

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin
Klinikum rechts der Isar

Technische Mängel verringern den Nutzen katheterbasierter postoperativer Schmerzverfahren: Eine achtjährige retrospektive Analyse

Sabine Haubold

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. E. J. Rummeny

Prüfer der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. M. Blobner
2. Univ.-Prof. Dr. E. Kochs

Die Dissertation wurde am 28.03.2013 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 22.10.2014 angenommen.

I.	Abkürzungsverzeichnis	5
1.	Einleitung	7
2.	Zielsetzung	10
3.	Methoden	11
3.1	Vorbereitung der Anlage von Periduralkathetern und peripheren Schmerzkathetern	11
3.1.1	Prämedikationsgespräch	11
3.1.2	Allgemeine Vorbereitung	11
3.2	Epiduralanästhesie	11
3.3	Periphere Nervenblockaden	12
3.3.1	Obere Extremität – Plexus brachialis	13
3.3.1.1	Axilläre Blockade	13
3.3.1.2	Vertikale infraklavikuläre Blockade (VIB)	13
3.3.1.3	Interskalenäre Plexusblockade „Skalenus“	14
3.3.2	Untere Extremität – Plexus lumbosacralis	14
3.3.2.1	Psoas Kompartiment Block (Plexus lumbalis)	14
3.3.2.2	3 in 1 Block (inguinale paravaskuläre Blockade - Plexus lumbalis)	14
3.3.2.3	Parasacrale Ischiadicusblockade nach Mansour (Plexus sacralis)	14
3.3.2.4	Kontinuierliche anteriore Ischiadicusblockade (“KAI” – Plexus sacralis)	15
3.3.3	Intercostalkatheter	15
3.4	Schmerzdienst – postoperative Schmerztherapie	15
3.5	Betreuung	16
3.6	Dokumentation	17
3.7	Datenerhebung	19
4.	Ergebnisse	23
4.1	Katheteranzahl	23
4.1.1	Periduralkatheter	23
4.1.2	Periphere Schmerzkatheter	23
4.2	Behandlungsdauer	25
4.2.1	Periduralkatheter	25
4.2.2	Periphere Katheter	26
4.3	Komplikationen Periduralkatheter	27
4.3.1	Komplikationen die zum vorzeitigen Entfernen des Katheters führten	27
4.3.2	Katheterbedingte Probleme bei der Schmerztherapie	28
4.3.2.1	Technische Schwierigkeiten	28

4.3.2.2	Katheterfehllagen	28
4.3.2.3	Andere katheterbezogene Komplikationen	29
4.3.3	Probleme an der Einstichstelle	30
4.3.3.1	Besondere Verläufe	32
4.3.3.1.1	Meningitis, Hämatom	32
4.3.3.1.2	Epiduraler Abszess, Meningitis	32
4.3.4	Komplikationen und Nebenwirkungen der Schmerztherapie, sowie nicht katheterassoziierte Komplikationen	34
4.3.5	Weitere Komplikationen ohne Entfernen des Katheters	37
4.3.6	Komplikationen PDK Gesamt	38
4.4	Komplikationen periphere Katheter	38
4.4.1	Komplikationen, die zum vorzeitigen Entfernen des Katheters führten	38
4.4.2	Katheterbedingte Probleme bei der Schmerztherapie	39
4.4.3	Probleme an der Einstichstelle	40
4.4.4	Komplikationen und Nebenwirkungen der Schmerztherapie, sowie nicht katheterassoziierte Komplikationen	42
4.4.5	Komplikationen periphere Katheter Gesamt 2005-2009	46
5.	Diskussion	48
5.1	Schwere Komplikationen	48
5.1.1	Epiduraler Abszess, Meningitis	48
5.1.2	Epidurales Hämatom	51
5.2	Katheterbedingte Probleme	53
5.2.1	Inzidenz von katheterbedingten Komplikationen bei Peripheren-/ Periduralkathetern	53
5.2.2	Ursachen der häufigsten technischen Probleme Dislokation und Diskonnektion	55
5.2.3	Prävention der häufigsten technischen Probleme Dislokation und Diskonnektion – Katheterfixierungen und Verbände	55
5.2.4	Umgang mit Diskonnektion	57
5.2.5	Andere katheterbezogene Komplikationen	59
5.3	Entzündungszeichen an der Einstichstelle und andere Auffälligkeiten an der Katheterinsertionsstelle	59
5.3.1	Inzidenz für lokale Entzündungszeichen bei Periduralkathetern und peripheren Katheter	60
5.3.1.1	Periduralkatheter	60
5.3.1.2	Periphere Katheter	61
5.3.2	Risikofaktoren für Infektionen an der Einstichstelle und Katheterbesiedelung	61

5.3.3	Prävention von Infektionen an der Einstichstelle und Katheterkolonisation	62
5.4	Komplikationen und Nebenwirkungen der Schmerztherapie mit Epiduralkathetern und peripheren Schmerzkathetern	64
5.4.1	Opiatbedingte Komplikationen und Nebenwirkungen der Schmerztherapie mit Epiduralkathetern	65
5.4.2	Neurologische Komplikationen – Periduralkatheter	67
5.4.3	Komplikationen und Nebenwirkungen der Schmerztherapie – Periphere Katheter	68
6.	Schlussfolgerung	69
7.	Zusammenfassung	70
8.	Summary	71
II.	Literaturverzeichnis	73

I. Abkürzungsverzeichnis

A	Arteria
AZ	Allgemeinzustand
BMI	Body-Maß-Index
ca.	Circa
CCT	Craniale Computertomographie
cm	Zentimeter
cMRT	Craniale Magnetresonanztomographie
CPNB	Continuous Peripheral Nerve Block
CT	Computertomographie
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin
EMG	Elektromyographie
EPCA	Epidural Patient-Controlled Analgesia
ESS	Einstichstelle
h	Stunde
HN	Hautniveau
Hz	Herz
iv PCA	Intravenous Patient-Controlled Analgesia
KAI	Kontinuierliche anteriore Ischiadikusblockade
Kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
L	Lendenwirbelsäule (Insertionshöhe)
LOR	Loss of Resistance
LWS	Lendenwirbelsäule
M	Musculus
mA	Milliampere

mg	Milligramm
min	Minute
ml	Milliliter
MRT	Magnetresonanztomographie
ms	Millisekunde
N	Nervus
n	Anzahl
NaCl	Natriumchlorid
NMR	Nuclear Magnetic Resonance
PDK	Periduralkatheter
PERI	Periphere Katheter
SaO ₂	Sauerstoffsättigung
Th	Thorakal
V	Vena
VAS	Visuelle Analogskala
VIB	Vertikale infraklavikuläre Blockade
µg	Mikrogramm
%	Prozent

1. Einleitung

An welchen Parametern der Erfolg einer medizinischen Behandlung im Krankenhaus gemessen wird, hängt ganz von dem Betrachter ab und kann von Arzt und Patient ganz unterschiedlich bewertet werden. Schmerzen spielen dennoch für beide Seiten eine ganz entscheidende Rolle. Sie beeinflussen nicht nur die Patientenzufriedenheit (Breme 2000, Hüppe 2000), sondern sie sind auch maßgeblich am medizinischen und damit auch wirtschaftlichen Ergebnis der Behandlung beteiligt.

Studien beweisen, dass Schmerzen über eine Sympathikus-Aktivierung (Riles 1993) vielerlei pathophysiologische Konsequenzen haben können. Damit verbunden sind ein Anstieg der postoperativen Komplikationsrate (Liu 1998, Wu 2000) und ein verzögerter Heilungsprozess (Kehlet 2001, Moinich 1995, Ballantyne 1998, Beattie 2001). Betroffen sind davon insbesondere Organsysteme wie Magendarmtrakt, Lunge, Herz-Kreislauf-System sowie die Blutgerinnung (Bauer 2004, Quaseem 2006, Rosenfeld 1994, Anand 1992). Ebenso die Frühmobilisierung von Patienten ist durch starke Schmerzen erheblich eingeschränkt und kann so zu einer Verschlechterung des Behandlungsergebnisses und Verlängerung des Krankenhausaufenthalts führen. Starke und lang anhaltende Schmerzen nach der Operation erhöhen das Risiko für chronische Schmerzen (Perkins 2000, Tryba 1999).

Die Kosten der medizinischen Behandlung werden durch den erhöhten Behandlungsbedarf bei vermehrten Komplikationen und bei chronifizierten Schmerzen gesteigert und ebenso durch den damit verbundenen verlängerten Krankenhausaufenthalt. Die Behandlung postoperativer Schmerzen sollte ein wesentlicher Bestandteil einer qualifizierten medizinischen Behandlung im Krankenhaus sein (Hüppe 2000), da dies ebenso wie eine erfolgreiche Operation oder ein besonderes Operationsverfahren zum Erfolg beiträgt. Erfolgreich kann dieses Konzept nur sein, wenn es von allen Disziplinen getragen wird.

Die etabliertesten Verfahren zur postoperativen Schmerzkontrolle sind die intravenöse patientengesteuerte Analgesie (iv-PCA) und epidurale Schmerzkatheter (PDK) (Block 2003, Moen 2004). Mehr und mehr gewinnen periphere Schmerzkatheter (CPNB) an Bedeutung, da ihnen bei guter Analgesie weniger Nebenwirkungen und sehr seltene Fälle von schweren Komplikationen nachgewiesen werden können (Wheatley 2001).

In vielen Studien wurde bereits die Überlegenheit von Schmerzkathetern gegenüber intravenösen Opiaten in vielerlei Hinsicht bewiesen:

Studien der letzten zehn Jahre haben periphere Schmerzkatheter (Richmann 2006, Pöpping 2008) sowie Periduralkatheter (Block 2003, Hudcova 2006, Wu 2005, Pöpping 2008, Flisberg 2003) mit der intravenösen Analgetika-Applikation verglichen und signifikant geringere Werte bei Beurteilung der Schmerzen auf der visuellen Analogskala in allen Phasen der postoperativen Behandlung nachweisen können. Dieses Ergebnis ist unabhängig davon, ob die Schmerzintensität in Ruhe oder bei Bewegung gemessen wurde und gilt für lumbale und thorakale Katheter gleichermaßen. Ebenso bezieht sich dieses Ergebnis auf eine alleinige Applikation von Lokalanästhetika, sowie auf eine Kombination mit Opiaten (Flisberg 2003, Block 2003, Wu 2000, Rigg 2002, Peyton 2003, Mann 2000, Pöpping 2008).

Zu dieser überlegenen Analgesie im Vergleich zu allen systemischen Verfahren kommt es auf Grund einer Blockade der Weiterleitung nozizeptiver Impulse auf Rückenmarksebene (Block 2003).

Mit der hervorragenden Analgesie verbunden ist eine verminderte Sympatikusaktivierung und folglich reduzierte Ausschüttung von Stresshormonen (Riles 1993). Von diesem Effekt profitieren unterschiedliche Organsysteme und es werden weniger perioperative Komplikationen festgestellt. So führt eine gute Analgesie mit verminderter Stressantwort (Liu 1995, Wu 2000) zu einer verminderten Inzidenz von pulmonalen und kardiovaskulären Komplikationen (Ballantyne 1998, Beattie 2001), sowie zu einer schnelleren Normalisierung der gastrointestinalen Funktion nach abdominal-chirurgischen Eingriffen (Carli 2002). Eine raschere Mobilisierung führt allgemein, aber auch besonders nach Gelenkeingriffen zu einer schnelleren Genesung und einem besseren Langzeitergebnis (Capdevila 1999, Carli 2002, Pöpping 2008, Correll 2001, Kehlet 2001, Brodner 2001).

Mit diesen positiven Effekten war auch eine verringerte Aufenthaltsdauer im Krankenhaus verbunden (Pöpping 2008, Momeni 2006, Block 2003, Hudcova 2006, Ballantyne 2005, Beattie 2001, Mythen 2005).

So werden epiduralen Kathetern nicht nur durch eine reduzierte schmerzbedingte Stressantwort eine verringerte Komplikationsrate zugesprochen, sondern sie haben auch direkte positive Wirkung auf viele Organsysteme über die Blockade präganglionärer sympatischer Fasern. Es kommt durch eine Motilitätssteigerung im Magendarmtrakt zu einer verringerten Ileusrate (Jorgensen 2000). Die pulmonale

Funktion wird verbessert und die Inzidenz postoperativer pulmonaler Infekte reduziert (Kozian 2005, Ballantyne 1998). Weiter wird durch die Blockade kardialer sympathischer Fasern eine Steigerung der Koronardurchblutung bewirkt und damit das Sauerstoffangebot gesteigert (Saada 1992). Besonders Hochrisikopatienten profitieren von diesen Vorteilen und es wird eine geringere Morbidität und Mortalität in dieser Patientengruppe verzeichnet (Yeager 1987, Buggy 1999, Ballantyne 2005, Rodgers 2000).

Komplikationen und Nebenwirkungen der Schmerztherapie

Schmerztherapie durch PDK und CPNB sind etablierte Verfahren, die als sicher und effektiv beschrieben werden (Christie 2007, Pöpping 2008) und zu einer signifikanten Verbesserung in der postoperativen Schmerztherapie beitragen. Es konnte weiter eine verminderte Häufigkeit unerwünschter Nebenwirkungen nachgewiesen werden (Pöpping 2008, Corell 2001, Kehlet 2001, Barratt 2002, Brodner 2001, Basse 2002).

Dennoch besteht auch hier ein Risiko für Komplikationen, die zwar selten sind, aber schwer sein können (Pöpping 2008). Zu diesen zählen epidurale Hämatome, epidurale Abszesse (Moen 2004) und neurologische Folgeschäden. Neuere Studien nehmen eine höhere Inzidenz dieser Komplikationen an (Christie 2007) und deshalb ist die genaue Kenntnis der Risikofaktoren, die zu den Komplikationen führen, sowie die zielgerechte rasche Diagnostik und Therapie umso wichtiger, um bleibende Nervenschäden zu verhindern (Kessler 2011).

Zudem zeigt sich, dass auch dieses hocheffiziente Verfahren eine nicht zu unterschätzende Anfälligkeit für Fehler aufweist (McLeod 2001, Pöpping 2008, Flisberg 2003). Umso wichtiger ist es, die Qualität zu kontrollieren und technische Fehlerquellen zu reduzieren, um die postoperative Schmerztherapie zu verbessern.

2. Zielsetzung

Viele Studien zu Periduralkathetern und peripheren Nervenblockaden in der postoperativen Schmerztherapie bewerten diese als hocheffektive und sichere Verfahren zur Schmerzbekämpfung. Weiter werden ihnen viele positive Eigenschaften zugeschrieben, die das Ergebnis der Therapie in vielerlei Hinsicht verbessern. Neben der Qualität und Sicherheit des Verfahrens ist ein fehlerloser Ablauf ebenso ausschlaggebend für den Erfolg der Schmerztherapie. Häufige Abbrüche der Therapie auf Grund technischer Mängel oder Fehler durch das Personal führen zu verfrühtem Therapieabbruch und so kommen viel weniger Patienten die Vorteile der Therapie zu Gute. Um dem entgegenzuwirken, müssen die Fehlerquellen erkannt werden, die am häufigsten zu Therapieabbrüchen führen.

Um Komplikationen und Fehleranfälligkeit der Therapie zu bewerten, wurden in einem Zeitraum von 2002-2009 alle dokumentierten Komplikationen, Nebenwirkungen und vorzeitigen Abbrüche der Therapie mit Peridural- und peripheren Schmerzkathetern ausgewertet. So soll ein Bild über die Qualität der Durchführung der postoperativen Schmerztherapie durch die Klinik für Anästhesiologie am Klinikum rechts der Isar entstehen. Im Weiteren wurden alle schweren Komplikationen und Verläufe beschrieben.

3. Methoden

3.1 Vorbereitung der Anlage von Periduralkathetern und peripheren Schmerzkathetern

3.1.1 Prämedikationsgespräch

Im Klinikum rechts der Isar erfolgt vor der Anlage von Schmerzkathetern im Rahmen der Operationsvorbereitung ein Prämedikationsgespräch durch den Anästhesisten. Es wird eine ausführliche Anamnese erhoben und die individuell notwendigen Laborwerte werden bestimmt. Es beinhaltet ebenso eine intensive präoperative Aufklärung über Allgemein- und Regionalanästhesie mit Blockadetechnik, Lagerung und Dauer der Operation. Der Inhalt und die Besonderheiten dieses Gespräches werden dokumentiert und von dem Patienten unterzeichnet.

3.1.2 Allgemeine Vorbereitung

Im Vorbereitungsraum wird der Patient wie zu einer Allgemeinanästhesie vorbereitet. Es wird ein intravenöser Zugang gelegt und eine Infusion (Ringer-/Volumenersatzlösung) angeschlossen. Pulsoxymeter, EKG, Blutdruckmanschette und eine Nasensonde mit zwei Liter Sauerstoff pro Minute werden angelegt. Es besteht immer die Möglichkeit zur Intubation, Beatmung, sowie zur apparativen und medikamentösen Reanimation. Alle zur Regionalanästhesie benötigten Materialien werden zuvor auf einem steril abgedeckten Tisch vorbereitet. Der Anästhesist arbeitet mit sterilen Handschuhen, sterilem Kittel, Kopfbedeckung und Mundschutz. Bei jeder Katheteranlage erfolgt eine großzügige Desinfektion und Infiltrationsanästhesie der Einstichstelle. Nach Anlage des Katheters wird der Schmerzdienst über den Patienten informiert und dieser damit in die postoperative Betreuung auf den Stationen aufgenommen.

Die im Folgenden beschriebenen Techniken beschreiben die gängige Praxis zur Katheteranlage am Klinikum rechts der Isar.

3.2 Epiduralanästhesie

Der Patient wird aufgefordert, eine aufrechte sitzende Position mit gekrümmtem Rücken einzunehmen, wobei generell auch eine liegende Position des Patienten möglich ist. Die Füße kann der Patient währenddessen abstützen. Eine Hilfsperson sichert den Patienten von vorne vor einem Sturz.

Nach der Lagerung des Patienten werden in gewünschter Punktionshöhe die Dornfortsätze getastet und die Einstichstelle markiert. Der Anästhesist sitzt oder steht hinter dem Patienten. Er führt eine großflächige und großzügige Hautdesinfektion an der Punktionsstelle durch und deckt die Punktionsstelle mit einem sterilen Lochtuch ab. Das Lokalanästhetikum (Mepivacain 1%) wird in einer 2 ml Spritze aufgezogen und damit an der Punktionsstelle eine Hautquaddel gesetzt. Anschließend wird der Stichkanal infiltriert. Es werden 10 ml NaCl 0.9% in einer 10 ml Spritze aufgezogen. Der Katheter und der Bakterienfilter werden mit Lokalanästhetikum gespült, um die Durchgängigkeit zu prüfen. Nun wird ein Einstich in die Haut mit der Punktionsnadel mit Mandrin durchgeführt. Diese wird bis in das Ligamentum interspinale vorgeschoben. Der Mandrin wird entfernt und nun die NaCl 0.9% 10 ml Spritze aufgesetzt. Die Kanüle wird nun unter kontinuierlichem Druck auf den Spritzenstempel weitergeführt, bis nach dem Durchstechen des Ligamentum flavum der Widerstand plötzlich nachlässt und der Periduralraum erreicht ist. Die Führungshand des Anästhesisten ist dabei stets am Rücken des Patienten abgestützt. Der Katheter wird über die Punktionskanüle in kranialer Richtung in den Periduralraum vorgeschoben (3-4 cm über Nadelspitze hinaus). Das Katheteransatzstück wird angeschlossen und nach einer Aspirationsprobe eine Testdosis (Carbostesin 3 ml 0,5%) appliziert, um eine intrathekale Lage auszuschließen. Dann wird der Bakterienfilter angeschlossen, der Katheter fixiert und ein steriler Wundverband angelegt.

Im Narkoseprotokoll werden jegliche Komplikationen bei der Anlage, sowie der loss of resistance, das Hautniveau der Katheterannaht, verwendete Lokalanästhetika protokolliert und zur postoperativen Überwachung durch den Schmerzdienst ein Katheterprotokoll durch den Anästhesisten angefertigt. In diesem werden Personalien des Patienten, Operation, Basisanalgesie, Größe und Gewicht des Patienten, relevante Vorerkrankungen sowie Besonderheiten bei der Katheteranlage dokumentiert. Die postoperative Schmerztherapie wird später durch den Schmerzdienst festgehalten.

3.3 Periphere Nervenblockaden

Zur kontinuierlichen peripheren Nervenblockade wird ein Katheter in die Gefäßnervenscheide eingeführt. Um Nerven eindeutig zu identifizieren, werden am Klinikum rechts der Isar zwei verschiedene Methoden angewendet.

Zum einen werden Nervenstimulatoren verwendet. Durch diese Technik der elektrischen Stimulation lassen sich Erfolgsrate und Qualität der Blockade verbessern und gleichzeitig Nervenverletzungen verhindern. Der Katheter kann exakt perineural platziert werden. Die Stimulationskanüle ist bis auf die Spitze elektrisch isoliert und gibt rhythmische Impulse mit einer Frequenz von 1 bis 2 Hz in das Gewebe ab. Dieser Reiz löst nur bei motorischen Fasern ($A \alpha$) eine Reizantwort aus. Die Reizdauer beträgt 0,1 ms. Begonnen wird mit einer Stromstärke von 1 mA. Wenn bei einer Stromstärke von weniger als 0,4 mA noch eine Reizantwort in Form einer Muskelkontraktion ausgelöst werden kann, geht man davon aus, dass sich die Nadel in unmittelbarer Nähe zum Nerven befindet.

Als Alternative wird die durch Ultraschall gesteuerte Platzierung der Kanüle angewendet. Sie ermöglicht die Unterscheidung von Gefäß, Nerv und Muskel und führt damit zu einer deutlichen Reduktion von Pleura-/ Gefäß-/ Nervenverletzungen.

3.3.1 Obere Extremität – Plexus brachialis

3.3.1.1 Axilläre Blockade

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Der Arm wird außenrotiert, im rechten Winkel abduziert und im Ellenbogengelenk gebeugt. Nach einer Rasur der Axilla wird die Haut desinfiziert und steril abgedeckt. Der Anästhesist palpiert die Arteria axillaris und markiert die Einstichstelle 0,5 cm lateral der Arterie. Nach einer intrakutanen Lokalanästhesie wird im sechzig Grad Winkel zur Hautoberfläche die atraumatisch geschliffene Plexusnadel entlang der Arterie nach proximal geführt, bis die Gefäßnervenscheide penetriert wird.

3.3.1.2 Vertikale infraklavikuläre Blockade (VIB)

Auch bei dieser Methode befindet sich der Patient in Rückenlage. Der Arm ist angelagert. Als Einstichstelle wird ein Punkt auf halber Strecke zwischen der Mitte der Fossa jugularis und dem ventralen Teil des Akromions gewählt. Der Einstich erfolgt nach Injektion des Lokalanästhetikums bis zum Periost der Clavicula direkt unter der Clavicula in streng vertikaler Richtung. Nach ca. 3 bis maximal 5 cm wird der Plexus erreicht. Als Stimulationsantwort werden periphere Muskelkontraktionen der Finger bei 0,3 mA/ 0,1 ms angestrebt. Bei dieser Blockadetechnik besteht die Gefahr eines Pneumothorax.

3.3.1.3 Interskalenäre Plexusblockade „Skalenus“

Der Kopf des Patienten wird in Rückenlage leicht zur kontralateralen Seite gedreht und leicht angehoben. Der Anästhesist sucht die hintere Skalenuslücke auf. Die Einstichstelle befindet sich am Hinterrand des M. sternocleidomastoideus in Höhe der Incisura thyroidea. Die Stichrichtung verläuft entlang der Skalenuslücke nach lateral, dorsal, kaudal im Winkel von 30 Grad zur Haut. Zielpunkt ist das mittlere Drittel der Clavicula. Bei Reizantwort des M. deltoideus und M. biceps brachii erfolgt das Verschieben des Katheters.

3.3.2 Untere Extremität – Plexus lumbosacralis

3.3.2.1 Psoas Kompartiment Block (Plexus lumbalis)

Der Patient befindet sich in Seitenlage, das zu blockierende Bein oben liegend. Der Dornfortsatz L4 auf Höhe der Verbindungslinie beider Beckenkämme wird ertastet. Die Einstichstelle 3 cm kaudal, 5 cm lateral des Dornfortsatzes wird markiert, desinfiziert und eine Stichkanalinfiltration durchgeführt. Mit der Nervenstimulatornadel wird streng sagittal 8-10 cm eingestochen bis die Reizantwort des Musculus quadriceps femoris die korrekte Lage anzeigt.

3.3.2.2 3 in 1 Block (inguinale paravaskuläre Blockade - Plexus lumbalis)

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Die Verbindungslinie zwischen Spina iliaca anterior und Tuberculum pubicum gibt den Verlauf des Leistenbandes wieder. Hier wird die A. femoralis palpiert und die Punktionskanüle im 40 Grad Winkel 3 cm kaudal des Leistenbandes und 1,5 cm lateral der Arterie parallel mit Hilfe eines Nervenstimulators nach kranial vorgeschoben. Sobald die Nadel Fascia lata und iliaca durchtreten hat, zeigt die Reizantwort des Nervus femoralis im Musculus quadriceps femoris und das Tanzen der Patella bei 0,4 mA die korrekte Lage der Nadel an.

3.3.2.3 Parasacrale Ischiadicusblockade nach Mansour (Plexus sacralis)

Der Patient liegt in Seitenlage mit dem zu operierenden Bein oben. Hüfte und Knie sind gebeugt. Die Spina iliaca posterior superior und das Tuber ischiadicum werden mit einer Linie verbunden. Auf dieser Linie, 6 cm unter Spina iliaca posterior superior, befindet sich die Einstichstelle. In sagittaler Stichrichtung wird mit Hilfe eines

Nervenstimulators eingestochen, bis Muskelkontraktionen bei 0,3 mA im tibialen oder peronealem Anteil des Nervus ischiadicus ausgelöst werden können.

3.3.2.4 Kontinuierliche anteriore Ischiadicusblockade ("KAI" – Plexus sacralis)

Der Patient befindet sich in Rückenlage mit Neutralstellung des Beins. Die Spina iliaca anterior superior wird mit dem Tuberculum pubicum verbunden. Dazu wird eine parallele Linie durch den Trochanter major gezogen. Im Übergang vom medialen zum lateralen Drittel der oberen Linie wird eine senkrechte Verbindungslinie zur unteren Linie gezogen. Dieser Punkt ist die Einstichstelle. Es wird ein Stich in kranio-lateraler Richtung in einem Winkel von 70 Grad durchgeführt. In ca. 8-14 cm Tiefe liegt der Nervus ischiadicus, dessen Auffinden durch eine motorische Reizantwort am Fuß signalisiert wird.

3.3.3 Intercostalkatheter

Intercostalkatheter werden bei Operationen an der Rippe z.B. bei Ohrrekonstruktionen durch den Operateur direkt in das Operationsgebiet platziert und danach der Wundverschluss durchgeführt.

3.4 Schmerzdienst – postoperative Schmerztherapie

Die postoperative Schmerztherapie beginnt im Aufwachraum. Hier wird noch durch den die Operation betreuenden Anästhesisten die Schmerzpumpe programmiert und angeschlossen (Konzentration, Basalrate, Bolus, Bolusdauer, Sperrintervall, Maximaldosis). Die Füllung der Perfusoren wird auf der Perfusorspritze angegeben. Der Patient wird dann an den zuständigen Anästhesisten im Aufwachraum übergeben. Die postoperative Schmerztherapie von Patienten mit Periduralkathetern wird als patienten-gesteuerte Schmerztherapie durchgeführt, bei der sich der Patient selber einen definierten Bolus des Analgetikums verabreicht (EPCA). Auf der Intensivstation oder zur patientenkontrollierten Analgesie im Wachraum werden im Klinikum rechts der Isar Ropivacain 0,2% (1,6 mg/ml) mit Sufentanil (1 µg/ml) in eine 50 ml Perfusorspritze aufgezogen. Die Bolusdauer beträgt 5 Minuten. Ein Bolus von 4 ml entspricht 4 µg Sufentanil und 6,4 mg Ropivacain. Es folgt ein Sperrintervall von 45 Minuten und es können maximal 24 µg in 4 Stunden appliziert werden. Häufig wird eine Basalrate von 4 µg pro Stunde eingestellt. Nach Verlegung auf die Normalstation

wird die Perfusorspritze nur noch mit Ropivacain 0,2% gefüllt und eine kontinuierliche Rate programmiert.

Die Analgesie über periphere Schmerzkatheter auf den Stationen erfolgt als kontinuierliche Applikation mit Perfusoren, die nur mit Ropivacain aufgefüllt werden (CPNB). Es werden 4-8 ml 0,2% Ropivacain pro Stunde appliziert; bei zusätzlichem Bedarf wird ein Bolus durch den Schmerzdienst verabreicht. Intercostalkatheter werden mit einer Dosis von 0,1-0,2 ml/kgKG/h Ropivacain 0,2% programmiert (maximal 6 ml/h).

Tabelle 1: Medikamente und Dosierungen für Schmerzpumpen

Modus	Medikament	Basalrate	Ergänzung
EPCA (Wachraum und Intensivstation)	Ropivacain 0,2%, 1,6 mg/ml Sufentanil 1µg/ml	4ml bei Bedarf	Bolus 4 µg Sufentnil, 6,4 mg Ropivacain, Sperrintervall 45 min Max: 24 µg/24 h
Periphere Schmerzkatheter/ kontinuierliche Analgesie über PDK	0,2% Ropivacain	6-10 ml/h	
Intercostalkatheter	0,2% Ropivacain	0,1-0,2 ml/kgKG/h	Max 6 ml/h

3.5 Betreuung

Alle Patienten, die zur Schmerztherapie einen PDK oder peripheren Schmerzkatheter erhalten, werden postoperativ auf den Stationen vom Schmerzdienst der Klinik für Anästhesiologie betreut. Der Schmerzdienst besteht aus einem Assistenzarzt, der sich im mindestens dritten Ausbildungsjahr befindet, einer Fachschwester für Anästhesie, sowie einem Facharzt für Anästhesie im Hintergrunddienst.

Auf den Stationen erfolgt die Überwachung in Kooperation mit Pflegepersonal und operierenden Ärzten. Mindestens dreimal täglich, bei Besonderheiten häufiger, findet eine Visite der Patienten mit Schmerzkathetern durch den Schmerzdienst statt. Bei der ersten Visite durch den diensthabenden Anästhesisten findet ein Verbandswechsel statt. Die Einstichstelle wird beurteilt, die Spritzen werden aufgefüllt. Patienten die zur Krankengymnastik angemeldet sind, erhalten einen Bolus.

Der Anästhesist überprüft die Neurologie (Motorik und Sensibilität) sowie die Schmerzintensität in Ruhe und bei Bewegung anhand einer visuellen Analogskala. Je nach Wirkung und Nebenwirkung wird die Dosierung erhöht und/ oder es werden intravenöse Analgetika zur Therapie hinzugezogen.

Des Weiteren wird der Patient auf das Auftreten von Nebenwirkungen und Komplikationen der Therapie hin untersucht. Überwachung, Anordnungen bis zum Auslassversuch und Entfernung des Katheters durch den Arzt werden auf einem

Dokumentationsbogen festgehalten. Der Auslassversuch wird begonnen, wenn bei geringer Dosierung keine Schmerzen durch den Patienten angegeben werden, oder wenn Komplikationen bei dem Patienten auftreten. Treten nach 4-6 Stunden keine Schmerzen auf und zeigen sich weder motorische noch sensible Defizite, kann der Katheter in Absprache mit den Operateuren entfernt werden. Um Hämatome und möglicherweise folgende Nervendruckschäden zu vermeiden, gelten bezüglich der Blutgerinnung die gleichen Voraussetzungen wie bei Katheteranlage. Hierzu wurde von der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin eine Leitlinie herausgegeben, die Zeitintervalle für die Gabe gerinnungshemmender Substanzen vor Katheteranlage und nach Katheterentfernung empfiehlt (Gogarten 2007). In regelmäßigen Abständen findet eine Schulung des Stationspersonals zur postoperativen Schmerztherapie durch den Schmerzdienst statt.

3.6 Dokumentation

Die nachfolgende Tabelle beinhaltet die Informationen, welche auf jedem Katheterprotokoll nach Anlage des Schmerzkatheters durch den Anästhesisten festgehalten werden.

Tabelle 2: Angaben Katheterprotokoll - Daten, die durch den Anästhesisten im OP nach der Katheteranalyse festgehalten werden

Datengruppe	
Patientendaten	- Name - Geburtsdatum - Geschlecht - Versicherung - Diagnose - Wesentliche Begleiterkrankungen und Allergien des Patienten
Angaben zur Operation	- Art der Operation - Datum der Operation
Katheteranlage	- Datum und Uhrzeit der Katheteranlage - Name des Anästhesisten

Bei jeder Visite des Schmerzdienstes werden die folgenden Angaben auf dem Schmerzprotokoll dokumentiert:

Tabelle 3: Angaben Schmerzprotokoll - Daten, die bei jedem Patientenbesuch durch das behandelnde Personal im Schmerzdienst dokumentiert werden

Datengruppe	
Überwachungsdaten	<ul style="list-style-type: none"> - Überwachungszeiten durch den Schmerzdienst - Name des behandelnden Personals im Schmerzdienst
Medikation	<ul style="list-style-type: none"> - Medikamente mit Angaben zur Dosierung, die über den Schmerzkatheter verabreicht werden - Modus (kontinuierliche Analgesie oder Patienten gesteuerte Analgesie) - Orale/ intravenöse Begleitmedikation zum Analgesie
Effizienz	<ul style="list-style-type: none"> - Schmerzintensität bewertet nach Visuelle Analogskala (1-10) in Ruhe und bei Bewegung - Bolusgabe über den Schmerzkatheter bei nicht ausreichender Analgesie und zur Krankengymnastik - Dosisanpassung bei nachlassenden Schmerzen oder nicht ausreichender Analgesie
Untersuchung der motorischen und sensiblen Funktion	<ul style="list-style-type: none"> - Genaue Angaben zur Einschränkung der motorischen und sensiblen Funktion und Anpassung der Dosis - Notwendigkeit einer Neurologischen Untersuchung
Verbandswechsel	<ul style="list-style-type: none"> - Durchnässen des Verbandes, gelöster Verband, Spannungsblasen
Inspektion der Einstichstelle	<ul style="list-style-type: none"> - Infektionszeichen: Rötung, Induration, Druckschmerz, Pus, Einsenden des Katheters in die Mikrobiologie, system. Infektionszeichen
Ende der Schmerztherapie	<ul style="list-style-type: none"> - Auslassversuch - Uhrzeit, Erfolg nach vier bis sechs Stunden - Entfernung des Katheters mit vorheriger Kontrolle des Gerinnungsstatus - Angabe von Gründen bei vorzeitiger Entfernung

Sonstige Nebenwirkungen und Komplikationen werden nur bei deren Auftreten mit Untersuchung, Verlauf und angeforderten Konsilen sowie weiterführenden radiologischen und neurologischen Untersuchungen dokumentiert.

Tabelle 4: Sonstige Nebenwirkungen und Komplikationen, die nur bei deren Auftreten vom Personal im Schmerzdienst dokumentiert werden

Komplikationsgruppe	Komplikationen
Technische Schwierigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Katheterdislokation - Okklusion - Katheterbruch - Akzidentielle Entfernung des Katheters durch den Patienten oder das Personal - Diskonnektion
Fehllagen des Katheters	<ul style="list-style-type: none"> - Intravasale Lage - Intrathekale Lage - Primäre Fehllage (nicht ausreichende Wirkung mit folglichem Wechsel der Therapie oder Neuanlage)
Spezielle Nebenwirkungen/ Komplikationen bei Kathetern der oberen Extremität	<ul style="list-style-type: none"> - Horner Syndrom - Heiserkeit - Schluckbeschwerden - Atemnot - Pneumothorax
Nebenwirkung bei der Therapie mit Opioiden	<ul style="list-style-type: none"> - Pruritus - Übelkeit - Hypotension
Atemnot/ Atemdepression	<ul style="list-style-type: none"> - Als Nebenwirkung bei Therapie mit Opioiden - Hochthorakale Ausdehnung bei Periduralkathetern - Bei Phrenicus Recurrensparese - Pneumothorax - Notwendigkeit von Sauerstoffgabe, Intubation - Diagnostik
Neurologische Komplikationen	<ul style="list-style-type: none"> - Traumatisierung von Nerven - Parästhesien - Rückenmarkspunktion - Postpunktioneller Kopfschmerz - Epiduraler Abszess und Meningitis
Seltene Nebenwirkungen und besondere Verläufe	<ul style="list-style-type: none"> - Allergische Reaktionen - Somnolenz - Synkope - Harnverhalt - Fehlende Compliance

3.7 Datenerhebung

Retrospektiv wurden die Dokumentationsbögen von insgesamt 9.328 Patienten ausgewertet. Die Schmerztherapie mit Periduralkathetern wurde von Januar 2002 bis Dezember 2009 untersucht, und dabei wurden alle Patienten einbezogen, die sich in dieser Zeit am Klinikum rechts der Isar operieren ließen und einen Periduralkatheter erhielten. Dies betraf 6.196 Patienten. Periduralkatheter aus der Geburtshilfe wurden nicht mit einbezogen. Daten zu peripheren Katheter wurden von Januar 2005 bis Dezember 2009 erhoben. In dieser Zeit erhielten 3.132 Patienten einen peripheren Schmerzkatheter. Alle Patienten wurden vom Schmerzdienst der Klinik für Anästhesiologie betreut.

Folgende Parameter wurden anhand der Dokumentationsbögen des Schmerzdienstes ausgewertet:

Angaben zum Katheter

Periduralkatheter

- Lumbal
- Thorakal

Peripherer Katheter

Obere Extremität

- VIB
- Skalenus
- Axillaris

Untere Extremität

- Psoas Kompartiment Block
- Nervus Femoralis Blockade
- Kontinuierliche anteriore Ischiadicus Blockade
- Ischiadicus Katheter

Infektionszeichen an der Einstichstelle

- Rötung und/ oder Druckschmerz
- Anzahl der Fälle, in denen Infektionszeichen Grund für das Entfernen des Katheters waren

Technische Schwierigkeiten, die zur Entfernung des Katheters führten

- Katheterdislokation
- Okklusion
- Katheterbruch
- Akzidentielle Entfernung des Katheters durch den Patienten
- Diskonnektion

Fehllagen des Katheters

- Intravasale Lage
- Intrathekale Lage
- Primäre Fehllage ohne Wirkung (nicht ausreichende Wirkung mit folglichem Wechsel der Therapie oder Neuanlage)

Nebenwirkungen bei der Therapie mit Opioiden

- Pruritus
- Hypotension
- Übelkeit

Neurologische Untersuchungen: CT/ MRT/ EMG

Atemdepression/ Atemnot und notwendige Sauerstoffgabe unabhängig von Ursache
Therapiedauer (Anlage bis Ende Schmerzdienst-Überwachung)

Alle Fälle von vorzeitiger Entfernung des Katheters mit Ursache

Mikrobiologischer Abstrich mit positivem Ergebnis

Auftreten von Spannungsblasen

Spezielle Nebenwirkungen durch Recurrensparese/ Phrenicusparese/ Blockade des Ganglion stellatum bei Kathetern der oberen Extremität

- Horner-Syndrom
- Heiserkeit
- Schluckbeschwerden
- Atemnot
- Pneumothorax

Seltene Nebenwirkungen und besondere Verläufe (z.B. Nervenschäden, allergische Reaktionen, Somnolenz, Harnverhalt, fehlende Compliance)

Anzahl nicht benutzter Katheter

Neurologische Komplikationen

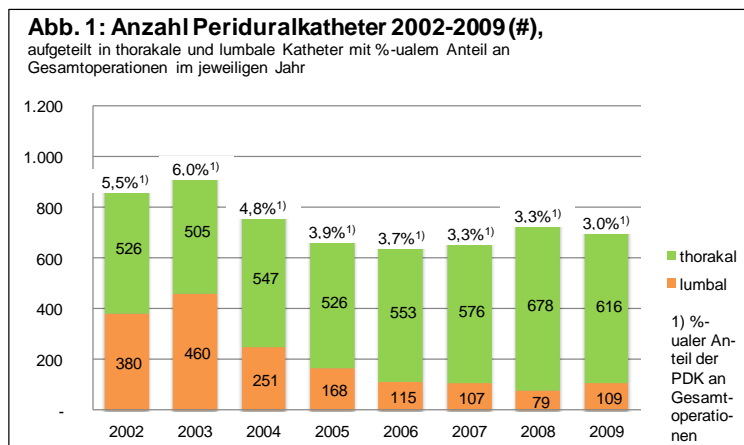
- Traumatisierung von Nerven
- Rückenmarkspunktion
- Postpunktioneller Kopfschmerz
- Epiduraler Abszess
- Meningitis

4. Ergebnisse

4.1 Katheteranzahl

4.1.1 Periduralkatheter

Von 2002-2009 wurden 153.188 Patienten im Klinikum rechts der Isar operiert (Quelle: klinikinternes Datenerfassungssystem). 6.196 (4%) erhielten zur intra- und postoperativen Schmerztherapie einen Periduralkatheter. Davon waren 1.669 (27%) lumbale Periduralkatheter und 4.527 (73%) thorakale Periduralkatheter.

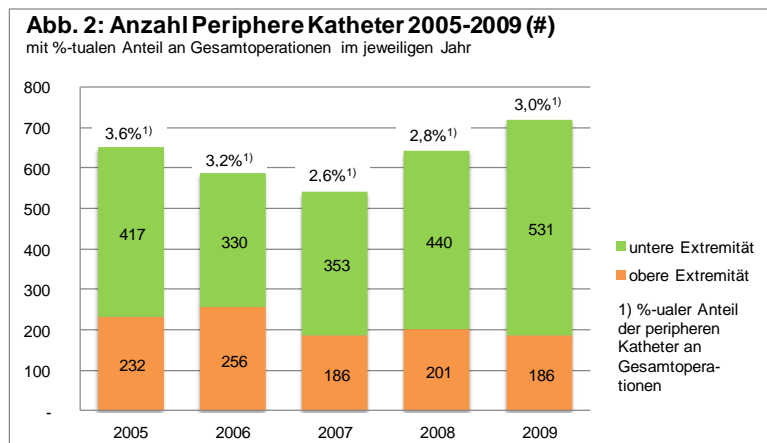


4.1.2 Periphere Schmerzkateter

Von 103.887 operierten Patienten zwischen 2005 und 2009 erhielten 3.132 einen peripheren Katheter zur Schmerztherapie (3%). Davon wurden 1.061 (34%) an der oberen Extremität und 2.071 (66%) an der unteren Extremität gelegt. Im gleichen Zeitraum erhielten 3.527 Patienten einen Periduralkatheter.

Tabelle 5: Anzahl periphere Katheter 2005-2009, unterteilt in Obere und Untere Extremität

Kathetertyp	Anzahl
Katheter Obere Extremität	1.061
Axilläre Katheter	59
VIB-Katheter	38
Skalenus-Katheter	927
Intercostal-Katheter	37
Katheter Untere Extremität	2.071
KAI-Katheter	615
Femoralis-Katheter	801
Psoaskatheter	564
Ischiadicus-Katheter	91
Katheter PERI Gesamt	3.132
%-Anteil an Katheter Gesamt	47%
%-Anteil an Gesamtoperationen	3%



Von den 1.061 Kathetern zur Nervenblockade an der oberen Extremität wurde die axilläre Plexusanästhesie (59), infraklavikuläre Plexusanästhesie (38) und die Interskalenäre Plexusanästhesie (927) angewandt. Zu der oberen Extremität wurden in der Arbeit auch die intercostalen Schmerzkatheter gezählt (37).

Zur Nervenblockade an der unteren Extremität wurden im Bereich des Plexus lumbalis die Psoas Kompartiment-Blockade (564) und die inguinale Nervus femoralis Blockade (801) angewandt, und im Bereich des Plexus sacralis die kontinuierliche anteriore Ischiadicusblockade (615) und die parasacrals Ischiadicusblockade nach Mansour (91).

Tabelle 6: Prozentualer Anteil der Periduralkatheter, der peripheren Katheter und der Gesamtkatheter an allen Operationen

Jahr	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2005-09
Operationen Gesamt	16.418	16.172	16.711	17.881	18.059	20.984	22.904	24.059	103.887
K-gesamt/ Operationen	n.a.	n.a.	n.a.	7,5%	6,9%	5,8%	6,1%	6,0%	6,4%
PDK/ Operationen	5,5%	6,0%	4,8%	3,9%	3,7%	3,3%	3,3%	3,0%	3,4%
Peripher/ Operationen	n.a.	n.a.	n.a.	3,6%	3,2%	2,6%	2,8%	3,0%	3,0%

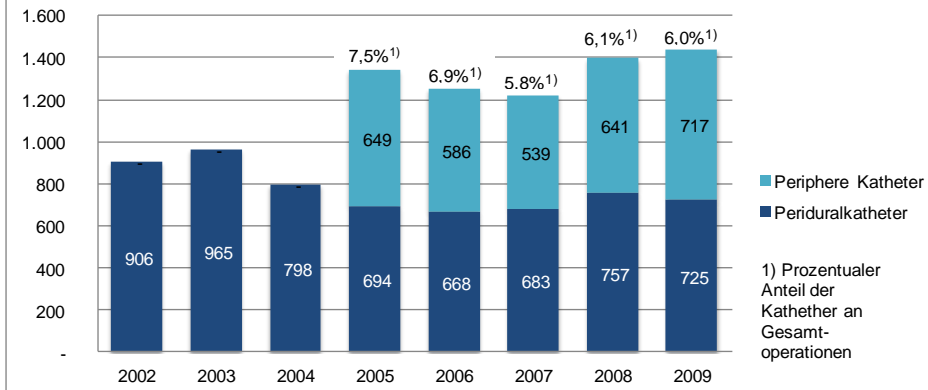
Im Zeitraum von 2005 bis 2009 erhielten 6.659 Patienten insgesamt einen Katheter zur Schmerztherapie, von denen 47% auf periphere Katheter und 53% auf Periduralkatheter entfielen. 3% aller operierten Patienten erhielten einen peripheren Schmerzkatheter zur postoperativen Schmerztherapie und 3,4% einen Periduralkatheter. Der Anteil der Katheter an der Gesamtzahl an Operationen ist von 7,5% im Jahr 2005 auf 6% im Jahr 2009 zurückgegangen.

Tabelle 7: Kathetergesamtzahlen Periphere Katheter und Periduralkatheter, unterteilt in lumbale/ thorakale Katheter bzw. Katheter der oberen/ unteren Extremität

Jahr	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Gesamt
Periduralkatheter	906	965	798	694	668	683	757	725	6.196
<i>lumbal</i>	380	460	251	168	115	107	79	109	1.669
<i>thorakal</i>	526	505	547	526	553	576	678	616	4.527
Periphere Katheter	-	-	-	649	586	539	641	717	3.132
<i>obere Extremität</i>				232	256	186	201	186	1.061
<i>untere Extremität</i>				417	330	353	440	531	2.071

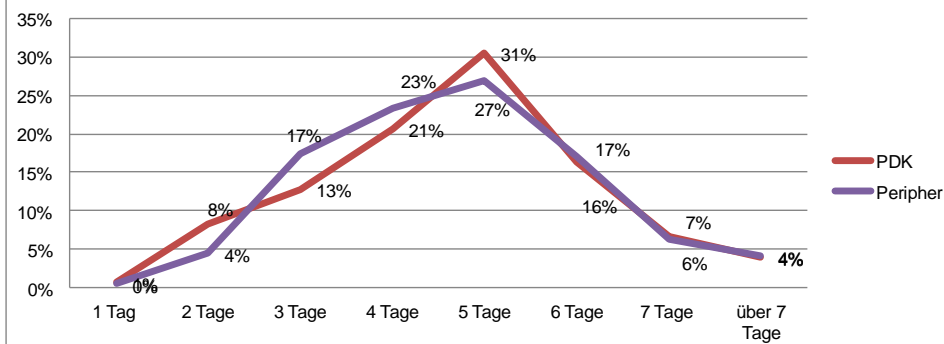
Abb. 3: Gesamtzahl der Katheter 2002-2009 (#)

mit Unterteilung in periphere und peridurale Katheter und %-ualen Anteil an Gesamtoperationen



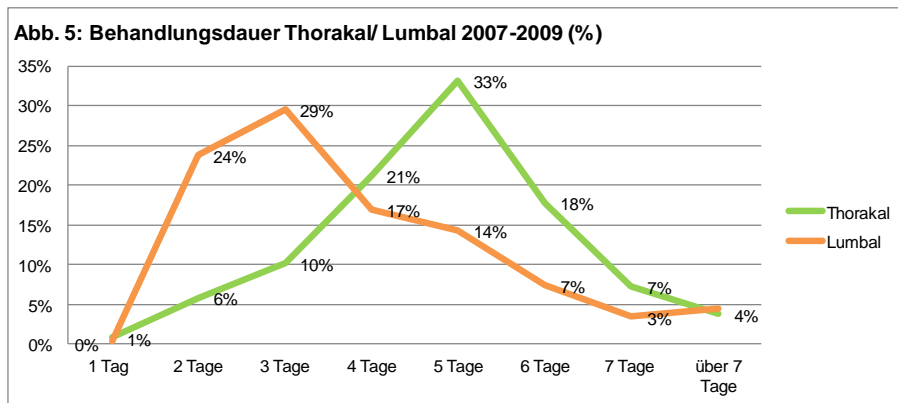
4.2 Behandlungsdauer

Die Behandlungsdauer wurde von 2007 bis 2009 gemessen, vom Tag der Katheteranlage bis zum Tag der Katheterentfernung nach positivem Auslassversuch bzw. nach dem Auftreten von Komplikationen bei der Schmerztherapie.

Abb. 4: Behandlungsdauer Peripher/PDK 2007-2009 (%)

4.2.1 Periduralkatheter

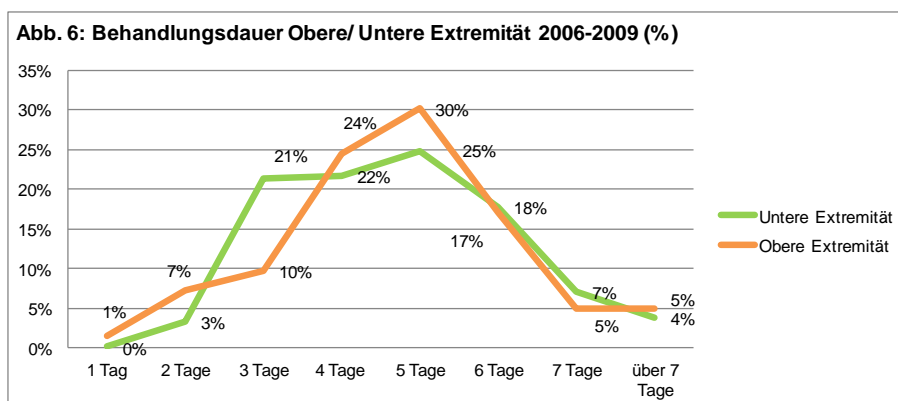
Von insgesamt 2.165 Periduralkathetern zwischen 2007 und 2009 wurden 16 (1%) am ersten Tag, 178 (8%) am zweiten Tag, 278 (13%) am dritten Tag, 447 (21%) am vierten Tag, 661 (31%) am fünften Tag, 354 (16%) am sechsten Tag, 146 (7%) am siebten Tag, und 84 (4%) nach mehr als sieben Tagen entfernt.



Durchschnittlich lagen Periduralkatheter 5 Tage (4,7). Die mediane Behandlungsdauer betrug ebenfalls 5 Tage. Im Durchschnitt lagen thorakale Katheter 4,8 Tage und der Median lag bei 5 Tagen. Die durchschnittliche Behandlungsdauer für lumbale Periduralkatheter betrug 3,9 Tag und der Median lag bei 3 Tagen.

4.2.2 Periphere Katheter

Von 1.897 peripheren Schmerzkathetern zwischen 2007 und 2009 wurden 9 (0,5%) am ersten Tag entfernt, 85 (4%) am zweiten Tag, 330 (17%) am dritten Tag, 443 (23%) am vierten Tag, 512 (27%) am fünften Tag, 323 (17%) am sechsten Tag, 118 (6%) am siebten Tag und 77 (4%) nach mehr als 7 Tagen. Die durchschnittliche (4,7 Tage) sowie die mediane Behandlungsdauer betragen 5 Tage.



4.3 Komplikationen Periduralkatheter

4.3.1 Komplikationen, die zum vorzeitigen Entfernen des Katheters führten

Die Behandlung musste bei 815 (13,2%) von 6.196 Periduralkathetern zwischen 2002 und 2009 vorzeitig abgebrochen werden. Zu einem vorzeitigen Abbruch der Therapie kam es durch:

- Katheterbedingte Probleme (technische Schwierigkeiten, Fehllagen u.a.)
- Probleme an der Einstichstelle
- Komplikationen und Nebenwirkungen der Schmerztherapie

Katheterbedingte Probleme machten 76,4% aller vorzeitig entfernten Katheter aus. Dazu zählten alle technischen Schwierigkeiten mit dem Katheter, Fehllagen, nicht benutzte Katheter und Anschlüsse an den zentralen Venenkatheter. Insgesamt mussten 10,1% aller Katheter bei katheterbedingten Problemen entfernt werden.

Probleme an der Einstichstelle (Rötung, Druckschmerz, Austreten von Pus, Pusteln an der Einstichstelle) waren in 15,8% Auslöser des Therapieabbruchs und betrafen insgesamt 2,1% aller Katheter.

Zu den Nebenwirkungen und Komplikationen der Schmerztherapie zählen Nebenwirkungen der Therapie mit Opioiden, neurologische Auffälligkeiten (motorische/ sensible Defizite, Parästhesien) und andere Komplikationen bei dem Patienten. Diese machten 7,7% aller vorzeitig entfernten Katheter aus.

Tabelle 8: Vorzeitig entfernte Katheter Gesamt 2002-2009

	<i>Anzahl vorzeitig entfernter Katheter</i>	<i>% an vorzeitig entfernten Kathetern (n=815)</i>	<i>% an Kathetern Gesamt (n=6.196)</i>
Katheterbedingte Probleme	623	76,4%	10,1%
Probleme an der Einstichstelle	129	15,8%	2,1%
Nebenwirkungen und Komplika- tionen der Schmerztherapie	63	7,7%	1,0%
Gesamt	815	100,0%	13,2%

Es wurden 12,9% aller lumbalen Katheter und 12,2% aller thorakalen Katheter vorzeitig entfernt. Sowohl bei lumbalen, als auch bei thorakalen überwiegen katheterbedingte Probleme mit 71,1% bzw. 74,2%. Probleme an der Einstichstelle sind bei 5,3% aller vorzeitig entfernten lumbalen Kathetern und bei 19,7% aller vorzeitig entfernten thorakalen Kathetern Ursache für den Therapieabbruch. Nebenwirkungen

und Komplikationen der Schmerztherapie sind bei 23,7% aller vorzeitig entfernten lumbalen Katheter, und bei 6,1% aller vorzeitig entfernten thorakalen Katheter Ursache für den Therapieabbruch.

Tabelle 9: Vorzeitig entfernte thorakale/ lumbale Katheter 2007-2009 mit verschiedenen Ursachen

	<i>Anzahl vorzeitig entfernter lumbaler Katheter</i>	<i>% an vorzeitig entfernten lumbalen Kathetern (n=38)</i>	<i>% an lumbalen Kathetern Gesamt (n=295)</i>	<i>Anzahl vorzeitig entfernter thorakaler Katheter</i>	<i>% an vorzeitig entfernten thorakalen Kathetern (n=229)</i>	<i>% an thorakalen Kathetern Gesamt (n=1.870)</i>
Katheterbedingte Probleme	27	71,1%	9,2%	170	74,2%	9,1%
Probleme an der Einstichstelle	2	5,3%	0,7%	45	19,7%	2,4%
Nebenwirkungen und Komplika- tionen der Schmerztherapie	9	23,7%	3,1%	14	6,1%	0,7%
Gesamt	38	100,0%	12,9%	229	100,0%	12,2%

4.3.2 Katheterbedingte Probleme bei der Schmerztherapie

4.3.2.1 Technische Schwierigkeiten

Eine Dislokation des Katheters führte in 263 Fällen (4,2% aller Katheter), Diskonnektion in 70 Fällen (1,1%) und eine Katheterokklusion in 45 Fällen (0,7%) zu einem vorzeitigen Ende der Schmerztherapie mit dem Periduralkatheter. Ein Katheterbruch war 18-mal (0,3%) der Grund für das Entfernen des Katheters. Akzidentelles Entfernen des Katheters durch den Patienten oder das Personal führte in 16 Fällen (0,3%) zum Beenden der Therapie und zehnmal (0,2%) kam es zum Abknicken des Katheters. Neun Katheter wurden nach Ablösung des Pflasters auf Grund mangelnder Sterilität entfernt (0,1%).

4.3.2.2 Katheterfehlagen

Eine primäre Fehllage, die definiert wurde als primäre Wirkungslosigkeit des liegenden Katheters, war 115-mal (1,9%), eine einseitige Wirkung zehnmal (0,2%) Ursache für das Ende der Schmerztherapie. Es wurden sieben intrathekale (0,1%) und 14 (0,2%) intravenöse Fehllagen dokumentiert, wobei 13 (0,2%) intravenöse Fehllagen ohne Komplikationen verliefen.

Bei einem Patienten wurde im Aufwachraum vor dem Anschließen des Katheters an die Schmerzpumpe Blut aspiriert, die Schmerzpumpe abgebaut, der Katheter aber belassen. Auf der Intensivstation kam es ohne vorherige Aspiration zu einem Anspritzen des Katheters mit folgender Somnolenz des Patienten, aber ohne bleibende neurologische Schäden.

4.3.2.3 Andere katheterbezogene Komplikationen

Bei fehlendem Bedarf oder Komplikationen bei dem Patienten vor Benutzung des Katheters wurden 46 Katheter (0,7%) vor Benutzung der Schmerzpumpe entfernt. Zwischen 2002 und 2009 wurden sieben Periduralkatheter (0,1%) auf den Stationen durch das Pflegepersonal an den zentralen Venenkatheter oder an einen intravenösen Zugang angeschlossen. Davon vier im Jahr 2007, einer im Jahr 2008 und zwei im Jahr 2009. Nur einmal führte der falsche Anschluss bei einem Patienten zu Erbrechen. Es gibt keine Informationen darüber, wie lange die Katheter an dem intravenösen Zugang angeschlossen waren und wie viel Lokalanästhetikum in dieser Zeit appliziert wurde. Die Therapie wurde in drei Fällen weitergeführt, in vier Fällen wurde sie abgebrochen. Insgesamt wurden 623 Periduralkatheter (10,1%) bei katheterbedingten Problemen vorzeitig entfernt. Diese Komplikationsgruppe machte 76,4% aller vorzeitig entfernten Katheter aus.

Tabelle 10: Vorzeitig entfernte Periduralkatheter bei Katheterproblemen Gesamt 2002-2009

	Anzahl vorzeitig entfernte Katheter mit Katheterproblemen Gesamt	% an vorzeitig entfernten Kathetern (n=815)	% an Kathetern Gesamt (n=6.196)
Technische Schwierigkeiten	431	52,9%	7,0%
<i>Dislokation</i>	263	32,3%	4,2%
<i>Diskonnektion</i>	70	8,6%	1,1%
<i>Okklusion</i>	45	5,5%	0,7%
<i>Katheterbruch</i>	18	2,2%	0,3%
<i>Akzidentiell entfernt</i>	16	2,0%	0,3%
<i>Abgeknickt</i>	10	1,2%	0,2%
<i>Mangelnde Sterilität</i>	9	1,1%	0,1%
Fehllagen	146	17,9%	2,4%
<i>Intrathekale Lage</i>	7	0,9%	0,1%
<i>Intravasale Lage</i>	14	1,7%	0,2%
<i>Einseitige Wirkung</i>	10	1,2%	0,2%
<i>Primäre Fehllage</i>	115	14,1%	1,9%
Andere	46	5,6%	0,7%
Gesamt	623	76,4%	10,1%

Ab 2007 wurden 27 von 295 (9,2%) lumbalen Kathetern wegen Katheterproblemen vorzeitig entfernt. Das waren 71% aller vorzeitig entfernten lumbalen Katheter. Von 1.870 thorakalen Epiduralkathetern wurden 170 (9,1%) vorzeitig bei katheterbedingten Problemen entfernt. Das waren 74,2% aller vorzeitig entfernten thorakalen Katheter.

Tabelle 11: Vorzeitiges Ende der Schmerztherapie bei Katheterproblemen bei thorakalen/ lumbalen Kathetern 2007-2009

	Anzahl vorzeitig entfernte lumbale Katheter mit Katheterproblemen	% an vorzeitig entfernten lumbalen Kathetern (n=38)	% an lumbalen Kathetern Gesamt (n=295)	Anzahl vorzeitig entfernte thorakale Katheter mit Katheterproblemen	% an vorzeitig entfernten thorakalen Kathetern (n=229)	% an thorakalen Kathetern Gesamt (n=1.870)
Technische Schwierigkeiten	22	57,9%	7,5%	127	55,5%	6,8%
Dislokation	16	42,1%	5,4%	71	31,0%	3,8%
Diskonnektion	0	0,0%	0,0%	9	3,9%	0,5%
Okklusion	2	5,3%	0,7%	17	7,4%	0,9%
Katheterbruch	0	0,0%	0,0%	10	4,4%	0,5%
Akzidentiell entfernt	2	5,3%	0,7%	5	2,2%	0,3%
Abgeknickt	1	2,6%	0,3%	7	3,1%	0,4%
Mangelnde Sterilität	1	2,6%	0,3%	8	3,5%	0,4%
Fehllagen	3	7,9%	1,0%	35	15,3%	1,9%
Intrathekale Lage	0	0,0%	0,0%	3	1,3%	0,2%
Intravasale Lage	1	2,6%	0,3%	4	1,7%	0,2%
Einseitige Wirkung	1	2,6%	0,3%	1	0,4%	0,1%
Primäre Fehllage	1	2,6%	0,3%	27	11,8%	1,4%
Andere	2	5,3%	0,7%	8	3,5%	0,4%
Gesamt	27	71,1%	9,2%	170	74,2%	9,1%

4.3.3 Probleme an der Einstichstelle

Probleme an der Einstichstelle führten 129-mal (2,1%) zu einem vorzeitigen Abbruch der Therapie. Gründe hierfür waren eine starke Rötung (90-mal; 1,5%), Druckschmerz (21-mal; 0,3%), Druckschmerz und Rötung (12-mal; 0,2%), Austreten von Pus (einmal; 0,02%), starke Blutung an der Einstichstelle (einmal; 0,02%), eine „offene Stelle“ (einmal; 0,02%), Irritation an der Einstichstelle (einmal; 0,02%), Schwellung an der Einstichstelle (einmal; 0,02%) sowie Pusteln an der Einstichstelle (einmal; 0,02%).

Tabelle 12: Vorzeitiges Entfernen der Schmerztherapie aufgrund von Auffälligkeiten an der Einstichstelle 2002-2009

	Anzahl vorzeitig entfernte Katheter mit Auffälligkeiten an der ESS Gesamt	% an vorzeitig entfernten Kathetern (n=815)	% an Kathetern Gesamt (n=6196)
Rötung	90	11,0%	1,5%
Druckschmerz	21	2,6%	0,3%
Rötung und Druckschmerz	12	1,5%	0,2%
Andere (Pus, Blut, offen, irrit., Schwellung, Pusteln)	6	0,7%	0,1%
Gesamt	129	15,8%	2,1%

Tabelle 13: Vorzeitig entfernte Periduralkatheter bei Auffälligkeiten an der Einstichstelle, unterteilt in lumbal/ thorakal, 2007-2009

	Anzahl vorzeitig entfernte lumbale Katheter mit Auffälligkeiten an der ESS	% an vorzeitig entfernten lumbalen Kathetern (n=38)	% an lumbalen Kathetern Gesamt (n=295)	Anzahl vorzeitig entfernte thorakale Katheter mit Auffälligkeiten an der ESS	% an vorzeitig entfernten thorakalen Kathetern (n=229)	% an thorakalen Kathetern Gesamt (n=1870)
Rötung	0	0,0%	0,0%	8	3,5%	0,4%
Druckschmerz	1	2,6%	0,3%	20	8,7%	1,1%
Rötung und Druckschmerz	1	2,6%	0,3%	11	4,8%	0,6%
Andere (Pus, Blut, offen, irrit., Schwellung, Pusteln)	0	0,0%	0,0%	6	2,6%	0,3%
Gesamt	2	5,3%	0,7%	45	19,7%	2,4%

Es mussten zwischen 2007 und 2009 45 (2,4%) von 1.870 thorakalen Kathetern und 2 (0,7%) von 295 lumbalen Kathetern bei Problemen an der Einstichstelle vorzeitig entfernt werden. Bei den lumbalen Kathetern machte das einen Anteil von 5,3% an allen vorzeitig entfernten Kathetern aus. Bei den thorakalen wurden 19,7% von allen vorzeitig entfernten Kathetern bei Auffälligkeiten an der Einstichstelle entfernt.

Insgesamt kam es zwischen 2002 und 2009 deutlich häufiger zu Auffälligkeiten an der Einstichstelle, als nur in den oben genannten Fällen, in denen der Katheter aus diesem Grund entfernt werden musste. Dazu zählen neben Entzündungszeichen, wie Rötung und Druckschmerz, auch Rötungen und Spannungsblasen durch das Pflaster. Es kam insgesamt 439-mal zu einer Rötung (7,1%), davon waren 337 leicht und 102 stark. 145-mal trat ein Druckschmerz (2,3%) an der Einstichstelle auf, der 113-mal als leicht und 32-mal als stark angegeben wurde. Seit April 2008 kam es zu einem Auftreten von Spannungsblasen und Hautirritationen unter dem PDK-Pflaster. Es traten bei 48 (0,8%) Patienten Spannungsblasen auf und bei 4 (0,1%) Patienten eine starke Rötung unter dem Pflaster. Einmal (1; 0,02%) kam es zu einer Infektion der Haut unter dem Pflastertrand.

Von 2007 bis 2009 wurden 2.165 Periduralkatheter (295 lumbale PDK und 1.870 thorakale) gelegt. Bei elf lumbalen (3,7%) und 194 thorakalen (10,4%) Kathetern kam es zu einer Rötung an der Einstichstelle. Dabei waren zehn (3,4%) lumbale und 175 (9,4%) thorakale Katheter nur leicht gerötet, ein (0,3%) lumbaler und 19 (1,0%) thorakale Katheter waren stark gerötet. Bei 13 lumbalen (4,4%) und bei 104 (5,6%) thorakalen Kathetern kam es zu Druckschmerz an der Einstichstelle. Bei 11 (3,7%) lumbalen und 73 (3,9%) thorakalen Kathetern war der Druckschmerz nur leicht, bei zwei (0,7%) lumbalen und bei 31 (1,7%) thorakalen wurde er als stark angegeben.

Tabelle 14: Auffälligkeiten an der Einstichstelle, Gesamt 2002-2009, unterteilt in lumbal/ thorakal 2007-2009

	<i>Absolut</i>	<i>% an Kathetern Gesamt (n=6.196)</i>	<i>Absolut</i>	<i>% an lumbalen Kathetern Gesamt (n=295)</i>	<i>Absolut</i>	<i>% an thorakalen Kathetern Gesamt (n=1.870)</i>
Rötung Gesamt	439	7,1%	11	3,7%	194	10,4%
<i>Leicht</i>	337	5,4%	10	3,4%	175	9,4%
<i>Stark</i>	102	1,6%	1	0,3%	19	1,0%
Druckschmerz Gesamt	145	2,3%	13	4,4%	104	5,6%
<i>Leicht</i>	113	1,8%	11	3,7%	73	3,9%
<i>Stark</i>	32	0,5%	2	0,7%	31	1,7%
Positive Mikrobiologie	37	0,6%	1	0,3%	1	0,1%
Spannungsblasen	53	0,9%	4	1,4%	49	2,6%
Rötung unter Pflaster						
Gesamt	674	10,9%	29	9,8%	348	18,6%

4.3.3.1 Besondere Verläufe

Es gab zwei Fälle, in denen ein besonderer Verlauf dokumentiert wurde. In beiden Fällen handelte es sich um lumbale Periduralkatheter bei einer Knie-/Unterschenkeloperation.

4.3.3.1.1 Meningitis, Hämatom

Im ersten Fall wurde die erste lumbale Punktion von einer 49-jährigen Patientin als sehr schmerzhaft beschrieben. Eine zweite Punktion verlief ohne Probleme. Es kam weder zu einer Duraperforation, noch zu einer Blutung. Am ersten postoperativen Tag wurde der Katheter auf Grund einseitiger Anästhesie zurückgezogen. Am zweiten postoperativen Tag wurde er wegen mangelnder Verbesserung entfernt. Am dritten postoperativen Tag kam es zu Druckdolenz und Rötung an der Einstichstelle, welche am folgenden Tag von Analgetika resistenten Kopfschmerzen und erhöhter Temperatur begleitet wurden. Am fünften postoperativen Tag wurde ein NMR und CT angefertigt, wodurch sich ein epidurales Hämatom auf Wirbelhöhe L3/ L4 diagnostizieren ließ und ein Abszess ausgeschlossen wurde. Bei anhaltender Übelkeit und Kopfschmerzen wurde eine Lumbalpunktion durchgeführt, die kein bakterielles Wachstum als Diagnoseergebnis ergab. Nach einer Wiederholung am achten postoperativen Tag konnte eine Infektion des Spinalraums mit *Staphylococcus aureus* festgestellt werden. Eine Antibiose mit Ceftriaxon, Vancomycin und Rifampicin führte zu deutlicher Besserung. Motorische und sensorische Defizite bestanden während der ganzen Zeit nicht.

4.3.3.1.2 Epiduraler Abszess, Meningitis

Im zweiten Fall handelte es sich um eine 30-jährige Patientin mit Hepatitis B und Polytoxikomanie, die wegen einer Drucknekrose am rechten Unterschenkelstumpf behandelt wurde. Der Katheter wurde am zweiten postoperativen Tag wegen Entzündungszeichen an der Einstichstelle (Druckdolenz, Induration) entfernt und am selben Tag traten Kopfschmerzen auf. Am vierten Tag wurde an der nach wie vor druckdolenten Einstichstelle eine Handteller große Induration und gelbe Pusteln, jedoch keine Rötung festgestellt. Die Patientin entwickelte Fieber bei sonst gutem Allgemeinbefinden. Motorik und Sensorik waren bei Untersuchung unauffällig. Ein lokaler Abszess wurde inzidiert wobei sich viel Pus aus der Tiefe entleerte. Eine

mikrobiologische Untersuchung ergab als Keim sensible *Staphylococcus aureus* und es folgt eine antibiotische Behandlung mit Ampicillin/ Sulbactam. In einem CT konnte keine Einengung des Spinal- oder Epiduralraumes festgestellt werden. Am Folgetag bestand das Fieber weiterhin, die Kopfschmerzen reagierten gut auf Analgetika und es wurden keine neurologischen Defizite festgestellt. Die Entzündungszeichen an der Einstichstelle waren deutlich zurückgegangen. Die Antibiose wurde auf Flucloxacillin und Ceftriaxon umgestellt. Am sechsten postoperativen Tag verstärkten sich die Kopfschmerzen und die Patientin klagte über Augenflimmern. Der Allgemeinzustand war deutlich reduziert. Die Antibiose wurde nochmals auf Fosfomycin und Cefazolin umgestellt (wegen besserer Gewebe- und Liquorgängigkeit). Der Lokalbefund war weitgehend unauffällig. Ein MRT scheiterte an organisatorischen Problemen und wurde auf den nächsten Tag verschoben; da stellte sich dann deutlich ein epiduraler Abszess dar. Es wurde unverzüglich eine Hemilaminectomie durchgeführt. Es bestanden auch bei dieser Patientin keine sensorischen oder motorischen Defizite. Weiter gab es drei Fälle eines lokalen Abszesses und eine Induration, die chirurgisch behandelt werden mussten.

Tabelle 15: Besondere Verläufe bei Auffälligkeiten an der Einstichstelle

Ereignis	Behandlung	Behandlungsergebnis
Meningitis	Zwei Punktionen notwendig, die erste sehr schmerzhaft. Keine Durapunktion, keine Blutung. d3: Katheter wird bei einseitiger Analgesie an falscher Seite entfernt. d4: Einstichstelle ist gerötet und druckdolent. Im Verlauf treten starke Analgetika resistente Kopfschmerzen, erhöhte Temperatur und eine deutliche Verschlechterung des AZ mit Meningismus und Übelkeit auf. NMR: leichtes epidurales Hämatom bei L3/ L4 Zweifache Lumbalpunktion: erhöhte Zellzahl, Staphylococcus aureus Nachweis	<i>Nach antibiotischer Behandlung der Infektion deutliche klinische Besserung mit rückläufigen Infekt Parametern. Keine bleibenden neurologischen Schäden.</i>
lumbaler epiduraler Abszess und Meningitis	Katheter am 2. postoperativen Tag bei Induration und Druckschmerz an der Einstichstelle entfernt. d5: Inzision eines lokalen Abszesses inzidiert, viel Pus entleert sich. Mikrobiologie: Staphylococcus aureus. Beginn Antibiose. CT: keine Einengung des Spinal- oder Epiduralraumes. d6: Kopfschmerzen, systemische Entzündungsreaktion, Allgemeinzustand deutlich reduziert, Lokalbefund weitgehend unauffällig. Umstellung auf besser liquorgängige Antibiose, trotzdem weiter deutliche klinische Verschlechterung mit starken Kopfschmerzen, Meningismus, Augenflimmern NMR: epiduraler Abszess L3/ L4	<i>Hemilaminektomie am 7. postoperativen Tag 8.Tag: kein Kopfschmerz, kein Augenflimmern, gutes Allgemeinbefinden, keine erhöhte Temperatur</i>
Lokaler Abszess	Inzision bei lokalem Abszess	<i>Entzündung nach fünf Tagen fast vollständig zurückgegangen. Bei Antibiotischer Behandlung vollständiger Rückgang der Infektion.</i>
Lokaler Abszess	Inzision bei Induration und Rötung. Massenhaft Staphylococcus aureus, sehr sensibel	<i>Bei Antibiotischer Behandlung vollständiger Rückgang der Infektion</i>
Lokaler Abszess	Inzision bei lokalem Abszess	<i>Bei Antibiotischer Behandlung vollständiger Rückgang der Infektion</i>
Induration	Inzision bei Induration, aber kein bakterielles Wachstum	

4.3.4 Komplikationen und Nebenwirkungen der Schmerztherapie, sowie nicht katheterassoziierte Komplikationen

Bei sechs Patienten (0,1%) wurde die Therapie bei Auftreten von starkem Pruritus abgebrochen, insgesamt trat Pruritus 30-mal auf. Bei acht (0,1%) von 36 Patienten mit Übelkeit und Erbrechen wurde der Katheter vorzeitig entfernt. Es kam bei 182 Patienten zu einer Hypotonie während der Therapie und zwei Katheter mussten deshalb entfernt werden. In beiden Fällen war die Hypotension jedoch unabhängig vom Katheter. Bei zehn Patienten kam es zu einem Abfall der SaO₂ oder einer reduzierten Atemfrequenz. Kein Katheter musste deshalb entfernt werden. Weiter traten ein motorischer Ileus (1; 0,02%) und eine Blasenatonie (1; 0,02%) auf, bei denen der Katheter entfernt wurde.

Ein Patient (0,02%) baute seine Pumpe selber ab und gab an, das Protokoll verloren zu haben, vier Katheter (0,06%) wurden wegen fehlender Compliance entfernt. Ein Patient (0,02%) war bei Demenz und ein Patient (0,02%) bei Schläfrigkeit nicht in der

Lage den Katheter zu benutzen, einmal kam es wegen eines Durchgangssyndroms (0,02%) zu Therapieabbruch. Eine Therapie wurde bei zunehmender Desorientiertheit unterbrochen und bei Auftreten von Somnolenz wurde der Katheter entfernt (0,02%). Ein weiterer Katheter wurde bei Somnolenz entfernt, welche durch einen cerebralen Stauungsinfarkt bei arteriovenöser Malformation hervorgerufen wurde (0,02%).

Bei neun Patienten (0,2%) wurde der Katheter auf Grund von Parästhesien entfernt. Motorische Störungen führten bei sechs Patienten (0,1%) zum Entfernen des Katheters. Dabei lag viermal ein lagerungs- oder operationsbedingter Nervenschaden vor und bei einer Patientin kam es zu Quadriceps und Iliopsoas Schwäche. In einem MRT konnte bei der zuletzt genannten Patientin kein spinaler Schaden festgestellt werden. Bei einem Patienten traten eine rechtsbetonte verminderte Motorik in Arm und Bein auf. Nach Anfertigung eines CCT zeigte sich ein umschriebenes hypodenses Areal an der Falx links, das auf einen frischen cerebralen Infarkt zurückgeführt werden konnte.

Bei zehn Patienten (0,16%) trat ein sensibles Defizit auf, welches das Ende der Schmerztherapie zur Folge hatte. Ein Patient gab vorbestehende, nach Katheteranlage verstärkte Sensibilitätsstörungen im postoperativen Verlauf an. In einem daraufhin durchgeführten anästhesiologischen Konsil konnten keine Einschränkungen und kein Zusammenhang zum Katheterverfahren festgestellt werden.

Nach einer Katheteranlage trat postoperativ starker holocephaler Kopfschmerz mit begleitender Übelkeit und Flimmerskotomen auf. In einem MRT wurde eine bifrontale Hygromentwicklung nachgewiesen, welche unter konservativer Therapie rückläufig war.

Bei einem Patienten kam es bei der Katheteranlage vermutlich zu einer Punktion des Rückenmarks mit einem folgenden sensiblen Defizit über Tage im Saphenusgebiet sowie unwillkürlichen Muskelzuckungen. Diese Verletzung heilte ohne residuale sensorische Defizite aus.

Ein Patient gab Schmerzen im Bein an, welche durch einen Gefäßverschluss verursacht wurden und nicht mit dem Katheter in Zusammenhang standen.

Weitere Ursachen für die Entfernung des Katheters waren Rötung und Jucken an der Einstichstelle sowie am ganzen Körper (1; 0,02%), Fieber, ohne zeitgleiche Entzündungszeichen an der Einstichstelle (1; 0,02%), ein allergisches Exanthem (1; 0,02%), und ein Fall von einem generalisiertem Ödem mit Flush und Pruritus (ohne

Nachbeobachtung). Zwei Katheter wurden bei starken Schmerzen an der Lendenwirbelsäule entfernt, ohne dass Auffälligkeiten an der Einstichstelle dokumentiert wurden. Einmal führte der Tod eines Patienten bei Nachblutung nach einer Hüftoperation zum vorzeitigen Ende der Therapie. Bei drei Patienten (0,05%) kam es bei katheterunabhängigen Komplikationen zu einer Verlegung auf die Intensivstation mit vorheriger Entfernung des Katheters. Zwei Katheter (0,03%) wurden durch die den Patienten behandelnden Chirurgen am ersten Tag entfernt (ohne Angabe von Gründen im Protokoll).

Tabelle 16: Vorzeitiges Entfernen bei Komplikationen und Nebenwirkungen der Schmerztherapie sowie nicht-Katheterassoziierte Komplikationen 2002-2009, unterteilt in lumbal/ thorakal 2007-2009

	% an Kathetern		% an lumbalen Kathetern		% an thorakalen Kathetern	
	Absolut	Gesamt (n=6196)	Absolut	Gesamt (n=295)	Absolut	Gesamt (n=1.870)
Nebenwirkungen der Opioidtherapie	18	0,3%	2	0,7%	1	0,1%
Übelkeit	8	0,1%	1	0,3%	0	0,0%
Pruritus	6	0,1%	0	0,0%	1	0,1%
Hypotension	2	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Blasenatonie	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Illeus	1	0,0%	1	0,3%	0	0,0%
Neurologische Auffälligkeiten	25	0,4%	0	0,0%	8	0,4%
Parästhesien	9	0,1%	0	0,0%	4	0,2%
Motorische Defizite	6	0,1%	0	0,0%	3	0,2%
Sensible Defizite	10	0,2%	0	0,0%	1	0,1%
Anderer/ Unbekannter Grund	20	0,3%	7	2,4%	5	0,3%
Kopfschmerzen	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Fieber	1	0,0%	1	0,3%	0	0,0%
Rötung und Jucken am ganzen Körper	1	0,0%	1	0,3%	0	0,0%
Allergie	1	0,0%	1	0,3%	0	0,0%
Generalisiertes Ödem	1	0,0%	1	0,3%	0	0,0%
LWS Schmerzen	2	0,0%	1	0,3%	1	0,1%
Tod des Patienten	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Schwere Komplikationen (unabh. von Schmerztherapie)	2	0,0%	2	0,7%	0	0,0%
Demenz	1	0,0%	0	0,0%	1	0,1%
Durchgangssyndrom	1	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Somnolenz	3	0,0%	0	0,0%	2	0,1%
Fehlende Compliance	5	0,1%	0	0,0%	1	0,1%
Gesamt	63	1,0%	9	3,1%	14	0,7%

Tabelle 17: Besondere Verläufe bei Komplikationen und Nebenwirkungen der Schmerztherapie

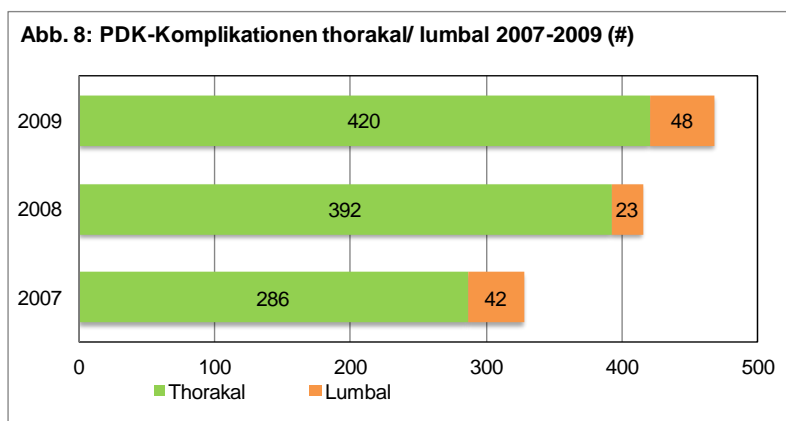
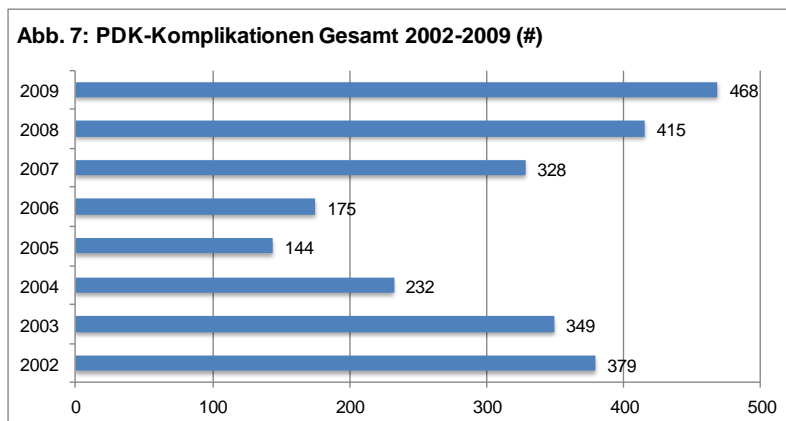
Ereignis	Behandlung	Behandlungsergebnis
Rechts betonte Einschränkung der Motorik	Am ersten postoperativen Tag zeigt sich eine rechtsbetonte Beinschwäche, aber auch Arm und Gesäß. Keine Besserung nach Entfernung des PDK. CCT: Anterior Stromgebiet (Falx links) umschriebenes Hypodenses Areal, vereinbar mit frischem Infarkt cMRT bestätigt Diagnose	<i>Möglicherweise wegen Katheterverfahren verspätete Diagnosestellung. Keine residuellen sensorischen oder motorischen Defizite Kein Zusammenhang zu PDK-Verfahren.</i>
Quadrizeps und Iliopsoas Schwäche	Am ersten postoperativen Tag kommt es zu einer Quadrizeps, Iliopsoas und Adduktoren Schwäche. Umstellung auf orale Schmerzmedikation ohne Besserung	<i>MRT: Kein Anhalt für spinalen Schaden Kein Zusammenhang zu PDK-Verfahren</i>
Bei Katheteranlage Punktion des Rückenmarks mit sensiblem Defizit über Tage	PDK auf Höhe Th10/ 11, LOR bei 7 cm. Bei Anlage treten starke Schmerzen im rechten Knie auf. Da der Patient sich stark bewegt, sofortiger Rückzug der Kanüle ohne Aspiration. Hyperästhesie im Saphenusgebiet und unwillkürliche Muskelzuckungen. Abnahme der unwillkürlichen Muskelzuckungen im rechten Knie, aber fortbestehende Hyperästhesie und Dysästhesie Am dritten postoperativen Tag nur noch minimale Hyperästhesie am Knie.	<i>Keine residuellen sensorischen oder motorischen Defizite</i>
Seit drei Jahren peiziges Gefühl in den Fußsohlen, nach PDK Anlage L2/ L3 noch verstärkt und bis zum Unterschenkel	Anästhesiekonsil: Spitz/stumpf Empfinden nicht eingeschränkt, Motorik an beiden Seiten der unteren Extremität nicht eingeschränkt.	<i>Kein Defizit feststellbar Kein Zusammenhang zu PDK-Verfahren</i>
Prolongiertes Postpunktionelles Syndrom nach Katheterentfernung	Postoperativ treten starke, analgetikaresistente, holozepale Kopfschmerzen und Übelkeit auf. Katheter wird entfernt. Rückgang der Kopfschmerzen jedoch Persistenz von Flimmerskotomen und Doppelbildern, Abducensparese links, cMRT: postpunktionelle bifrontale Hygrom Entwicklung, Rückläufig bei Kontroll cMRT – konservatives symptomatisches Vorgehen	<i>Konservatives Vorgehen bei deutlich rückläufigem Befund</i>
Kribbelparästhesien an Händen und perioral	Parästhesien möglicherweise durch Hyperventilation verursacht. Schmerzpumpe wird gestoppt.	<i>Keine bleibenden Parästhesien</i>

4.3.5 Weitere Komplikationen ohne Entfernen des Katheters

Zwischen 2002 und 2009 wurde 724-mal (11,7%) von den Patienten ein Wert über 4 bei Bewegung oder in Ruhe auf der visuellen Analogskala angegeben. Bei 6.196 Periduralkathetern zwischen 2002-2009 wurde 37-mal (0,6%) bei Einsendung der Katheterspitze, oder eines Abstriches in die Mikrobiologie ein bakterieller Keim nachgewiesen. Meist waren dies Staphylococcus aureus und koagulase negative Staphylokokken.

4.3.6 Komplikationen PDK Gesamt

Insgesamt kam es bei 6.196 Kathetern zwischen 2002 und 2009 zu 2.497 Komplikationen. Von den ausgewerteten Komplikationen können auch mehrere bei einem Patienten/ Katheter aufgetreten sein. Es mussten insgesamt 815 (13,2%) Periduralkatheter zwischen 2002 und 2009 vorzeitig entfernt werden.



Zwischen 2007 und 2009 traten insgesamt 1.214 Komplikationen auf, davon 113 bei lumbalen und 1.101 bei thorakalen Kathetern. Es mussten 38 von 295 lumbalen (12,9%) sowie 229 von 1.870 (12,2%) thorakalen Kathetern vorzeitig entfernt werden.

4.4 Komplikationen periphere Katheter

4.4.1 Komplikationen, die zum vorzeitigen Entfernen des Katheters führten

Es kam bei 3.132 peripheren Kathetern zwischen 2005 und 2009 301-mal (9,6%) zu einem vorzeitigen Beenden der Therapie. Ursachen wurden hier ebenso wie bei den Periduralkathetern eingeteilt in katheterbedingte Probleme, Probleme an der

Einstichstelle sowie Nebenwirkungen und Komplikationen der Schmerztherapie und Probleme des Patienten, die nicht auf die Schmerztherapie zurückzuführen sind.

Tabelle 18: Vorzeitig entfernte periphere Katheter Gesamt mit verschiedenen Ursachen 2005-2009

	Anzahl vorzeitig entfernter Katheter	% an vorzeitig entfernten Kathetern (n=301)	% an peripheren Kathetern Gesamt (n=3.132)
Katheterbedingte Probleme	225	74,8%	7,2%
Probleme an der ESS	31	10,3%	1,0%
Nebenwirkungen und Komplikationen der Schmerztherapie	45	15,0%	1,4%
Gesamt	301	100,0%	9,6%

Tabelle 19: Vorzeitig entfernte periphere Katheter obere/ untere Extremität mit verschiedenen Ursachen 2006-2009

	Anzahl vorzeitig entfernter Katheter Obere Extremität	% an vorzeitig entfernten Kathetern Obere Extremität (n=97)	% an Kathetern Obere Extremität Gesamt (n=829)	Anzahl vorzeitig entfernter Katheter Untere Extremität	% an vorzeitig entfernten Kathetern Untere Extremität (n=117)	% an Kathetern Untere Extremität Gesamt (n=1.654)
Katheterbedingte Probleme	60	61,9%	7,2%	86	73,5%	5,2%
Probleme an der ESS	15	15,5%	1,8%	9	7,7%	0,5%
Nebenwirkungen und Komplikationen der Schmerztherapie	22	22,7%	2,7%	22	18,8%	1,3%
Gesamt	97	100,0%	11,7%	117	100,0%	7,1%

4.4.2 Katheterbedingte Probleme bei der Schmerztherapie

Eine Dislokation des Katheters führte 67-mal (2,1%) zu einem Beenden der Therapie. 68 Katheter (2,2%) mussten auf Grund einer Diskonnektion des Katheters entfernt werden, 47 Katheter (1,5%) wurden akzidentiell entfernt, dreimal (0,1%) kam es zu einer Okklusion des Katheters, fünfmal (0,2%) zu einem Katheterbruch. Drei Katheter wurden bei mangelnder Sterilität nach Pflasterablösung entfernt. Zusammengefasst machen alle technischen Schwierigkeiten bei peripheren Kathetern 86% aller Katheterprobleme aus, die zu einem Entfernen des Schmerzkatheters führten. 24% entfallen auf Fehllagen. Dabei lagen acht (0,3%) Schmerzkatheter intravasal und wurden entfernt, 23 Katheter (0,7%) lagen primär falsch. In einem Fall kam es bei einem epiduralen Anschluss zu einem vorzeitigen Therapieende.

Katheterbedingte Probleme machten einen Anteil von 74,8% an allen vorzeitig entfernten Kathetern aus. Es mussten insgesamt 7,2% aller peripheren Schmerzkatheter vorzeitig wegen katheterbedingten Problemen entfernt werden. Als häufigste Ursache sind Dislokationen und Diskonnektionen für das Entfernen des Katheters verantwortlich. Besonders die untere Extremität ist zudem von akzidentiellen Katheterentfernungen betroffen.

Tabelle 20: Vorzeitig entfernte periphere Katheter bei Katheterproblemen Gesamt 2005-2009

	Anzahl vorzeitig entfernter Katheter	% an vorzeitig entfernten peripheren Kathetern (n=301)	% an peripheren Kathetern Gesamt (n=3.132)
Technische Schwierigkeiten	193	64,1%	6,2%
Dislokation	67	22,3%	2,1%
Diskonnektion	68	22,6%	2,2%
Akzidentiell entfernt	47	15,6%	1,5%
Katheterbruch	5	1,7%	0,2%
Okklusion	3	1,0%	0,1%
Mangelnde Sterilität	3	1,0%	0,1%
Fehllagen	32	10,6%	1,0%
Primäre Fehllage	23	7,6%	0,7%
Intravasale Lage	8	2,7%	0,3%
Epiduraler	1	0,3%	0,0%
Gesamt	225	74,8%	7,2%

Tabelle 21: Vorzeitiges entfernte periphere Katheter obere/ untere Extremität bei Katheterproblemen 2006-2009

	Anzahl vorzeitig entfernter Katheter Obere Extremität	% an vorzeitig entfernten Kathetern Obere Extremität (n=97)	% an Kathetern Obere Extremität Gesamt (n=829)	Anzahl vorzeitig entfernter Katheter Untere Extremität	% an vorzeitig entfernten Kathetern Untere Extremität (n=117)	% an peripheren Kathetern Untere Extremität Gesamt (n=1.654)
Technische Schwierigkeiten	46	47,4%	5,5%	76	65,0%	4,6%
Dislokation	28	28,9%	3,4%	19	16,2%	1,1%
Diskonnektion	3	3,1%	0,4%	19	16,2%	1,1%
Akzidentiell entfernt	10	10,3%	1,2%	34	29,1%	2,1%
Katheterbruch	3	3,1%	0,4%	1	0,9%	0,1%
Okklusion	1	1,0%	0,1%	1	0,9%	0,1%
Mangelnde Sterilität	1	1,0%	0,1%	2	1,7%	0,1%
Fehllagen	14	14,4%	1,7%	10	8,5%	0,6%
Primäre Fehllage	13	13,4%	1,6%	5	4,3%	0,3%
Intravasale Lage	1	1,0%	0,1%	4	3,4%	0,2%
Epiduraler	0	0,0%	0,0%	1	0,9%	0,1%
Gesamt	60	61,9%	7,2%	86	73,5%	5,2%

4.4.3 Probleme an der Einstichstelle

Probleme an der Einstichstelle führten zwischen 2005 und 2009 31-mal (1,0%) zu einem vorzeitigem Ende der Therapie. Zehnmal (0,3%) waren starke Rötung und Druckschmerz der Grund, zehnmal (0,3%) eine starke Rötung, sechsmal (0,2%) starker Druckschmerz, 4 (0,1%) Katheter bluteten sehr stark an der Einstichstelle, ein Katheter (0,03%) wurde wegen Pus an der Einstichstelle entfernt.

Tabelle 22: Vorzeitig entfernte periphere Katheter bei Auffälligkeiten an der Einstichstelle 2005-2009

	Anzahl vorzeitig entfernte Katheter mit Auffälligkeiten an der ESS Gesamt	% an vorzeitig entfernten peripheren Kathetern (n=301)	% an peripheren Kathetern Gesamt (n=3.132)
Rötung	10	3,3%	0,3%
Druckschmerz	6	2,0%	0,2%
Rötung und Druckschmerz	10	3,3%	0,3%
Andere (blutend/Pus)	5	1,7%	0,2%
Gesamt	31	10,3%	1,0%

2006-2009 wurden 2.483 periphere Katheter gelegt, 829 an der oberen und 1.654 an der unteren Extremität. Wegen Auffälligkeiten an der Einstichstelle mussten 15 Katheter (1,8%) der oberen und neun Katheter (0,5%) der unteren Extremität entfernt werden (1% gesamt). Eine starke Rötung war an der oberen Extremität dreimal (3,1%) an der unteren Extremität zweimal (0,1%) der Grund für einen vorzeitigen Therapieabbruch. Druckschmerz führte an der oberen Extremität viermal (4,1%) an der unteren Extremität zweimal (0,1%) zum Entfernen des Katheters. Rötung und Druckschmerz führte siebenmal (7,2%) bei Kathetern der oberen Extremität und einmal (0,1%) bei Kathetern der unteren Extremität zum Therapieabbruch. Vier (0,2%) Katheter der unteren Extremität bluteten sehr stark an der Einstichstelle und wurden vorzeitig entfernt, einmal wurde ein Katheter an der oberen Extremität bei alleinigem Auftreten von Pus entfernt.

Tabelle 23: Vorzeitig entfernte periphere Katheter obere/ untere Extremität bei Auffälligkeiten an der Einstichstelle 2006-2009

	Anzahl vorzeitig entfernte Katheter mit Auffälligkeiten an der ESS	% an vorzeitig entfernten Kathetern Obere Extremität (n=97)	% an Kathetern Obere Extremität Gesamt (n=829)	Anzahl vorzeitig entfernte Katheter mit Auffälligkeiten an der ESS	% an vorzeitig entfernten Kathetern Untere Extremität (n=117)	% an Kathetern Untere Extremität Gesamt (n=1.654)
Rötung	3	3,1%	0,4%	2	1,7%	0,1%
Druckschmerz	4	4,1%	0,5%	2	1,7%	0,1%
Rötung und Druckschmerz	7	7,2%	0,8%	1	0,9%	0,1%
Andere (blutend/Pus)	1	1,0%	0,1%	4	3,4%	0,2%
Gesamt	15	15,5%	1,8%	9	7,7%	0,5%

Von 2005-2009 kam es insgesamt 188-mal (6,0%) zu einer Rötung an der Einstichstelle, davon 167 leichte und 21 starke Rötungen. Bei 102 (4,1%) Kathetern kam es zu Druckschmerz an der Einstichstelle, welcher 86-mal (2,7%) leicht und 16-mal (0,5%) stark war. Bei fünf (0,2%) Patienten entstanden Spannungsblasen unter dem Pflaster (davon vier in 2009).

Ab 2006 waren von 829 Kathetern der oberen Extremität 99 Katheter (11,9%) gerötet, davon 89 leicht (10,7%) und 10 (1,2%) stark. Bei 67 (8,1%) trat leichter und bei 12 (1,4%) starker Druckschmerz auf (79 gesamt, 9,5%).

Von 1.654 Kathetern an der unteren Extremität waren 70 leicht (4,2%) und 4 stark (0,2%) gerötet (Rötung gesamt 4,5%). Ein leichter Druckschmerz trat 19-mal (1,1%), ein starker Druckschmerz trat viermal (0,2%) auf (Druckschmerz 1,4%).

Tabelle 24: Auffälligkeiten an der Einstichstelle Gesamt 2005-2009, obere/ untere Extremität 2006-2009

	<i>Auffälligkeiten an der ESS bei peripheren Kathetern Absolut</i>	<i>% an peripheren Kathetern Gesamt (n=3.132)</i>	<i>Auffälligkeiten an der ESS bei peripheren Kathetern Obere Extremität Absolut</i>	<i>% an Kathetern Obere Extremität Gesamt (n=829)</i>	<i>Auffälligkeiten an der ESS bei peripheren Kathetern Untere Extremität Absolut</i>	<i>% an Kathetern Untere Extremität Gesamt (n=1.654)</i>
Rötung Gesamt	188	6,0%	99	11,9%	74	4,5%
<i>leicht</i>	<i>167</i>	<i>5,3%</i>	<i>89</i>	<i>10,7%</i>	<i>70</i>	<i>4,2%</i>
<i>stark</i>	<i>21</i>	<i>0,7%</i>	<i>10</i>	<i>1,2%</i>	<i>4</i>	<i>0,2%</i>
Druckschmerz Gesamt	102	3,3%	79	9,5%	23	1,4%
<i>leicht</i>	<i>86</i>	<i>2,7%</i>	<i>67</i>	<i>8,1%</i>	<i>19</i>	<i>1,1%</i>
<i>stark</i>	<i>16</i>	<i>0,5%</i>	<i>12</i>	<i>1,4%</i>	<i>4</i>	<i>0,2%</i>
Spannungs- blasen	5	0,2%	1	0,1%	4	0,2%
Gesamt	295	9,4%	179	21,6%	101	6,1%

4.4.4 Komplikationen und Nebenwirkungen der Schmerztherapie, sowie nicht katheterassoziierte Komplikationen

Zwei Katheter (0,1%) mussten wegen fehlender Kooperation des Patienten entfernt werden. Von den 829 Patienten mit Kathetern der oberen Extremität musste 11-mal (1,3%) die Therapie abgebrochen werden, weil der Patient ein oder mehrere Zeichen einer Recurrensparese zeigte (Heiserkeit, Schluckbeschwerden, Fremdkörpergefühl im Hals und Atemnot). Insgesamt zeigten 79 Patienten ein oder mehrere Zeichen einer Recurrensparese (9,5%). Bei einem Patienten wurde wegen einer Phrenicusparese die Therapie abgebrochen. Atemnot trat 45-mal (5,4%) auf, konnte aber in 42 Fällen durch Senkung der Basalrate behoben werden. Drei Katheter (0,4%) wurden entfernt. Zwischen 2005 und 2009 wurde bei 124 (15%) ein Horner-Syndrom vermerkt.

Tabelle 25: Spezifische Komplikationen von Kathetern der oberen Extremität 2005-2009

	2005-2009 Obere Extremität <i>(n=829)</i> <i>Komplikationen mit und ohne</i> <i>Entfernen des Katheters</i>	2005-2009 Obere Extremität <i>(n=829)</i> <i>Komplikationen mit</i> <i>Entfernen des Katheters</i>
Horner	124	0
Zeichen einer Recurrensparese (Schluckbeschwerden, Heiserkeit, Atemnot)	79	11
Atemnot	45	3
Phrenicusparese	3	1
Gesamt	251	15

Weitere Gründe für einen vorzeitigen Abbruch der Therapie waren das Auftreten von Parästhesien (4; 0,1%), Schmerzen in der Wadenmuskulatur (1; 0,03%), Schmerzen in der Leiste bei einem Femoraliskatheter ohne zeitgleiche Rötung oder anderen Entzündungszeichen an der Einstichstelle, Lumboischialgie bei einem KAI-Katheter (1; 0,03%), Schwellung am gesamten Bein (2; 0,1%), Muskelkrampf (2; 0,1%), Schwindel und Übelkeit (1; 0,1%), Somnolenz (1; 0,1%), Schmerzen beim Anspritzen des Katheters (1; 0,1%).

Bei einer Patientin führte das Anspritzen des Femoraliskatheters zu einer plötzlichen Synkope mit Juckreiz, Kurzatmigkeit und Somnolenz. Der Katheter lag nicht intravenös, zumindest konnte kein Blut aspiriert werden. Nach der Gabe von Cimetidin, Ringer und HAES stabilisiert sich der Zustand der Patientin. Nach wiederholter Gabe kam es noch zu einem Ausschlag im Gesicht, aber ohne Hypotension. Die Therapie wurde abgebrochen.

Ein weiteres Mal kam es zu einem Kreislaufkollaps nach Anspritzen des Katheters bei fehlender Analgesie, was ebenfalls zu einem Abbruch der Therapie führte. Auch hier blieb unklar ob der Katheter intravasal lag. Sechs Katheter (0,2%) wurden bei Fieber ohne Entzündungszeichen an der Einstichstelle entfernt. Bei keinem wurde bakterielles Wachstum in der Mikrobiologie nachgewiesen.

Bei Fußheberschwäche trotz Beenden der Therapie mussten ein KAI-Katheter entfernt werden, sowie ein Ischiadicuskatheter bei stark verminderter Motorik. Hier wurde ein raumfordernder Prozess mittels einer Computertomographie ausgeschlossen. Einmal kam es bei einem Patienten mit einem Femoraliskatheter zu bleibender Parästhesie im Saphenusbereich bei unauffälliger Nervenleitgeschwindigkeit und Duplexsonographie der A/ V-Gefäße in der Leiste.

Ein Patient wurde bei einer Nachblutung reanimationspflichtig, und die Schmerztherapie wurde daraufhin auf der Intensivstation abgebrochen. Bei einem Patienten wurde der Katheter bei starkem retrosternalen Schmerz entfernt. Es konnten keine pathologischen Befunde erhoben werden.

Ein Katheter wurde aus unklarem Grund entfernt und einmal wurde der Katheter entfernt, bevor die Therapie begonnen wurde, da der Patient starke Atemnot beklagte. Bei neun Patienten (0,3%) wurde während der Therapie eine Hypotension dokumentiert, bei keinem dieser Patienten führte das Problem zu einem Therapieabbruch.

Bei 50 Kathetern (1,6%) gab es ein positives Ergebnis bei Einsendung der Katheterspitze oder eines Abstriches in die Mikrobiologie.

Zwischen 2005 und 2009 wurde 412-mal (13,2%) von den Patienten ein Wert über 4 bei Bewegung oder in Ruhe auf der visuellen Analogskala angegeben. Zwischen 2006 und 2009 waren es 378 (12,1%), davon 218-mal (7%) auch ohne Bewegung. 169-mal (5,4%) trat ein Wert über 5 auf.

Tabelle 26: Vorzeitiges Entfernen bei Komplikationen und Nebenwirkungen der Schmerztherapie sowie nicht-Katheterassoziierter Komplikationen Gesamt 2005-2009, obere/ untere Extremität 2006-2009

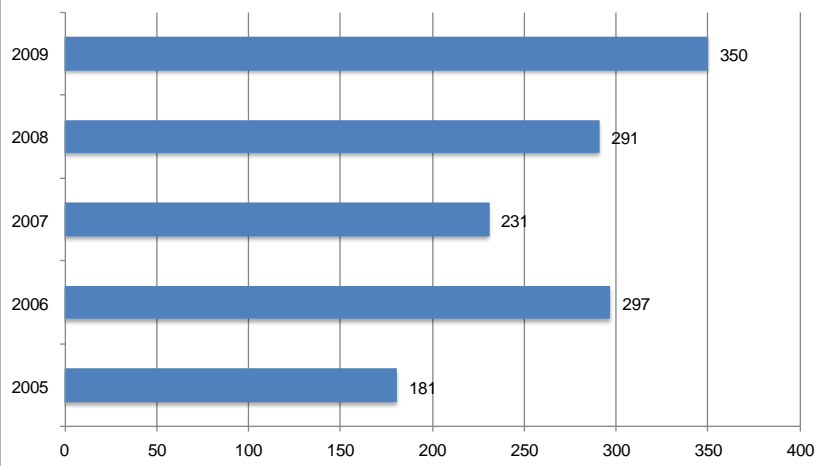
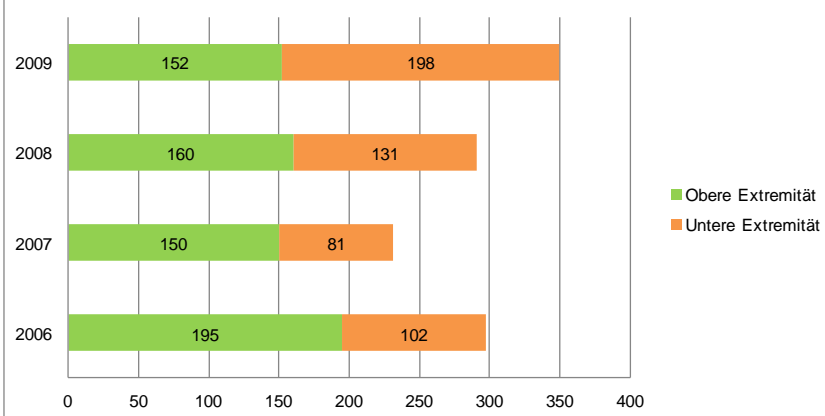
	Anzahl vorzeitig entfernter Katheter	% an vorzeitig entfernten Kathetern peripheren Kathetern (n=301)	% an peripheren Kathetern Gesamt (n=3.132)	Anzahl vorzeitig entfernter Katheter	% an vorzeitig entfernten Kathetern Obere Extremität (n=97)	% an peripheren Kathetern Obere Extremität (n=829)	Anzahl vorzeitig entfernter Katheter	% an vorzeitig entfernten Kathetern Untere Extremität (n=117)	% an peripheren Kathetern Untere Extremität (n=1.654)
Dyspnoe	3	1,0%	0,1%	3	3,1%	0,4%	n.a.	n.a.	n.a.
Phrenicusparese	1	0,3%	0,0%	1	1,0%	0,1%	n.a.	n.a.	n.a.
Zeichen einer Recurrensparese	11	3,7%	0,4%	11	11,3%	1,3%	n.a.	n.a.	n.a.
Verminderte Motorik	3	1,0%	0,1%	0	0,0%	0,0%	3	2,6%	0,2%
Parästhesien	4	1,3%	0,1%	3	3,1%	0,4%	1	0,9%	0,1%
Fieber	6	2,0%	0,2%	1	1,0%	0,1%	5	4,3%	0,3%
Krampf in der Wade	2	0,7%	0,1%	n.a.	n.a.	n.a.	2	1,7%	0,1%
Lumboschialgie	1	0,3%	0,0%	n.a.	n.a.	n.a.	1	0,9%	0,1%
Schmerzen in der Wade	1	0,3%	0,0%	n.a.	n.a.	n.a.	1	0,9%	0,1%
Schwellung des gesamten Beins	2	0,7%	0,1%	n.a.	n.a.	n.a.	2	1,7%	0,1%
Leistenschmerz	1	0,3%	0,0%	n.a.	n.a.	n.a.	1	0,9%	0,1%
Schmerzen bei Anspritzen	1	0,3%	0,0%	0	0,0%	0,0%	1	0,9%	0,1%
Aus unklarem Grund entfernt	1	0,3%	0,0%	1	1,0%	0,1%	0	0,0%	0,0%
Bei Reanimation aus anderem Grund	1	0,3%	0,0%	0	0,0%	0,0%	1	0,9%	0,1%
Nicht benutzt	1	0,3%	0,0%	1	1,0%	0,1%	0	0,0%	0,0%
Retrosternaler Schmerz	1	0,3%	0,0%	1	1,0%	0,1%	0	0,0%	0,0%
Übelkeit und Schwindel	1	0,3%	0,0%	0	0,0%	0,0%	1	0,9%	0,1%
Synkope	2	0,7%	0,1%	0	0,0%	0,0%	1	0,9%	0,1%
Mangelnde Kooperation	2	0,7%	0,1%	0	0,0%	0,0%	2	1,7%	0,1%
Gesamt	45	15,0%	1,4%	22	22,7%	2,7%	22	18,8%	1,3%

Tabelle 27: Besondere Verläufe bei Komplikationen und Nebenwirkungen der Schmerztherapie

Ereignis	Verlauf	Ausgang
Fußheber- und Fußsenkerparese nach KAI-Blockade	Fußheber und Senkerparese Sockenförmige Taubheit bis unterhalb des Knie rechts NK keine weitere Abklärung notwendig MR Angio: Keine Stenose, kein Gefäßverschluss	Keine weitere Abklärung
Synkope nach Anspritzen des Femoraliskatheters	Synkope, begleitet von Hypotension Juckreiz, Somnolenz und Kurzatmigkeit. Wird zurückgeführt auf eine Naropinallergie oder Sympatikolyse. Es kann kein Blut aspiriert werden. Es gibt keine auffälligen neurologischen Befunde und keinen Hautausschlag. Nach der Gabe von Tagamet, Voluven und Ringer Lösung normalisiert sich der Blutdruck. Nach zweiter Testdosis kommt es zu einem Ausschlag an Hals und Gesicht, Blutdruck und Puls bleiben normal. In der Patientenakte wird die Synkope und weitere Untersuchungen nicht erwähnt.	Keine Angaben zu weiteren Untersuchungen in der Akte. Ursache nicht sicher auf die Schmerztherapie zurückzuführen.
Stark verminderte Motorik nach Psoaskatheter	Katheter wird bei stark verminderte Motorik am ersten postoperative Tag entfernt. CT und Neurokonsil: keine Raumforderung/ Hämatom/ Abszess.	Kein Zusammenhang zum Katheterverfahren. Keine Angaben zu weiterem Verlauf zu finden.
Kreislaufkollaps und fehlende Wirkung bei VIB Katheter	Beim Anspritzen eines VIB Katheters kommt es zu einem Kreislaufkollaps. Nach einer Stunde keine analgetische Wirkung aber Parästhesien am Hals. Katheter wird entfernt	

4.4.5 Komplikationen periphere Katheter Gesamt 2005-2009

Insgesamt kam es bei 3.132 peripheren Schmerzkathetern zwischen 2005 und 2009 zu 1.350 Komplikationen. Von den ausgewerteten Komplikationen können auch mehrere bei einem Patienten/ Katheter aufgetreten sein. Es mussten insgesamt 301 (10%) periphere Schmerzkatheter zwischen 2005 und 2009 vorzeitig entfernt werden. Zwischen 2006 und 2009 wurden 2.483 periphere Katheter gelegt. Es traten bei 829 Kathetern der oberen Extremität insgesamt 657, und bei 1.324 Kathetern der unteren Extremität insgesamt 512 Komplikationen auf. Es mussten 97 der oberen (11,7%) und 117 (7,1%) der unteren Extremität vorzeitig entfernt werden.

Abb. 9: Komplikationen Gesamt periphere Katheter 2005-2009 (#)**Abb. 10: Komplikationen Obere/Untere Extremitäten 2006-2009 (#)**

5. Diskussion

Die meisten Studien evaluieren schwere Komplikationen der katheterbasierten postoperativen Schmerzverfahren und vergleichen verschiedene Therapieoptionen. Es gibt wenige Angaben zu den Fehlerquellen der Therapie mit Schmerzkathetern und zu den Häufigkeiten der Therapieabbrüche, welche die Qualität des Verfahrens einschränken.

Diese Studie belegt eine hohe Fehleranfälligkeit der postoperativen Schmerztherapie durch EPCA, PDK oder CPNB bei ansonsten geringer Nebenwirkungs- und Komplikationsrate. Katheterbedingte Schwierigkeiten sind bei Periduralkathetern mit 76,4% und bei peripheren Schmerzkathetern mit 74,8% von allen Komplikationen, die zu einem vorzeitigen Ende der Therapie führten, die deutlich häufigste Ursache für einen Therapieabbruch. 10,1% aller Periduralkatheter und 7,2% aller peripheren Katheter müssen bei katheterbedingten Problemen entfernt werden.

In die Nutzen-Risikoabwägung muss dieser Faktor mit einbezogen werden und Patienten sollten gezielt dazu aufgeklärt werden.

5.1 Schwere Komplikationen

5.1.1 Epiduraler Abszess, Meningitis

Für diese seltene, aber sehr ernste Komplikation gibt es sehr große Unterschiede bezüglich der Häufigkeit ihres Auftretens. Die Zahlen für Abszesse variieren zwischen 1:1.350 und 1:85.000 (Kindler 1998, Christie 2007, Cameron 2007, Pöpping 2008, Wang 1999, Auroy 1997, Aromaa 1997), was vielfältige Ursachen haben kann. Grundsätzlich bedarf es einer sehr großen Patientenzahl, um die tatsächliche Häufigkeit seltener Komplikationen beziffern zu können, da es sonst zu falsch hohen bzw. niedrigen Inzidenzen kommen kann (Cameron 2007). Des Weiteren unterscheiden sich die Studien in der untersuchten Patientengruppe, wobei gynäkologische und chirurgische Patienten sowie chronische Schmerzpatienten in einigen Studien einbezogen wurden und in andern nicht (Grewal 2006). Mit der Patientengruppe ändert sich das Risiko für Epiduralabszesse (durch unterschiedliche Liegedauer, gestörte Immunkompetenz und andere Faktoren), ebenso wie durch verschiedene klinische Handhabung der Schmerztherapie in verschiedenen Krankenhäusern.

In dieser retrospektiven Studie wurde das Risiko für Patienten mit Periduralkathetern zur postoperativen Schmerztherapie bewertet. Gynäkologische Patienten und

chronische Schmerzpatienten wurden nicht mit einbezogen. Es kam bei zwei von 6.169 Patienten zu Meningitis, einmal in Begleitung eines epiduralen Abszesses und einmal in Kombination mit einem Epiduralhämatom. Im Unterschied zu der Studie von Christie gingen keine Daten ein, die nach Beendigung der Schmerztherapie gesammelt wurden. Dies kann ein sehr bedeutender Faktor sein. Zwar treten die meisten Symptome nach ca. 5 Tagen ab Katheteranlage auf (Kindler 1998, Moen 2004, Wang 1999), doch berichtet Christie (2007) von Patienten die erst nach 31 Tagen Symptome zeigten. Daten, welche nach Entfernung des Katheters entstanden sind, bzw. nach Entlassung des Patienten, wurden nicht mehr in den Protokollen des Schmerzdienstes erfasst. Dieser Unterschied kann auch zu einer zu geringen Bewertung des Risikos führen.

In dieser Studie handelte es sich im Fall des Epiduralabszesses um eine Patientin mit eingeschränkter Immunkompetenz, was als Risikofaktor auch von Horlocker (2010), Kindler (1998), Moen (2004), Wang (1999) und Grewal (2006) angegeben wird. Andere Risikofaktoren wie Alter, lange Liegedauer des Katheters oder schwierige Punktion lagen nicht vor (Wang 1999, Grewal 2006, Pöppig 2008, Moen 2004). Die Liegedauer betrug in diesem und in dem zweiten Fall von Meningitis maximal drei Tage. Die Häufigkeit für Infektionen von intravenösen oder intraventrikulären Kathetern steigt ab dem dritten Tag (Grewal 2006), wobei 85% der Infektionen nach fünf Tagen Liegedauer auftreten (Wang 1999). Beiden Patientinnen wurde der Katheter schon vorher auf Grund von fehlender Wirksamkeit bzw. einer Infektion an der Einstichstelle entfernt.

Auch wenn es bei der Katheteranlage durch mangelnde Hygienemaßnahmen (AAGBI 2002, Kasuda 2002, Sakuragi 1995, Kinirons 2001) oder häufige Spritzenwechsel (Mann 1998) trotz Bakterienfilter zu Infektionen kommen kann, scheinen doch beide Fälle von Meningitis in dieser Studie die Aussage von Christie (2007) und Cameron (2007) zu bestätigen, dass die häufigste Ursache eine Infektion an der Einstichstelle ist, mit folgender Migration der Keime entlang dem Katheter in den Epiduralraum (Kindler 1998, Breivik 1999, Sakuragi 1998). Eine Entzündung der Einstichstelle lag in beiden Fällen von Meningitis vor und führte auch einmal zum Therapieabbruch. Sie muss aber nicht zwingend die Ursache der Meningitis gewesen sein (Pöppig 2008). Das vorzeitige Ende der Therapie als sinnvolles Vorgehen bei Entzündungszeichen an der Einstichstelle wird in Studien von Grewal (2006) und Cameron (2007) nahegelegt.

Eine schwierige Punktion lag in einem der beiden Fälle von Meningitis vor, was laut Kindler (1998), Kee (1992) und Conly (1989) die Wahrscheinlichkeit für Infektionen zentralvenöser Katheter erhöhen kann. In diesem Fall führte die Punktion zu einem epiduralen Hämatom, auch wenn bei Punktion kein Blut aspiriert werden konnte. Ein epidurales Hämatom kann ebenso wie ein subkutanes Hämatom nach Keimbeseidlung als Infektionsquelle dienen (Grewal 2006).

Als häufigster Infektionserreger wird *Staphylococcus aureus* nachgewiesen (Kinder 1998, Moen 2004, Wang 1999, Reihsaus 2000), was auch in dieser Studie durch beide Fälle von Meningitis bestätigt wird. Es konnte *Staphylococcus aureus* an der Einstichstelle, bzw. bei Lumbalpunktion als Infektionskeim nachgewiesen werden.

Nach Kee (1992) und Reihsaus (2000) und Cameron (2007) ist je nach Ausprägung der neurologischen Zeichen die Behandlung eines epiduralen Abszesses mit Antibiotika und/ oder operativer Sanierung das Verfahren der Wahl. Bei der Patientin in dieser Studie wurde nach erfolgloser Behandlung mit Antibiotika eine Hemilaminektomie am siebten postoperativen Tag durchgeführt.

Auf Grund der fehlenden sensorischen oder motorischen Defizite sowie durch organisatorische Mängel kam es erst am siebten Tag nach Anlage des Katheters (Tag 5 nach Beginn der Symptome und Katheterentfernung) zu einer verspäteten Diagnose des epiduralen Abszesses. Solche Verzögerungen in der Diagnosestellung seltener Komplikationen bei nicht eindeutiger Symptomatik werden häufig beschrieben (Kindler 1998, Moen 2004, Wang 1999). Bis dahin wurde die Patientin mit Antibiotika therapiert. Weiter konnte in einem CT keine Beteiligung des Spinal- oder Epiduralraumes festgestellt werden. Durch ein MRT, welches das Diagnoseverfahren der Wahl ist (Runge 1998, Rygnestad 1997, Wang 1999, Gosavi 2004), konnte der Abszess, sowie das Hämatom im zweiten Fall festgestellt werden. Die Patientin mit Meningitis in Verbindung mit Hämatom konnte mit konservativer Therapie behandelt werden und zeigte ab dem neunten postoperativen Tag deutliche Besserung der Symptome. Das Hämatom selber musste nicht behandelt werden. Es gab keine motorischen oder sensorischen Defizite.

Obwohl sich bei der Patientin mit epiduralem Abszess in unserer Studie die Symptome bereits nach vier Tagen zeigten (vier Tage postoperativ, zwei Tage nach Katheterentfernung), kann es auch wesentlich später zu einem epiduralen Abszess kommen (Christie 2007, Cameron 2007, Grewal 2006). Das kann zu einer erheblich schlechteren Prognose führen, sollte sich der Patient nicht unverzüglich vorstellen

(Cameron 2007). Zudem kann es die Diagnose erschweren, da die Patienten meist in anderen Fachgebieten vorstellig werden (Grewal 2006). Nach einer Woche kann sich eine Paraplegie entwickeln, die dann eine sehr schlechte Prognose hat (Kindler 1998, Vandermeulen 1994). So berichtet Cameron (2007) über einen Fall in dem ein Patient mit Fieber, Entzündungszeichen und Rückenschmerzen, also typischen Symptomen, ein unauffälliges MRT aufwies, aber sich kurz nach Entlassung mit neurologischen Symptomen vorstellte. Erst ein zweites MRT stellte einen epiduralen Abszess dar. Das zeigt zum einen die Notwendigkeit einer intensiven Aufklärung des Patienten vor Entlassung (Grewal 2007), und zum anderen lässt es darauf schließen, dass die Inzidenz von epiduralen Abszessen höher liegt, die Daten aber nicht mehr in die Analysen mit eingehen.

Auch Bremer (2004), Darouiche (1992) und Davis (2004) bestätigen, dass die klassischen Symptomen-Trias von Fieber, Rückenschmerzen und neurologischen Defiziten nur in 13% der Fälle zum Zeitpunkt der Diagnosestellung zu finden waren und es somit sehr häufig zu einer späten Diagnosestellung kam. Meist tritt zuerst Fieber, dann Rückenschmerzen auf und erst spät kommt es zu neurologischen Defiziten (Darouiche 1992). Auch dies kann in diesem Fall bestätigt werden. Am vierten postoperativen Tag entwickelte die Patientin über 38°C Fieber bei gutem Allgemeinbefinden und unauffälliger Neurologie. Am sechsten postoperativen Tag traten Meningismus und Augenflimmern auf und der Allgemeinzustand verschlechterte sich erheblich. Weitere neurologische Zeichen blieben aus.

Dies zeigt, dass bei geringsten Symptomen Wachsamkeit geboten ist. Verschiedene Autoren schlagen vor, bereits bei Rückenschmerzen und Fieber (Royakkers 2002) bzw. bei einer Infektion an der Einstichstelle, Fieber und einem dritten Symptom wie z.B. Rückenschmerzen (Cameron 2007) ein MRT durchzuführen.

5.1.2 Epidurales Hämatom

Epidurale Hämatome zählen ebenso wie der epidurale Abszess zu den schwerwiegendsten Komplikationen der Epiduralanästhesie. Auch die Zahlen für das Risiko eines epiduralen Hämatoms nach Epiduralanästhesie mussten durch neuere Studien deutlich nach oben korrigiert werden (Kessler 2011). So wurde das Risiko mit 1:2.700 bis 1:18.000 bewertet (Christie 2007, Cameron 2007, Pöpping 2008, Moen 2004).

Als Risikofaktoren gelten Lebensalter, weibliches Geschlecht (Moen 2004), Niereninsuffizienz, Mehrfachpunktionen (Renck 1995), eine lumbale Katheterlage, orthopädische Eingriffe an der unteren Extremität sowie die Verabreichung von gerinnungshemmenden Substanzen (Vandermeulen 1994, Kessler 2011).

Einschränkend ist zu dem Fall in dieser Studie zu sagen, dass das Hämatom wahrscheinlich als Zufallsbefund zu werten ist und die Patientin bei Fieber, druckdolenter Einstichstelle, Rückenschmerzen und dem Fehlen jeglicher motorischer oder sensorischer Defizite eher auf einen epiduralen Abszess untersucht wurde. Bei einem angefertigten MRT wurde ein kleines Hämatom L3/ L4 gefunden, abszesstypische Veränderungen waren nicht nachweisbar. Die aufgetretenen Symptome sind vermutlich auf die Meningitis zurückzuführen.

Dies spricht dafür, dass das Risiko eines epiduralen Hämatoms wahrscheinlich höher ist als in Studien beschrieben wird. Die Patientin erfüllte mit Geschlecht, schwieriger Punktion, lumbaler Lage des Katheters und orthopädischer Operation an der unteren Extremität einige der typischen Risikofaktoren. Andersen (2007) und Röstlund (2007) empfehlen daher, bei Möglichkeit auf periphere Katheter auszuweichen.

Typischerweise zeigt sich ein Hämatom mit radikulären Rückenschmerzen und motorischen sowie sensorischen Defiziten (Vandermeulen 1994). Meist treten die Symptome innerhalb von 24 Stunden nach Entfernung oder Anlage, durchaus aber auch später auf (Moen 2004).

Der Fall legt – wie im vorherigen Abschnitt beschrieben – die Möglichkeit nahe, dass subkutane und epidurale Hämatome ein guter Nährboden für Infektionskeime sein können (Grewal 2006), auch wenn im vorliegenden Fall in der Bildgebung keine abszesstypischen Veränderungen nachgewiesen werden konnten. Ob die Meningitis aufgrund des Hämatoms oder aufgrund der Infektion an der Einstichstelle entstanden ist, bleibt unklar. Jedoch ist die Infektion an der Einstichstelle die wahrscheinlichere Ursache.

Kessler (2011) fasst zusammen, dass ca. 50% der Hämatome erst nach Entfernen des Katheters entstehen bzw. symptomatisch werden. Dies war auch in dieser Studie der Fall und unterstützt die Forderung nach weiterer Beobachtung bzw. Aufklärung der Patienten. Denn ebenso wie bei epiduralen Abszessen ist bei neurologischem Defizit eine schnelle Diagnose und unmittelbare Entlastung entscheidend für das Behandlungsergebnis (Vandermeulen 1994).

In der Mehrzahl der Fälle kommt es aber zu spontaner Resorption und Remission ohne den Bedarf einer operativen Entlastung (Pöpping 2008).

Zur Vermeidung von Hämatomen sind die Empfehlungen der Leitlinie der DGAI zu rückenmarksnaher Regionalanästhesie und Thromboembolieprophylaxe/antithrombotischer Medikation unbedingt zu berücksichtigen. In dieser Leitlinie werden zu allen antithrombotischen Medikamenten spezifische Zeitintervalle vor und nach Punktion angegeben (Gogarten 2007).

5.2 Katheterbedingte Probleme

In Studien werden Nebenwirkungen und schwere Komplikationen der Schmerztherapie mit Periduralkathetern am häufigsten untersucht. Es wird die Frage nach dem Risiko des Verfahrens gestellt, und welche Einschränkungen es in der Anwendung geben sollte. Möchte man den Erfolg der Therapie bewerten, so muss in der Betrachtung auch der technisch reibungslose Ablauf bis zum Ende der Therapie eingeschlossen werden. Dazu zählen technische Probleme, Fehllagen, Mängel an dem verwendeten Material sowie Fehler durch das Personal, die häufig zu einem verfrühten Therapieabbruch führen. So kommen viel weniger Patienten die Vorteile der Therapie zu Gute, was wiederum die Patientenzufriedenheit und Aufenthaltsdauer beeinflusst (Chelly 2003). Neben dem Versagen der Analgesie entsteht durch technische Probleme wie Diskonnektionen ein erhöhtes Risiko für Infektionen (Maier 1994), durch Katheterfehllagen und Dislokationen die Möglichkeit schwerer Komplikationen (Kindler 2004). Dieser Problematik wird unterschätzt und besonders im Hinblick auf das steigende Interesse an peripheren Blockadetechniken (Liu 2003, Hadiz 1998) sollte der Lösung deutlich mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden.

5.2.1 Inzidenz von katheterbedingten Komplikationen bei Peripheren-/Periduralkathetern

Kessler fasst die Inzidenz für katheterassoziierte Probleme mit ca. 10% zusammen (Flisberg 2003, Pöpping 2008, McLeod 2001), jedoch ist ein Vergleich nicht ohne weiteres möglich, da vorhandene Studien nur einzelne und noch dazu verschiedene Komplikationen untersuchen und nicht die Gesamtheit aller Katheterprobleme mit eingeschlossen haben. Am zuverlässigsten kann das Auftreten der häufigsten technischen Probleme und Fehllagen verglichen werden.

Wigfull (2001) gibt eine Häufigkeit von 14,5% für katheterassoziierte Probleme bei Epiduralkathetern an. Entfernt werden mussten davon 86,9% (12,58% aller Katheter). Es wurden 5,1% aller Katheter (54 von 1.057) wegen einer Dislokation, 2,27% wegen Diskonnektionen (24 von 1.057) und 2,2% auf Grund eines „undichten“ Katheters entfernt. Pöpping et al. geben für Diskonnektionen über zwei Stunden Dauer eine Häufigkeit von unter 1% für Epiduralkatheter und periphere Katheter an. Okklusionen kamen bei 0,39% der Epiduralkatheter und bei 0,8% der peripheren Katheter vor. Epidurale Fehllagen des Katheters werden mit ca. 7% und spinale Fehllagen mit ca. 0,6% beschrieben. McLeod untersuchte 640 Katheter. Davon wurden 13% aufgrund technischen Versagens entfernt. Am häufigsten wurden undichte Katheter entfernt (5,1%), gefolgt von Dislokationen (3%), Okklusionen (1,9%) und einseitigen Blockaden (1,4%).

Tabelle 28: Übersicht Literatur katheterbedingte Probleme

Autor	Anzahl Patienten	Katheterbedingte Probleme mit Therapieabbruch	Epidurale Fehllagen	Dislokation	Diskonnektion	Undichte Katheter	Okklusion
Wigfull (2001)	1057	12,6%	nicht verfügbar	5,1%	2,3%	2,2%	nicht verfügbar
Pöpping (2008)	14223	nicht verfügbar	7,0%	>1%	nicht verfügbar	nicht verfügbar	0,4%
McLeod (2011)	640	13,0%	1,4%	3,0%	nicht verfügbar	5,1%	1,9%
MRI (2012)	6196	10,1%	2,0%	4,2%	1,1%	nicht verfügbar	0,7%

Katheterassoziierte Probleme und insbesondere technische Schwierigkeiten waren in dieser Studie die Hauptursache für eine vorzeitige Beendigung der Therapie. Insgesamt wurden in der vorliegenden Studie 623 Periduralkatheter (10,1%) bei katheterbedingten Problemen vorzeitig entfernt. Diese Komplikationsgruppe machte 76,4% aller vorzeitig entfernten Katheter aus.

Von den peripheren Kathetern wurden aus dem gleichen Grund 7,2% vorher entfernt, das waren 74,8% aller vorzeitig beendeten Therapien mit peripheren Kathetern. Dabei gab es bei der Gesamtzahl der katheterassoziierten Probleme keine relevanten Unterschiede zwischen oberer und unterer Extremität, sowie zwischen lumbalen und thorakalen PDK. So wurden ab 2007 9,2% aller lumbalen und ebenso 9,2% aller thorakalen Katheter auf Grund katheterassoziierten Probleme entfernt.

Von allen katheterbedingten Schwierigkeiten bei Periduralkathetern zwischen 2002-2009 waren technische Probleme weit häufiger (70%) als Fehllagen (23%). Bei den technischen Problemen handelte es sich am häufigsten um Dislokationen (4,2% aller Periduralkatheter) und Diskonnektionen (1,1%) gefolgt von Okklusionen (0,7%).

Bei peripheren Kathetern waren ebenfalls Dislokationen (2,1%) und Diskonnektionen (2,2%) die häufigsten Ursachen. In dieser Gruppe wurden allerdings deutlich mehr

Katheter akzidentiell entfernt (1,5%), was wohl durch die Lage der Katheter verschuldet ist, aber auch auf eine ungenügende Fixierung der Katheter hinweist.

Bei der obereren Extremität überwiegen als Ursache Dislokationen mit 28,9% an allen Kathetern, die vorzeitig entfernt wurden, bei der unteren Extremität spielen akzidentielle Entfernungen des Katheters mit 29,1% eine vergleichsweise große Rolle.

5.2.2 Ursachen der häufigsten technischen Probleme Dislokation und Diskonnektion

Dislokationen und Diskonnektionen entstehen zum einen durch starken Zug am Katheter und zum anderen durch mangelnde Fixierung des Katheters. Nach Phillips (1987) bewegen sich 50% aller Katheter, die nur angeklebt sind, während der Behandlung ein- oder auswärts. Die richtige Fixierung ist also sehr entscheidend.

Dislokationen werden außerdem durch Faktoren wie Gewicht, BMI, Tiefe des Epiduralraumes (Bishton 1992) und Lageänderung (Hamilton 1997) beeinflusst. So kann auch ein gut fixierter Katheter auf Grund einer Distanzänderung von Epiduralraum zur Haut bei Lageänderung nach innen oder außen wandern (Gartrell 1992, Coupe 1999, Hamilton 1997, Bishton 1992). Clark (2001) und Campbell (2002) beschreiben signifikante Kathetermigration bei 12-43% der Patienten.

Das kann bei auswärts Wandern zum Versagen der Analgesie und bei Einwärtsbewegung des Katheters zu intravasalen (Ravindram 1979), subduralen oder subarachnoidalen (Abouleish 1986) Injektionen führen.

5.2.3 Prävention der häufigsten technischen Probleme Dislokation und Diskonnektion – Katheterfixierungen und Verbände

Katheterfixierungen und Verbände sollten eine einfache Inspektion ermöglichen, ohne dabei die Einstichstelle unsteril zu machen. Auch Durchnässung mit Blut, Schweiß oder Anästhetikum sollte die Funktion nicht einschränken (Burns 2001).

Es gibt zahlreiche Studien, die versuchen, Lösungen für diese Problematik zu finden und verschiedenen Möglichkeiten untersuchen, den Katheter zu fixieren. Dazu zählen transparente oder nicht transparente Verbände, Nahtfixierungen des Katheters, subkutanes Tunneln bei Katheteranlage und Fixierungshilfen.

Ein Verband des Katheters ist unabhängig von einer weiteren Fixierung notwendig, um Infektionen zu vermeiden und die Einstichstelle möglichst steril zu halten. Der wissenschaftliche Arbeitskreis Regionalanästhesie der DGAI empfiehlt hochpermeable Transparentverbänden aus Polyurethan (Reynold 1997). Diese ermöglichen eine Inspektion ohne Ablösung des Verbandes und erhalten dabei die Sterilität und verhindern Dislokationen durch den Verbandswechsel. Die hohe Durchlässigkeit für Feuchtigkeit verhindert Ablösung bei Transpiration und die Bildung eines feuchten Milieus, was Bakterien einen guten Nährboden bieten würde. Dennoch wird vor häufigen Ablösungen der Pflaster nach sieben Tagen gewarnt (Powell 1985). Es besteht die Möglichkeit, den Katheter alleine mit Tegaderm zu fixieren, jedoch bewegen sich 50% der so befestigten Katheter ein- oder auswärts (Phillips 1987). Auch Hoshi (2011) untersucht die Fixierung mit Tegaderm und untersucht dabei den Effekt einer Katheterschlinge. Dabei wird auch hier eine signifikante Auswärtsbewegung aller nur mit Tegaderm befestigten Katheter innerhalb der ersten zwei Tage nachgewiesen, stärker bei Kathetern, bei denen eine Schleife gelegt wurde. Diese Methode wird nicht als Standard empfohlen.

Das subkutane Tunneln des Katheters wird besonders bei Patienten mit hohem BMI, starker Neigung zur Transpiration und bei langer Liegedauer (über 48 Stunden, Bajaj 2003) des Katheters empfohlen (Kumar 2000, Bajaj 2003). Sowohl die Einwärtsbewegung (Burstal 1998, Bougher 1996) als auch die Auswärtsbewegung (Burstal 1998, Tripathi 2000) werden vermindert.

Das Annähen des Katheters wird nicht empfohlen, da es Okklusionen und Katheterbrüche begünstigt (Sclunitt 1989, Bajaj 2003). Poulton (2000) schlägt als einfache, kostengünstige und effektive Fixierungsmethode eine Pflasterschlinge um den Katheter vor, die an der Haut angenäht wird. Diese Methode wurde jedoch nur im Modelversuch getestet.

Die Fixierung des Katheters an der Haut kann ebenso mit nicht invasiven Fixierungshilfen wie „Lockit“ (Smith medical) Katheterklemmen durchgeführt werden. Clark et al. (2001) vergleicht diese Methode mit dem einfachem Ankleben der Katheters nach dem Legen einer Katheterschlinge und beschreibt eine signifikante Reduktion des durch Kathetermigration verursachten Analgesieversagens. Dieser positive Effekt wird auch von Kindler et al. (2004) bestätigt. Die relative Bewegung des Katheters wird diese Methode aber nicht verhindert (Hamilton 1997).

Nicht nur die Fixierung ist für eine ideale Katheterlage und Funktion entscheidend sondern auch die Position des Patienten bei Fixierung. Durch Lageänderung von einer gebeugten Haltung in eine aufrecht sitzende oder liegende nach Katheteranlage ändert sich der Abstand zwischen Einstichstelle in der Haut und Eintrittsstelle in den Epiduralraum (Gartrell 1992, Coupe 1999). Deshalb sollte die Katheterfixierung immer in gestreckter Position stattfinden (Bajaj 2003), um eine Auswärtsmigration des Katheters zu verhindern (Bajaj 2003, Hamilton 1997, Gartrell 1992, Coupe 1999, Bishton 1992). Entscheidend ist dabei ebenso die ideale Insertionslänge des Katheters. Bei zu geringer Insertionslänge kann es zwischen Haut und ligamentum flavum zu Katheterdislokationen kommen (Hamilton 1997). Zu tiefes Einführen des Katheters in den Epiduralraum erhöht jedoch das Risiko für paravertebrale Lagen und intravenöse Lagen (Beilin 1995). Beilin et al. (1995) beschreiben bei einer Katheterlänge von 5 cm im Epiduralraum bei Mehrlochkathetern die geringste Komplikationsrate.

Am Klinikum rechts der Isar wurden während der Beobachtungszeit die Katheter in erster Linie mit einer Naht fixiert und nach dem Bilden einer Katheterschlinge über der Einstichstelle mit Fixomull Fixiervlies bis zur Schulter fixiert. Ebenfalls der Konnektor wird auf der Schulter mit einem Pflaster fixiert. Letzteres Vorgehen wird so auch von der DGAI empfohlen, um Diskonnektionen zu vermeiden.

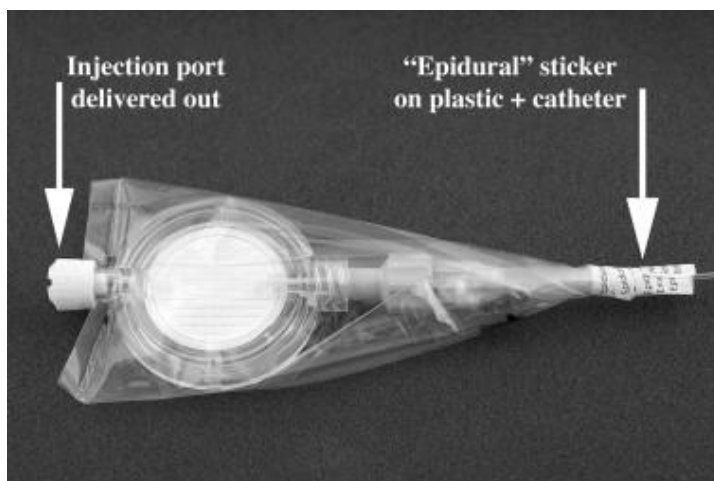
5.2.4 Umgang mit Diskonnektion

Der Katheter kann sich bei Zug nicht nur an der Einstichstelle lösen, sondern es kann auch zu einer Diskonnektion am Bakterienfilter kommen. Nach Diskonnektion liegt der Katheter auf der Haut des Patienten, im Bett oder auf der Kleidung des Patienten (Dedhia, 2007). Wie schon erwähnt, wird zur Vermeidung einer Diskonnektion das Fixieren des Katheters an der Schulter des Patienten mit Klebeband empfohlen (Morin 2006). Kommt es dennoch zu einer Diskonnektion, stellt dies eine Infektionsquelle dar und der Anästhesist muss entscheiden, ob der Katheter entfernt und eventuell neuangelegt wird, oder ob der Katheter desinfiziert, abgeschnitten und folgend rekonnektiert wird (Dedhia 2007).

Zwar wurde nachgewiesen, dass keine Bakterien in mehr als 20 cm Abstand zur Diskonnektionsstelle gefunden werden konnten. Allerdings galten in dieser Untersuchung statische Bedingungen und diese können durch Patienten nicht

gegeben werden (Shah 1984). Durch Husten, Atmen und Lagewechsel kommt es zu Flüssigkeitsbewegung im Lumen des Katheters, die Bakterienmigration begünstigen (Shah 1984). Langevin et al. (1996) schlagen vor, das Äußere des Katheters zwei Minuten mit Betadine (Iodopovidon) zu benetzen, trocknen zu lassen und erst dann zu kürzen. So konnte bakterielle Kontamination in allen Fällen vermieden werden. Diese Methoden scheinen sehr unsicher und da besonders bei längerer Liegedauer der luminaler Infektionsweg an Bedeutung zunimmt, ist es sicherer, Methoden zu finden, die die versehentliche Diskonnektion verhindern. Dedhia (2007) schlägt dazu eine Methode vor, bei der der Katheteransatz bei Diskonnektion weitgehend „sauber“ bleibt und dadurch die Entscheidung erleichtert, ob der Katheter gereinigt und rekonnektiert werden kann. Dabei wird die sterile Verpackung des Katheters als Hülle und Sicherung vor Diskonnektion genutzt, indem der Zug auf den Katheter vermindert wird. Der Bakterienfilter wird in die Hülle eingeführt und auf der gegenüberliegenden Seite ein kleines Loch geschnitten, über welches der Katheter aufgespritzt werden kann. Das offene Ende wird um den Katheter gefaltet und mit einem Klebeband befestigt.

Abb. 11: Die Abbildung zeigt eine Fixierungstechnik, die den Umgang mit Katheter-/Filterdiskonnektionen erleichtern soll (Quelle Dedhia J.D. 2008).



Auch gibt es neuere Konnektoren wie den „EpiFuse catheter connector“ der Firma Smiths Medical. Diese haben bisher aber keine deutliche Verbesserung in der klinischen Praxis bringen können (Richardson 2012).

5.2.5 Andere katheterbezogene Komplikationen

Zwischen 2002 und 2009 wurden sieben Periduralkatheter auf den Stationen durch das Pflegepersonal an den zentralen Venenkatheter oder an einen intravenösen Zugang angeschlossen. Einmal führte der falsche Anschluss bei einem Patienten zu Erbrechen. Die Therapie wurde in drei Fällen weitergeführt, in vier Fällen wurde sie abgebrochen. Auch eine gut sichtbare Markierung der Katheter mit Etiketten am patientennahen Ende konnte einen falschen Anschluss nicht verhindern. Das zeigt, wie wichtig eine gute Überwachung der Therapie mit Schmerzkathetern ist und eine permanente Schulung der auf den Stationen in der Schmerztherapie involvierten Personen.

5.3 Entzündungszeichen an der Einstichstelle und andere Auffälligkeiten an der Katheterinsertionsstelle

Bakterielle Besiedelung mit Infektionszeichen an der Einstichstelle und Migration der Keime entlang des Katheters sind nach Kindler (1998), Breivik (1999) und Yentur (2003) der häufigste Weg auf dem Bakterien den Subkutan-, Paravertebral- oder Epiduralraum erreichen können. Diese Theorie wird von Sakuragi et al. (1998) unterstützt, die als Ursache für einen epiduralen Abszess Staphylokokken an der Hautoberfläche des Patienten verantwortlich machen konnten. Ebenso stellten Kindler et al. in einer Datenzusammenfassung von 1998 fest, dass 83% der epiduralen katheterbezogenen Infektionen von Staphylokokken Spezies verursacht wurden, die typisch für die Hautflora sind. Auch Morin (2005) sieht eine starke Korrelation zwischen einer Rötung über 2 mm an der Einstichstelle und einer Katheterbesiedelung. Dennoch schließen fehlende Entzündungszeichen an der Einstichstelle weder eine Katheterbesiedelung noch eine tiefere Infektion aus (Grewal 2006).

Da Katheterbesiedelung und lokale Entzündungen zu schwerwiegenden Komplikationen, wie Meningitis und epiduralen Abszessen mit schweren Folgen für den Patienten führen können (Pruitt 1998, Vandam 1996), ist die Überwachung und vor allem die Prävention von Entzündungen an der Einstichstelle ein überaus wichtiges Ziel des Qualitätsmanagements.

5.3.1 Inzidenz für lokale Entzündungszeichen bei Periduralkathetern und peripheren Katheter

Die Inzidenz für lokale Entzündungen an der Einstichstelle von Periduralkathetern mit Rötung und Druckdolenz sowie Austreten von Pus wird in der Literatur mit bis zu 10% beziffert (Burstal 1998, Breivik 1999, Thies 2004, Steffen 2004). Für periphere katheterbasierte Regionalanästhesie liegt die Infektionsrate in größeren Untersuchungen zwischen 1,8% und 4,2% (Pöpping 1998, Capdevilla 2005, Neuburger 2007), wobei sich die Liegedauer und das Patientengut auf die Unterschiede ausgewirkt haben können (Anteil an Traumapatienten, Anzahl von Kathetern mit größerem Infektionsrisiko).

5.3.1.1 Periduralkatheter

Von 6.196 Periduralkathetern zwischen 2002 und 2009 mussten 815 (13,2%) vorzeitig entfernt werden. Davon war 129-mal Entzündungszeichen an der Einstichstelle der Grund. Probleme an der Einstichstelle machten damit 15,8% aller Komplikationen aus, die zu einem vorzeitigen Entfernen des Katheters führten und 2,1% aller Periduralkatheter mussten wegen Auffälligkeiten an der Einstichstelle entfernt werden. Als häufigstes Entzündungszeichen, das zum Entfernen des Katheters führte, trat bei Periduralkathetern eine Rötung auf. 90-mal war es alleinige Ursache und 12-mal in Verbindung mit Druckschmerz. Druckschmerz alleine führte 21-mal zum Entfernen des Katheters. In zwei Fällen kam es zu einer Meningitis, davon einmal mit einem epiduralen Hämatom. Dreimal musste ein lokaler Abszess inzidiert werden.

Zwischen 2007 und 2009 wurden 2.165 Periduralkatheter gelegt. Es mussten 45 (2,4%) von 1.870 thorakalen Kathetern und 2 (0,7%) von 295 lumbalen Kathetern bei Problemen an der Einstichstelle vorzeitig entfernt werden. Bei den lumbalen Kathetern machte das einen Anteil von 5,3% an allen vorzeitig entfernten Kathetern aus. Bei den thorakalen wurden 19,7% von allen vorzeitig entfernten Kathetern wegen Auffälligkeiten an der Einstichstelle entfernt.

5.3.1.2 Periphere Katheter

Zwischen 2006 und 2009 wurden insgesamt 2.483 periphere Katheter gelegt, davon 829 an der oberen und 1.654 an der unteren Extremität. Davon mussten insgesamt 15 Katheter (1,8%) der oberen und neun Katheter (0,5%) der unteren Extremität wegen Auffälligkeiten an der Einstichstelle entfernt werden. Das sind insgesamt 15,5% von allen vorzeitig entfernten Kathetern der oberen und 7,7% von allen Kathetern der unteren Extremität und insgesamt 1,8% von allen Kathetern der oberen und 0,5% von allen Kathetern der unteren Extremität.

Die Notwendigkeit einer chirurgischen Intervention bestand bei peripheren Kathetern in keinem Fall. Alle Patienten zeigten vollständige Heilung und es kam zu keinen sekundären Nervenschäden oder chronischen Infektionen.

5.3.2 Risikofaktoren für Infektionen an der Einstichstelle und Katheterbesiedelung

Patientenfaktoren, die zu einer eingeschränkten Immunkompetenz führen, gelten als Risikofaktoren für eine Infektion der Haut und/ oder des Katheters. Zu diesen Faktoren werden besonders Diabetes mellitus (Reihnsaus 2000, Darouiche 1992), Alkohol und Drogenmissbrauch und die multiple Traumatisierung von Patienten gezählt (Reihnsaus 2000). Auch Patienten mit Gefäßerkrankungen (Steffen 2004) unterliegen einem besonderen Risiko. Bei Patienten mit diesen Erkrankungen sollte besonders auf Infektionszeichen geachtet werden.

Häufungen bei Männern, wie in einer Studie von Steffen (2004) festgestellt, beruhen vermutlich auf einer höheren Prävalenz von Komorbiditätsfaktoren wie Alkohol- und Drogenmissbrauch oder Traumata (Steffen 2004).

Breivik (1999) und Maier (1994) sehen auch eine Korrelation zwischen Entzündungszeichen und der Liegedauer des Katheters als gesichert an. Für jeden postoperativen Tag mit liegendem Katheter steigt das Risiko für eine Entzündung um 40%. In der Studie von Steffen (2004) kann dieser Zusammenhang nicht als signifikant bestätigt werden.

Breivik (1999) stellt ebenso einen Zusammenhang zu der Katheterinsertionshöhe mit einem höheren Risiko für thorakale Katheter her, gibt aber zu bedenken, dass die thorakalen Katheter längere Liegedauern aufwiesen als lumbale. Von anderen Autoren wird das Risiko für weiter kaudal gelegene Katheter auf Grund der Nähe zur Anogenitalregion als höher bewertet (Steffen 2004, Mc Neely 1997, Kindler 1998), da dort die Dichte von Schweißdrüsen höher ist und die Wahrscheinlichkeit zu Schwitzen

zudem durch die große Auflagefläche erhöht sei. Dadurch entstünden hier besonders gute Bedingungen für bakterielles Wachstum.

In dieser Studie war die Inzidenz von Entzündungszeichen, die zu einem Entfernen des Katheters führten, bei thorakalen (2,4%) Kathetern höher als bei lumbalen (0,7%) (Zeitraum 2007-2009). Die durchschnittliche Liegedauer unterscheidet sich um etwa einen Tag und beträgt für thorakale Katheter 4,8 Tage und für lumbale 3,9 Tage. Diese Differenz scheint nicht relevant für das unterschiedliche Risiko einer Entzündung an der Einstichstelle zu sein.

Auch bei peripheren Kathetern scheint die Lokalisation des Katheters eine Rolle zu spielen. So weisen Katheter in der Leiste und interskalenäre Katheter eine höhere Infektionsrate auf als andere Katheter (Neuburger 2006, Morin 2005). Bestätigt wird ebenfalls für periphere Katheter eine lange Liegedauer als Risikofaktor (Neuburger 2007, Capdevilla 2005). Neuburger sieht aber keinen Zusammenhang zu Alter und Geschlecht des Patienten. Capdevilla bestätigt hingegen auch für periphere Katheter eine Häufung von Infektionen bei Männern und fügt als Risikofaktor eine fehlende perioperative Antibiotikagabe hinzu.

Ebenso erhöhen häufige Verbandwechsel und Bakterienfilterwechsel, sowie Diskonnektionen des Systems das Risiko einer Katheterinfektion (Morin 2005, De Chicco 1995).

Bezüglich Mehrfachpunktionen bei Katheteranlage als Risikofaktor gibt es widersprüchliche Argumentationen. Da Komplikationen bei der Katheteranlage in der Studie nicht berücksichtigt wurden, kann hier auch nicht weiter darauf eingegangen werden. Es ist lediglich darauf hinzuweisen, dass die Patientin mit Meningitis und epiduralem Hämatom auch mehrfach punktiert werden musste. Daraus lässt sich aber keine allgemeine Aussage ableiten.

5.3.3 Prävention von Infektionen an der Einstichstelle und Katheterkolonisation

Als protektiver Faktor kann eine perioperative Antibiotikatherapie im Rahmen der Operation wirken (Yentur 2003, Bergmann 2003, Adam 2003), eine spezielle Antibiotikaprophylaxe für die Regionalanästhesie wird allerdings nicht empfohlen (Carratala 2001, Robert Koch Institut 2002).

Ob eine subkutane Tunnelung des Katheters eine Infektion verhindern kann, ist umstritten. So gibt es Quellen die über eine verringerte Infektionsrate bei getunnelten Kathetern berichten (Bubeck 2004) und andere, die dem Tunneln keine positive Wirkung auf die Infektionsrate zusprechen können (Kumar 2000).

Das Risiko einer Katheterinfektion wird durch maximale Hygienevorkehrungen bei Katheteranlage reduziert. Dazu gehören: Mundschutz, Haube, sterile Handschuhe und Kittel der durchführenden Person, große Abdecktücher, Hände- und Hautdesinfektion, und ein steriler Verband (Raad 1994, Safdar 2002, Robert Koch Institut 2002).

Der Verband eines epiduralen oder peripheren Katheters muss folgende Funktionen erfüllen: er sollte das Risiko einer Katheterdislokation durch gute Adhäsion verringern (Grewal 2006) und durch Transparenz eine tägliche Inspektion ermöglichen, ohne dass der Verband gelöst werden muss. Damit werden sowohl Kontamination, als auch Dislokation vermieden und sicher das unveränderte Hautniveau sowie die Einstichstelle bewertet (Phillips 2002). Weiter ist wünschenswert, dass dieser Verband semipermeabel ist, um durch Verhinderung der Schweißbildung unter dem Pflaster Pflasterablösung und bakterielle Besiedlung zu vermeiden (Grewal 2006).

Hochpermeable Transparentverbände aus Polyurethan erfüllen genau diese Anforderungen (Reynolds 1997). Nur bei Verschmutzung und Durchfeuchtung, wie durch eine stark nässende oder blutende Einstichstelle, oder bei Ablösung wird ein aseptischer Verbandswechsel durchgeführt (Robert Koch Institut 2002), da das Infektionsrisiko bei häufigem Verbandswechsel erhöht zu sein scheint (Morin 2006). Häufig kommt es jedoch nach sieben Tagen zu Ablösungen des Verbandes (Powell 1985).

Es wird eine starke Korrelation von Rötung über 2 mm Durchmesser und Katheterbesiedelung gesehen (Morin 2005) und empfohlen, die Katheterinsertionsstelle jeden Tag nach Infektionszeichen zu untersuchen. Druckschmerz und Rötungen sollten zu sofortigem Entfernen des Katheters führen (Breivik 1999) und es sollte in diesen Fällen besonders auf andere Zeichen einer tieferen Infektion geachtet werden, wie Fieber und Rückenschmerzen (Kindler 1998). Steffen (2004) empfiehlt bei lokalen oder systemischen Infektionszeichen eine bakteriologische Untersuchung der Katheterspitze, wobei auf eine Desinfektion der Einstichstelle vor Katheterentfernung zu achten ist. Damit kann eine gezielte Antibiotikatherapie begonnen werden, sollte es zu einer schwereren Komplikation

kommen. Die Indikation zur Katheterschmerztherapie sollte zur Vermeidung von Komplikationen jeden Tag neu gestellt werden (Robert Koch Institut 2002).

Ein regelmäßiger Wechsel des Bakterienfilters kann nicht empfohlen werden, da eine bleibende Wirksamkeit bis 60 Tage nachgewiesen wurde (De Chicco 1989), andererseits es zu einer erhöhten Infektionsrate bei häufiger Diskonnektion kommt (De Chicco 1989, De Chicco 1995). Aus diesem Grund wird auch eine kontinuierliche Infusion aus großen Spritzen häufigem Aufspritzen und Spritzenwechsel vorgezogen (Morin 2005). Eine Desinfektion der Konnektionsstelle vor Dekonnektion kann allerdings vor Besiedelung schützen (Salzmann 1993)

Bei generalisierten Infektionszeichen ohne Rötung der Katheterinsertionsstelle sollte der Katheter nur entfernt werden, wenn sonst keine andere Ursache in Betracht gezogen werden kann. Bei gleichzeitiger lokaler Infektion ist der Katheter unverzüglich zu entfernen (Morin 2006).

5.4 Komplikationen und Nebenwirkungen der Schmerztherapie mit Epiduralkathetern und peripheren Schmerzkathetern

Verglichen mit der parenteralen Schmerztherapie hat die epidurale und periphere Katheteranalgesie viele Vorteile. Wie schon in der Einleitung beschrieben, ist die analgetische Wirkung überlegen und bringt viele positive Wirkungen mit sich. So ist beispielsweise die pulmonale (Ballantyne 1998), kardiovaskuläre (Rodgers 1994, Beattie 2001) und gastrointestinale (Jorgensen 2000) Komplikationsrate reduziert.

Dennoch kommt es auch bei dieser Therapie zu den bekannten Nebenwirkungen von Opiaten wie Übelkeit und Erbrechen, Atemdepression, Hypotension, Juckreiz und Sedierung. Diese Nebenwirkungen führen in dieser Studie aber viel seltener als katheterbezogene Probleme und Auffälligkeiten an der Einstichstelle zu einem vorzeitigen Abbruch der Therapie. Lediglich 63 (7,7%) aller entfernten Katheter (815) und 1% aller Katheter (6.196) wurden auf Grund von Nebenwirkungen der Schmerztherapie entfernt, davon sind 22 Katheterentfernungen auf opiatbedingte Nebenwirkungen zurückzuführen.

Einschränkend ist hier zu sagen, dass der Modus bei der EPCA nicht berücksichtigt wurde, d.h. nicht bei allen Patienten wurden Opiate über den gesamten Zeitraum verwendet. Die Therapie wurde bei Verlegung von der Intensivstation auf eine Normalstation auf alleinige Behandlung mit Lokalanästhetika umgestellt. Zudem

werden die Symptome wie respiratorische Insuffizienz, Hypotension, Übelkeit und Somnolenz von vielen Faktoren beeinflusst wie Patientenalter, Schmerzen, Begleitmedikation, Begleiterkrankungen und sind damit nicht klar der Schmerztherapie mit Opiaten zuzuordnen. Diese Faktoren wurden nicht berücksichtigt und so können nur eingeschränkt Aussagen zu diesen Zusammenhängen gemacht werden. Um diese Zusammenhänge genauer zu prüfen, eignet sich eher eine prospektive Studie, bei der Hintergründe der Nebenwirkung genauer hinterfragt und dokumentiert werden. Dennoch werden diese Daten im Zusammenhang mit vorzeitiger Katheterentfernung hier erwähnt.

5.4.1 Opiatbedingte Komplikationen und Nebenwirkungen der Schmerztherapie mit Epiduralkathetern

Übelkeit und Erbrechen

Die häufigsten Nebenwirkungen in der postoperativen Schmerztherapie sind Übelkeit und Erbrechen (Pöpping 2008). Dies gilt gleichermaßen für ivPCA und EPCA, da die Reaktion der Chemorezeptoren in der Medulla oblongata dosisabhängig ist (Jaffe 1985). Die in Studien angegebene Inzidenz für Übelkeit und Erbrechen bei epiduraler Analgesie variiert stark und wird mit 3-60% angegeben (Pöpping 2008, Flisberg 2003, Block 2003, Dolin 2005). Möglicherweise sind dafür verschiedene Dosierungen verantwortlich zu machen (Pöpping 2008).

Pruritus wird in Studien mit einer Inzidenz zwischen 4-38% angegeben (Block 2003, Flisberg 2003, Dolin 2005). Die Häufigkeit des Auftretens hängt unter anderem davon ab, ob die Patienten gezielt nach Juckreiz gefragt werden, oder dieser nur dokumentiert wird, wenn er von dem Patienten ausdrücklich beklagt wird (Flisberg 2003). So kann milder Pruritus als nicht störend empfunden werden und bei der Visite gar nicht zur Sprache kommen.

Im Vergleich zur parenteralen Therapie tritt Übelkeit und Erbrechen bei epiduraler Applikation seltener und Pruritus dafür häufiger auf (Dolin 2005, Pöpping 2008, Flisberg 2003).

In dieser Studie wurde 30-mal Pruritus angegeben, der bei sechs Patienten zu einem Ende der Therapie führte. Unter Übelkeit und Erbrechen litten 36 Patienten und die Therapie wurde bei acht dieser Patienten abgebrochen.

Hypotension

Das Auftreten einer Hypotension nach Anlage eines epiduralen Katheters kann sowohl durch Opiate, als auch durch eine Sympatikolyse ausgelöst werden, sowie durch den Bezold-Jarisch Reflexes speziell bei lumbalen Kathetern (Kozian 2005). Ebenso die Art der Operation und selbstverständlich die Volumentherapie spielen eine entscheidende Rolle. So treten nach pulmonalen Operationen häufiger Hypotensionen auf, da hier auf ein restriktives Volumenmanagement geachtet wird, um pulmonale Ödeme zu vermeiden. In Studien wird die Inzidenz für Hypotensionen bei Patienten mit epiduralen Kathetern mit 6 bis 14% angegeben (Pöpping 2008, Flisberg 2003, Block 2003). Es wird eine höhere Wahrscheinlichkeit bei der Schmerztherapie mit epiduralen Kathetern festgestellt als bei Therapie mit intravenösen Opiaten (Pöpping 2008, Flisberg 2003).

In dieser Studie kam es bei 182 Patienten zu einer Hypotension (3%), wobei zweimal die Therapie beendet wurde. In diesen beiden Fällen war aber nicht die Schmerztherapie Ursache für die Hypotension, sondern eine unerkannte Hypovolämie.

Atemdepression

Bei zehn Patienten mit einem Periduralkatheter kam es zu einem Atemfrequenz- und/oder SaO₂-Abfall. Es musste aber keine Therapie deshalb abgebrochen werden. In der Literatur wird die Häufigkeit für respiratorische Einschränkungen bei der neuroaxialen und systemischen Applikation von Opioiden mit 0,04%-3% als ähnlich angesehen (Flisberg 2003, Pöpping 2008, Dolin 2005, Cashman 2004). Es wird darauf hingewiesen, dass diese Komplikation stark von Faktoren wie Dosierung und Patientenalter abhängt (Flisberg 2002).

Bewusstseinsveränderungen

Bewusstseinsveränderungen führten in vier Fällen zu einem Therapieabbruch. Bei einem dementen Patienten und fünf nicht-kooperativen Patienten kam es ebenfalls zu einem Abbruch der Therapie. Ob dies als Bewusstseinsstörung eingeordnet werden

kann, ist jedoch fraglich. Sedierung hängt ebenso wie Atemdepression von der Dosierung und dem Patientenalter ab (Flisberg 2002) und wird zudem noch von Begleitmedikation und Dehydratation beeinflusst.

Weiter kann eine Blasenatonie und ein Ileus zu den Opiat-induzierten Nebenwirkungen gezählt werden, die zu einem vorzeitigen Ende der Therapie führten.

5.4.2 Neurologische Komplikationen – Periduralkatheter

Neurologische Komplikationen zählen ebenfalls in die Gruppe der Komplikationen der Schmerztherapie. Hierzu gehören direkte Schädigungen des Nerven, motorische und sensible Defizite sowie Parästhesien. Diese können allerdings verschiedene Ursachen haben und es kann nicht immer klar gesagt werden, ob Lagerung, chirurgische Behandlung oder der Schmerzkatheter die Ursache sind.

Eine von Brull (2007) angefertigte Übersichtsarbeit über 32 Studien zwischen 1995 und 2005 gibt das Risiko für neurologische Komplikationen mit unter 0,04% für Periduralkatheter an und schließt dabei alle Arten, d.h. sowohl passagere radikuläre Schmerzsyndrome, als auch bleibende Querschnittssymptomatik mit ein. Extrem selten sind Traumatisierungen des Rückenmarks durch die Punktionskanüle, diese seien häufiger ausgelöst durch Raumforderungen.

Pöpping (2008) findet in 0,46% der Patienten temporäre neurologische Komplikationen mit Parästhesien und motorischer Blockade. Diese traten deutlich mehr bei lumbalen als bei thorakalen Kathetern auf.

Temporäre neurologische Komplikationen traten in dieser Studie in 25 Fällen auf. Es wurden neun Therapien bei Parästhesien abgebrochen und sechs bei motorischen Defiziten. In vier dieser Fälle wurde jedoch ein lagerungsbedingter Schaden festgestellt und einmal ein frischer cerebraler Infarkt für das Defizit verantwortlich gemacht. In einem Fall wurde durch ein MRT ein spinaler Schaden ausgeschlossen. In zehn Fällen wurde die Therapie bei eingeschränkter Sensibilität abgebrochen. Es kam zu einem Fall einer Rückenmarkspunktion und zu einem postpunktionellen Syndrom. Bei keinem Patienten blieb ein dauerhafter Schaden zurück.

5.4.3 Komplikationen und Nebenwirkungen der Schmerztherapie – Periphere Katheter

CPNB wurden auf Grund verschiedenster Nebenwirkungen und Komplikationen vorzeitig entfernt. In einigen Fällen kann nicht die Schmerztherapie klar als Ursache für die Komplikation ausgemacht werden, musste aber aus Gründen der Patientensicherheit vorzeitig beendet werden.

Die meisten Katheter (11) wurden wegen einer oder mehrerer Zeichen einer Recurrensparese entfernt, wenn eine Senkung der Basalrate nicht ausreichte. Insgesamt kam es 79-mal zu einem oder mehreren Zeichen einer Recurrensparese.

Die Inzidenz temporärer neurologische Komplikationen wird von Pöpping (2008) bei peripheren Kathetern mit 1,7% für Blockaden der oberen Extremität und 0,55% für Blockaden der unteren Extremität angegeben. Es wird aber darauf hingewiesen, dass es viele Fälle gab, in denen die Ursache nicht klar ausfindig gemacht werden konnte (Nadeltrauma, Lagerung, ischämischer Schaden, direkte Schädigung durch den Chirurgen). Alle diese Komplikationen heilten folgenlos aus.

Auroy (2002) gibt eine Inzidenz für schwere neurologische Komplikationen von 0,03-0,04% an, Capdevilla (2005) 0,21%. Diese Unterschiede können durch Katheteranlagen bei anästhesierten Patienten zustande gekommen sein (Pöpping, 2008).

Brull (2007) gibt für interskalenäre Katheter das höchste Risiko für vorübergehende neurologische Defizite an. In dieser Studie gab es zwei Fälle von vorübergehend verminderter Motorik und Sensibilität während der Schmerztherapie. In beiden Fällen handelte es sich um Katheter der unteren Extremität und in keinem Fall konnte eine klare Ursache in der Schmerztherapie gefunden werden.

6. Schlussfolgerung

In Übereinstimmung mit anderen Studien wurde auch in dieser Untersuchung bestätigt, dass Schmerztherapie mit peripheren Kathetern und Periduralkathetern effiziente und sichere Verfahren sind. Allerdings werden die zahlreichen Vorteile für die Patienten durch verfrühte Therapieabbrüche eingeschränkt.

In dieser retrospektiven Studie über Fehlerquellen und Komplikationen in der postoperativen Schmerztherapie mit Katheterverfahren konnte gezeigt werden, dass 9,6% aller Patienten mit peripheren Kathetern und 13,2% aller Patienten mit Periduralkatheter von einem vorzeitigen Ende der Schmerztherapie mit Katheterverfahren betroffen sind. Katheterassoziierte Probleme und insbesondere technische Schwierigkeiten waren in dieser Studie die Hauptursache für eine vorzeitige Beendigung der Therapie und deutlich häufiger als Infektionen oder andere Komplikationen der Schmerztherapie

Insgesamt wurden in unserer Studie 623 Periduralkatheter (10,1%) bei katheterbedingten Problemen vorzeitig entfernt. Diese Komplikationsgruppe machte 76,4% aller vorzeitig entfernten Katheter aus. Von den peripheren Kathetern wurden aus dem gleichen Grund 7,2% vorher entfernt, das waren 74,8% aller vorzeitig beendeten Therapien mit peripheren Kathetern.

Besonders im Hinblick auf ein steigendes Interesse an Katheterverfahren sollte der Lösung dieses Problems deutlich mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden. Dazu zählen neben einer ständige Kontrolle der Qualität der Schmerztherapie, regelmäßige Schulungen des in die Schmerztherapie involvierten Personals sowie fachübergreifende Absprachen zu Vorgehensweisen bei Komplikationen. Insbesondere auf Grund der Häufigkeit von Disklokationen und Diskonnektionen sollten Möglichkeiten zur Verbesserung der Fixierungstechniken von Kathetern in Betracht gezogen werden.

7. Zusammenfassung

Hintergrund: Schmerztherapie durch epidurale Analgesie und kontinuierliche periphere Nervenblockaden sind etablierte Verfahren, die als effektiv und risikoarm beschrieben werden. Sie vermögen, die postoperative Komplikationsrate zu senken und den Heilungsprozess zu beschleunigen. Allerdings weist auch dieses hocheffiziente Verfahren eine nicht zu unterschätzende Anfälligkeit für Fehler auf. Um die Qualität und damit den Nutzen der postoperativen Schmerztherapie zu erhöhen, müssen die Fehlerquellen bei der Therapie mit Schmerzkathetern und die Ursachen für Therapieabbrüche untersucht werden. Hierzu gibt es bislang nur sehr wenige Angaben.

Methode: Es wurden in einem Zeitraum von 2002-2009 alle dokumentierten Komplikationen, Nebenwirkungen und vorzeitigen Abbrüche der Therapie mit Periduralkathetern (PDK) bzw. zwischen 2005 und 2009 mit peripheren Schmerzkathetern ausgewertet, die durch die Klinik für Anästhesiologie durchgeführt wurde.

Ergebnisse: Von 2002-2009 wurden im Klinikum rechts der Isar 153.188 Patienten operiert. 6.196 (4%) erhielten zur intra- und postoperativen Schmerztherapie einen Periduralkatheter. Die Behandlung musste bei 815 Patienten (13,2% aller Periduralkatheter) vorzeitig beendet werden. Katheterbedingte Probleme führten bei 10,1%, Probleme an der Einstichstelle bei 2,1% und Nebenwirkungen und Komplikationen der Schmerztherapie bei 1,0% aller Periduralkatheter zu einem vorzeitigen Entfernen des Katheters. Die insgesamt häufigste Ursache waren Dislokationen des Katheters bei 4,2%, Diskonnektion bei 1,1% und Katheterokklusionen bei 0,7% aller Periduralkatheter. Zu Katheterfehlagen mit Therapieabbruch kam es bei 2,4% aller Periduralkatheter. Weiter traten zwei schwere Komplikationen auf: ein kleines epidurales Hämatom mit Meningitis und ein epiduraler Abszess mit Meningitis.

Von 103.887 operierten Patienten zwischen 2005 und 2009 erhielten 3.132 einen peripheren Katheter zur Schmerztherapie (3%). Hier kam es bei 9,6% aller peripheren Katheter zu einem vorzeitigen Beenden der Therapie und auch hier dominieren mit 7,2% katheterbedingte Schwierigkeiten als Ursache für einen vorzeitigen Therapieabbruch. Probleme an der Einstichstelle führten bei 1,0% der Patienten zu einem vorzeitigen Ende der Therapie und 1,4% aller peripheren Katheter wurden bei Nebenwirkungen und Komplikationen der Schmerztherapie vorzeitig entfernt. Von

allen Komplikationen waren Dislokation des Katheters mit 2,1%, Diskonnektionen mit 2,2% und akzidentelles Entfernen mit 1,5% aller peripheren Katheter die häufigsten Ursachen für einen vorzeitigen Therapieabbruch.

Diskussion: Katheterbedingte Probleme führen deutlich häufiger zu einem verfrühten Therapieabbruch als Probleme und Nebenwirkungen der Schmerztherapie oder Infektionszeichen an der Einstichstelle. Dieser Problematik wird unterschätzt und besonders im Hinblick auf das steigende Interesse an peripheren Blockadetechniken sollte der Lösung mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden.

8. Summary

Background: Epidural anaesthesia and continuous peripheral nerve block are established methods of pain control that are held to be effective and low-risk. They lower the rate of post-operative complications, expedite the healing process and significantly improve post-operative pain relief. However, even these highly effective methods are susceptible to failure. In order to improve the usage of adequate post-operative pain relief, the causes of failure and discontinuation of pain relief must be elucidated. Thus far only few studies have attempted to explore this.

Methods: Between 2002 to 2009 all documented complications, side effects and premature discontinuations of therapy using peridural catheters (PDC) and between 2005 to 2009 for peripheral nerve block catheters which were conducted by the Department of Anaesthetics were evaluated.

Results: Between 2002-2009 153,188 patients received surgical intervention at the Rechts der Isar hospital. 6,194 (4.04%) received a peridural catheter for intra- and postoperative pain relief. Catheters had to be withdrawn prematurely in 815 of those patients (13.2% of all inserted catheters). The leading causes for termination were: catheter-dependent problems in 10.1% of cases, problems at the site of insertion in 2.1%, and side effects and complications of the pain therapy itself in 1.0% of Peridural catheters. The most common single problems with peridural catheters were: dislocation of the catheter in 4.2% of all catheters used, disconnection in 1.1% and occlusion of the catheter in 0.7%. Misplacement of catheters led to termination of therapy in 2.4% of cases. Two cases of severe complications occurred, including one small epidural haematoma with meningitis and one epidural abscess with meningitis.

Of 103,887 patients operated on between 2005 and 2009, 3,132 (3%) received a peripheral catheter for pain management. Treatment had to be terminated prematurely in 9.6% of all peripheral catheters being used, with catheter dependent problems being the dominant problem in 7.2% of cases. Problems at the site of insertion required early removal in 1% of patients and side effects and complications caused removal of 1.4% of all peripheral catheters. The most common single issues leading to termination of therapy with peripheral catheters were dislocation (2.1%), disconnection (2.2%) and accidental removal (1.5%).

Discussion: Technical issues, wrong placement and deficits in the materials used as well as user error frequently led to early removal of catheters used for pain management. Despite the growing interest in peripheral nerve block for pain management, there is a tendency to underestimate the frequency with which problems arise and more attention should be devoted to this subject.

II. Literaturverzeichnis

1. Abouleish E., Goldstein M.; Migration of an extradural catheter into the subdural space. *Br J Anaesth* 58(1986) 1.194-7.
 2. Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland. *Infection Control in Anaesthesia*. London: AAGBI, 2002.
 3. Adam F., Jaziri S., Chauvin M.; Psoas abscess complicating femoral nerve block catheter. *Anesthesiology* 99 (2003) 230.
 4. Anand K.J., Hickey P.R.; Halothane-morphine compared with high-dose sufentanil for anesthesia and postoperative analgesia in neonatal cardiac surgery. *N Engl J of Med* 326 (1992) 1-9.
 5. Andersen L.J., Poulsen T., Krogh B., Nielsen T.; Postoperative analgesia in total hip arthroplasty: a randomized double-blinded, placebocontrolled study on perioperative and postoperative ropivacaine, ketorolac, and adrenaline wound infiltration. *Acta Orthop.* 78 (2007) 187-92.
 6. Aromaa U., Lahdensuu M., Cozantis D.A.; Severe complications associated with epidural and spinal anaesthesias in Finland 1987-1993. A study based on patient insurance claims. *Acta Anaesthesiol Scand* 41 (1997) 445-52.
 7. Auroy Y., Benhamou D., Bargues L.; Major complications of regional anesthesia in France: The SOS Regional Anesthesia Hotline Service. *Anesthesiology* 97 (2002) 1.274-80.
 8. Bajaj P., Raiger L., Raman V.; Kinking of epidural Catheter. *Indian J Anaesth.*47 (2003) 1:53-54.
 9. Ballantyne J.C., Carr D.B., deFerranti S.; The comparative effects of postoperative analgesic therapies on pulmonary outcome: cumulative meta-analyses of randomized, controlled trials. *Anesth & Analg* 86 (1998) 598-612.
 10. Barratt S.M., Smith R.C., Kee A.J.; Multimodal analgesia and intravenous nutrition preserves total body protein following major upper gastrointestinal surgery. *Reg Anesth Pain Med* 27 (2002)15-22.
-

11. Basse L., Raskov H.H., Hjort Jakobsen D.; Accelerated postoperative recovery programme after colonic resection improves physical performance, pulmonary function and body composition. *Br J Surg.* 89 (2002) 446-453.
12. Bauer A.J., Boeckxstaens G.E.; Mechanisms of postoperative ileus. *Neurogastroenterol Motil* 16 (2004) 2: 54-60.
13. Beattie W.S., Badner N.H., Choi P.; Epidural analgesia reduces postoperative myocardial infarction: a metaanalysis. *Anesth & Analg* 93 (2001) 853-8.
14. Beaudoin M.G., Klein L.; Epidural abscess following multiple spinal anaesthetics. *Anaesth Intens Care* 12 (1984) 163-4.
15. Beilin Y., Bernstein H.H., Zucker-Pinchoff B.: The optimal distance that a multiorifice epidural catheter should be threaded into the epidural space. *Anesth Analg* 1995; 81: 301-4.
16. Bergman B.D., Hebl J.R., Kent J., Horlocker T.T.; Neurologic complications of 405 consecutive continuous axillary catheters. *Anesth Analg* 96 (2003) 247-52.
17. Bishton I.M., Martin P.H., Vernon J.M., Liu W.H.; Factors influencing epidural catheter migration. *Anaesthesia* 47 (1992) 7:610-2.
18. Block B.M., Liu S.S., Rowlingson A.J., Cowan A.R., Cowan J.A., Wu C.L.; Efficacy of Postoperative Epidural Analgesia - A Meta-analysis. *JAMA* 290 (2003) 2.455-2.463.
19. Bougher R.J., Corbett R.; The effect of tunnelling on epidural catheter migration. *J Anaesth* 51(1996) 2:191-4.
20. Breivik H.; Infectious complications of epidural anaesthesia and analgesia. *Curr Opin Anesthesiol* 12 (1999) 573-7.
21. Breme K., Altmeyen J., Taeger K.: Patientenkontrollierte Analgesie. Psychologische Prädiktoren des postoperativen Schmerzerlebens, des Schmerzmittelverbrauchs und der Patientenzufriedenheit. *Schmerz* 14 (2000) 137-145.
22. Bremer A.A., Darouiche R.O.; Spinal epidural abscess presenting as intra-abdominal pathology: a case report and literature review. *J Emerg Med* 26 (2004) 51-6.

23. Brodner G., Van Aken H., Hertle L.; Multimodal perioperative management: combining thoracic epidural analgesia, forced mobilization, and oral nutrition: reduces hormonal and metabolic stress and improves convalescence after major urologic surgery. *Anesth Analg.* 92 (2001) 1594-1600.
24. Brooks K., Pasero C., Hubbard L., Coghlan R.H.; The risk of infection associated with epidural analgesia. *Infection Control and Hospital Epidemiology* 16 (1995) 725-8.
25. Brull R., McCartney C.J.L., Chan V.W.S., El-Beheiry H.; Neurological Complications After Regional Anesthesia: Contemporary Estimates of Risk. *Anesth Analg* 104 (2007) 4: 965-974.
26. Bubeck J., Boos K., Krause H., Thies K.C.; Subcutaneous tunneling of caudal catheters reduces the rate of bacterial colonization to that of lumbar epidural catheters. *Anesthesia and Analgesia* 99 (2004) 689-693.
27. Buggy D.J., Smith G.; Epidural anaesthesia and analgesia: better outcome after major surgery? *British Medical Journal* 319 (1999) 530-1.
28. Burns S.M.; Cowan C.M., Barclay P.M., Wilkes R.G.; Intrapartum epidural catheter migration: a comparative study of three dressing applications. *Br J Anaesth* 86 (2001) 565-7.
29. Burstal R., Wegener F., Hayes C., Lantry G.; Subcutaneous tunnelling of epidural catheters for postoperative analgesia to prevent accidental dislodgement: a randomized controlled trial. *J Anaesth Intens Care.* 26 (1998) 2:147-51.
30. Campbell K., McAuley D., Judge C; Epidural fixation. *Anaesthesia* 57(2002) 940
31. Coupe M., Al-Shaikh B.; Evaluation of a new epidural fixation device. *Anaesthesia* 54 (1999) 98-9.
32. Cameron C.M., Scott D.A., McDonald W.M., Davies M.J.; A Review of Neuraxial Epidural Morbidity - Experience of More Than 8,000 Cases at a Single Teaching Hospital. *Anaesthesiology* 106 (2007) 997-1002.

33. Capdevila X., Pirat P., Bringuier S., Gaertner E., Singelyn F., Bernard N., Choquet O., Bouaziz H., Bonnet F., Continuous Peripheral Nerve Blocks in Hospital Wards after Orthopedic Surgery - A Multicenter Prospective Analysis of the Quality of Postoperative Analgesia and Complications in 1,416 Patients. *Anesthesiology* 103 (2005) 1.035-45.
34. Capdevila X., Barthelet Y., Biboulet P., Ryckwaert Y., Rubenovitch J., d'Athis F.; Effects of perioperative analgesic technique on the surgical outcome and duration of rehabilitation after major knee surgery. *Anesthesiology* 91 (1999) 8-15.
35. Carli F., Mayo N., Klubien K.; Epidural analgesia enhances functional exercise capacity and healthrelated quality of life after colonic surgery. *Anesthesiology* 97 (2002) 540-9.
36. Carratala J.; Role of antibiotic prophylaxis for the prevention of intravascular catheter-related infection. *Clin Microbiol Infect* 7(2001) 4:83-90.
37. Cashman J.N., Dolin S.J.; Respiratory and haemodynamic effects of acute postoperative pain management: evidence from published data. *Br J Anaesth* 93 (2004) (2): 212-23.
38. Chelly J.E., Ben-David B., Williams B.A., Kentor M.L.; Anesthesia and postoperative analgesia: outcomes following orthopedic surgery. *Orthopedics* 26 (2003) 865-71.
39. Christie I.W., McCabe S.; Major complications of epidural analgesia after surgery: results of a six-year survey. *Anaesthesia*, 62 (2007), 335-341.
40. Clark M.X., O'Hare K., Gorringer J., Oh T.; The effect of the Lockit epidural catheter clamp on epidural migration: a controlled trial. *J Anaesth* 56 (2001) 9: 865-70.
41. Conly J.M., Grieves K., Peters B.; A prospective, randomized study Comparing transparent and dry gauze dressings for central venous catheters. *Journal Infectious Diseases* 159 (1989) 310-19.
42. Correll D.J., Viscusi E.R., Grunwald Z., Moore J.H.; Epidural analgesia compared with intravenous morphine patient-controlled analgesia: postoperative outcome measures after mastectomy with immediate TRAM flap breast reconstruction. *Reg Anesth Pain Med* 26 (2001) 444-449.

43. Coupe M., Al-Shaikh B.; Evaluation of a new epidural fixation device. *Anaesthesia* 54 (1999) 98-9.
44. Darouiche R.O., Hamill R.J., Greenberg S.B., Weathers S.W., Musher D.M.; Bacterial spinal epidural abscess. Review of 43 cases and literature survey. *Medicine (Baltimore)* 71 (1992) 369-85.
45. Davis D.P., Wold R.M., Patel R.J., et al. The clinical presentation and impact of diagnostic delays on emergency department patients with spinal epidural abscess. *J Emerg Med* 26(2004) 285-91.
46. De Cicco M., Matovic M., Castellani G.T., Basaglia G., Santini G., Del Pup Cet al.; Time-dependent efficacy of bacterial filters and infection risk in long-term epidural catheterization. *Anesthesiology* 82 (1995) 765-771.
47. De Cicco M., Panarello G., Chiaradia V., Fracasso A., Veronesi A., Testa V. et al.; Source and route of microbial colonisation of parenteral nutrition catheters. *Lancet* 2 (1989) 1.258-1.261.
48. Dedhia J.D., Hart E.; A fixation technique to aid the management of epidural catheter and filter disconnection. *Int Journal Obstet Anesth* 17 (2008) (2):198-9
49. Dolin S.J., Cashman J.N.; Tolerability of acute postoperative pain management: nausea, vomiting, sedation, pruritis, and urinary retention. Evidence from published data. *Br J Anaesth* 95 (2005) 5: 584-91.
50. Flisberg P., Rudin A.E., Linnea R., Lundeberg C.J.F.; Pain relief and safety after major surgery - A prospective study of epidural and intravenous analgesia in 2696 patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 47 (2003) 457-465.
51. Flisberg P., Jakobsson J., Lundberg J.; Apnea and bradypnea in patients receiving epidural bupivacaine/morphine for postoperative pain relief assessed by a new monitoring method. *J Clin Anesth* 14 (2002) 129-34.
52. Gartrell P.; Disappearing epidural catheters. *Anaesth Intens Care* 20 (1992) 121-2.

53. Gogarten W., Van Aken H., Büttner J., Riess H., H. Wulf, Bürkle H.; Rückenmarksnahe Regionalanästhesien und Thromboembolieprophylaxe/antithrombotische Medikation, 2. überarbeitete Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästh Intensivmed* 48 (2007) 109-124.
54. Gosavi C., Bland D., Poddar R., Horst C.; Epidural abscess complicating insertion of epidural catheters. *Br J Anaesth* 92 (2004) 294.
55. Grewal S., Hocking G., Wildsmith J.A.W.; Epidural Abscesses. *Br J Anaesth* 96 (2006) (3): 292-302.
56. Hadzic A., Vloka J.D., Kuroda M.M., Koorn R., Birnbach D.J. The practice of peripheral nerve blocks in the United States: a national survey. *Reg Anesth Pain Med* 23 (1998) 241-6.
57. Hamilton C.L., Riley E.T., Cohen S.E.: Changes in the position of epidural catheters associated with patient movement. *Anesthesiology* 86 (1997) 778-84.
58. Horlocker T.T., Wedel D.J., Rowlingson J.C., Enneking F.K., Kopp S.L., Benzon H.T., Brown D.L., Heit J.A., Mulroy M.F., Rosenquist R.W., Tryba M., Yuan C.S.; Regional anesthesia in the patient receiving antithrombotic or thrombolytic therapy: American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine EvidenceBased Guidelines (Third Edition). *Reg Anesth Pain Med*. 35 (2010) 64-101.
59. Hoshi T., Tanaka M.; Fixation of the epidural catheter using Tegaderm. *Journal Masui* 60 (2011) 7: 876-879.
60. Hudcova J., McNicol E., Quah C., Lau J., Carr D.B.; Patient controlled opioid analgesia versus conventional opioid analgesia for postoperative pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2006; CD003348.
61. Hüppe M., Klotz K.F., Heinzinger M., Prüßmann M., Schmucker P.; Beurteilung der postoperativen Periode durch Patienten. *Anaesthesist* 49 (2000) 613-623.
62. Jaffe J.H., Martin W.R.; Opioid analgesics and antagonists. Gilman AG, Goodman LS, Rall TW, Murad F, eds. *Goodman and Gilman's the Pharmacological Basis of Therapeutics*. 7th edn. New York: MacMillan, (1985) 491-531.

63. Jorgensen H., Wetterslev J., Moiniche S., Dahl J.B.; Epidural local anaesthetics versus opioid-based analgesic regimens on postoperative gastrointestinal paralysis, PONV and pain after abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 2000: CD001.893.
64. Kasuda H., Fukuda H., Togashi H., Hotta K., Hirai Y., Hayashi M.; Skin disinfection before epidural catheterization. Comparative study of povidone-iodine versus chlorhexidine ethanol. *Dermatology* 204 (2002) 42-6.
65. Kee W.D., Jones M.R., Thomas P., Worth R.J.; Extradural abscess complicating extradural anaesthesia for caesarean section. *Br J Anaesth* 69 (1992) 647-52.
66. Kehlet H., Holte K.; Effect of postoperative analgesia on surgical outcome. *Br J Anaesth* 87 (2001) 62-72.
67. Kessler P.; Update rückenmarksnahe Regionalanästhesie – weniger Nutzen, mehr Gefahr?. *Anästhesiologie und Intensivmedizin* (2011) 11: 846-860.
68. Kindler C.H.; Another use for the LOCKIT epidural catheter clamp. *Anaesthesia* 59 (2004) 8: 836.
69. Kindler C.H., Seeberger M.D., Staender S.E; Epidural abscess complicating epidural anesthesia and analgesia: An analysis of the literature. *Acta Anaesthesiol Scand* 42 (1998) 614-20.
70. Kinirons B., Mimoz O., Lafendi L., Naas T., Meunier J.F., Normann P.; Chlorhexidine versus povidine iodine in preventing colonization of continuous epidural catheters in children: a randomised, controlled trial. *Anaesthesiology* 94 (2001) 239-44.
71. Kozian A., Schilling T., Hachenberg T.; Non-analgetic effects of epidural anaesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol* 18 (2005) 29-34.
72. Kumar N., Chambers W.A.; Tunnelling epidural catheters: a worthwhile exercise? *Anaesthesia* 56 (2000) 625-626.
73. Langevin P.B., Gravensteiner N., Langevin S.O., Gulig P.A.; Epidural Catheter Reconnection – Safe and Unsafer Practice. *Anaesthesiology* 85 (1996) 883-888
74. Liu S., Carpenter R.L., Neal J.M.; Epidural anesthesia and analgesia: their role in postoperative outcome. *Anesthesiology* 82 (1995) 1.474-1.506.

75. Liu S.S., Salinas F.V.; Continuous plexus and peripheral nerve blocks for postoperative analgesia. *Anesth Analg* 96 (2003) 263-72.
76. Maier C., Kibbel K., Mercker S., Wulf H.; Postoperative Schmerztherapie auf Allgemeinen Krankenpflegestationen. Analyse der achtjährigen Tätigkeit eines Anästhesiologischen Akutschmerzdienstes. *Anaesthesist* 43 (1994) 385-397.
77. Mann E.; Epidural analgesia: have we got it right? *Nursing Times* 94 (1998) 52-4.
78. Mann C., Pouzeratte Y., Boccara G., Peccoux C., Vergne C., Brunat G., Domergue J., Millat B., Colson P.; Comparison of intravenous or epidural patient-controlled analgesia in the elderly after major abdominal surgery. *Anesthesiology* 92 (2000) 433-41.
79. McLeod G.A., Dell K., Smith C., Wildsmith J.A.W.; Measuring the quality of continuous epidural block for abdominal surgery. *Br J Anaesth* 96 (2006) 5: 633-9.
80. McLeod G.A., Davies, Munnoch N., 3 J. Bannister¹ and W. Macrae¹; Postoperative pain relief using thoracic epidural analgesia: outstanding success and disappointing failures. *Anaesthesia* 56 (2001) 75-81.
81. McNeely J.K., Trentadue N.C., Rusy L.M., Farber N.E.; Culture of bacteria from lumbar and caudal epidural catheters used for postoperative analgesia in children. *Reg Anaesth* 22 (1997) 428-31.
82. Moen V., Dahlgren N., Irestedt L.; Severe Neurological Complications after Central Neuraxial Blockades in Sweden 1990-1999. *Anesthesiology* 101 (2004) 950-9.
83. Moiniche S., Bulow S., Hasselfeldt P., Hestbaek A., Kehlet H: Convalescence and hospital stay after colonic surgery with balanced analgesia, early oral feeding, and enforced mobilisation. *Eur J Surg* 161 (1995) 283-288.
84. Momeni M., Crucitti M., De Kock M.; Patient-controlled analgesia in the management of postoperative pain. *Drugs* 66 (2006) 2.321-37.
85. Morin A.M., Kerwat K.M., Klotz M, Niestolik R., Ruf V.E, Wulf H.et al.; Risk factors for bacterial catheter colonization in regional anaesthesia. *BMC Anesthesiol* 17 (2005) 3:5-1.

86. Morin A.M., Kerwat K.M., Büttner J., Litz R.J., Koch T., Mutters R., Lohoff M., Geldner G., Wulf H.; Hygieneempfehlungen für die Anlage und weiterführende Versorgung von Regionalanästhesie-Verfahren. Die „15 Gebote“ des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Regionalanästhesie. *Anästhesie und Intensivmedizin* 47 (2006).
87. Mythen M.G.; Postoperative gastrointestinal tract dysfunction. *Anesth Analg* 100 (2005) 196-204.
88. Neuburger M., Büttner J., Blumenthal S., Breitenbarth J., Borgeat J, Borgeat A; Inflammation and infection complications of 2285 perineural catheters: a prospective study. *Acta Anaesthesiol Scand* 51 (2007) 108-114.
89. Neuburger M., Breitbarth J., Reisig F., Lang D., Buttner J.; Komplikationen bei peripherer Katheterregionalanästhesie. Untersuchungsergebnisse anhand von 3491 Kathetern. *Anaesthesist* 55 (2006) 33-40.
90. Perkins F.M., Kehlet H.; Chronic pain as an outcome of surgery: a review of predictive factors. *Anesthesiology* 93 (2000) 1.123-1.133.
91. Philips D.C., Macdonald R.; Epidural catheter migration during labour. *Anaesthesia* 42 (1987) 661.
92. Phillips J.M., Stedeford J.C., Hartsilver E., Roberts C.; Epidural abscess complicating insertion of epidural catheters. *Br J Anaesth* 89 (2002) 778-82.
93. Peyton P.J., Myles P.S., Silbert B.S., Rigg J.A., Jamrozik K., Parsons R. ; Perioperative epidural analgesia and outcome after major abdominal surgery in high-risk patients. *Anesth Analg* 96 (2003) 548-54.
94. Pöpping D.M., Zahn P.K., Van Aken H.K., Dasch B., Boche R., Pogatzki-Zahn E.M.; Effectiveness and safety of postoperative pain management: a survey of 18 925 consecutive patients between 1998 and 2006 (2nd revision): a database analysis of prospectively raised data. *Br J Anaesth* 101 (2008) (6): 832-40.
95. Poulton B., Young P.; A novel method for epidural catheter fixation. *Anaesthesia* 11 (2000) 1.141-2.

96. Powell C.R., Traetow M.J., Fabri P.J., Kudsk K.A., Ruberg R.L.; Op-Site dressing study: a prospective randomized study evaluating povidone iodine ointment and extension set changes with 7-day Op-Site dressings applied to total parenteral nutrition subclavian 9 (1985) 443-446.
97. Pruitt A.A.; Infections of the nervous system. *Neurol Clin North Am* 16 (1998) 419-447.
98. Qaseem A., Snow V., Fitterman N., Hornbake E.R., Lawrence V.A., Smetana G.W., Weiss K., Owens D.K., Aronson M., Barry P., Casey D.E.Jr., Cross J.T.Jr., Sherif K.D., Weiss K.B.: Risk assessment for and strategies to reduce perioperative pulmonary complications for patients undergoing noncardiothoracic surgery: a guideline from the American College of Physicians. *Ann Int Med* 144 (2006) 575-80.
99. Raad II, Hohn D.C., Gilbreath B.J., Suleiman N., Hill L.A., Brusco P.A. et al.; Prevention of central venous catheter-related infections by using maximal sterile barrier precautions during insertion. *Infection Control Hospital Epidemiology* 15 (1994) 231-238.
100. Ravindram R., Albrecht W., McKay M.; Apparent intravascular migration of epidural catheter. *Anaesth Analg* 58 (1979) 252-3.
101. Reihnsaus E., Waldbaur H., Seeling W.; Spinal epidural abscess. a meta-analysis of 915 patients. *Neurosurgical Review* 23 (2000) 175-204.
102. Renck H.; Neurological complications of central nerve blocks. *Acta Anaesthesiol Scand* 39 (1995) 859-68.
103. Reynolds M.G., Tebbs S.E., Elliott T.S.; Do dressings with increased permeability reduce the incidence of central venous catheter related sepsis? *Intensive Crit Care Nurs* 13 (1997) 26.
104. Richardson P.B., Turner M.W., Callander C.C.; The Portex EpiFuse epidural connector: lessons on first use in a large district general hospital. *Anaesthesia* 66 (2011) 948-949.
105. Richman J.M., Liu S.S., Courpas G., et al. Does continuous peripheral nerve block provide superior pain control to opioids? A meta-analysis. *Anesth Analg* 102 (2006) 248-57.

106. Rigg J.R., Jamrozik K., Myles P.S., Silbert B.S., Peyton P.J., Parsons R.W., Collins K.S.; Epidural anaesthesia and analgesia and outcome of major surgery: a randomised trial. *Lancet* 359 (2002) 1.276-82.
107. Riles T.S., Fisher F.S., Schaefer S., Pasternack P.F., Baumann F.G.; Plasma catecholamine concentrations during abdominal aortic aneurysm surgery: the link to perioperative myocardial ischemia. *Ann Vascular Surgery* 7 (1993) 213-9.
108. Robert Koch Institut. Prävention Gefäßkatheter-assoziiertes Infektionen. *Bundesgesundheitsblatt* 54 (2002) 907-924.
109. Robert Koch Institut. Prävention Gefäßkatheter-assoziiertes Infektionen. *Bundesgesundheitsbl.* 45 (2002) 907-924. *Anaesthesist* 55 (2006) 33-40.
110. Rodgers A., Walker N., Schug S., McKee A., Kehlet H., van Zundert A., Sage D., Rosenfeld B.A., Faraday N., Campbell D., Dize K., Bell W., Goldschmidt P.; Hemostatic effects of stress hormone infusion. *Anesthesiology*. 81 (1994) 1116-26.
111. Rosenfeld B.A., Faraday N., Campbell D., Dize K., Bell W., Goldschmidt P.; Hemostatic effects of stress hormone infusions. *Anesthesiology*. 81 (1994) 1.116-1.126.
112. Röstlund T., Kehlet H.; High-dose local infiltration analgesia after hip and knee replacement--what is it, why does it work, and what are the future challenges? *Acta Orthop.* 78 (2007) 159-61
113. Royakkers A.A., Willigers H., van der Ven A.J., Wilmink J., Durieux M., van Kleef M.; Catheter-related epidural abscesses: Don't wait for neurological deficits. *Acta Anaesthesiol Scand* 46 (2002) 611-5.
114. Runge V.M., Williams N.M., Lee C., Timoney J.F.; Magnetic resonance imaging in a spinal abscess model. Preliminary report. *Investigative Radiology* 33 (1998) 246-55.
115. Rygnestad T., Borchgrevink P.C., Eide E.; Postoperative epidural infusion of morphine and bupivacaine is safe on surgical wards: Organisation of the treatment, effects and side-effects in 2000 consecutive patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 41 (1997) 868-76.

116. Saada M., Catoire P., Bonnet F., Delaunay L., Gormezano G., Macquin-Mavier I., Brun P.; Effect of thoracic epidural anaesthesia combined with general anaesthesia on segmental wall motion assessed by transesophageal echocardiography. *Anesth Analg* 75 (1992) 329-335.
117. Safdar N., Kluger D.M., Maki D.G.; A review of risk factors for catheter-related bloodstream infection caused by percutaneously inserted, noncuffed central venous catheters: implications for preventive strategies. *Medicine (Baltimore)* 81 (2002) 466-79.
118. Salzman M.B., Isenberg H.D., Rubin L.G.; Use of disinfectants to reduce microbial contamination of hubs of vascular catheters. *J Clin Microbiol* 31 (1993) 475-479.
119. Sakuragi T., Yasunaka K., Hirata K., Hori K., Dan K.; The Source of Epidural Infection following Epidural Anesthesia Identified by Pulsed-field Gel Electrophoresis. *Anaesthesiology* 89 (1998) 1.254-6.
120. Sakuragi T., Yanagisawa K., Dan K. Bactericidal activity of skin disinfectant on methicillin-resistant staphylococcus aureus. *Anesth Analg* 81 (1995) 555-8.
121. Sclunitt L.G., Ullman D.A.; A method of securing epidural catheters. *Anesth Analg* 69 (1989) 856-7.
122. Shah J.L.; Effect of posture on extradural pressure. *Br J Anaesth* 56 (1984) 1.373-7.
123. Steffen P., Seeling W., Essig A., Stiepan E., Rockemann M.G.; Bacterial Contamination of Epidural Catheters: Microbiological Examination of 502 Epidural Catheters Used for Postoperative Analgesia. *J Clin Anesth* 16 (2004) 92-97.
124. Thies U., Heineck R., Michel S., Litz R.J., Heller A.R., Koch T.; Komplikationen nach postoperativer Epiduralkatheteranalgesie - ein Überblick über 4 Jahre Akutschmerztherapie. *Schmerz* 13 (2004) 10-25.
125. Tripathi M, Pandey M.; Epidural catheter fixation: subcutaneous tunnelling with a loop to prevent displacement. *J Anaesth* 55 (2000) 11:1.113-6.

126. Tryba M., Gehling M.: Vermeidet eine effiziente Schmerztherapie eine Chronifizierung in der Extremitätenchirurgie: Inzidenz und Strategien der Vermeidung. *Schmerz* 13 (1999) 171.
127. Vandam L.D.; Complications of spinal and epidural anesthesia. In: *Complications in anesthesiology*, 2nd edn. Gravenstein N, Kirby RR. Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia (1996) 563-583.
128. Vandermeulen E.P., van Aken H., Vermeylen J.; Anticoagulants and spinal-epidural anaesthesia. *Anesth Analg.* 79 (1994) 1.165-77.
129. Wang L.P., Hauerberg J., Schmidt J.F.; Incidence of spinal epidural abscess after epidural analgesia: a national 1-year survey. *Anesthesiology* 91 (1999) 1.928-36.
130. Wheatley R.G., Schug S.A., Watson D.; Safety and efficacy of postoperative epidural analgesia. *Br J Anaesth* 87 (2001) 47- 61.
131. Wheatley R.G.; Schug S.A., Watson D.; Safety and efficacy of postoperative epidural analgesia. *Br J Anaesth* 87 (2001) 47-61.
132. Wigfull J., Welchew E.; Survey of 1.057 patients receiving postoperative patient-controlled epidural analgesia. *Anaesthesia* 56 (2001) 70-75.
133. Wu C.L., Cohen S.R., Richman J.M., et al. Efficacy of postoperative patient controlled and continuous infusion epidural analgesia versus intravenous patient-controlled analgesia with opioids: a meta-analysis. *Anesthesiology* 103 (2005) 1.079-88.
134. Wu C.L., Fleisher L.A., Outcomes research in regional anesthesia and analgesia. *Anest and Analg* 91 (2000) 1.232-42.
135. Yeager M.P., Glass D.D., Neff R.K., Brinck-Johnsen T.; Epidural anesthesia and analgesia in high-risk surgical patients. *Anesthesiology* 66 (1987) 729-36.
136. Yentur E.A., Luleci N., Topcu I., Degerli K., Surucuoglu S.; Is skin disinfection with 10% povidone iodine sufficient to prevent epidural needle and catheter contamination? *Reg Anesth Pain Med* 28 (2003) 389-393.