatzmedikament injiziert. Eine einseitige Spinalanästhesie mittels 3,0 mg Bupivacain 0,5% hyperbar mit Zusatz von

10 µg Fentanyl untersuchten Korhonen et al. [69]. Auffallend bei dieser 2003 publizierten Studie war das Auftreten von Pruritus bei 75% der Patienten. In allen diesen Arbeiten wurde über eine Seitenbegrenzung der Spinalanästhesie berichtet. Wegen unterschiedlichen Durchführungstechnik und Blockadetestmethoden lassen sich diese Ergebnisse nur bedingt vergleichen.

Sufentanil unterscheidet sich von den anderen intrathekal verwendeten Opioiden durch sehr gute Lipidlöslichkeit und starke analgetische Potenz. In den letzten Jahren sind zahlreiche Studien publiziert worden, die gute Ergebnisse bei der intrathekalen Injektion dieses Opioids beschreiben [3, 44, 55]. Die Reduktion der Bupivacainmenge durch Sufentanilzusatz bei SpA führt bei der gleichen Qualität der Nervenblockade zur größeren Kreislaufstabilität [93]. Aus diesen Gründen verwendeten wir Sufentanil als Adjuvans zu Bupivacain. Um zu eruieren, inwieweit Sufentanil in der von uns verwendeten Dosis den Verlauf der eSpA mit Bupivacain beeinflusst, wäre eine Vergleichsstudie erforderlich.

Mit den von uns verwendeten Dosen von Bupivacain und Sufentanil wurde bei allen in der Studie eingeschlossenen Patienten die OP-Fähigkeit erzielt. Sie blieb bis zum OP-Ende erhalten. Ein Patient mit Leistenbruch-OP (maxSB = Th11) benötigte am OP-Ende zusätzlich 0,1 mg Fentanyl i.v. wegen leichter ziehender Unterbauchschmerzen. Bei drei Patienten (zwei mit Kniearthroskopien, einer mit Sprunggelenkfraktur) erreichte die maximale Blockadehöhe nur L1-Niveau, was im Fall einer Leistenbruch-OP als zu niedrig eingestuft werden müsste. Für Eingriffe im Leistenbereich ist deshalb die Verwendung einer etwas höheren LA-Menge ratsam. Casati et al. injizierten für Leistenbruchoperationen 8,0 mg Bupivacain 0,5% hyperbar in der L1/L2 bzw. L2/L3 Höhe und erzielten damit durchschnittlich Th6 (Th12 – Th5) Niveau. Die Übertrittsrate der sensorischen Blockade betrug dabei 70% [26]. Diese Daten und Messergebnisse der vorliegenden Arbeit lassen eine LA-Menge von 6 mg bis 8 mg ausreichend erscheinen.

Die intrathekal injizierten Medikamente wurden bei unseren Patienten mittels einer Heparin-Spritze gegeben: der lange Kolbenweg der Spritze ermöglicht den langsamen und nahezu linearen Fluss der Injektionslösung. Durch Zusatz von Sufentanil wird die Hyperbarizität und damit die Depotwirkung der Bupivacainlösung erniedrigt. Es sollte daher besonders darauf geachtet werden, dass während der intrathekalen Injektion keine Barbotage und damit zusätzliche Verdünnung der LA-Lösung erfolgt. Die Spritztechnik mittels Dreiwegehahn und Luftpolster in der Injektionspritze scheint aufwändiger zu sein [38].

5.3.5 Geschwindigkeit der SA-Injektion

Die intrathekale Injektion des Lokalanästhetikums sollte durch dessen lokalen Konzentrationsanstieg im Liquor und damit verbundene umschriebene Infiltration der Nervenwurzeln eine einseitige Nervenblockade ermöglichen. Die Ergebnisse der verschiedenen Studien über die Rolle der Injektionsgeschwindigkeit bei Entstehung des Blockadeübertritts während einer einseitigen Spinalanästhesie sind widersprüchlich.

Casati et al. fanden diesbezüglich in zwei Studien mit 0,5% und 1,0% hyperbarem Bupivacain und anschließender 15 minütiger Seitenlagerung keinen signifikanten Unterschied zwischen einem langsamen und einem schnellen Injektionsflow [23, 24]. In der 0,5% Bupivacain-Gruppe mit dem „schnellen“ Flow (15 ml/Min) kam es bei 57% der Patienten zum Übertritt der sensorischen Blockade und mit dem „langsamen“ (1,2 ml/Min) bei 44%. Diese Studien wurden jeweils mit 8,0 mg Bupivacain durchgeführt.

Im Gegensatz dazu beobachteten Enk et al. einen signifikanten Unterschied hinsichtlich des Blockadeübertritts bei verschiedenen Injektionsgeschwindigkeiten [38]. Sie

verwendeten 7,0 – 8,5 mg Bupivacain 0,5% hyperbar mit Seitenlagerungszeiten von 30 Minuten. Zum Übertritt der Blockade kam es bei 94,7% der Patienten mit dem „schnellen Flow“ (7,5 ml/Min) und bei 60% mit dem „langsamen Flow“ (0,5 ml/Min).

Es ist auffallend, dass in den beiden Studien unabhängig von den verwendeten Injektionsgeschwindigkeiten eine relativ hohe Blockadeübertrittsrate eintrat. Eine mögliche Ursache dafür ist, dass die verwendeten Dosen von 7,0 – 8,5 mg Bupivacain zu groß waren, um überwiegend eine nur einseitige Nervenblockade zu bewirken. Somit ist die Übertragung der dabei gewonnenen Erkenntnisse auf die wesentlich kleinere Bupivacainmenge von 4,0 mg nicht möglich.

Dass die Injektionsgeschwindigkeit einen Einfluss auf den Blockadeübertritt hat, zeigt der Vergleich unserer Ergebnisse mit der Studie von Kiran & Upma [67]. Bei gleicher Bupivacaindosis und postpunktioneller Lagerungsdauer, aber stark abweichenden LA-Injektionszeiten traten bezüglich des Übertritts große Unterschiede auf (22,2% in unserer Arbeit gegenüber 89,5% in der Studie von Kiran & Upma bei einem Flow von 1,6 ml/Min).

Wir injizierten intrathekal 1,0 ml einer Lösung, die aus 0,8 ml Carbostesin® 0,5% hyperbar (4,0 mg Bupivacain) und 0,2 ml Sufenta epidural (1,0 µg Sufentanil) bestand. Die Injektionszeit betrug drei Minuten, was einem Flow von 0,33 ml/Min entsprach. Die tatsächliche Injektionsgeschwindigkeit bezogen auf Bupivacain belief sich auf 0,27 ml/Min (0,8 ml in 3 Minuten), wobei jedoch berücksichtigt werden muss, dass die Verteilung des Bupivacains in der Injektionsspritze nicht homogen war (kleiner Querschnitt und langer Kolbenweg der Heparinspritze, unterschiedliche spezifische Gewichte der Medikamente und ihr aufeinander folgendes Aufziehen ohne Durchmischung). Somit lag der tatsächliche Flow des Bupivacains zwischen

0,27 und 0,33 ml/Min. Angesichts der sehr niedrigen Injektionsgeschwindigkeit scheint diese theoretische Überlegung keine praktische Bedeutung zu haben. Inwieweit die Veränderung der Hyperbarizität und der Konzentration der Bupivacainlösung durch den Sufentanilanteil einen Einfluss auf den Verlauf der eSpA hat, wäre durch weitere Vergleichsstudien zu klären.

Die von uns gewählte Injektionszeit von drei Minuten ist wesentlich länger als in den anderen Studien. Das Einhalten des gleichmäßigen Injektionsflows bereitet dabei gewisse Schwierigkeiten. Durch sprunghaftes Injizieren können trotz der langen Injektionszeit Wirbel entstehen, die einer depotartigen Installation des Lokalanästhetikums entgegenwirken und eine Verflachung der Nervenblockade, begleitet von einem Übertritt, begünstigen. Angesichts dessen und der Literaturdaten scheint es möglich zu sein, die Injektionszeit geringfügig zu verkürzen (z.B. auf 2,0 – 2,5 Minuten) ohne die Einschränkung der Nervenblockade auf nur eine Körperseite zu gefährden.

5.3.6 Dauer der Seitenlagerung

Während der Seitenlage des Patienten sollte das depotartig installierte Lokalanästhetikum an die abhängenden neuronalen Strukturen des Spinalraumes fixiert werden, um nach der Umlagerung auf den Rücken keine Blockade der kontralateralen Seite zu bewirken. Ähnlich wie bei der Injektionsgeschwindigkeit wird in der Literatur über verschiedene Zeiten der Seitenlagerung (von 5 bis 60 Minuten) nach erfolgter Spinalpunktion berichtet: je größer die verwendete LA-Dosis war, desto länger wurden die Patienten in Seitenlage belassen. Casati und Fanelli empfehlen Seitenlagerungszeiten von 15 – 20 Minuten [25]. Esmoğlu et al., die den Einfluss der Seitenlage-

nung von 5, 10 und 15 Minuten auf den Übertritt der Nervenblockade bei Anwendung verschiedenen Bupivacaindosen (7,5 – 12.5 mg) untersuchten, fanden generell 10 Minuten als angemessen [39].

In unserer Studie betrug die Seitenlagerung 10 Minuten nach Ende der intrathekalen Injektion. Da davon auszugehen ist, dass die Bindung des Lokalanästhetikums an die neuronalen Strukturen bereits mit dem Beginn der SA-Injektion einsetzt und die Injektionszeit in unserer Studie relativ lang war, starteten wir unsere Zeitmessung mit dem Injektionsbeginn.

Die Daten aus der Literatur zusammen mit den Testergebnissen der vorliegenden Arbeit bezüglich Ausbreitung und Übertritt der Nervenblockade, die in den folgenden Kapiteln näher besprochen werden, lassen eine Dauer der Seitenlagerung von 13 – 15 Minuten nach Beginn der SA-Injektion als ausreichend erscheinen.

5.4 Verlauf der Nervenblockade

Im Vordergrund unserer Studie stand die OP-Fähigkeit unter der einseitigen Spinalanästhesie. Daher wurde der detaillierte Verlauf der Blockade nur präoperativ und nicht während der Operation getestet. Da klinisch relevant, wurden jedoch die Zeiten bis zur Rückbildung der sensorischen Blockade auf L3- und S2-Niveau ermittelt. Sie spiegeln die zeitlichen Grenzen wieder, welche die Anwendung der eSpA für operative Eingriffe einer bestimmten Art, Lokalisation und voraussichtlichen Dauer einschränken. Die Ermittlung der Zeit bis zur vollständigen Rückbildung des motorischen Blocks spielt für das postoperative Management eine wichtige Rolle. Die Höhe der sympathischen Blockade hat in der klinischen Praxis insoweit Bedeutung, als sie

die kardiopulmonale Stabilität und somit die gemessenen kardiopulmonalen Parameter beeinflusst [63]. Auf ein Monitoring der Hauttemperatur zur exakten Bestimmung der Höhe der Sympathikusblockade haben wir verzichtet.

Die in unserer Studie ermittelten Zeitintervallen werden, falls nicht anders angegeben, folgendermaßen dargestellt: MED \pm MAA (Min – Max). In den zitierten Arbeiten wurde der Mittelwert mit Standardabweichung angegeben.

5.4.1 Präoperativ

Die Ergebnisse unserer Arbeit sind mit den Erkenntnissen anderer Autoren, die bei unterschiedlichen intrathekalen Injektionsgeschwindigkeiten und verschiedener Dauer der Seitenlagerung ebenfalls 4,0 mg 0,5% Bupivacain hyperbar verwendeten, nur bedingt vergleichbar.

Die maximale Höhe der sensorischen Blockade (maxSB) erreichte in der vorliegenden Arbeit durchschnittlich Th10 (L1-Th7) Niveau. Über die gleiche durchschnittliche maxSB wird in der Arbeit von Kiran & Upma berichtet [67]. Diese randomisierte Studie wurde bei 38 ambulant operierten Patienten durchgeführt und sollte die Wirkung von zwei Dosen Bupivacain 0,5% hyperbar bei der eSpA vergleichen (3,0 mg vs. 4,0 mg). Die Ausbreitung der Blockade wurde mittels pin-prick Methode getestet. Die Zeit, die benötigt wurde, um die maxSB zu erreichen (TmaxSB), betrug bei dieser Studie in der Vier-Milligramm Gruppe $10,2 \pm 3,0$ Minuten und war damit zwei Minuten kürzer als in unserer Studie (12 ± 2 Minuten). Die intrathekale Injektionszeit in Seitenlage lag in der Arbeit von Kiran & Upma bei 30 Sekunden (1,6 ml/Min) mit anschließender Seitenlagerung über 10 Minuten. Diese wesentlich kürzere Injektionszeit und die Tatsache, dass unsere Zeitmessung immer mit Injektionsbeginn des

Lokalanästhetikums anfang, erklären den oben erwähnten Unterschied bei TmaxSB. Auch in der Arbeit von Borghi et al. wurde bei der Anwendung von derselben Bupivacainlösung die gleiche mittlere Höhe der maxSB wie in unserer Untersuchung erreicht (Th10) [14].

Zum Zeitpunkt der maximalen sensorischen Blockade war die motorische Blockade auf der operierten Seite bei 14 (22%) unserer Patienten vollständig (Bromage = drei). 54% der Patienten wiesen eine Blockadetiefe von zwei, 24% von eins nach Bromage auf. Zum gleichen Zeitpunkt beobachteten Borghi et al. in der schon erwähnten Studie eine komplette motorische Blockade bei 77% [14], Kiran & Upma hingegen bei 42% der Patienten [67].

In keinem Fall war bei unseren Patienten eine unvollständige motorische Blockade ein Hindernis für die Durchführung der Operation. Die Beschränkung der motorischen Blockade auf die operierte Körperseite (98,4%) erleichterte die OP-Lagerung durch aktive Hilfe seitens der Patienten und trug zu der guten Akzeptanz dieser Anästhesiemethode bei Patienten sowie Operateuren bei.

5.4.2 Postoperativ

Die vollständige Rückbildung der motorischen Blockade erfolgte bei den von uns untersuchten Patienten nach 110 ± 16 (50 – 150) Minuten, was durchschnittlich einer Zeit von 40 ± 20 (1 – 98) Minuten nach OP-Ende entsprach. Diese Daten unterscheiden sich deutlich von den Ergebnissen der oben zitierten Arbeit von Kiran & Upma. Die Dauer der Muskelblockade betrug in ihrer Studie $77,3 \pm 27,5$ Minuten [67]. Borghi et al. lieferten diesbezüglich keine Angaben [14].

Das komplette Abklingen der SpA in unserer Studie, definiert als S2-Regression, trat nach 180 ± 13 (130 – 210) Minuten ein, also durchschnittlich 120 ± 20 (40 – 158) Minuten postoperativ. Kiran & Upma, die ebenso die S2-Regression als Rückbildung der SpA festlegten, gaben 137 ± 19 Minuten an. Bei Borghi et al. betrug die Zeit bis zur kompletten Regression der eSpA 71 ± 20 (40 – 110) Minuten. Den Begriff der kompletten Regression definierten diese Autoren nicht eindeutig. Die von ihnen geführte Diskussion lässt vermuten, dass es sich dabei lediglich um eine Zwei-Segment-Regression handelte.

Als klinisch relevant finden wir die Zeit bis zur Rückbildung der sensorischen Blockade auf L3 Niveau. Sie lag bei 130 ± 16 (80 – 190) Minuten. Bei der Anwendung der eSpA mit den von uns verwendeten Medikamenten und Dosierungen für Operationen am Knie und Unterschenkel sollte diese Zeit berücksichtigt werden. Sie wurde von den oben zitierten Autoren nicht eruiert. In all diesen Studien testete man mittels pin-prick Methode.

Weil wir die objektive Dauer der sensorischen Blockade ermittelten, blieben die Patienten meistens bis zur S2-Regression im Aufwachraum. Daher wurden in der Arbeit keine Daten bezüglich Entlassung aus dem Aufwachraum ausgewertet.

Um das postoperative Management rationell zu gestalten, sollten das Abklingen der Spinalanästhesie und die Verlegung aus dem Aufwachraum kalkulierbar sein. Es bestehen keine klaren Kriterien diesbezüglich. Wegen der Gefahr eines späteren rostralen Anstiegs der Spinalanästhesie und punktionsbedingten rückenmarksnahen Blutungen, erfordern die Patienten neben der kardiopulmonalen Überwachung ein neurologisches Monitoring. Weil die punktionsbezogenen Komplikationen auch mehrere Stunden nach Anlage der Spinalanästhesie auftreten können, spielt die genaue Aufklärung der Patienten eine sehr wichtige Rolle zur Früherkennung der entsprechenden Symptomatik. Die rechtzeitige Einleitung von therapeutischen Maßnahmen kann die Entstehung von dauerhaften Schäden vermeiden. Bei der eSpA ist

die neurologische (Selbst-) Überwachung der Patienten durch die Beschränkung der sensorischen und motorischen Blockade auf nur eine Körperhälfte während der intra- und postoperativen Periode wesentlich leichter als nach konventioneller bSpA. Dies erhöht deutlich die Sicherheit der Spinalanästhesie. Auch die Gefahr der späteren lebensbedrohlichen Ausbreitung der Nervenblockade ist bei der Anwendung der eSpA mit den von uns verwendeten Medikamenten wegen sehr geringen Bupivacaindosen nicht gegeben.

Im Anbetracht dessen scheint eine direkte Verlegung vom OP-Saal auf eine Krankenstation (bzw. in einen Ruheraum) ohne Zwischenüberwachung im Aufwachraum zumindest bei nicht sedierten Patienten möglich. Die Entlassung nach Hause bei ambulant operierten Patienten ist aus der Sicht des Anästhesisten zum Zeitpunkt der vollständigen Rückbildung der Nervenblockade praktikabel, also etwa drei Stunden nach Spinalpunktion.

5.4.3 Übertritt der Blockade

In Rahmen unserer Studie ermittelten wir den objektiven und den subjektiven Übertritt der Blockade. Der objektive, mit dem pin-prick Test festgestellte Übertritt der Blockade betrug 22,2% (14 Patienten). Subjektiv, vom Patienten als beidseitig empfundene Blockade, wurde der Übertritt in zwei Fällen dokumentiert (3,2%). Diese Abgrenzung wird von anderen Autoren nicht erwähnt. Sie spielt eine wichtige Rolle bei der Gesamtbeurteilung der einseitigen Spinalanästhesie. Die Tatsache, dass 96,8% der Patienten die nicht operierte Körperseite als nicht betäubt empfanden, steigerte das Sicherheitsgefühl und die Zufriedenheit mit dem Anästhesieverfahren. Die Erkenntnis, dass es bei 22,2% der Patienten trotz Ausbleiben der subjektiven Blockadezeichen zur gegenseitigen Nervenblockade kam, sollte besondere Vorsicht bei einer Frühmobilisation nach eSpA implizieren.

Vor der Umlagerung auf den Rücken (13 Min) betrug die objektive Übertrittsrate 12,7% und erreichte in den nächsten zwei Minuten nach dem Lagewechsel ihr Maximum (22,2%). Um festzustellen, ob längere Seitenlagerungszeiten diesem sprunghaften Zuwachs des Übertritts vorbeugen können, wäre eine weitere Studie notwendig.

Bei der Vier-Milligramm-Gruppe in der Studie von Kiran & Upma betrug der Übertritt der sensorischen Blockade auf die nicht operierte Seite 89,5% [67]. Der Unterschied bei der Anlage der eSpA im Vergleich zur unserer Studie bestand in der LA-Injektionsgeschwindigkeit, die sich bei diesen Autoren auf 1,6 ml/Min belief und somit fünfmal schneller war als bei uns. Ergebnisse dieser Studie zeigen auch, dass die verwendete Gesamtdosis des Bupivacains eine wichtige Rolle bei der Beschränkung der Nervenblockade auf nur eine Körperseite spielt. Die Verringerung der 0,5% hyperbaren Bupivacainmenge von 4,0 mg auf 3,0 mg bei sonst identischer Durchführungstechnik und vergleichbaren Patientenkollektiven hatte in dieser Studie eine Abnahme des objektiven Übertritts von 89,5% auf 15,8% zur Folge [67].

Geringere Übertrittsrate erzielten Borghi et al. [14]. Im Rahmen ihrer Studie injizierten sie vier, sechs und acht Milligramm Bupivacain 0,5% hyperbar mit dem Flow von 3,0 ml/Min in Seitenlage mit anschließender Seitenlagerung von 15 Minuten und testeten den jeweiligen Verlauf der eSpA. Ziel dieser Studie, die bei 90 ambulant operierten Patienten (ASA I und II, Kniearthroskopie) durchgeführt wurde, war, die optimale Bupivacaindosis für diesen Eingriff zu ermitteln. In der Vier-Milligramm-Gruppe erreichten sie bei 90% der Patienten eine einseitige sensorische und bei 97% der Patienten eine einseitige motorische Nervenblockade. Es bestehen jedoch große Unterschiede zu unserer Studie bezüglich des Testintervalls und der Testdauer. Die Untersuchungen wurden von uns minütlich, mindestens 18 Minuten lang (somit mindestens fünf Minuten nach der Umlagerung) bis zum Erreichen der exakt definierten maximalen sensorischen Blockade (keine Veränderung des Blockadeniveaus in drei aufeinander folgenden Testperioden) durchgeführt. Der Eintritt der OP-Fähigkeit war

kein Kriterium zur Beendigung der präoperativen Testung. Borghi et al. testeten dagegen präoperativ im 5-Minuten-Abstand nur bis zum Auftreten der OP-Fähigkeit (13 ± 5 Minuten), die sie als Erreichen des Th12-Niveaus der sensorischen Blockade definierten. Danach wurde im 30-Minuten Abstand bis zum Abklingen der Blockade gemessen. Die festgestellte geringere Übertrittsrate in dieser Studie bei vergleichsweise hoher Injektionsgeschwindigkeit erklärt sich möglicherweise durch die großen Testintervalle. Deshalb lässt hier der Vergleich mit unseren Daten gerade nach Umlagern auf den Rücken nicht erfasste Übertrittserscheinungen vermuten. Interessanterweise wurde bei dieser Studie in der Acht-Milligramm-Gruppe die strikte einseitige Nervenblockade bei 77% der Patienten erreicht. In einer anderen Studie derselben Forschergruppe mit der gleichen Dosis von Bupivacain bei ähnlich hoher Injektionsgeschwindigkeit und einer ebenfalls 15-minütigen Seitenlagerung betrug die strikte eSpA nur 30% [26].

Das eigentliche klinische Ziel der einseitigen Spinalanästhesie besteht darin, die SpA sicherer, kalkulierbarer und verträglicher für die Patienten zu machen. Weil dieses Resultat verlässlich und praktikabel durch das von uns untersuchte Verfahren erreicht werden kann, ist die Bewertung der Zuverlässigkeit der eSpA nur nach dem Übertritt-Kriterium unbegründet.

5.5 Freigabe zur Operation

In der Grafik auf der folgenden Seite (Abbildung 5.2) werden die Patienten abhängig vom Zeitintervall bis zur OP-Freigabe dargestellt. Laut Studienvorgabe erfolgte die Freigabe zur Operation, wenn die sensorische Blockade in drei aufeinander folgenden Tests im Abstand von einer Minute nicht mehr zunahm. Für die Testung waren

mindestens 18 Minuten vorgeschrieben. Unter Annahme der OP-Fähigkeit ab Erreichen des Blockadeniveaus von Th12 hätte die OP-Freigabe bei allen unseren Patienten wesentlich früher erfolgen können (Abbildung 5.3). Zum Zeitpunkt des Lagewechsels, also 10 Minuten nach Ende der SA-Injektion, wären somit 93,7% der Patienten OP-fähig gewesen.

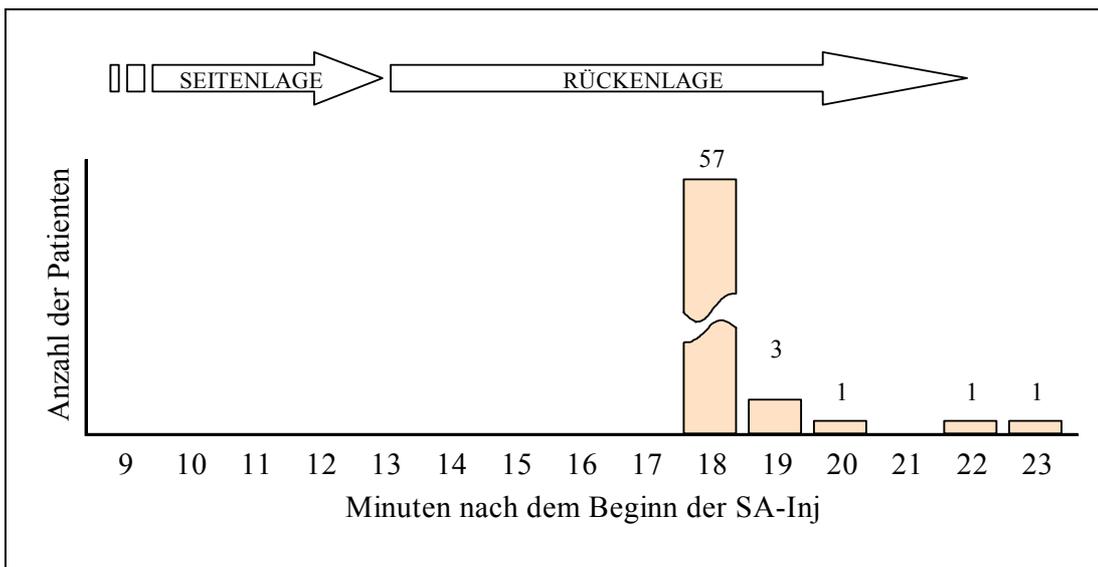


Abbildung 5.2: Zeit bis zur OP-Freigabe (nach Studien-Vorgabe)

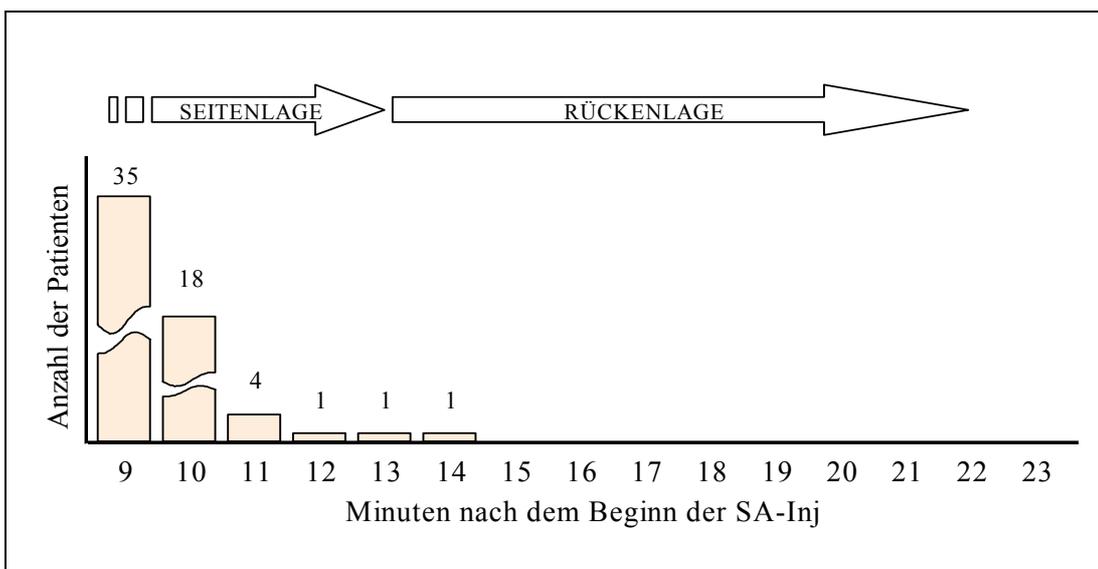


Abbildung 5.3: Zeit bis zum Erreichen des T12-Niveaus der SB

Borghi et al., die die OP-Fähigkeit genauso definierten, gaben die Zeit mit 13 ± 4 Minuten nach Ende der SA-Injektion an [14]. Berücksichtigt man die verschiedenen SA-Injektionsgeschwindigkeiten (16 Sekunden vs. 3 Minuten in unserer Studie), so war der zeitliche Aufwand für die Anlage der eSpA (vom Beginn der SA-Injektion) in beiden Kollektiven fast identisch.

Die notwendige Blockadehöhe ist abhängig von der Lokalisation des bevorstehenden operativen Eingriffs. In unserer Studie wurden drei Patienten OP-fähig erklärt, obwohl die maxSB nur L1-Niveau erreichte (zwei Patienten mit Kniearthroskopien, ein Patient mit Sprunggelenkfraktur).

5.6 Postoperativer Verlauf

Bei allen unseren Patienten wurde präoperativ eine Schmerztherapie mit peripher wirkenden Analgetika in üblicher Dosierung eingeleitet und postoperativ weitergeführt. Bei 40% der Patienten traten bis zum vierten postoperativen Tag keine Schmerzen auf. Bei den übrigen 60% war die schmerzfreie Periode unterschiedlich lang und betrug im Durchschnitt 4 Stunden und 20 Minuten, wobei sehr große Unterschiede zwischen einzelnen Patienten feststellbar waren. Der Einfluss des operativen Eingriffs auf die postoperative Schmerzentwicklung konnte wegen zu geringem Kollektiv bei großer OP-Vielfalt nicht ausgewertet werden. 76% der Patienten, die postoperativ Schmerzen bekamen, stuften diese als leicht (VAS 2 – 4), 8% als stark (VAS 5 – 6) und 16% als sehr stark (VAS ≥ 7) ein. Bei der Beurteilung dieser Angaben muss berücksichtigt werden, dass es sich um approximative Werte handelt. Um festzustellen, inwieweit der 1,0 μg Sufentanilzusatz die postoperative Schmerzentwicklung beeinflusst, ist eine Vergleichsstudie notwendig.

Über die längere postoperative Schmerzfreiheit nach einer eSpA mit 4,0 mg hyperbarem Bupivacain im Vergleich zu einer Allgemeinanästhesie bei ambulant durchgeführten Kniearthroskopien wurde 2004 von Korhonen et al. berichtet [70]. Auch die postoperative Schmerzintensität nach VAS und der damit verbundene Opioidbedarf sowie PONV-Inzidenz waren in dieser Studie bei den Patienten mit eSpA niedriger als nach Allgemeinnarkose mit Desfluran. Jankowski et al., die bei derartigen Eingriffen eine Spinalanästhesie mit 6,0 mg Bupivacain und 15 µg Fentanyl durchführten, konnten ebenfalls die niedrigere Schmerzintensität und den geringeren postoperativen Opioidbedarf im Vergleich zur Allgemeinnarkose verzeichnen [64].

Bei acht unserer Patienten (12,7%) trat unmittelbar postoperativ ein flüchtiger Pruritus auf, der sich binnen 30 – 90 Minuten ohne Therapie zurückbildete. Dieser ist mit größter Wahrscheinlichkeit auf den Sufentanilzusatz zurückzuführen. Der Juckreiz gehört zu den häufigsten Nebenwirkungen bei dem rückenmarknahen Einsatz von Opioiden. Ursächlich werden Alterationen der sensorischen Modulationen im oberen Zervikalmark vermutet [49]. Die Pruritus-Inzidenz ist abhängig von dem verwendeten Opioid. Korhonen et al., die zur Anlage einer eSpA 3,0 mg Bupivacain mit 10 µg Fentanyl-Zusatz verwendeten, stellten bei 75% der Patienten das Auftreten von Pruritus fest [69]. In der 2004 publizierte Studie von Gurkan et al. verursachte die Zugabe von 25 µg Fentanyl bzw. 50 µg Morphin zu 6,0 mg Bupivacain entsprechend bei 65% bzw. 80% der Patienten Pruritus [56]. Diese Daten und die Ergebnisse unserer Studie lassen annehmen, dass hinsichtlich dieser Nebenwirkung Sufentanil besser als Fentanyl oder Morphin für die intrathekale Injektion geeignet ist [69, 90, 89].

Bei keinem unserer Patienten traten spinalpunktionsbedingte Kopfschmerzen auf. Dies entspricht den Literaturdaten, wonach bei der Verwendung von atraumatischen und dünnlumigen Spinalnadeln die Inzidenz derartiger Nebenwirkungen unter 3% liegt [102, 41, 73]. Auch Transiente Radikuläre Irritationen (TRI) wurden nicht beo-

bachtet. Ihr Auftreten ist vor allem mit der intrathekalen Anwendung von Lidocain und Mepivacain verbunden und soll unabhängig von der Barizität, der Konzentration und der verwendeten LA-Dosis vorkommen [37, 46]. Die Inzidenz von TRI bei der Spinalanästhesie mit Bupivacain liegt zwischen 1,1% – 3% [37, 66]. Ergebnisse unserer Untersuchung entsprechen diesen Literaturangaben.

Eine Patientin benötigte am zweiten postoperativen Tag wegen Obstipation Abführmaßnahmen. Weil laut ihren Angaben eine situationsbedingte Obstipationsneigung bekannt war, ist ein Zusammenhang mit der eSpA nicht anzunehmen.

In einem Fall musste neun Stunden nach OP-Ende (Leistenbruch) die Harnblase wegen Harnverhalt katheterisiert werden. Es handelte sich dabei um einen 66-jährigen ASA-III Patienten mit benigner Prostatahyperplasie. Dieser Patient musste in den letzten Jahren wegen kardialen Erkrankungen mehrmals stationär behandelt werden. Nach eigener Angabe war bei ihm während jeder Hospitalisation wegen Miktiionsproblemen die Anlage eines Dauerkatheters notwendig. Aus diesem Grund scheint ein direkter Zusammenhang mit der Spinalanästhesie nicht zu bestehen. Die leichte Übelkeit, die derselbe Patient als einziger des Gesamtkollektivs am Abend des OP-Tages verspürte, könnte durch den operativen Eingriff selbst und den allgemeinen Zustand des Patienten erklärt werden. Mit großer Wahrscheinlichkeit besteht auch in diesem Fall keine Kausalität zur Spinalanästhesie.

Alle 63 Patienten waren mit der einseitigen Spinalanästhesie zufrieden. Nur eine Patientin würde dieses Anästhesieverfahren in Zukunft nicht mehr wählen. Als Begründung gab sie ein unangenehmes Gefühl bei der Spinalpunktion an, mit dem weiteren Verlauf der eSpA war sie jedoch sehr zufrieden. Bei dieser Patientin konnte der Spinalraum wegen schwierigen anatomischen Verhältnissen erst nach mehrmaligen Versuchen punktiert werden. Von den Patienten, die eine eSpA nochmals wählen würden (98,5%), hatten 52 Patienten schon mindestens ein Mal eine Vollnarkose und

elf Patienten schon mindestens ein Mal eine Spinalanästhesie (eSpA oder bSpA) zuvor erhalten. Weil diese Patienten einen Vergleich der eSpA zu den anderen Anästhesieverfahren ziehen konnten, ist ihre positive Bewertung der eSpA besonders wertvoll. Bei sechs der befragten Patienten wurde vorher noch nie eine Narkose durchgeführt.

Auch alle Operateure waren mit der einseitigen Spinalanästhesie zufrieden. Es soll jedoch erwähnt werden, dass sich die Befragung auf die Operabilität bei der Anwendung einer eSpA bezog. Die mögliche niedrigere Akzeptanz der Anästhesiemethode, die aus der längeren OP-Vorbereitungszeit resultieren könnte, wurde bei dieser Studie nicht berücksichtigt.

5.7 Vorteile der einseitigen Spinalanästhesie

Die Spinalanästhesie (SpA) ist ein etabliertes Anästhesieverfahren. Sie ist aus der täglichen klinischen Praxis nicht mehr wegzudenken. Die konventionelle Spinalanästhesie ist durch die beidseitige Nervenblockade charakterisiert. Die Höhe der sensorischen Blockade wird durch die Grenze zwischen den blockierten und nicht blockierten Dermatomen beschrieben. Die Tiefe der motorischen Blockade wird meistens durch die Bromage-Skala erfasst. Neben den sensorischen und motorischen Nervenwurzeln werden auch die autonomen Nervenfasern blockiert.

Die Dauer der Nervenblockade kann durch den gezielten Einsatz von unterschiedlich lang wirkenden Lokalanästhetika (LA) beeinflusst werden. Die Ausbreitung der Spinalanästhesie hängt von der Menge, der Konzentration, der Barizität und den physi-

kochemischen Eigenschaften der angewandten LA-Lösungen ab [28, 27]. Auch die Punktionshöhe und die Lagerung der Patienten beeinflussen das Ausmaß der Nervenblockade. Durch die zusätzliche intrathekale Gabe von Opioiden wird eine Verringerung der LA-Dosis sowie eine Verlängerung der postoperativen Schmerzfreiheit erreicht [93, 105].

Die gezielte Beschränkung der Anästhesie auf nur eine Körperhälfte ist durch Anlage der einseitigen Spinalanästhesie (eSpA) möglich. Die Durchführung einer eSpA ist im Vergleich zu der Anlage einer konventionellen beidseitigen Spinalanästhesie (bSpA) mit mehr Aufwand verbunden. Dieser Mehraufwand wird gerechtfertigt durch die Vorteile, die dabei für den Patienten, den Operateur und den Anästhesisten zu verzeichnen sind.

Die häufigste Nebenwirkung der konventionellen bSpA ist die Kreislaufinstabilität, die eine physiologische Konsequenz der Sympathikusblockade spiegelt. Sie äußert sich in Form von arterieller Hypotonie und Bradykardie, wobei vor allem ältere und herzkranken Patienten betroffen sind [104]. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sowie Daten aus der Literatur belegen, dass bei der einseitigen Spinalanästhesie derartige Komplikationen wegen der Beschränkung der Sympathikusblockade auf nur eine Körperseite eine Seltenheit sind [40, 30, 21].

Die im Vergleich zur beidseitigen Spinalanästhesie frühere und sicherere postoperative Mobilisation ermöglicht den breiten Einsatz des Anästhesieverfahrens auch in der ambulanten operativen Medizin [40, 25]. Die eSpA stellt eine wirkungssichere und kostengünstige Alternative zu den in der single shot Technik durchgeführten peripheren Nervenblockaden dar [20].

Durch die längeren Vorbereitungszeiten im Vergleich zur Allgemeinanästhesie mit volatilen Anästhetika scheint die einseitige Spinalanästhesie ein Anästhesieverfahren

zu sein, das den OP-Betrieb aufhält. Diese Meinung wurde jedoch in der 2004 publizierten Studie von Korhonen et al. nicht bestätigt [70]. Die Autoren verglichen in der randomisierten und kontrollierten Studie mit 64 ambulant operierten Patienten (Kniearthroskopie) den Gesamtzeitaufwand, der bei der Durchführung der eSpA mit 4,0 mg hyperbarem Bupivacain (SA-Injektionsgeschwindigkeit: 0,4 ml/Min, Seitenlagerung: 10 Min) und der propofolinduzierten Allgemeinanästhesie mit Desfluran und Fentanyl benötigt wird. Durch längere Ausleitungszeiten bei der Vollnarkose gab es bezüglich des anästhesiologischen Zeitaufwands kaum Unterschiede zwischen den beiden Verfahren. Auch die Zeit bis zur Entlassung nach Hause war in der SpA-Gruppe nicht länger als in der Allgemeinnarkose-Gruppe. Dafür war das Auftreten von Nebenwirkungen wesentlich seltener und der postoperative Opioidbedarf nach der eSpA geringer als nach der Desfluran-Anästhesie.

Durch die Möglichkeit der Frühdiagnose bei Auftreten von punktionsbedingten rückenmarksnahen Blutungen erhöht die eSpA die Sicherheit der Anästhesiemethode und ermöglicht durch frühzeitige Verlegung aus dem direkten perioperativen Überwachungsbereich einen zügigen Operationsbetrieb.

Die Zufriedenheit und das Vertrauen der Patienten gegenüber dem Behandlungsteam leisten einen wichtigen Beitrag zum Therapieerfolg. Gerade das subjektive Empfinden des Patienten ist entscheidend für seine Beurteilung der durchgeführten Therapiemethoden. In diesem Zusammenhang sollte der Stellenwert der Anästhesistentätigkeit nicht unterschätzt werden. Besonders bei ambulanten Eingriffen übernimmt der Anästhesist oft die direkte prä- und postoperative Betreuung der Patienten [12]. Die Zufriedenheit des Patienten mit dem gewählten Anästhesieverfahren trägt wesentlich zum Gesamterfolg der Behandlung bei. In unserer Studie zeigt der hohe Zufriedenheitsgrad der Patienten (98,5% würden wieder dieselbe Anästhesiemethode bevorzugen), wie angenehm die eSpA für den Operierten ist. Die eSpA hat auch hier bedingt durch das partiell erhaltene Körpergefühl deutliche Vorteile gegenüber der beidseitigen Spinalanästhesie.

5.8 Vorgehensweise bei der Anlage einer eSpA

Um ein optimales Ergebnis bei der Anlage der einseitigen Spinalanästhesie mit der von uns verwendeten Methode zu erreichen, sollte Folgendes beachtet werden:

- genaue Aufklärung des Patienten (die Möglichkeit des Verzichts auf die präoperative Anxiolytika-Gabe ansprechen)
- Anschluss an die kardiopulmonale Überwachung und Start einer Infusion mit Gabe von ca. 15 ml/Min
- horizontale Stellung des OP-Tisches und Seitenlagerung des Patienten auf der zu operierenden Körperseite
- Aufziehen von 0,8 ml Bupivacain 0,5% hyperbar und anschließend 1,0 µg Sufentanil (0,2 ml Sufenta epidural) in eine Spritze mit kleinem Fassungsvermögen und langem Kolbenweg (z.B. Heparinspritze). Bei Eingriffen im Leistenbereich eine höhere Bupivacaindosis verwenden (6,0 – 8,0 mg)
- Verwendung einer direktionalen Spinalnadel z.B. BD Whitacre 25G
- Punktion des Spinalraumes in dem anatomisch am besten geeigneten Interspinalraum zwischen L2 – L5
- bei freiem Abfließen des Liquors Umdrehen der Nadelöffnung zur operierten Körperseite und langsames gleichmäßiges Injizieren der LA-Lösung ohne Zwischenbarbotage über 3 Minuten
- Einhalten der Seitenlage des Patienten bis zur 14. Minute nach Beginn der intrathekalen Injektion, anschließend Rückenlage bzw. OP-Lagerung
- bei ausreichender Blockadeausbreitung OP-Freigabe und ggf. Sedierung des Patienten

6 ZUSAMMENFASSUNG

Bei der konventionellen Spinalanästhesie ist die beidseitige sensorische und motorische Nervenblockade für die meisten einseitigen operativen Eingriffe im Leisten- und unteren Extremitätenbereich überdimensioniert. Durch die begleitende Sympathikusblockade kann besonders bei älteren Patienten eine Kreislaufinstabilität auftreten. Durch einen Opioid-Zusatz wird eine Verringerung der Lokalanästhetikadosis erreicht. Mit der einseitigen Spinalanästhesie kann eine Beschränkung der Nervenblockade auf nur eine Körperseite und somit eine Reduzierung der Nebenwirkungen erreicht werden. Bisherige Studien zeigen unterschiedliche Verläufe der einseitigen Spinalanästhesie in Abhängigkeit von der Anlagetechnik sowie von den verwendeten Medikamenten und ihren Dosierungen. Die Ergebnisse sind teilweise widersprüchlich.

Diese prospektive, konsekutive klinische Studie sollte den Verlauf der einseitigen Spinalanästhesie unter Anwendung von 0,8 ml Carbostesin[®] 0,5% hyperbar (= 4,0 mg Bupivacain) mit 0,2 ml Sufenta epidural (= 1,0 µg Sufentanil) und ihre Akzeptanz bei den Patienten sowie bei den Operateuren im klinischen Alltag prüfen. Sie schloss 63 ASA I – III Patienten (24 F, 39 M) im Alter von 14 bis 89 Jahren mit einseitigen operativen Eingriffen im Leisten- und unteren Extremitätenbereich ein. Nach dem Anschließen an die kardiopulmonale Überwachung und dem Start einer Infusionsgabe wurden die Patienten auf die zu operierende Körperseite gelagert. Es erfolgte die Spinalpunktion überwiegend in dem L3/4 Interspinalraum mittels Whitacre 25G Nadel. Nach dem freien Abfließen des Liquors wurde die Nadelöffnung zur operierenden Körperseite gedreht und die Mischung aus Bupivacain und Sufentanil über drei Minuten lang gleichmäßig mittels einer Heparinspritze injiziert. Die Seitenlagerung der Patienten wurde danach zehn Minuten lang beibehalten. Die Austestung der sensorischen und motorischen Nervenblockade erfolgte auf beiden Körperseiten minütlich und seitengetreunt bis zum Erreichen der maximalen sensorischen Blo-

ckade. Postoperativ wurde im 10-Minuten Intervall bis zur vollständigen Rückbildung der Blockade getestet. Das Auftreten einer Kreislaufinstabilität (RR-Abfall um mehr als 30% des Ausgangswertes, HF < 45 Schläge/Min) und anderer Nebenwirkungen wurde protokolliert. Am ersten und vierten postoperativen Tag erfolgte eine anästhesiebezogene Befragung der Patienten.

Die Auswertung der gewonnenen Daten ergab, dass die maximale Höhe der sensorischen Blockade auf der operierten Körperseite nach 12 ± 2 (9 – 20) Minuten erreicht wurde und im Mittel Th10 (L1 – Th7) betrug. Alle Patienten konnten als OP-fähig erklärt werden. Die motorische Blockade erreichte Stufe 1 – 3 nach Bromage und bildete sich binnen 110 ± 16 (50 – 150) Minuten vollständig zurück. Die Regression der sensorischen Blockade auf das L3-Niveau erfolgte nach 130 ± 16 (80 – 190) Minuten, die vollständige Rückbildung der Blockade (S2-Regression) nach 180 ± 13 (130 – 210) Minuten. Bei 22,2% der Patienten kam es zu einem objektiv feststellbaren kontralateralen Übertritt der sensorischen Blockade, der von nur 3,2% der Patienten subjektiv bemerkt wurde. In einem Fall kam es zum Übertritt des motorischen Blocks. Bei einer Patientin wurde eine Kreislaufinstabilität nach Studienvorgabe dokumentiert, wobei keine Kausalität zur Spinalanästhesie bestand. Acht Patienten (12,6%) klagten über einen flüchtigen Pruritus. Übelkeit, Erbrechen, Kopfschmerzen oder ausstrahlende Rückenschmerzen traten bei keinem Patienten auf. Alle Patienten und Operateure waren mit dem Anästhesieverfahren zufrieden.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die einseitige Spinalanästhesie mit der hier verwendeten Medikamentendosierung und Anlagetechnik für verschiedene operative Eingriffe gut geeignet ist. Mit der aufwandarmen, praxisnahen Durchführungstechnik wird dem Anästhesisten eine sichere und gut kalkulierbare Anästhesiemethode zur Verfügung gestellt. Bei ihrer Anwendung treten kaum Nebenwirkungen auf. Objektiv feststellbare Blockadeübertritte, die von der Mehrheit der betroffenen Patienten nicht wahrgenommen werden, sollten nicht das entscheidende Kriterium bei der Bewertung der Zuverlässigkeit dieser Anästhesiemethode sein.

Literaturverzeichnis

- [1] Alley EA, Kopacz DJ, McDonald SB, Liu SS.
Hyperbaric spinal levobupivacaine: a comparison to racemic bupivacaine in volunteers.
Anesth Analg. 94 (2002) 188-193
- [2] Aromaa U, Lahdensuu M, Cozanitis DA.
Severe complications associated with epidural and spinal anaesthesias in Finland 1987 – 1993. A study based on patient insurance claims.
Acta Anaesthesiol Scand. 41 (1997) 445-452
- [3] Asehnoune K, Larousse E, Tadie JM, Minville V, Droupy S, Benhamou D.
Small-dose bupivacaine-sufentanil prevents cardiac output modifications after spinal anesthesia.
Anesth Analg. 101 (2005) 1512-1515
- [4] Auroy Y, Benhamou D, Bargues L, Ecoffey C, Falissard B, Mercier F, Bouaziz H, Samii K.
Major Complications of Regional Anesthesia in France: The SOS Regional Anesthesia Hotline Service.
Anesthesiology. 97 (2002) 1274-1280
- [5] Auroy Y, Narchi P, Messiah A, Litt L, Rouvier B, Samii K.
Serious complications related to regional anesthesia: results of a prospective survey in France.
Anesthesiology. 87 (1997) 479-486
- [6] Axelsson K, Mollefors K, Olsson JO, Lingardh G, Widman B.
Bladder function in spinal anaesthesia.
Acta Anaesthesiol Scand. 29 (1985) 315-321
- [7] Azad SC.
Chronischer Schmerz - Leiden ohne Ende?
In: „Refresher Course, Aktuelles Wissen für Anästhesisten Nr. 31. April 2005, München.“
DIOMed Verlags GmbH, Ebelsbach 2005, 21-24

- [8] Bano F, Haider S, Aftab S, Sultan ST.
Comparison of 25-gauge, Quincke and Whitacre needles for postdural
puncture headache in obstetric patients.
J Coll Physicians Surg Pak. 14 (2004) 647-650
- [9] Ben-David B, Solomon E, Levin H, Admoni H, Goldik Z.
Intrathecal fentanyl with small-dose dilute bupivacaine: better anesthesia
without prolonging recovery.
Anesth Analg. 85 (1997) 560-565
- [10] Biscopig J, Ahlbrecht F, Salomon F, Hempelmann G.
pH und Pufferkapazität des Liquors nach Spinalanaesthesie.
Reg Anaesth. 6 (1983) 76-79
- [11] Biscopig J.
Einfluß der Glucosekonzentration von Bupivacainlösungen auf die Lokala-
naesthetikaverteilung im Liquor bei Spinalanaesthesie.
Reg Anaesth. 9 (1986) 9-14
- [12] Blobner M, Kochs E.
Anästhesie heute.
Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther. 38 (2001) 241-254
- [13] Borgeat A, Ekatodramis G, Schenker CA.
Postoperative nausea and vomiting in regional anesthesia: a review.
Anesthesiology. 98 (2003) 530-547
- [14] Borghi B, Stagni F, Bugamelli S, Paini MB, Nepoti ML, Montebugnoli M,
Casati A.
Unilateral spinal block for outpatient knee arthroscopy: a dose-finding study
J Clin Anesth. 15 (2003) 351-356
- [15] Bouaggad A, Harrar RA, Bouderkha MA, Abassi O.
The effect of oral etilefrine premedication on the incidence of hypotension
during spinal anaesthesia.
Eur J Anaesthesiol. 17 (2000) 177-181
- [16] Brandt L.
Inhalationsanästhesie.
In: "Illustrierte Geschichte der Anästhesie",
Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 1977, 62-66

- [17] Brandt L.
An der Schwelle zur modernen Regionalanästhesie.
In: "Illustrierte Geschichte der Anästhesie",
Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 1977, 230-238
- [18] Büch HP, Rummel W.
Lokalanästhetika.
In: "Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie"
Urban & Fischer Verlag München-Jena 2001, 8. Auflage, 267-275
- [19] Calthorpe N.
The history of spinal needles: getting to the point.
Anaesthesia. 59 (2004) 1231-1241
- [20] Cappelleri G, Casati A, Fanelli G, Borghi B, Anelati D, Berti M, Albertin A.
Unilateral spinal anesthesia or combined sciatic-femoral nerve block for day-
case knee arthroscopy. A prospective, randomized comparison.
Minerva Anesthesiol. 66 (2000) 131-136
- [21] Casati A, Fanelli G, Aldegheri G, Colnaghi E, Casaletti E, Cedrati V, Torri G
Frequency of hypotension during conventional or asymmetric hyperbaric
spinal block.
Reg Anesth Pain Med. 24 (1999) 214-219
- [22] Casati A, Fanelli G, Cappelleri G, Aldegheri G, Leoni A, Casaletti E, Torri G
Effects of spinal needle type on lateral distribution of 0.5% hyperbaric
bupivacaine.
Anesth Analg. 87 (1998) 355-359
- [23] Casati A, Fanelli G, Cappelleri G, Aldegheri G, Berti M, Senatore R, Torri G
Effects of speed of intrathecal injection on unilateral spinal block by
1% hyperbaric bupivacaine. A randomized, double-blind study.
Minerva Anesthesiol. 65 (1999) 5-10
- [24] Casati A, Fanelli G, Cappelleri G, Leoni A, Berti M, Aldegheri G, Torri G.
Does speed of intrathecal injection affect the distribution of 0.5% hyperbaric
bupivacaine?
Br J Anaesth. 81 (1998) 355-357
- [25] Casati A, Fanelli G.
Unilateral spinal anesthesia. State of the art.
Minerva Anesthesiol. 67 (2001) 855-862

- [26] Casati A, Moizo E, Marchetti C, Vinciguerra F.
A prospective, randomized, double-blind comparison of unilateral spinal anesthesia with hyperbaric bupivacaine, ropivacaine, or levobupivacaine for inguinal herniorrhaphy.
Anesth Analg. 99 (2004) 1387-1392
- [27] Chambers WA, Edstrom HH, Scott DB.
Effect of baricity on spinal anaesthesia with bupivacaine.
Br J Anaesth. 53 (1981) 279-82
- [28] Chambers WA, Littlewood DG, Edstrom HH, Scott DB.
Spinal anaesthesia with hyperbaric bupivacaine: effects of concentration and volume administered.
Br J Anaesth. 54 (1982) 75-80
- [29] Chambers WA, Littlewood DG, Logan MR, Scott DB.
Effect of added epinephrine on spinal anesthesia with lidocaine.
Anesth Analg. 60 (1981) 417-420
- [30] Chohan U, Afshan G, Hoda MQ, Mahmud S.
Haemodynamic effects of unilateral spinal anesthesia in high risk patients.
J Pak Med Assoc. 52 (2002) 66-69
- [31] De Kock M, Gautier P, Fanard L, Hody JL, Lavand'homme P.
Intrathecal ropivacain and clonidine for ambulatory knee arthroscopy: a dose-response study.
Anesthesiology. 94 (2001) 574-578
- [32] Dennhardt R, Konder H.
Blut- und Liquorspiegel von Bupivacain bei Spinalanaesthesien.
Reg Anaesth. 6 (1983) 72-75
- [33] Desalu I, Kushimo OT.
Is ephedrine infusion more effective at preventing hypotension than traditional prehydration during spinal anaesthesia for caesarean section in African parturients?
Int J Obstet Anesth. 14 (2005) 294-299
- [34] Dobrydnjov I, Axelsson K, Thorn SE, Matthiesen P, Klockhoff H, Holmstrom B, Gupta A.
Clonidine combined with small-dose bupivacaine during spinal anesthesia for inguinal herniorrhaphy: a randomized double-blinded study.
Anesth Analg. 96 (2003) 1496-1503

- [35] Drasner K.
Chloroprocaine Spinal Anesthesia: Back to the Future? Editorial.
Anesth Analg. 100 (2005) 549-552
- [36] Drasner K.
Lidocain spinal anesthesia: a vanishing therapeutic index?
Anesthesiology. 87 (1997) 469-472
- [37] Eberhart LH, Morin AM, Kranke P, Geldner G, Wulf H.
Transiente neurologische Symptome nach Spinalanästhesie. Eine quantitative systematische Übersicht (Metaanalyse) randomisierter kontrollierter Studien.
Anaesthesist. 51 (2002) 539-546
- [38] Enk D, Prien T, Van Aken H, Mertes N, Meyer J, Brussel T.
Success rate of unilateral spinal anesthesia is dependent on injection flow.
Reg Anesth Pain Med. 26 (2001) 420-427
- [39] Esmoğlu A, Boyacı A, Ersoy O, Güler G, Talo R, Tercan E.
Unilateral spinal anaesthesia with hyperbaric bupivacaine.
Acta Anaesthesiol Scand. 42 (1998) 1083-1087
- [40] Esmoğlu A, Karaoğlu S, Mizrak A, Boyacı A.
Bilateral vs. unilateral spinal anesthesia for outpatient knee arthroscopies.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 12 (2004) 155-158
- [41] Faccenda KA, Finucane BT.
Complications of regional anaesthesia Incidence and prevention.
Drug Saf. 24 (2001) 413-442
- [42] Flaatten H, Felthaus J, Kuwelker M, Wisborg T.
Postural post-dural puncture headache. A prospective randomised study and a meta-analysis comparing two different 0.40 mm O.D. (27 G) spinal needles.
Acta Anaesthesiol Scand. 44 (2000) 643-647
- [43] Flaatten H, Felthaus J, Larsen R, Bernhardsen S, Klausen H.
Postural post-dural puncture headache after spinal and epidural anaesthesia. A randomised, double-blind study.
Acta Anaesthesiol Scand. 42 (1998) 759-764
- [44] Fournier R, Weber A, Gamulin Z.
Intrathecal sufentanil is more potent than intravenous for postoperative analgesia after total-hip replacement.
Reg Anesth Pain Med. 30 (2005) 249-254

- [45] Frank A, Schuster M, Biscopig J.
Der Einfluss der Lagerungsdauer auf die Qualität der Hemi-Spinalanästhesie
Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther. 37 (2002) 659-664
- [46] Freedman JM, Li DK, Drasner K, Jaskela MC, Larsen B, Wi S.
Transient neurologic symptoms after spinal anesthesia: an epidemiologic
study of 1,863 patients.
Anesthesiology. 89 (1998) 633-641
- [47] Freye E.
Der Schmerz, Teil des protektiven Systems.
In: "Opioide in der Medizin",
Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2004, 6. Auflage, 1-7
- [48] Freye E.
Hinterhorn des Rückenmarks-Ort der Modulation nozizeptiver Afferenzen.
In: "Opioide in der Medizin",
Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2004, 6. Auflage, 13-22
- [49] Freye E.
Neuroaxialer, rückenmarknaher Einsatz von Opioiden.
In: "Opioide in der Medizin",
Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2004, 6. Auflage, 267-277
- [50] Freye E.
Opioide im Rahmen der Allgemeinanästhesie.
In: "Opioide in der Medizin",
Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2004, 6. Auflage, 171-206
- [51] Fritz KW, Seidlitz P.
Die Spinalanästhesie zu ambulanten Arthroskopien. Die Sicht des Patienten:
Ergebnisse einer Patientenbefragung.
Anaesthesist. 46 (1997) 430-433
- [52] Glaser C, Marhofer P, Zimpfer G, Heinz MT, Sitzwohl C, Kapral S,
Schindler I.
Levobupivacaine versus racemic bupivacaine for spinal anesthesia.
Anesth Analg. 94 (2002) 194-198
- [53] Goodmann SR, Kim-Lo SH, Ciliberto CF, Ridley DM, Smiley RM.
Epinephrine is not a useful addition to intrathecal fentanyl or fentanyl-
bupivacain for labor analgesia.
Region Anesth Pain Med. 27 (2002) 374-379

- [54] Gottschalk A, Smith DS, Jobes DR, Kennedy SK, Lally SE, Noble VE, Grugan KF, Seifert HA, Cheung A, Malkowicz SB, Gutsche BB, Wein AJ. Preemptive epidural analgesia and recovery from radical prostatectomy: a randomized controlled trial. *JAMA*. 279 (1998) 1076-1082
- [55] Grass JA. Sufentanil: clinical use as postoperative analgesic—epidural/intrathecal route. *J Pain Symptom Manage*. 7 (1992) 271-286
- [56] Gürkan Y, Canatay H, Özdamar D, Solak M, Toker K. Spinal anesthesia for arthroscopic knee surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*. 48 (2004) 513-517
- [57] Hallworth SP, Fernando R, Stocks GM. Predicting the density of bupivacaine and bupivacaine-opioid combinations. *Anesth Analg*. 94 (2002) 1621-1624
- [58] Halpern S, Preston R. Postdural puncture headache and spinal needle design. Metaanalyses. *Anesthesiology*. 81 (1994) 1376-1383
- [59] Hempel V, Eckert S, Standl T. Single-dose Spinalanästhesie mit einer Mischung aus Bupivacain 0,5% isobar und Mepivacain 4% hyperbar. *Anaesthesist*. 46 (1997) 121-125
- [60] Hempel V. Einseitige Spinalanästhesie – ein schönes, aber praxisfernes Konzept? *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 37 (2002) 649-650
- [61] Hodgson PS, Neal JM, Pollock JE, Liu SS. The neurotoxicity of drugs given intrathecally (spinal). *Anesth Analg*. 88 (1999) 797-809
- [62] Iselin-Chaves IA, Van Gessel EF, Donald FA, Forster A, Gamulin Z. The effects of solution concentration and epinephrine on lateral distribution of hyperbaric tetracaine spinal anesthesia. *Anesth Analg*. 83 (1996) 755-759
- [63] Janitzki AS, Götte A. Spinalanästhesie und funktionale Sympathikusblockade. *Anaesthesist*. 44 (1995) 171-177

- [64] Jankowski CJ, Hebl JR, Stuart MJ, Rock MG, Pagnano MW, Beighley CM, Schroeder DR, Horlocker TT.
A comparison of psoas compartment block and spinal and general anesthesia for outpatient knee arthroscopy.
Anesth Analg. 97 (2003) 1003-1009
- [65] Kee WD, Khaw KS, Ng FF.
Prevention of Hypotension during Spinal Anesthesia for Cesarean Delivery: An Effective Technique Using Combination Phenylephrine Infusion and Crystalloid Cohydration.
Anesthesiology. 103 (2005) 744-750
- [66] Keld DB, Hein L, Dalgaard M, Krogh L, Rodt SA.
The incidence of transient neurologic symptoms (TNS) after spinal anaesthesia in patients undergoing surgery in the supine position. Hyperbaric lidocaine 5% versus hyperbaric bupivacaine 0.5%.
Acta Anaesthesiol Scand. 44 (2000) 285-290
- [67] Kiran S, Upma B.
Use of small-dose bupivacaine (3 mg vs 4 mg) for unilateral spinal anesthesia in the outpatient setting.
Anesth Analg. 99 (2004) 302-303
- [68] Klöss T, Deyk van K, Hempel V.
Später Atemstillstand nach Spinalanästhesie.
Reg Anaesth. 7 (1984) 98-100
- [69] Korhonen AM, Valanne JV, Jokela RM, Ravaska P, Korttila K.
Intrathecal hyperbaric bupivacaine 3 mg + fentanyl 10 microg for outpatient knee arthroscopy with tourniquet.
Acta Anaesthesiol Scand. 47 (2003) 342-346
- [70] Korhonen AM, Valanne JV, Jokela RM, Ravaska P, Korttila KT.
A Comparison of Selektive Spinal Anesthesia with Hyperbaric Bupivacain and General Anesthesia with Desflurane for Outpatient Knee Arthroscopy.
Anesth Analg. 99 (2004) 1668-1673
- [71] Korhonen AM, Valanne JV, Jokela RM, Ravaska P, Volmanen P, Korttila K
Influence of the injection site (L2/3 or L3/4) and the posture of the vertebral column on selective spinal anesthesia for ambulatory knee arthroscopy.
Acta Anaesthesiol Scand. 49 (2005) 72-77

- [72] Kuusniemi KS, Pihlajamäki KK, Pitkanen MT.
A low dose of plain or hyperbaric bupivacaine for unilateral spinal anesthesia.
Reg Anesth Pain Med. 25 (2000) 605-610
- [73] Lambert DH, Hurley RJ, Hertwig L, Datta S.
Role of needle gauge and tip configuration in the production of lumbar puncture headache.
Reg Anesth. 22 (1997) 66-72
- [74] Lambert DH, Lambert LA, Strichartz GR.
Radicular irritation after spinal anesthesia.
Anesthesiology. 85 (1996) 1216-1217
- [75] Lanz E, Grab BM.
Micturition disorders following spinal anesthesia of different durations of action (lidocaine 2% versus bupivacaine 0.5%).
Anaesthesist. 41 (1992) 231-234
- [76] Lauretti GR, Mattos AI, Reis MP, Prado WA.
Intrathecal neostigmine for postoperative analgesia after orthopedic surgery.
J Clin Anesth. 9 (1997) 473-477
- [77] Likar R, Mathiaschitz K, Spendel M, Krumpholz R, Martin E.
Akutes spinales Subduralthämatom nach Spinalanästhesieversuch.
Anaesthesist. 45 (1996) 66-69
- [78] Lybecker H, Djernes M, Schmidt JF.
Postdural puncture headache (PDPH): onset, duration, severity, and associated symptoms. An analysis of 75 consecutive patients with PDPH.
Acta Anaesthesiol Scand. 39 (1995) 605-612
- [79] Malinovsky JM, Charles F, Kick O, Lepage JY, Malinge M, Cozian A, Bouchot O, Pinaud M.
Intrathecal anesthesia: ropivacaine versus bupivacaine.
Anesth Analg. 91 (2000) 1457-1460
- [80] Martin-Salvaj G, Van Gessel E, Forster A, Schweizer A, Iselin-Chaves I, Gamulin Z.
Influence of duration of lateral decubitus on the spread of hyperbaric tetracaine during spinal anesthesia: a prospective time-response study.
Anesth Analg. 79 (1995) 427-428

- [81] Martyr JW, Stannard KJ, Gillespie G.
Spinal-induced hypotension in elderly patients with hip fracture.
A comparison of glucose-free bupivacaine with glucose-free bupivacaine and fentanyl.
Anaesth Intensive Care. 33 (2005) 64-68
- [82] Maves TJ, Gebhart GF.
Antinociceptive synergy between intrathecal morphine and lidocaine during visceral and somatic nociception in the rat.
Anesthesiology. 76 (1992) 91-99
- [83] McDonald SB, Liu SS, Kopacz DJ, Stephenson CA.
Hyperbaric spinal ropivacaine: a comparison to bupivacaine in volunteers.
Anesthesiology. 90 (1999) 971-977
- [84] Messlinger K.
Nozizeption und Schmerz.
In: "Lehrbuch Vorklinik Teil B",
Schmidt, Unsicker, Deutscher Ärzte-Verlag Köln, 2003, 193
- [85] Milligan KR.
Recent advances in local anaesthetics for spinal anaesthesia.
Eur J Anaesthesiol. 21 (2004) 837-847
- [86] Minami K, Ogata J, Horishita T, Shiraishi M, Sata T.
Complications related to anesthesia method in the University of Occupational and Environmental Health Hospital.
Masui. 54 (2005) 320-326
- [87] Moen V, Dahlgren N, Irestedt L.
Severe neurological complications after central neuraxial blockades in Sweden 1990-1999.
Anesthesiology. 101 (2004) 950-959
- [88] Mojica JL, Melendez HJ, Bautista LE.
The timing of intravenous crystalloid administration and incidence of cardiovascular side effects during spinal anesthesia: the results from a randomized controlled trial.
Anesth Analg. 94 (2002) 432-437
- [89] Mulroy MF, Larkin KL, Hodgson PS, Helman JD, Pollock JE, Liu SS.
A comparison of spinal, epidural, and general anesthesia for outpatient knee arthroscopy.
Anesth Analg. 91 (2000) 860-864

- [90] Mulroy MF, Larkin KL, Siddiqui A.
Intrathecal fentanyl-induced pruritus is more severe in combination with procaine than with lidocaine or bupivacaine.
Reg Anesth Pain Med. 26 (2001) 252-256
- [91] Nishikawa K, Yamakage M, Omote K, Namiki A.
Prophylactic IM small-dose phenylephrine blunts spinal anesthesia-induced hypotensive response during surgical repair of hip fracture in the elderly.
Anesth Analg. 95 (2002) 751-756
- [92] Ogata K, Fukusaki M, Miyako M, Tamura S, Kanaide M, Sumikawa K.
The effects of colloid preload on hemodynamics and plasma concentration of atrial natriuretic peptide during spinal anesthesia in elderly patients.
Masui. 52 (2003) 20-25
- [93] Olofsson C, Nygard EB, Bjersten AB, Hessling A.
Low-dose bupivacaine with sufentanil prevents hypotension after spinal anesthesia for hip repair in elderly patients.
Acta Anaesthesiol Scand. 48 (2004) 1240-1244
- [94] Ong CK, Lirk P, Seymour RA, Jenkins BJ.
The efficacy of preemptive analgesia for acute postoperative pain management: a meta-analysis.
Anesth Analg. 100 (2005) 757-773
- [95] Palitzsch J, Ringel E.
Untersuchungen zur unilateralen Spinalanästhesie mit hyperbaren Lokalanästhesielösungen.
Anaesthesiol Reanimat. 12 (1987) 323-335
- [96] Petrenko AB, Yamakura T, Baba H, Shimoji K.
The Role of N-Methyl-D-Aspartate (NMDA) Receptors in Pain: A Review.
Anesth Analg. 97 (2003) 1108-1116
- [97] Rodgers A, Walker N, Schug S, McKee A, Kehlet H, Zundert van A, Sage D, Futter M, Saville G, Clark T, MacMahon S.
Reduction of postoperative mortality and morbidity with epidural or spinal anaesthesia: results from overview of randomised trials.
BMJ. 321 (2000) 1493
- [98] Schneider M, Ettlin T, Kaufmann M, Schumacher P, Urwyler A, Hampl K, von Hochstetter A.
Transient neurologic toxicity after hyperbaric subarachnoid anesthesia with 5% lidocaine.
Anesth Analg. 76 (1993) 1154-1157

- [99] Serpell MG, Gray WM.
Flow dynamics through spinal needles.
Anaesthesia. 52 (1997) 229-236
- [100] Sia AT, Goy RW, Lim Y, Ocampo CE.
A Comparison of Median Effective Doses of Intrathecal Levobupivacaine and Ropivacaine for Labor Analgesia.
Anesthesiology. 102 (2005) 651-656
- [101] Siddik-Sayyid SM, Aouad MT, Jalbout MI, Zalaket MI, Berzina CE, Baraka AS
Intrathecal versus intravenous fentanyl for supplementation of subarachnoid block during cesarean delivery.
Anesth Analg. 95 (2002) 209-213
- [102] Standl T, Stanek A, Burmeister M-A, Grüschow S, Wahlen B, Müller K, Biscopig J, Adams H-A.
Spinal anesthesia performance conditions and side effects are comparable between the newly designed Ballpen and the Sprotte needle: results of a prospective comparative randomized multicenter study.
Anesth Analg. 98 (2004) 512-517
- [103] Sumi M, Sakura S, Koshizaki M, Saito Y, Kosaka Y.
The advantages of the lateral decubitus position after spinal anesthesia with hyperbaric tetracaine.
Anesth Analg. 87 (1998) 879-884
- [104] Tarkkila PJ, Kaukinen S.
Complications during spinal anesthesia: a prospective study.
Reg Anesth. 16 (1991) 101-106
- [105] Teoh WH, Sia AT.
Hyperbaric bupivacaine 2.5 mg prolongs analgesia compared with plain bupivacaine when added to intrathecal fentanyl 25 microg in advanced labor
Anesth Analg. 97 (2003) 873-877
- [106] Tryba M.
Rückenmarksnahe Regionalanästhesie und niedermolekulare Heparine: Pro.
Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther. 28 (1993) 179-181
- [107] Turnbull D.K, Shepherd D.B.
Post-dural puncture headache: pathogenesis, prevention and treatment.
Br J Anaesth. 91 (2003) 718-729

- [108] Ueyama H, He YL, Tanigami H, Mashimo T, Yoshiya I.
Effects of crystalloid and colloid preload on blood volume in the parturient undergoing spinal anesthesia for elective Cesarean section.
Anesthesiology. 91 (1999) 1571-1576
- [109] Van Gessel EF, Forster A, Schweizer A, Gamulin Z.
Comparison of hypobaric, hyperbaric, and isobaric solutions of bupivacaine during continuous spinal anesthesia.
Anesth Analg. 72 (1991) 779-784
- [110] Van Kleef J, Veering BT, Burn AG.
Spinal anesthesia with ropivacaine: a double-blind study on the efficacy and safety of 0,5% and 0,75% solutions in patients undergoing minor lower limb surgery.
Anesth Analg. 78 (1994) 1125-1130
- [111] Vercauteren MP, Hans G, De Decker K, Adriaensen HA.
Levobupivacaine combined with sufentanil and epinephrine for intrathecal labor analgesia: a comparison with racemic bupivacaine.
Anesth Analg. 93 (2001) 996-1000
- [112] Vincent O, Litz R.J, Hübler M, Koch T.
Hohe sekundäre Ausbreitung einer Spinalanästhesie mit isobarem 0,5%igem Bupivacain nach spätem Lagewechsel.
Anaesthesist. 52 (2003) 1035-1038
- [113] Yoos JR, Kopacz DJ.
Spinal 2-chloroprocaine for surgery: an initial 10-month experience.
Anesth Analg. 100 (2005) 553-558
- [114] Yoos JR, Kopacz DJ.
Spinal 2-chloroprocaine: a comparison with small-dose bupivacaine in volunteers.
Anesth Analg. 100 (2005) 566-572

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1 Mechanismen der Langzeitpotenzierung.....	11
Abb. 3.1 BD Whitacre Nadel.....	21
Abb. 3.2 BD Yale TM Nadel.....	21
Abb. 3.3 Zeitlicher Ablauf bei der Durchführung der eSpA.....	24
Abb. 3.4 Dermatomzuordnung nach Hansen-Schliack.....	25
Abb. 3.5 Bromage Skala.....	26
Abb. 4.1 Präoperativer Verlauf sensorischer Blockade – operierte Seite.....	34
Abb. 4.2 Maximale Höhe der sensorischen Blockade – maxSB.....	35
Abb. 4.3 Zeit bis zum Auftreten der maximalen SB – TmaxSB.....	35
Abb. 4.4 Präoperativer Verlauf der motorischen Blockade – OP-Seite.....	37
Abb. 4.5 Tiefe der motorischen Blockade bei maxSB.....	37
Abb. 4.6 Übertritt der sensorischen Blockade auf die nicht-operierte Seite.....	38
Abb. 4.7 Niveau der SB bei Patienten mit Übertritt OP/Nicht-OP Seite.....	39
Abb. 4.8 Rückbildung der Blockade: Bromage = 0; L3- und S2-Regression.....	40
Abb. 5.1 Anlage einer eSpA mit Bupivacain – die wichtigen Größen.....	53
Abb. 5.2 Zeit bis zur OP-Freigabe (nach Studien-Vorgabe).....	65
Abb. 5.3 Zeit bis zum Erreichen des T12-Niveaus der SB.....	65

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1 Morphometrische Patientendaten.....	30
Tabelle 4.2 ASA-Klassifizierung.....	30
Tabelle 4.3 OP-Lokalisation und Anzahl der Patienten.....	31
Tabelle 4.4 Höhe der Spinalpunktion.....	32
Tabelle 4.5 Verwendete Spinalnadel.....	32
Tabelle 4.6 Präoperativer Verlauf sensorischer Blockade – operierte Seite.....	33
Tabelle 4.7 Präoperativer Verlauf der motorischen Blockade – operierte Seite....	36
Tabelle 4.8 OP-Vorbereitung und Durchführungszeiten.....	41

Danksagung

Ich danke Herrn Univ. Prof. Dr. med. E. Kochs für die Ermöglichung dieser Dissertation in der Klinik für Anaesthesiologie im Klinikum rechts der Isar.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. E. Entholzner für die Bereitstellung des Themas und die kompetente Betreuung.

Für die Ermöglichung der Arbeit und die großzügige Unterstützung bedanke ich mich herzlich beim Chefarzt der Anästhesieabteilung der Kreisklinik Fürstentfeldbruck, Priv. Doz. Dr. med. K. Eisler.

Mein besonderer Dank gilt meinem Oberarzt, Dr. med. Hermann Schubert und seiner Frau Susanne Schubert für die hervorragende Hilfe bei der Fertigstellung und Korrektur des Textes.

Ich danke Herrn Priv. Doz. Dr. S. Wagenpfeil vom Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie des Klinikum rechts der Isar der TU München (Direktor: Prof. Dr. KA. Kuhn) für die Beratung bei statistischen Fragestellungen.

Ebenfalls bedanke ich mich bei meinen Kolleginnen und Kollegen aus der Anästhesieabteilung sowie den Schwestern und Pflegern aus dem Anästhesie- und dem OP-Bereich für ihre Bereitschaft, mich zu unterstützen.

Den chirurgischen Kolleginnen und Kollegen sowie allen Patienten möchte ich für Ihre Geduld danken.

Lebenslauf

Persönliche Angaben

Name	Gucwa
Vorname	Slawomir, Marek
Geburtsdatum	31.01.1962
Geburtsort	Nowy Sacz, Polen
Familienstand	verheiratet seit 1989, eine Tochter
Staatsangehörigkeit	polnisch

Schulbildung

1968 – 1976	Grundschule in Bobowa (Polen)
1976 – 1980	Gymnasium in Bobowa mit Abschluss Abitur

Studium

1980 – 1987	Medizinstudium an der Medizinischen Akademie Krakau, Abschluss mit Diplom
02/1984 – 06/1984	Mitorganisation und Teilnahme an einer biologisch- anthropologischen wissenschaftlichen Expedition nach Zentralafrika

Berufliche Tätigkeiten

01/1988 – 03/1989	Praktischer Einsatz im Klinikum in Kielce (Polen), vergleichbar mit „Arzt im Praktikum“ und Erwerb der Approbation
04/1989 – 08/1989	Assistenzarzt im Klinikum in Kielce (Polen)
03/1991 – 07/2003	Tätigkeit auf der Intensivstation des Kreiskrankenhauses Fürstfeldbruck
Seit 08/ 2003	Assistenzarzt in der Abteilung für Anästhesie des Kreiskrankenhauses Fürstfeldbruck, Chefarzt PD Dr. K. Eisler

Patient: **M** Alter: **ASA**
F Stat: **AOM**
 Pat Teil Nr.:
 Gew-kg: KG-cm:
 OP:

Whitacre **25G** Yale **22G**
 Punktion **L2/3 L3/4 L4/5**

Datum:	Inj-Beg	Minuten ab Injektion-Beg	EREIGNISSE:		
			DK-Blasen kath	E-Erbrechen	KI-Kreislaufinstabilität
		0			
		1			Injektion
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
			Andere:		
			BLOCKADE:		
			Sens Motor		
			Li	Re	Li
			Re	Li	Re

Rückennlage	TESTEN-START		
	10	11	12

Nach OP-Ende in 10 Min Abstand
 bis vollständiger Rückbildung der
 Blockade - S2 Regression

Uhrzeit	Min	Erfolg	BLOCKADE:					
			Sens		Motor		Re	
			Li	Re	Li	Re	Li	Re
	20							
	25							
	30							
	40							
	50							
	60							
	70							
	80							
	90							
	100							
	110							
	120							
	130							
	140							
	150							
	160							
	170							
	180							
	190							

1. Miktion (Uhrzeit): _____
 Entlassung aus AWR _____
 Station/Zimmer: _____ / _____

Entlassung nach Hause:

Patient in Seitenlage, bevorzugte Punktionshöhe: L3/L4 mit Whitacre 25G Nadel (Doku)
 Punktionsvorbereitung nach Standard; Kristalloide 15 ml/min, Perfalgan , MCP (PONV)
 Heparinspritze: **0,8ml Bupivacain 0,5% Hyperbar + 0,2ml Sufenta epidural** (1,0µg)
Injektionszeit: 3 Min, Nadelöffnung nach unten (zur betäubenden Körperseite)
 Injektionsbeginn dokumentieren = **"Minute 0"**. Nach 8 Min - Beginn der Austestung der
 Blockade mit "Pin-prick" minütlich bis zum Erreichen der max sensorischer Blockade
 (3x keine Veränderung aber min bis zur 18. Minute)
 OP-Frei, OP Beg, OP Ende, sowie Besonderheiten dokumentieren

KI-Kreislaufinstabilität: Syst RR Abfall um mehr als 30% des Ausgangswertes, oder
 Bradykardie unter 45 Schläge/Min

BROMAGE SKALA:

0 Volle Bewegungsfreiheit	-keine Blockade
1 Beugen in Knie-und Fußgelenk möglich	-partielle Blockade
2 Beugen in Knie-und Fußgelenk nicht möglich	-partielle Blockade
3 Unfähigkeit Fuß oder Knie zu heben	-komplette Blockade

Bemerkungen:

Bitte Narkose-Protokoll kopieren

Ist der Operateur mit der
Narkose zufrieden?

Ja Nein

Patienten-subjektives
Empfinden der Blockade:
nur **eine** oder **beide** Seiten
betroffen

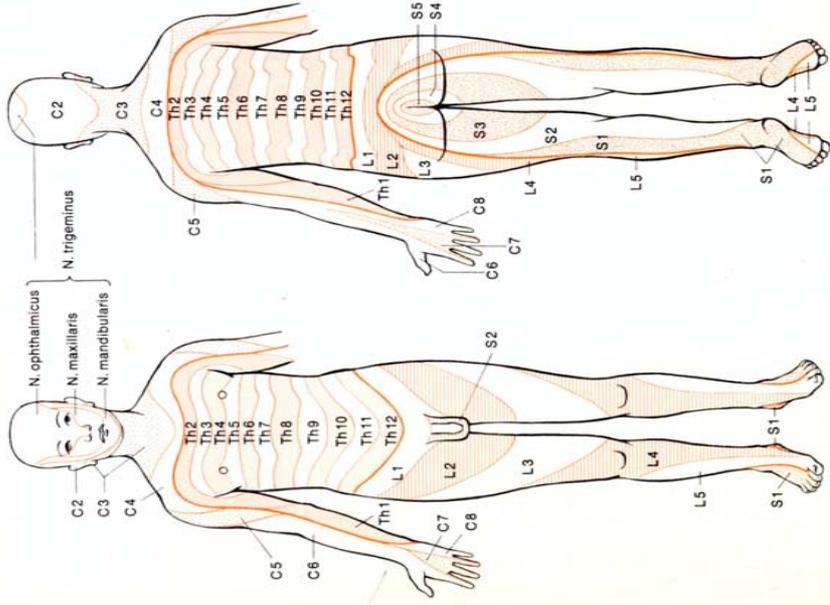


Abb. 1.28 Die segmentale Innervation der Haut (nach Hansen-Schliack)

FRAGEBOGEN POSTOPERATIV:

PATIENT: Tel Nr: Station: Zi:	1.Postoperative Tag Datum:	4.Postoperative Tag Datum:
1. Haben Sie Wasserlassen-Störungen gehabt? Wenn ja, welche.	Ja Nein	Ja Nein
2. Haben Sie Stuhlgang-Probleme gehabt? Wenn ja, welche.	Ja Nein	Ja Nein
3. Haben Sie Übelkeit(Ü) gehabt oder haben Sie erbrochen(E)?	Ja Nein	Ja Nein
4. Haben Sie Juckreiz gehabt?	Ja Nein	Ja Nein
5. Haben Sie Schmerzen, die dem Bein entlang strahlten, gehabt?	Ja Nein	Ja Nein
6. Haben Sie Sensibilitätsstörungen im operierten Gebiet gehabt?	Ja Nein	Ja Nein
7. Sind Sie mit der Narkose zufrieden?	Ja Nein	Ja Nein
8. Würden Sie die Narkose nochmals wählen ?	Ja Nein	Ja Nein
9. Haben Sie Kopfschmerzen gehabt?	Ja Nein	Ja Nein
10. Haben Sie schon mal eine Narkose gehabt? Welche?	Ja Nein	Ja Nein
11. Wann Sind die ersten Schmerzen Aufgetreten und wie stark sie waren (VAS 0-10) ?		
BEMERKUNGEN:		