

Aus der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin

Direktor: Univ. - Prof. Dr. med. Hinnerk Wulf

des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg

**Vergleich zweier Arten von Verbänden bei Regionalanästhesiekathetern in  
der postoperativen Schmerztherapie**

**Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten  
Humanmedizin**

dem Fachbereich der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Dominik Hörth aus Marburg

Marburg, 2014

Angenommen vom Fachbereich der Philipps-Universität Marburg am  
01.07.2014

Gedruckt mit der Genehmigung des Fachbereichs.

Dekan: Herr Prof. Dr. H. Schäfer

Referent: Herr Prof. Dr. L. Eberhart

1. Korreferent: Herr PD Dr. J. Waldmann

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Fragestellung und Ziel der Studie .....</b>	<b>9</b>
2.1. Hintergrund: .....	9
2.2. Fragestellung: .....	14
2.3. Ziel der Studie.....	14
<b>3 Material und Methoden.....</b>	<b>15</b>
3.1. Aufnahme der Patienten in die Studie .....	18
3.1.1. Einschlusskriterien.....	18
3.1.2. Ausschlusskriterien.....	19
3.2. Verwendete Software .....	20
3.3. Zusammenfassung des Studiendesigns.....	20
<b>4. Ergebnisse .....</b>	<b>21</b>
4.1. Geschlechterverteilung beider Studiengruppen .....	21
4.2. Absolute Häufigkeit der Katheterarten insgesamt.....	22
4.3. Prozentuale Häufigkeit positiver Mikrobiologiebefunde aller Katheterarten beider Gruppen .....	23
4.3.1. Absolute Häufigkeit der Bakterienstämme in der Folienpflastergruppe an der Katheterspitze und der Einstichstelle aller Katheter .....	24
4.3.2. Absolute Häufigkeit der Bakterienstämme in der CHG-Pflastergruppe an den Katheterspitzen und den Einstichstellen aller Katheter.....	27
4.4. Anzahl und prozentualer Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen aller Katheterarten in beiden Gruppen.....	28
4.4.1. Positiver Mikrobiologiebefund der Katheterspitzen und der Einstichstellen bei Vorliegen einer geröteten Einstichstelle aller Katheter in beiden Gruppen.....	29
4.4.2. Keimvorkommen bei geröteter Einstichstelle aller Katheterarten in beiden Gruppen .....	30
4.5. Putride Einstichstellen und vorkommende Bakterienstämme aller Katheter in beiden Gruppen .....	32
4.6. Durchschnittliche Liegedauer aller Katheter beider Gruppen .....	32
4.7. Prozentualer Anteil der vorzeitig gezogenen Katheter und der bis zum Ende der Schmerztherapie liegenden Katheter .....	33
4.7.1. Gründe für ein vorzeitiges Ziehen der Katheter.....	34
4.8. Vergleich der jeweiligen Unterarten von Regionalanästhesiekathetern der beiden Gruppen .....	36
4.8.1. Femoraliskatheter .....	36
4.8.1.1. Anzahl und prozentualer Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen	36

4.8.1.2. Anzahl und prozentualer Anteil positiver und negativer Mikrobiologiebefunde bei geröteter Einstichstelle .....	37
4.8.1.3. Anzahl und Gattung der gefundenen Bakterienstämme bei geröteter Einstichstelle an den Katheterspitze und den Einstichstellen.....	37
4.8.1.4. Vorzeitiges Therapieende sowie dessen Ursachen .....	38
4.8.2. Ischiadicuskatheter .....	39
4.8.2.1. Anzahl und prozentualer Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen	39
4.8.2.2. Anzahl und prozentualer Anteil positiver und negativer Mikrobiologiebefunde bei geröteter Einstichstelle .....	40
4.8.2.3. Anzahl und Gattung der gefundenen Bakterienstämme bei geröteter Einstichstelle an den Katheterspitzen und den Einstichstellen .....	40
4.8.2.4. Vorzeitiges Therapieende sowie dessen Ursachen .....	41
4.8.3. Interskalenäre Katheter (ISK = Winnie).....	42
4.8.3.1. Anzahl und prozentualer Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen	42
4.8.3.2. Anzahl und prozentualer Anteil positiver und negativer Mikrobiologiebefunde bei geröteter Einstichstelle .....	42
4.8.3.3. Anzahl und Gattung der gefundenen Bakterienstämme bei geröteter Einstichstelle an den Katheterspitzen und den Einstichstellen .....	43
4.8.3.4. Vorzeitiges Therapieende sowie dessen Ursachen .....	43
4.8.4. Periduralkatheter (PDK) .....	44
4.8.4.1. Anzahl und prozentualer Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen	44
4.8.3.2. Anzahl und prozentualer Anteil positiver und negativer Mikrobiologiebefunde bei geröteter Einstichstelle .....	45
4.8.4.3. Anzahl und Gattung der gefundenen Bakterienstämme bei geröteter Einstichstelle an den Katheterspitzen und Einstichstellen.....	45
4.8.4.4. Vorzeitiges Therapieende sowie dessen Ursachen .....	46
4.8.5. Plexus-Axillaris-Katheter .....	47
4.8.6. Ventral-infraklavikuläre Plexus-Brachialis-Blockade Katheter (VIP) .....	47

## **5. Diskussion .....** **47**

5.1. Eigene Ergebnisse und der Vergleich mit anderen Studien .....	48
5.1.1. Eigene Ergebnisse von der Gesamtheit aller Katheter.....	48
5.1.2. Eigene Ergebnisse Femoraliskatheter und Vergleich mit anderen Studien .....	54
5.1.3. Eigene Ergebnisse Ischiadicuskatheter und Vergleich mit anderen Studien .....	56
5.1.4. Eigene Ergebnisse interskalenäre Katheter (ISK = Winniekatheter) und Vergleich mit anderen Studien .....	57
5.1.5. Eigene Ergebnisse peridurale Katheter (PDK) und Vergleich mit anderen Studien ..	59
5.1.6. Eigene Ergebnisse Plexus-Axillaris-Katheter und Vergleich mit anderen Studien ....	61

5.1.7. Eigene Ergebnisse Ventral-infraklavikuläre Plexus-Brachialis-Blockade Katheter (VIP) und Vergleich mit anderen Studien .....	62
<b>6. Fazit .....</b>	<b>62</b>
<b>7. Zusammenfassung .....</b>	<b>63</b>
7.1. Einleitung.....	63
7.2. Fragestellung.....	63
7.3. Methodik.....	64
7.4. Ergebnisse .....	64
7.5. Diskussion.....	65
7.6. Ausblick .....	65
7.7. Englische Zusammenfassung.....	66
<b>8. Anhang .....</b>	<b>69</b>
8.1. Literaturverzeichnis.....	69
8.2. Abbildungsverzeichnis.....	75
8.3. Tabellenverzeichnis .....	75
8.4. Abkürzungsverzeichnis.....	77
8.5. Verzeichnis akademischer Lehrer .....	78
8.6. Danksagung .....	78

# 1. Einleitung

Heutzutage ist es üblich, nach verschiedenen Operationen Regionalanästhesiekatheter zur postoperativen Schmerztherapie zu legen. Die so genannten Schmerzkatheter ermöglichen es den Patienten, sich neben der basal laufenden Rate durch Betätigen eines Knopfes an einer Pumpe selbst ein Lokalanästhetikum, manchmal ist dies noch zusätzlich mit einem Analgetikum aus der Gruppe der Opiate gemischt, zu verabreichen.

Die Qualität der Schmerztherapie mit Hilfe von Regionalanästhesiekathetern ist bereits in Studien untersucht worden. So können durch den Einsatz von Schmerzkathetern Schmerzen-, der Gebrauch oraler Opiode-, die Häufigkeit des Auftretens von Nebenwirkungen dieser- sowie der Wert auf der visuellen Analogskala (VAS) reduziert werden ([16], [43], [64]). Auf der visuellen Analogskala (VAS) geben die Patienten mit einem Zahlenwert von „1-10“ an, wie stark die postoperativen Schmerzen sind. Ein Wert von „0-1“ bedeutet hierbei „kein Schmerz“, „2-3“ bedeutet „mäßiger Schmerz“, „4-5“ steht für „mittelstarker Schmerz“, „6-7“ gibt einen „starken Schmerz“ an, „8-9“ bedeutet „stärkste Schmerzen“ und ein VAS-Wert von „10“ steht für die stärksten vorstellbaren Schmerzen (Abb. 1).

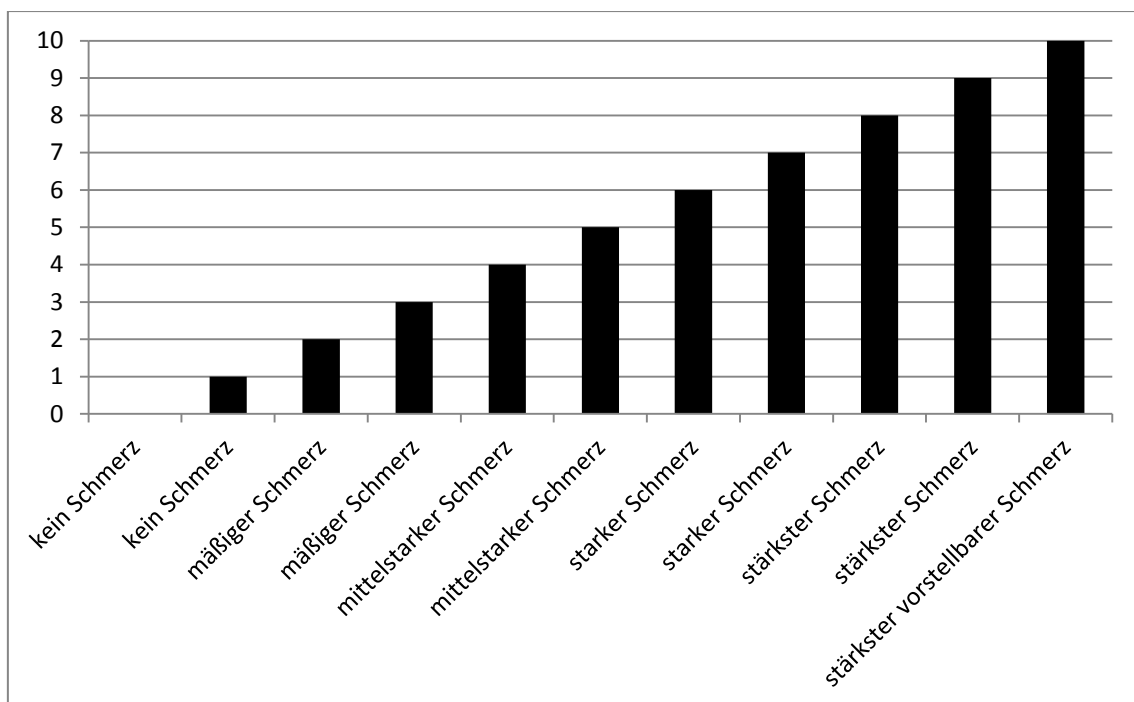


Abb. 1 – Visuelle Analogskala (VAS)

Macfarlane et al. haben jedoch postuliert, dass es trotz des Einsatzes von Regionalanästhesiekathetern in der postoperativen Schmerztherapie nicht zu einem kürzeren Aufenthalt der Patienten im Krankenhaus- oder gar zu einer besseren Rehabilitation, gerade nach Hüfteingriffen, kommt ([51]).

Es ist somit von sehr großer Bedeutung und hoher Notwendigkeit, Schmerzen nach einem operativen Eingriff zu reduzieren. Je nach der Art des Eingriffs werden unterschiedliche Arten von Regionalanästhesiekathetern zur postoperativen Schmerztherapie gelegt. Es gibt folgende Optionen:

- Femoraliskatheter
- Ischiadicuskatheter
- interskalenäre Katheter (=ISK oder Winniekatheter)
- peridurale Katheter (=PDK)
- ventral-infraklavikuläre Plexus-Brachialis-Blockade Katheter (=VIP)
- Plexus-Axillaris-Katheter (AxPlex)
- Kombinationen, typischerweise von Femoralis- und Ischiadicuskatheter

Femoraliskatheter eignen sich hervorragend, um eine postoperative Schmerztherapie zum Wohle des Patienten sicherzustellen und somit die Heilung positiv zu beeinflussen ([66], [76], [37], [69]). Einige Patienten benötigen nach operativen Eingriffen große Mengen sowohl oraler Analgetika als auch oraler Opioid-Analgetika. Durch die Verwendung verschiedener Arten von Regionalanästhesiekathetern können die Nebenwirkungen dieser Medikamentengruppen mit Hilfe einer Dosisreduktion der enteral gegebenen Medikamente reduziert werden ([66], [76], [37], [69]). Häufige Nebenwirkungen der Analgetika, insbesondere der nicht-steroidalen antirheumatischen Analgetika sind gastrointestinale Ulzera, Beschwerden im Magen-Darm-Trakt wie bspw. Nausea, Diarrhoe oder Emesis sowie die Möglichkeit einer Allergie auf einen der Inhaltsstoffe. Bei den nicht-sauren Analgetika besteht die Gefahr von Leberschäden oder auch einer Agranulozytose.

Die Verwendung von Opioiden zur postoperativen Analgesie kann, insbesondere in der Langzeittherapie, schwerwiegende Folgen und Nebenwirkungen (NW) haben. Diese sind mit der prozentualen Wahrscheinlichkeit des Auftretens in der folgenden Tabelle zusammengefasst ([9]) (Tab. 1).

<b>Medikamentennebenwirkung</b>	<b>Auftretenswahrscheinlichkeit [%]</b>
Hormonelle Effekte	25-75
Obstipation	30-40
Unruhe, Dysphorie	30-40
Atemdepression (auch im Schlaf)	25
Schlafstörungen	25
Mundtrockenheit	25
Abusus, Abhängigkeit	5-30
Sedierung	15
Paralyse des Magen-Darm-Traktes	<1
Stürze, Frakturen	<1

Tab. 1 - Nebenwirkungen der Opioidtherapie

Es bleibt jedoch festzuhalten, dass die Nebenwirkungen Obstipation, Dysphorie, Unruhe und Atemdepression am ehesten bei einer Kurzzeittherapie auftreten. Sämtliche andere Nebenwirkungen sind wahrscheinlicher bei einer Langzeittherapie mit Opioiden zu beobachten.

Nach großen Knieeingriffen ist es heutzutage üblich, einen Femoraliskatheter zur postoperativen Analgesie zu legen, um den ventralen Anteil des Knies zu betäuben ([6], [49], [44], [31], [65], [55]). Dadurch kann die postoperative Mobilisation früher begonnen- und die Verweildauer der Patienten effektiv gesenkt werden ([76], [62]). Femoraliskatheter können bei Knieeingriffen mit Ischiadicuskathetern kombiniert werden.

Ischiadicuskatheter sind ebenfalls sehr häufig in Gebrauch ([6], [65]). Gerade nach großen Knieeingriffen bietet es sich an, die postoperative Analgesie mit Hilfe eines Ischiadicuskatheters zu unterstützen und zu ergänzen um den dorsalen Anteil des Knies zu betäuben ([3], [51], [6], [31], [37], [69], [55]). Auch hier ist eine Reduktion der oralen Analgetika und Opioid-Analgetika möglich ([43], [69]). Zusätzlich ist, wie bei der Verwendung eines Femoraliskatheters, eine frühere Mobilisation und somit Rehabilitation möglich ([76]). Des Weiteren ist die Schlafqualität und die allgemeine Zufriedenheit der Patienten besser ([43]). Die Kombination von Ischiadicus- mit Femoraliskathetern bei Knieeingriffen ist ebenfalls möglich.



Interskalenäre Katheter, auch ISK oder Winniekatheter genannt, werden, um Patienten nach Schulter- oder Ellbogenoperationen eine möglichst suffiziente Analgesie zu ermöglichen, gelegt ([64], [21], [65], [6]). Somit sind die Patienten nach der Operation zufriedener, die Schmerzen nach der Operation können besser unter Kontrolle gebracht werden und eine frühere Mobilisation ist möglich ([76], [3], [6], [37]). Zudem ist der Gebrauch der interskalenären Katheter zur postoperativen Schmerztherapie in den letzten Jahren stetig angestiegen ([69], [26]), da diese Katheter auch die Schlafqualität der Patienten steigert ([16]).

Periduralkatheter oder PDK werden heutzutage thorakal oder lumbal häufig gelegt, um bei Patienten nach Operationen im Thorax sowie abdominellen Eingriffen postoperativ eine gute Analgesie und Schmerztherapie zu ermöglichen ([50], [54], [1], [25], [59]). Aber auch im Bereich der Geburtshilfe werden peridurale Katheter zur Analgesie verwendet ([34]), ebenso ist es bei Kindern möglich, eine postoperative Schmerztherapie durch die Anlage eines Periduralkatheters durchzuführen ([47], [4], [32], [70], [11], [75]). Eine weitere Anwendungsmöglichkeit ist die Therapie von krebsbedingten Schmerzen ([42]) und bspw. die Vermeidung von kardiovaskulären oder pulmonalen Problemen bei Patienten auf Intensivstationen durch Schmerzen ([35]) oder die Schmerztherapie bei Traumatpatienten ([6]).

Bei Operationen des Unterarmes und der Hand werden häufig Plexus-Axillaris-Katheter zur postoperativen Schmerztherapie gelegt ([20], [6], [52], [77]).

VIP-Katheter, diese blockieren den plexus brachialis und werden ventral infraklavikulär gelegt, werden zur postoperativen Schmerztherapie bei Ellbogenoperationen und Unterarmoperationen angewandt ([6], [26]).

Weitere Indikationen für die verschiedenen Arten von Regionalanästhesiekathetern sind in der folgenden Tabelle dargestellt ([38], [39], [40], [41], [48], [74]) (Tab. 2):

Katheterart	Indikationen
Femoraliskatheter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingriffe im Versorgungsgebiet des N. femoralis &amp; N. cutaneus femoralis lateralis</li> <li>• In Kombination mit dem Ischiadicuskatheter Operationen am gesamten Bein (distaler Oberschenkel bis Fuß)</li> <li>• Als Single-shot: Analgesie (z.B. zur Anlage einer Spinalanästhesie bei Oberschenkelfraktur)</li> </ul>
Ischiadicuskatheter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traumata der unteren Extremität</li> </ul>
Interskalenäre Katheter (=ISK)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operationen an der Schulter, dem Oberarm oder dem Ellbogen</li> <li>• Gute Alternative zum VIP bei Ellbogen-OP → geringere Gefahr eines Pneumothorax</li> </ul>
Periduralkatheter (=PDK)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orchidopexie</li> <li>• Herniotomie</li> <li>• Klumpfussskorrektur</li> <li>• Hypospadiekorrektur</li> <li>• Abdominelle oder thorakale OP</li> </ul>
Plexus-Axillaris-Blockade (AxPlex)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operationen am Ellbogen, dem Unterarm oder der Hand</li> </ul>
Ventral-infraklavikuläre Plexus-brachialis-Blockade-Katheter (=VIP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anästhesie der oberen Extremität</li> <li>• Alternative zum Plexus-Axillaris-Katheter auf Grund eines noch weiter proximalen Wirkungsbeginns</li> </ul>

Tab. 2 – Indikationen für Regionalanästhesiekatheter

Alle Patienten werden jeden Tag mindestens einmal durch den Schmerzdienst visitiert. Eine solche regelmäßige Visite ist auch in den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin festgelegt. Während dieser Visite

werden die Patienten nach dem allgemeinen Wohlbefinden, Schmerzen im Operationsgebiet, sowie nach Problemen im alltäglichen Umgang mit dem Regionalanästhesiekatheter gefragt. Nach und nach wird die fest eingestellte basale Laufrate und die Menge eines Bolus, welchen sich die Patienten selbst verabreichen können, reduziert, bis der Regionalanästhesiekatheter nicht mehr benötigt-, die Analgesie auf orale Medikamente umgestellt- und der Schmerzkatheter letzten Endes entfernt wird. Zusätzlich ist die tägliche Inspektion der Einstichstellen eine der wichtigsten Aufgaben des Schmerzdienstes. Hierbei wird auf eventuelle pathologische Veränderungen geachtet. Diese können eine Rötung der Einstichstelle, das Nässen des Katheters aus der Einstichstelle heraus, lokale Druckdolenz oder Missempfindungen wie Hypästhesie und Kribbeln sein. Sämtliche vorkommenden Befunde werden dezidiert im Protokoll des Schmerzdienstes festgehalten und bei der nächsten Visite erneut begutachtet.

Der normale Zeitplan einer postoperativen Schmerztherapie ist in der folgenden Tabelle beispielhaft dargestellt (Tab. 3):

<b>Tag</b>	<b>Basale Laufrate</b>	<b>Bolusmenge</b>	<b>Sperrzeit</b>
OP Tag	12 mg/h	8 mg	30 min
1	12 mg/h	8 mg	30 min
2	8 mg/h	8 mg	30 min
3	0 mg/h	8 mg	30 min

Tab. 3 - Zeitplan Schmerztherapie

Die basale Laufrate bezeichnet die Menge an Lokalanästhetikum, die kontinuierlich durch die Schmerzpumpe abgegeben wird. Der im Universitätsklinikum Marburg verwendete Wirkstoff ist Ropivacain.

Zusätzlich zu dieser basalen Laufrate können sich die Patienten durch Betätigen eines Knopfes einen Bolus Lokalanästhetikum abfordern. Damit das Medikament nicht überdosiert wird, ist nach der Bolusabgabe eine Sperrzeit von 30 Minuten eingestellt. Die Patienten können in dieser Zeit den Bolusknopf zwar betätigen, jedoch wird kein Lokalanästhetikum abgegeben. Dies ist erst nach Ablauf der 30 Minuten wieder möglich.

Die Konfiguration am 3. Tag wird auch als "Auslassversuch" bezeichnet. Hier wird überprüft, ob der Patient auch ohne Regionalanästhesiekatheter auskommen kann. Die Bolusfunktion zur Analgesie bei Schmerzspitzen bleibt erhalten, die basale Laufrate ist jedoch ausgeschaltet. Am 4. postoperativen Tag wird der Regionalanästhesiekatheter normalerweise entfernt. Abweichungen in beide Richtungen, also eine längere oder kürzere Liegedauer des Schmerzkatheters, ist patientenabhängig möglich.

Bei den periduralen Kathetern wird dem Lokalanästhetikum in den meisten Fällen noch 0,75 µg/ml Sufentanil, dies ist ein Wirkstoff aus der Gruppe der Opiode, hinzugefügt.

Natürlich stellen die Regionalanästhesiekatheter einen Fremdkörper für den menschlichen Körper dar. Durch das Legen eines Regionalanästhesiekatheters wird eine Verbindung durch die Haut hindurch in das Körperinnere geschaffen, welche als Eintrittspforte für mikrobielle Keime der normalen Hautflora dienen können ([29], [12]). Somit ist, gerade während der Punktion der Haut, die Gefahr gegeben, dass es zur Verschleppung von Keimen in die Tiefe kommt. Dadurch kann es im Verlauf zu Kolonisationen des Katheters, Infektionen, Rötungen, Schwellungen, lokaler Druckschmerzhaftigkeit, putriden Einstichstellen oder im schlimmsten Falle zu systemischen Reaktionen des Körpers wie Schwitzen, Zittern oder gar Fieber kommen. Insbesondere bei immungeschwächten Patienten besteht die Gefahr einer Bakteriämie, die letzten Endes in einer Sepsis enden kann. In erster Linie sind die Bakterien der Gruppe der koagulasenegativen Staphylokokken für die so genannten Katheterinfektionen hauptverantwortlich ([37], [22]).

Dieser Pathomechanismus ist analog bei zentralvenösen Kathetern zu beobachten ([2], [19]). Auch beim Legen dieser kommt es durch die Punktion der Haut zu einer direkten Verbindung von der Hautoberfläche in das Körperinnere hinein ([30]). Die Gefahr einer Keimverschleppung in den venösen Kreislauf ist hier somit ebenfalls gegeben und nicht zu unterschätzen. Durch eine solche Keimverschleppung ist eine, sich über den venösen Blutstrom ausbreitende Infektion, möglich ([46], [17], [28], [30], [73], [2], [19]).

Um eine eventuelle Infektion des Regionalanästhesiekatheters zu vermeiden, wurden verschiedene antimikrobielle Wirkstoffe auf Pflasterverbänden erforscht und in Studien untersucht ([4], [22]).

Ein vorzeitiges Entfernen des Schmerzkatheters auf Grund einer Infektion führt die Konsequenzen einer weniger suffizienten Analgesie, einem höheren Verbrauch an oralen Analgetika sowie einer späteren Mobilisation und Rehabilitation der Patienten mit sich. Die eine Kolonisation oder Infektion des Katheters begleitende Rötung ist ein

mögliches erstes Anzeichen für eine Besiedelung des Katheters mit mikrobiellen Keimen.

Es gibt durchaus einige Studien, die sich mit der bakteriellen Besiedelung von Regionalanästhesiekathetern beschäftigen ([20],[23], [47], [3], [51], [27], [49], [44], [34], [42], [37], [53], [50], [32], [54], [70], [69], [63], [1], [35], [11], [24], [75], [25]), insgesamt gibt es aber nur wenig Daten, insbesondere Vergleichsdaten zwischen konventionellen Folienpflastern als Verband für Regionalanästhesiekatheter und Pflastern, die mit einem antimikrobiellen Wirkstoff, wie bspw. Chlorhexidingluconat, vorbehandelt sind.

Weiterhin gibt es weitaus mehr Untersuchungen zu zentralvenösen Kathetern im Vergleich zu Regionalanästhesiekathetern bezüglich der in dieser Studie zu untersuchenden Gesichtspunkte. Es wurde festgestellt, dass ein mit CHG vorbehandelter zentraler Venenkatheter eine gute antimikrobielle Wirkung aufweist und Kolonisationen mit Keimen reduzieren kann ([67], [5], [58], [61], [14]). Des Weiteren wurde ermittelt, dass die Inzidenz von sich über den venösen Kreislauf ausbreitenden Infektionen durch die Verwendung von mit CHG vorbehandelten zentralvenösen Kathetern signifikant reduziert werden kann ([67], [7]). Aber auch als Verband für einen zentralen Venenkatheter kann Chlorhexidingluconat eine Kolonisation dieser reduzieren ([75]).

Einer dieser antimikrobiellen Wirkstoffe auf Pflasterverbänden ist das bereits genannte Chlorhexidingluconat, kurz CHG. Nach der chemischen Formel ist Chlorhexidingluconat ein 1,1'-hexamethylenbis[5-(p-chlorophenyl)biguanid] ([18]). Die Summenformel lautet  $C_{22}H_{30}Cl_2N_{10}$ . Das Molekül hat zwei Benzolringe und ist seiner Struktur spiegelsymmetrisch. Es wirkt durch die Abstoßung hydrophober Anteile kleiner Moleküle ([18]). Die Strukturformel des Moleküls CHG ist in der folgenden Abbildung dargestellt (Abb. 2).

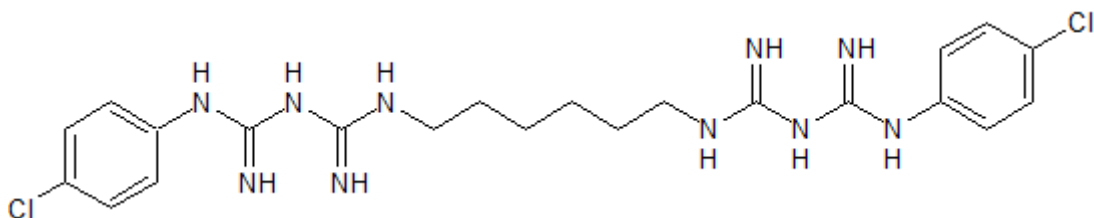


Abb. 2 - Strukturformel CHG

Die antimikrobielle Wirkung erfolgt durch die Zerstörung der bakteriellen Membran ([49], [15]). Es zeigt eine sehr gute Wirkung gegenüber grampositiven Keimen, eine gute Wirkung gegenüber gramnegativen Keimen und Viren sowie eine ausreichende Wirkung gegen Pilze. Gegen das Mykobakterium tuberculosis wirkt es hingegen nur schlecht ([15]). Früher wurde der Wirkstoff Chlorhexidingluconat als Händedesinfektionsmittel-, um die Haut vor operativen Eingriffen zu desinfizieren- oder für die chirurgische Händedesinfektion verwendet ([16], [8], [22]). In diesen Studien wurde dem CHG eine gute Wirkung in Bezug auf die genannten Einsatzgebiete attestiert. Auch die Ergebnisse einer weniger vorhandenen Kontamination von Regionalanästhesiekathetern mit Hautkeimen nach der Hautdesinfektion mit Chlorhexidingluconat wurde dokumentiert ([4], [22]). Weiterhin wird Chlorhexidin in Form einer wässrigen Lösung als Mundspülung in der Zahnmedizin angewendet und auf diesem Gebiet weiter erforscht ([45], [68]). Weitere Applikationsformen sind Salben, Gele oder Lösungen. Auf Grund der hier genannten Applikationsformen des Chlorhexidingluconats ist ersichtlich, dass es sich bei diesem Wirkstoff weniger um ein Mittel zur schnellen und akuten Hautdesinfektion handelt, sondern vielmehr um ein Antiseptikum, welches seine optimale antimikrobielle Wirkung erst in der Langzeitanwendung entwickelt.

Vom Gebrauch des CHG als lokales Antiseptikum bei Kindern unter 2 Monaten wird jedoch auf Grund möglicher körperlicher Reaktionen wie Rötungen und Hauterosionen abgeraten ([78]). In einer Studie wurde berichtet, dass Chlorhexidingluconat die Inzidenz von nosokomial erworbenen Infektionen nicht senken kann ([33]).

Somit war es nahe liegend, ein Pflaster in einer Studie zu testen, das mit einem antimikrobiellen Wirkstoff vorbehandelt ist, um eine Infektion eines Regionalanästhesiekatheters zu vermeiden und die postoperative Schmerztherapie so zu verbessern.

## **2. Fragestellung und Ziel der Studie**

### **2.1. Hintergrund:**

Um ein Herausrutschen der Regionalanästhesiekatheter zu vermeiden, werden die im Universitätsklinikum Marburg gelegten Femoralis- und Ischiadicuskatheter sowie interskalenäre Katheter lokal mit einer Naht fixiert, bei Periduralkathetern ist dies nicht der Fall. Diese werden mit einem Streifen aus Folienpflaster von der Einstichstelle aus über den Rücken hinweg nach kranial und dann über die Schulter nach ventral geleitet.

Die fixierende Naht ist bei den Femoralis- und Ischiadicuskathetern und den interskalenären Kathetern insofern wichtig, als dass diese Katheterarten auf Grund ihrer Lage einer sehr starken mechanischen Beanspruchung durch Körperbewegungen ausgesetzt sind. Um diese Hypermobilität zu verringern werden diese Katheter mit einer Naht lokal fixiert. Dies ist bei den PDK nicht notwendig, da sie wegen ihrer Lage an der thorakalen oder lumbalen Wirbelsäule nicht einem so großen Bewegungsumfang ausgesetzt sind wie die Regionalanästhesiekatheter am Hals oder in der Leiste.

Die Einstichstelle des Katheters wird dann mit einem durchsichtigen Pflasterverband verbunden, um sie im postoperativen Verlauf besser durch das Pflaster hindurch beurteilen zu können.

Bei der Anlage der Regionalanästhesiekatheter müssen die folgenden sterilen Kautelen eingehalten werden:

- Anlegen von Haube und Mundschutz
- Waschen der Hände und vorschriftsgemäße Händedesinfektion (mindestens 30 Sekunden lang)
- Anlegen steriler Handschuhe
- vorschriftsgemäße Wischdesinfektion des Patienten im Bereich der geplanten Hautpunktion mit Hilfe eines in eine Klemme eingespannten Tupfers mit einem Hautantiseptikum
- Anziehen eines sterilen Einmalkittels nach Handschuhwechsel
- Anlage eines sterilen Lochtuches um die geplante Punktionsstelle herum
- Anlage des Regionalanästhesiekatheters

Des Weiteren gibt es sogenannte „Muss“-Empfehlungen sowie sogenannte „Kann“-Empfehlungen bzgl. einzuhaltender Hygienemaßnahmen bei der Regionalanästhesie. Für die „Muss“-Empfehlungen gibt es eine gesicherte Evidenz, für die „Kann“-Empfehlungen fehlt diese teilweise. Sämtliche Empfehlungen sowie eine kurze Erläuterung sind in den folgenden beiden Tabellen aufgeführt ([57]) (Tab. 4 und Tab. 5).

<b>Empfehlung</b>	<b>Erläuterung</b>
1. Hygieneplan	Hygienemaßnahmen orientieren sich am Hygieneplan.
2. Räumlichkeit	Durchführung einer Regionalanästhesie nur in hygienisch geeigneten Räumen.
3. Personenzahl	Personenzahl während der Katheteranlage auf ein Minimum beschränken.
4. Schmuck, Uhren, Ringe	Sind vor der Punktion/Katheteranlage abzulegen.
5. Rasur	An behaarten Stellen empfohlen, unmittelbar vor der Punktion/Katheteranlage mittels Schaumrasur.
6. Entfetten/Säubern der Haut	Entfetten wird nicht empfohlen, Säuberung nur bei sichtbarer Verschmutzung.
7. Händedesinfektion	Die Hygienische Händedesinfektion ist obligatorisch. Die Einwirkzeit beträgt 60 Sekunden, vorher sollte ein Händewaschen erfolgen.
8. Hautdesinfektion	Im Idealfall erfolgt eine zentrifugale Sprüh- Wisch-Sprühdesinfektion mit alkoholischen Desinfektionsmitteln, Einwirkzeit 1-10 Minuten.
9. Mundschutz, Haube, Kittel	Für alle an der Punktion teilnehmenden Personen grundsätzlich empfohlen.
10. Abdeckfolien	Großflächige selbstklebende Lochtücher sowie großzügige sterile Arbeitsflächen werden empfohlen.
11. Medikamente & Material	Einmalartikel zur Punktion/Katheteranlage, nur frisch angesetzte Medikamentenlösungen verwenden.
12. Verband	Verbandswechsel nur durchführen, wenn dies erforderlich ist. Der erste Verband ist der „sterilste“.
13. Fixierung	Sichere Fixierung der Katheter & Konnektionsstellen.
14. Kontrolle	Tägliche klinische Überprüfung der Einstichstelle und tägliche Palpation. Bei pathologischen Auffälligkeiten wie Missempfindungen ist hierfür die Entfernung des Verbandes nötig.
15. Indikationsstellung	Indikation für die Fortsetzung der Therapie muss täglich neu überprüft werden.

Tab. 4 – „Muss“ – Empfehlungen für Hygienemaßnahmen bei Regionalanästhesien



<b>Empfehlung</b>	<b>Erläuterung</b>
1. Bakterienfilter	Anwendung empfohlen, Filterwechsel muss nicht routinemäßig erfolgen.
2. Untertunneln	Empfohlen, wenn die Katheter mehr als 3 Tage oder mehrere Wochen in situ verbleiben sollen.
3. Kathetermaterial	Auf Grund der erforderlichen Produkteigenschaften werden Katheter aus Polyamid (Nylon) empfohlen.
4. Salben	Antibiotikahaltige Salben oder Desinfektionsmittel werden nicht empfohlen.
5. Antibiotikaprophylaxe	Eine spezifische Antibiotikaprophylaxe wird nicht empfohlen, sinnvoll ist es jedoch, eine vom Operateur gewünschte Antibiotikaprophylaxe schon vor der Anlage des Katheters- und nicht erst vor dem Hautschnitt zu applizieren.
6. Diskonnektion	Eine Sprühdesinfektion der Konnektionsstelle (Einwirkzeit 60 Sekunden) wird bei einer geplanten Diskonnektion des Systems empfohlen. Bei versehentlicher Diskonnektion (max. Dauer 4h) wird eine großzügige Sprühdesinfektion sowie Resektion des Katheters vor der Rekonnektion empfohlen.
7. Infektzeichen	Bei generalisiertem Infekt ist ein Regionalanästhesiekatheter grundsätzlich als Fremdkörper anzusehen. Ohne lokale Infektionszeichen wird der Katheter nur dann entfernt, wenn jegliche andere mögliche Infektionsherde (Operationsgebiet, ZVK etc.) ausgeschlossen wurden. Bei lokalen Infektionszeichen (Rötung, Schwellung, Druckschmerz) wird der Katheter entfernt und zur mikrobiologischen Untersuchung auf mikrobielle Kolonisation weitergeleitet.
8. Haube und Mundschutz für alle	Von einigen Instituten wird das Tragen von Haube und Mundschutz auch für die Patienten mit einem Regionalanästhesiekatheter empfohlen.

Empfehlung	Erläuterung
9. Filter	Bei rückenmarksnahen Regionalanästhesieverfahren empfehlen einige Institute, Medikamente über sogenannte „Kanülenfilter“ aufzuziehen.

Tab. 5 – „Kann“ – Empfehlungen für Hygienemaßnahmen bei Regionalanästhesien

Trotz Einhaltens dieser sterilen Kautelen und der Hygienemaßnahmen kann es in diesem postoperativen Verlauf zu Rötungen der Einstichstelle und zu einer Kolonisation der Einstichstelle und/oder der Katheterspitze durch mikrobielle Keime kommen, was ein vorzeitiges Ende der Schmerztherapie mit dem Regionalanästhesiekatheter zur Folge hat und ein frühzeitiges Entfernen des Katheters nötig macht. Eine mögliche Kolonisation des Katheters kann sich anhand einer geröteten Einstichstelle bemerkbar machen. Falls eine Rötung vorliegt, kann diese entweder im Sinne einer reinen Fremdkörperreaktion blande sein, mit einer Kolonisation der Einstichstelle einhergehen oder schon eine aus einer Kolonisation hervorgegangenen Infektion der Einstichstelle und evtl. des gesamten Katheters ankündigen.

Diese Infektionen können sowohl von pathogenen mikrobiellen Keimen als auch von Keimen der transienten oder residenten Hautflora verursacht werden. Die transiente Hautflora ist dadurch gekennzeichnet, dass es sich um Bakterien handelt, die nur vorübergehend auf der Haut sind. Diese sind z.B. Pseudomonas oder Enterobakterien. Im Gegensatz hierzu ist die residente Hautflora durch Gattungen der Art Staphylokokkus, Mikrokokkus oder Corynebakterium definiert. Die residente Hautflora besteht im Vergleich zur transienten Hautflora also immer und nicht nur vorübergehend.

Der Wirkstoff Chlorhexidingluconat im Gelpad des CHG-Pflasters hat eine über Tage anhaltende antimikrobielle Wirkung. Zusätzlich wird die transiente Hautflora, die wie fakultativ pathogene Keime auch zu einer Infektion der Kathetereinstichstelle oder der Katheterspitze führen kann, reduziert. Die Einstichstelle ist durch das Gelpad und den durchsichtigen Hautverband hindurch beurteilbar, um eventuell erste Anzeichen einer Infektion frühzeitig erkennen zu können.

## **2.2. Fragestellung:**

Ziel dieser Arbeit ist es, zu untersuchen, ob das CHG-Pflaster gegenüber dem konventionellen Folienpflaster einen signifikanten Vorteil, keinen signifikanten Vorteil oder gar einen Nachteil in Bezug auf folgende Haupt- und Nebenfragestellungen hat.

Die Hauptfragestellung war:

- Anzahl der Katheter, die vorzeitig entfernt werden mussten

Bei den Nebenfragestellungen handelte es sich um:

- Anzahl der geröteten Einstichstellen
- Anzahl der Katheter, die bis zum regulären Ende der Schmerztherapie belassen werden konnten
- Anzahl der Katheter, die vor dem regulären Ende der Schmerztherapie entfernt werden mussten
- Indikationen für ein vorzeitiges Entfernen eines Regionalanästhesiekatheters
- Nachweis von Keimen an den Katheterspitzen und den Einstichstellen
- Häufigkeiten und Gattungen der gefundenen Bakterienspezies an den Katheterspitzen und Einstichstellen
- Nachweis von Keimen an der Katheterspitze oder der Einstichstelle bei Vorliegen einer geröteten Einstichstelle
- gefundene Bakterienspezies an den Katheterspitzen und Einstichstellen bei geröteter Einstichstelle und positivem Keimnachweis
- Vorkommen putrider Einstichstellen in beiden Studiengruppen und im Zusammenhang auftretende Bakterienstämme

## **2.3. Ziel der Studie**

Das Ziel der Studie ist es, herauszufinden, ob ein mit Chlorhexidingluconat vorbehandeltes Pflaster gleich gut ist, besser ist oder gar negative Auswirkungen auf die zu untersuchenden Parameter der Studie im Vergleich zum Folienpflaster hat.

In erster Linie wird untersucht, ob es unter dem CHG-Pflaster zu einem weniger häufigen Auftreten von geröteten Einstichstellen und somit zu einer geringeren Anzahl von Warnzeichen für eine Kolonisation oder gar Infektion der Regionalanästhesiekatheter kommt. Des Weiteren wird ermittelt, ob die Katheter unter

dem CHG-Pflaster kürzer, gleich lang oder länger in situ verbleiben können und was die Indikationen für ein vorzeitiges Entfernen der Katheter sind.

Wenn es unter dem CHG-Pflaster zu weniger geröteten Einstichstellen, weniger Kolonisationen oder gar Infektionen der Katheter kommt, können somit mehr Regionalanästhesiekatheter länger bzw. bis zum regulären Ende der postoperativen Schmerztherapie in situ verbleiben.

Zusätzlich wird festgestellt, ob sich Keime an der Einstichstelle selbst oder der Katheterspitze bei einer geröteten oder gar putriden Einstichstelle nachweisen lassen. Um dies zu ermitteln, wird vor der Entfernung des Katheters und vor der Hautdesinfektion um die Einstichstelle herum ein Hautabstrich mit einem sterilen Watteträger von der Einstichstelle entnommen. Danach wird die Einstichstelle durch eine Sprühdesinfektion desinfiziert. Nachdem das Hautantiseptikum getrocknet ist, wird der Katheter entfernt, die Katheterspitze in ein steriles Röhrchen gehalten und dort mit einer sterilen Einmalschere abgeschnitten. Der sterile Abstrich der Einstichstelle und die gesicherte Katheterspitze werden dann im „Institut für medizinische Mikrobiologie und Hygiene“ des Universitätsklinikums Marburg mikrobiologisch aufbereitet und auf eine Keimkolonisation hin untersucht. Falls eine Besiedelung der Einstichstelle oder der Katheterspitze vorhanden ist, wird dokumentiert, um welche Bakteriengattungen es sich handelt.

Abschließend wird die durchschnittliche Liegedauer der einzelnen Katheter berechnet.

### **3 Material und Methoden**

Auf dem CHG-Pflaster ist ein Gelpad welches mit Chlorhexidingluconat getränkt ist. Die Wirkung entsteht durch die Reduktion der residenten und transienten Hautflora, was die Wahrscheinlichkeit katheterassoziierter Kolonisationen durch grampositive- oder gramnegative Keime verringert. Die eine Katheterkolonisation verursachenden Keime sind in der folgenden Tabelle aufgelistet ([10]) (Tab. 6):

<b>Bakterienspezies</b>	<b>Anteil an Katheterkolonisationen</b>
Koaglasenegative Staphylokokken	34%
Staphylococcus aureus	17%
Enterobacter species	9%
Candida species	9%
Klebsiella species	6%
Pseudomonas species	6%
Enterococcus species	6%

Tab. 6 – Katheterkolonisationen verursachende Keime

Vor dem Entfernen der Katheter wurde nach der Entfernung des Folien- oder Chlorhexidinpflasterverbandes ein steriler Abstrich mit einem sterilen Watteträger von der Einstichstelle genommen. Danach erfolgte die Sprühdesinfektion mit einem Hautantiseptikum um die Kathetereinstichstelle herum. Nach der vorgeschriebenen Einwirkzeit von einer Minute wurde der Katheter mit sterilen Handschuhen entfernt und die Katheterspitze mit einer sterilen Einmalschere abgeschnitten und in ein steriles Transportröhrchen ohne jegliche Nährmedien oder anderweitige Reagenzien verbracht. Vor dem Entfernen des Katheters wurde sichergestellt, dass keine Reste des CHG-Pflasterpads auf der Haut des Patienten verblieben sind, durch diese der Katheter hindurch gezogen worden wäre. Dies hätte eine artifizielle Desinfektion des Katheters zur Folge gehabt. Des Weiteren wurde darauf geachtet, dass das Hautantiseptikum vollständig abgetrocknet ist, um den Katheter nicht durch das Desinfektionsmittel zu ziehen. Diese Fehlerquelle hätte ebenfalls eine artifizielle Desinfektion des Katheters zur Folge haben können, mit der Konsequenz eines falsch negativen mikrobiologischen Befundes. Beide Proben, sowohl der Abstrich der Einstichstelle als auch die gesicherte Katheterspitze wurden an das "Institut für Medizinische Mikrobiologie und Krankenhaushygiene" des Universitätsklinikums Marburg-Gießen (Standort Marburg, Direktor: Prof. Dr. Michael Lohoff, Leiter der Krankenhaushygiene: Prof. Dr. Reinier Mutters) weitergeleitet.

Dort wurden die Proben mikrobiologisch aufgearbeitet und hinsichtlich einer eventuell vorhandenen mikrobiellen Besiedelung durch Bakterien- oder Pilzstämmen hin untersucht. Bezüglich der Abstriche der Einstichstellen wurde das Anlegen der Kulturen mit Hilfe eines 3-Ösen-Ausstrichs durchgeführt. Die verwendeten Nährböden waren Columbia-Agar, Kochblut-Agar sowie MacConkey-Agar und eine

Thioglycolatbouillon. Bei der Anlage der Kulturen für die Katheterspitzen wurden die Spitzen mit Hilfe einer sterilen Pinzette auf einer Blutagarplatte ausgerollt. Anschließend wurden die Katheterspitzen in eine Thioglycolatbouillon gegeben.

Daraufhin wurden die angelegten Kulturen 24- bzw. 48 Stunden bei 35°C im CO<sub>2</sub>-Schrank bebrütet. Nach Ablauf der 24- oder 48 Stunden im Brutschrank wurden, sofern ein Wachstum stattgefunden hat, die Keime mit Hilfe des Microflex LT Massenspektrometers (Bruker Daltonik GmbH, Fahrenheitstraße 4, 28359 Bremen) differenziert, sowie eine Resistenztestung mit Hilfe des Microscan Walkaway 96 (Siemens Healthcare Diagnostics GmbH, 1717 Deerfield Road, Deerfield, IL 60015-0778, USA) durchgeführt.

Die Angaben der Keimkolonien erfolgten bei den Katheterspitzen der Regionalanästhesiekatheter semiquantitativ. Die Angaben über das Vorkommen der unterschiedlichen Bakteriengattungen erfolgten auf den Mikrobiologiebefunden des "Instituts für medizinische Mikrobiologie und Krankenhaushygiene" anhand des Namens der Bakteriengattung in Kombination mit einer der folgenden Mengenangaben:

- kein Keimnachweis, sofern die Kulturen steril waren
- nach Anreicherung
- spärlich
- mäßig
- reichlich

Die Studie umfasste insgesamt 295 Patienten der Disziplinen Unfall-, Allgemein-, und Thoraxchirurgie sowie Gynäkologie und Orthopädie, die im Universitätsklinikum Marburg-Gießen (Standort Marburg) behandelt wurden.

Falls der Wechsel eines Pflasters notwendig war, wurde nach der Entfernung des alten Pflasters mit unsterilen Handschuhen eine gründliche Sprühdesinfektion der Einstichstelle selbst und der, die Einstichstelle umgebenden Haut durchgeführt. Ein Pflasterwechsel erfolgte immer dann, wenn das Folien- oder CHG-Pflaster keine optimale Haftung mehr hatte oder das Gelpad bei dem CHG-Pflaster 200% der Ausgangsgröße erreicht hatte – die Beurteilung der Füllmenge des Pads wurde durch Drücken auf das Pad durchgeführt. Nach der Einwirkzeit des Antiseptikums von 30 Sekunden folgte die visuelle und manuelle Begutachtung der Einstichstelle. Ein besonderes Augenmerk wurde hierbei auf lokale pathologische Auffälligkeiten wie z.B. eine Rötung oder Schwellung der Einstichstelle, eine vorliegende Druckdolenz an der

Einstichstelle oder um die Einstichstelle herum sowie auf neurologische Symptome wie Hypästhesien und Kribbeln im Areal der Punktionsstelle gelegt. Falls eine Rötung der Einstichstelle vorlag, wurde deren Durchmesser in cm im Protokoll des Schmerzdienstes festgehalten. Danach wurde ein neues Pflaster aufgeklebt.

Die visuelle und manuelle Beurteilung der Einstichstelle inklusive des darum liegenden Gebietes erfolgte bei jedem Patienten analog zum o.a. Procedere, auch wenn kein Pflasterwechsel notwendig war. Die Begutachtung der Einstichstellen war sowohl durch das Folienpflaster als auch durch das CHG-Pflaster hindurch sehr gut möglich.

In der Gruppe, in der die Regionalanästhesiekatheter mit dem Folienpflaster verbunden wurden, waren 149 Patienten, davon 79 Frauen und 70 Männer. 165 Regionalanästhesiekatheter wurden in die Studie eingeschlossen, deren Katheterspitzen und Einstichstellen untersucht wurden. In der Gruppe des Chlorhexidingluconatpflasters waren 146 Patienten, davon 71 Frauen und 75 Männer. Hier wurden insgesamt 158 Regionalanästhesiekathetereinstichstellen und -spitzen auf eine mikrobielle Besiedelung hin untersucht.

Die unterschiedliche Anzahl von Patienten und Regionalanästhesiekathetern in beiden Gruppen ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass einige Patienten nach operativen Eingriffen am Knie teilweise einen Femoralis- und Ischiadicuskatheter gelegt bekamen.

### **3.1. Aufnahme der Patienten in die Studie**

Die Patienten, die zur postoperativen Analgesie einen Regionalanästhesiekatheter gelegt bekommen, werden täglich zweimal vom Schmerzdienst visitiert. Diese Patienten wurden unter Berücksichtigung folgender Ein- und Ausschlusskriterien in die Studie aufgenommen.

#### **3.1.1. Einschlusskriterien**

Alle Patienten, die von 08/2011 bis 01/2012 zur postoperativen Analgesie einen Regionalanästhesiekatheter gelegt bekommen haben und täglich vom Schmerzdienst der "Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie" visitiert wurden, sind in die Studie aufgenommen worden.

Die untersuchten Arten von Regionalanästhesiekathetern waren:

- Femoraliskatheter
- Ischiadikuskatheter
- Interskalenäre Katheter (ISK = Winnie)
- Periduralkatheter (PDK)
- Plexus-Axillaris-Katheter (AxPlex)
- Ventral-infraklavikuläre Plexus-Brachialis-Blockade Katheter (VIP)

Alle Arten von Kathetern wurden sowohl in der Gruppe mit dem Folienpflaster, als auch in der Gruppe mit dem Pflaster, welches ein mit Chlorhexidingluconat vorbehandeltes Gelpad besaß, untersucht.

Das weitere Einschlusskriterium war, dass der Regionalanästhesiekatheter mindestens 24 Stunden zur postoperativen Schmerztherapie liegen musste.

### **3.1.2. Ausschlusskriterien**

Die Patienten, bei denen der Regionalanästhesiekatheter weniger als 24 Stunden lag, wurden nicht in die Studie aufgenommen.

Des Weiteren wurden alle Patienten nicht in die Studie aufgenommen, bei denen die Auswertung auf Grund fehlender Mikrobiologiebefunde, unvollständigen Daten oder unsterilen Katheterspitzen nicht möglich war. Eine unsterile Katheterspitze ist durch die sekundäre Kontamination nach dem Entfernen, bspw. durch Hautkontakt mit dem Patienten, definiert. Eine solche sekundäre Kontamination ist auch erfolgt, wenn der herausgezogene Katheter mit der Spitze bspw. den Patienten an einem nicht desinfizierten Hautareal, das Bett oder den Arztkittel berührt hat.

Die Anzahl der auftretenden Gründe für Drop-Outs sind in der folgenden Tabelle aufgeführt (Tab. 7):



<b>Drop-Out Grund</b>	<b>Anzahl</b>
Auszuwertende Daten unvollständig	1
Unsterile Katheterspitze	4
Fehlender Mikrobiologiebefund	6

Tab. 7 - Anzahl der Gründe für Drop-Outs

### **3.2. Verwendete Software**

Die Daten wurden mit dem Programm *Microsoft Excel 2007* verarbeitet, die Diagramme und Tabellen, welche die erhobenen Parameter in grafischer Form darstellen, wurden ebenfalls mit dem Programm *Microsoft Excel 2007* erstellt. Sämtliche statistischen Auswertungen wurden unter Zuhilfenahme des Chi-Quadrat-Tests beziehungsweise des exakten Fisher-Tests bei geringer Zellenbesetzung mit dem Programm *Microsoft Excel 2007* berechnet. Die Abbildung zur Strukturformel des Chlorhexidingluconats wurde mit dem Programm *ACDLABS 12.0 ChemSketch* erstellt.

### **3.3. Zusammenfassung des Studiendesigns**

In der hier vorliegenden Fall-Kontroll-Studie gibt es zwei Studiengruppen: zunächst werden die Regionalanästhesiekatheter mit dem konventionellen Folienpflaster verbunden, dies ist die Fallgruppe. Nach Erreichen einer festgelegten Anzahl von Regionalanästhesiekathetern wird der Verband auf das CHG-Pflaster umgestellt, bei dieser Gruppe handelt es sich um die Interventionsgruppe. Somit handelt es sich bzgl. der Haupt- und Nebenfragestellungen in dieser Fall-Kontroll-Studie um einen Vorher-nachher-Vergleich.

Das folgende Flussdiagramm fasst das Studiendesign nochmals zusammen (Abb. 3):

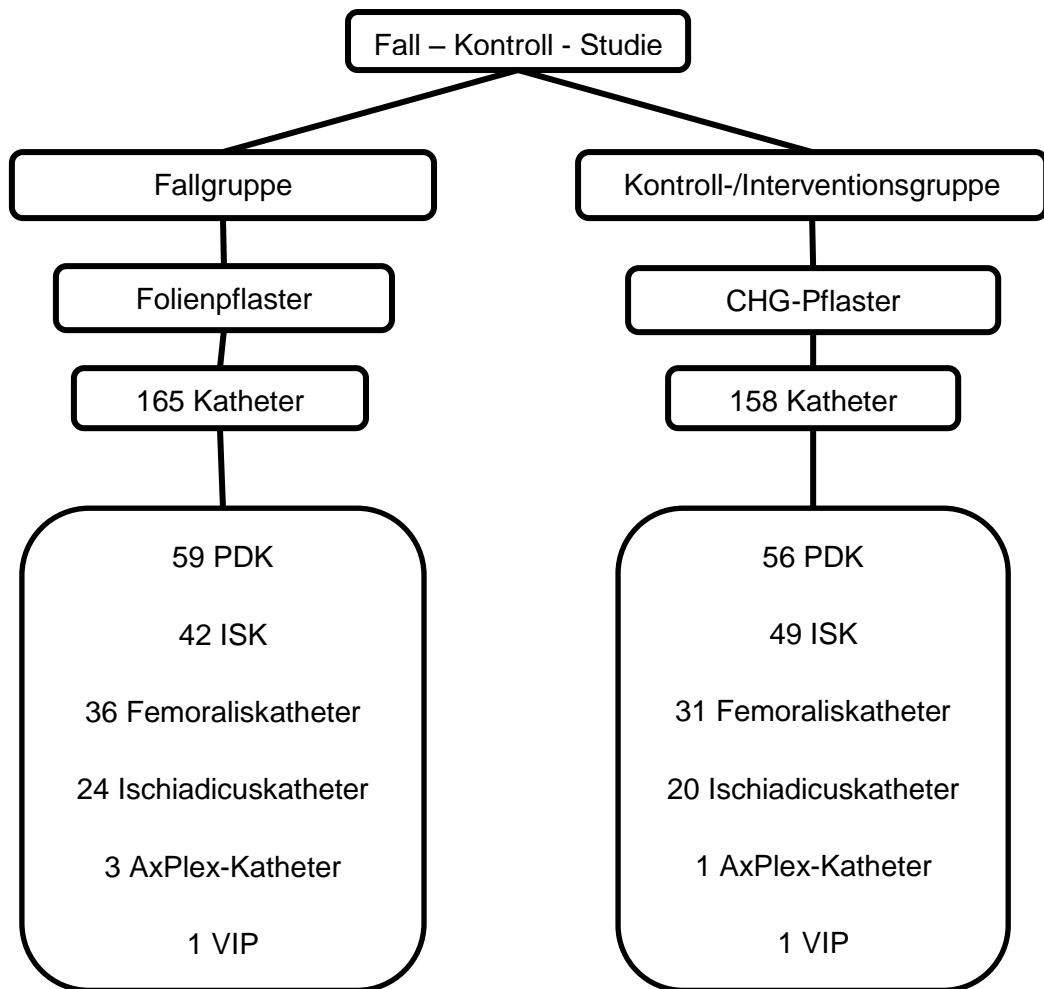


Abb. 3 – Darstellung Studiendesign

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Geschlechterverteilung beider Studiengruppen

Die Verteilung der Geschlechter der Folienpflastergruppe und der CHG-Pflastergruppe sind hier tabellarisch dargestellt (Tab. 8 und Tab. 9).

<b><u>Folienpflastergruppe</u></b>	
Anzahl	
Patienten	149
Frauen	79
Männer	70

Tab. 8 – Geschlechterverteilung in der Folienpflastergruppe

<b><u>CHG-Pflastergruppe</u></b>	
Anzahl	
Patienten	146
Frauen	71
Männer	75

Tab. 9 – Geschlechterverteilung in der CHG-Pflastergruppe

In der Folienpflastergruppe lag der Median des Lebensalters der weiblichen Patienten bei 60 Jahren, der Median des Lebensalters der männlichen Patienten lag bei 55,5 Jahren.

Der Median des Lebensalters der weiblichen Patienten in der CHG-Pflastergruppe lag bei 58 Jahren, der der männlichen Patienten lag bei 56 Jahren.

#### **4.2. Absolute Häufigkeit der Katheterarten insgesamt**

Die Anzahl der jeweiligen Katheterarten der beiden Studiengruppen in ihrer absoluten Häufigkeit ist grafisch dargestellt (Tab. 10).

<b>Katheterart</b>	<b>Anzahl Folienpflastergruppe</b>	<b>Anzahl CHG- Pflastergruppe</b>
<b>VIP</b>	1	1
<b>AxPlex</b>	3	1
<b>Ischiadicuskatheter</b>	24	20
<b>Femoraliskatheter</b>	36	31
<b>ISK</b>	42	49
<b>PDK</b>	59	56
<b>Summe</b>	<b>165</b>	<b>158</b>

Tab. 10 - Anzahl der unterschiedlichen Katheterarten in beiden Studiengruppen

### **4.3. Prozentuale Häufigkeit positiver Mikrobiologiebefunde aller Katheterarten beider Gruppen**

Alle gezogenen Katheter wurden hinsichtlich einer möglichen Kontamination mit mikrobiellen Erregern untersucht. Bei den 165 Kathetern der Gruppe mit dem Folienpflaster als Verband waren bei den Katheterspitzen 35 Mikrobiologiebefunde positiv (21%), bei den Einstichstellen wurden in 66 Fällen mikrobielle Erreger nachgewiesen (40%).

Bei der Gruppe, in der die Regionalanästhesiekatheter mit dem CHG-Pflaster verbunden wurden, waren bei 158 Kathetern 5 positive Mikrobiologiebefunde bei den Katheterspitzen ermittelt worden (3%), bei den Einstichstellen ergaben sich 15 positive Mikrobiologiebefunde (9%).

Hinsichtlich der Signifikanz dieser Ergebnisse zeigte sich ein deutlicher Unterschied sowohl in Bezug auf die Mikrobiologiebefunde der Katheterspitzen ( $p < 0,001$ ) als auch in Bezug auf die Mikrobiologiebefunde der Einstichstellen ( $p < 0,001$ ) zwischen den beiden Gruppen.

Die Ergebnisse bzgl. des Vorhandenseins einer mikrobiellen Besiedelung der Katheterspitzen oder Einstichstellen bei Vorliegen einer geröteten Einstichstelle sowie die nachgewiesenen Bakteriengattungen an Katheterspitze und Einstichstelle sind in den Kapiteln 4.4., 4.4.1. und 4.4.2. dargestellt.

### 4.3.1. Absolute Häufigkeit der Bakterienstämme in der Folienpflastergruppe an der Katheterspitze und der Einstichstelle aller Katheter

Bei der mikrobiologischen Untersuchung der Katheterspitzen und der Einstichstellen der Folienpflastergruppe sind verschiedene Bakterienstämme nachgewiesen worden. Auch bei der mikrobiologischen Aufarbeitung der Einstichstellen der Folienpflastergruppe waren verschiedene Bakterienstämme nachweisbar.

Sowohl in der absoluten Häufigkeit als auch in der Anzahl der verschiedenen Bakterienstämme war hier ein Unterschied zu den mikrobiologischen Befunden der Katheterspitzen auffallend.

Die nachgewiesenen Bakterienstämme an den Katheterspitzen und den Einstichstellen sind in den folgenden Tabellen aufsteigend hinsichtlich ihrer numerischen Häufigkeit erfasst und aufgelistet (Tab. 11 und Tab. 12).

<b>Bakteriengattung</b>	<b>Numerische Häufigkeit</b>
Enterobacter sp.	1
Escherichia coli	1
Proteus mirabilis	1
Streptococcus sp.	1
Staphylococcus aureus	2
Staphylococcus hominis	2
Enterococcus faecalis	3
Staphylococcus capitis	3
Bacillus cereus	4
Staphylococcus haemolyticus	4
Staphylococcus sp.	4
Staphylococcus epidermidis	14

Tab. 11 – nachgewiesene Bakteriengattungen und numerische Häufigkeiten an den Katheterspitzen der Folienpflastergruppe

<b>Bakteriengattung</b>	<b>Numerische Häufigkeit</b>
Arthrobacterium sp.	1
Bacillus circulans	1
Bacillus sp.	1
Enterobacter cloacae	1
Enterococcus faecium	1
Enterococcus sp.	1
Morganella morganii	1
Proteus mirabilis	1
Enterococcus faecalis	2
Staphylococcus aureus	2
Staphylococcus capitis	2
Escherichia coli	3
Staphylococcus hominis	3
Bacillus cereus	4
Staphylococcus haemolyticus	5
Staphylococcus epidermidis	14
Staphylococcus sp.	35

Tab. 12 – nachgewiesene Bakteriengattungen und numerische Häufigkeiten an den Einstichstellen der Folienpflastergruppe

Im folgenden Flussdiagramm ist dargestellt, wie häufig gleiche Bakteriengattungen an den Regionalanästhesiekathetern, bei denen sowohl an der Einstichstelle als auch an der Katheterspitze positive Mikrobiologiebefunde erhoben wurden, nachgewiesen wurden (Abb. 4).

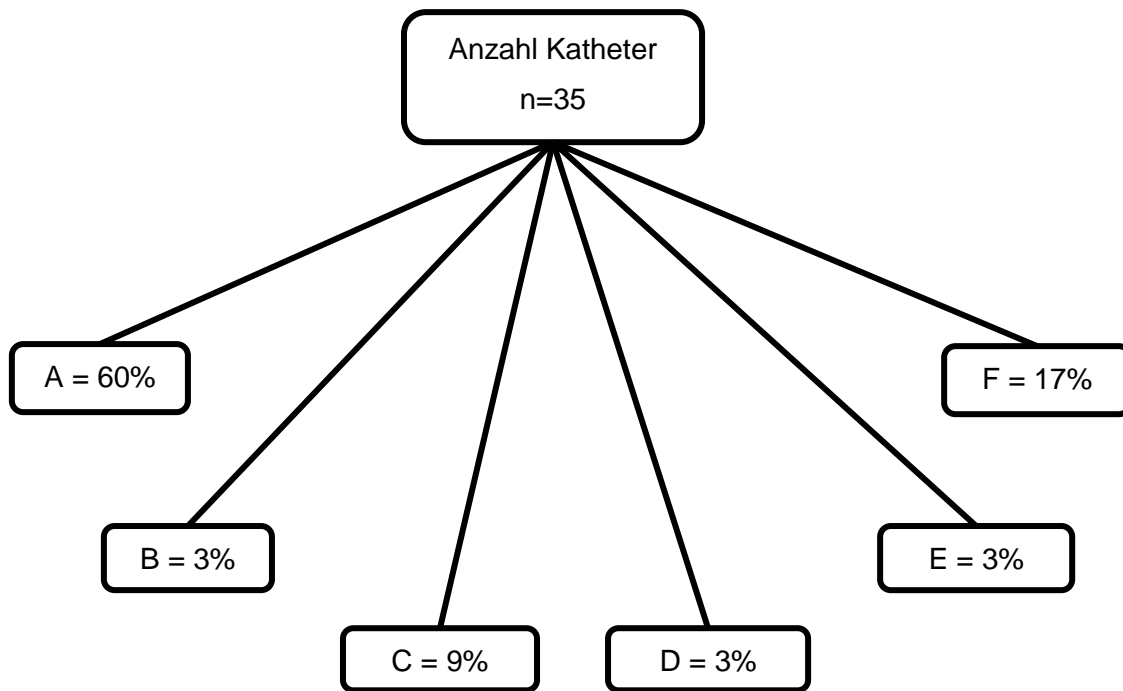


Abb. 4 - Übereinstimmung Bakteriengattung

Die Bedeutungen der Buchstaben A bis F sind in der folgenden Tabelle dargestellt (Tab. 13):

A	1 Bakteriengattung stimmt an der Katheterspitze und der Einstichstelle überein
B	2 Bakteriengattungen stimmen an der Katheterspitze und der Einstichstelle überein
C	1 Bakteriengattung stimmt an der Katheterspitze und der Einstichstelle überein, zusätzlich findet sich eine weitere Bakteriengattung, die nicht übereinstimmt
D	1 Bakteriengattung stimmt an der Katheterspitze und der Einstichstelle überein, zusätzlich finden sich drei weitere Bakteriengattungen, die nicht übereinstimmen
E	1 Bakteriengattung stimmt an der Katheterspitze und der Einstichstelle überein, zusätzlich finden sich vier weitere Bakteriengattungen, die nicht übereinstimmen
F	Die an den Katheterspitzen und Einstichstellen nachgewiesenen Bakteriengattungen stimmen nicht überein

Tab. 13 - Legende zum Flussdiagramm

Aus dem Flussdiagramm ist zu erkennen, dass es in 60% der Fälle, bei denen sowohl an der Katheterspitze als auch an der Einstichstelle Bakteriengattungen nachgewiesen wurden, zu einer Migration der mikrobiellen Keime von der Einstichstelle aus in tiefere Gewebeschichten gekommen ist.

#### 4.3.2. Absolute Häufigkeit der Bakterienstämme in der CHG-Pflastergruppe an den Katheterspitzen und den Einstichstellen aller Katheter

Wie auch in der Folienpflastergruppe wurden in der CHG-Pflastergruppe die Katheterspitzen und die Einstichstellen auf eine mögliche mikrobielle Besiedelung hin untersucht.

Es waren sowohl weniger verschiedene Bakterienstämme als auch eine geringere Anzahl der jeweiligen Gattungen erkennbar. Die Ergebnisse der mikrobiologischen Aufarbeitung sind in absoluten Zahlen grafisch dargestellt (Abb. 5 und Abb. 6).

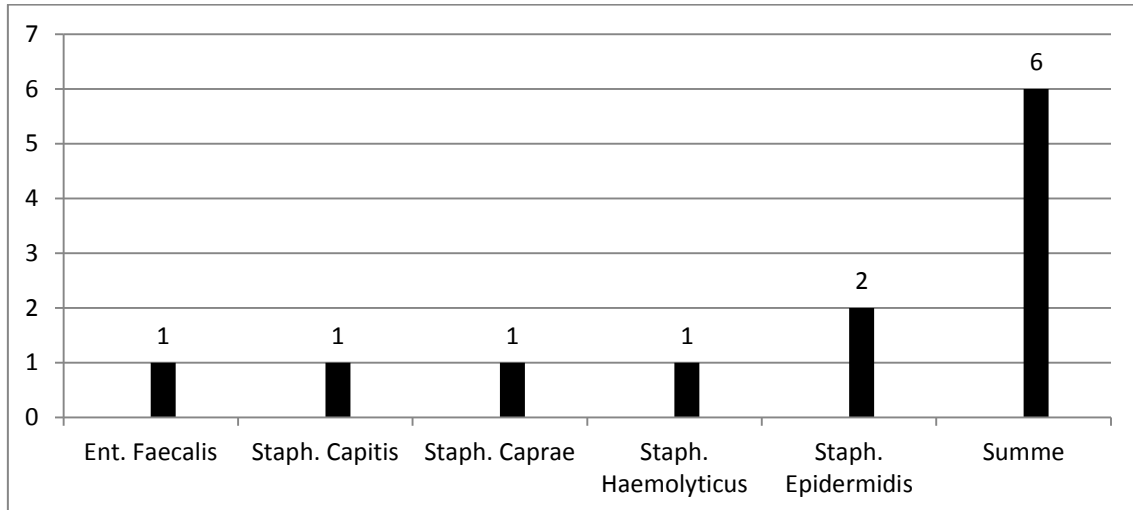


Abb. 5 - Katheterspitzen



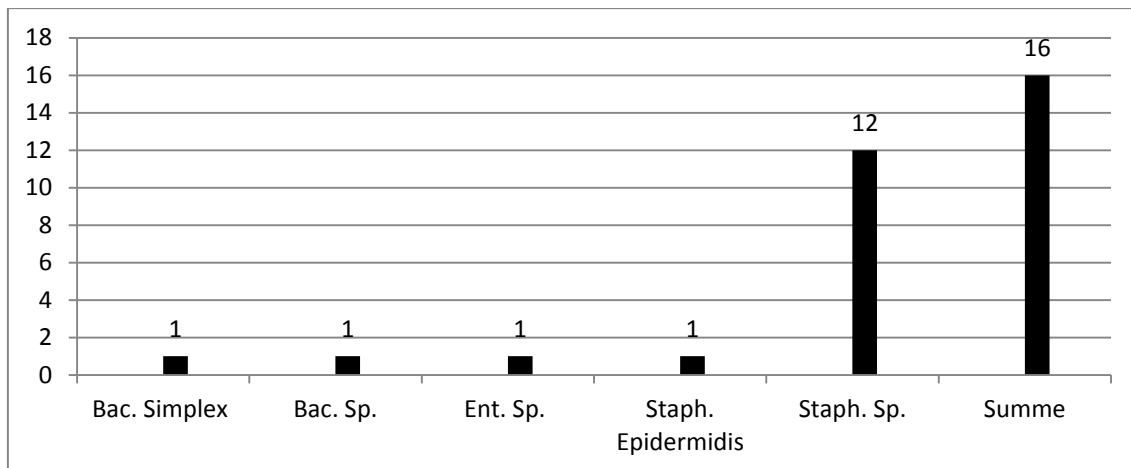


Abb. 6 - Einstichstellen

In der CHG-Pflastergruppe war lediglich ein Katheter sowohl an der Einstichstelle als auch an der Katheterspitze positiv auf das Vorhandensein mikrobieller Keime hin positiv untersucht worden. Die gefundenen Bakteriengattungen stimmten jedoch nicht überein.

Hinsichtlich der numerischen Anzahl gefundener Bakterienstämme an den Katheterspitzen und den Einstichstellen gab es zwischen den beiden Studiengruppen keinen signifikanten Unterschied ( $p = 0,64$ ). Auf die mutmaßliche Herkunft sowie Pathogenität der relevantesten Keime wird in der Diskussion ausführlich eingegangen.

#### 4.4. Anzahl und prozentualer Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen aller Katheterarten in beiden Gruppen

In der Folienpflastergruppe waren von insgesamt 165 untersuchten Einstichstellen 27 gerötet (16%). Von 158 begutachteten Einstichstellen in der CHG-Pflastergruppe waren 31 Einstichstellen gerötet (20%).

Hierbei bestand kein signifikanter Unterschied zwischen der Folienpflastergruppe und der CHG-Pflastergruppe ( $p = 0,45$ ). Die numerischen Häufigkeiten der geröteten und nicht geröteten Einstichstellen beider Gruppen sind grafisch dargestellt (Abb. 7 und Abb. 8).

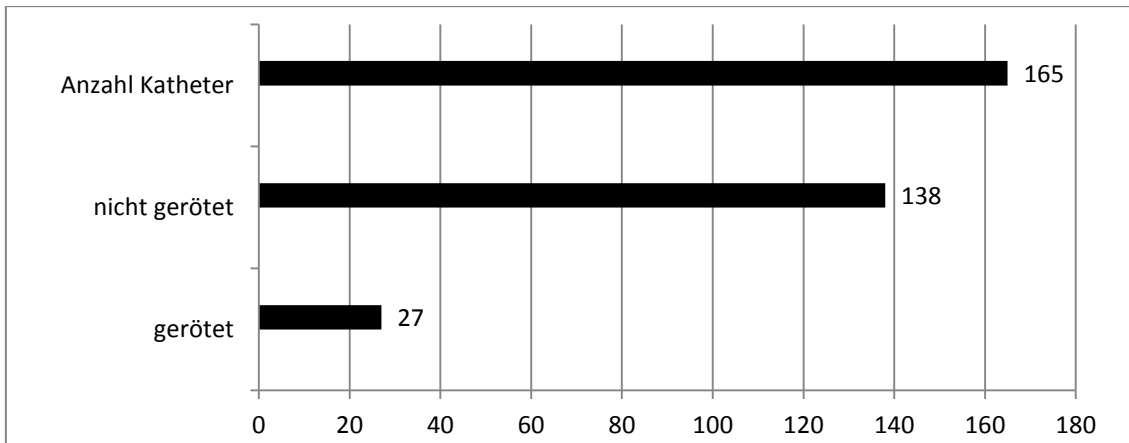


Abb. 7 - Folienpflastergruppe

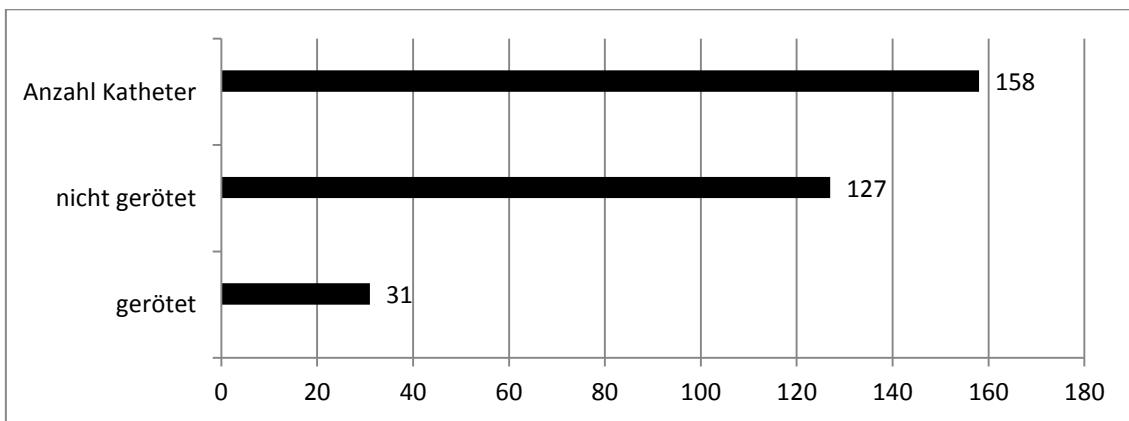


Abb. 8 - CHG-Pflastergruppe

#### 4.4.1. Positiver Mikrobiologiebefund der Katheterspitzen und der Einstichstellen bei Vorliegen einer geröteten Einstichstelle aller Katheter in beiden Gruppen

In beiden Gruppen wurde untersucht, ob bei Vorliegen einer geröteten Einstichstelle ein positiver Mikrobiologiebefund an der Katheterspitze und/oder an der Einstichstelle ermittelt wurde.

Bei den 27 geröteten Einstichstellen der Folienpflastergruppe wurden 9 mal mikrobielle Erreger an den Katheterspitzen gefunden (33%) sowie 15 mal an den Einstichstellen selbst (55%).

Im Vergleich dazu fanden sich bei 31 geröteten Einstichstellen der CHG-Pflastergruppe lediglich einmal ein positiver Mikrobiologiebefund (3%). An der Katheterspitze wurden bei Vorliegen einer geröteten Einstichstelle nie mikrobielle Erreger gefunden.

Dieses Ergebnis war sowohl an den Katheterspitzen ( $p = 0,0005$ ) als auch an den Einstichstellen ( $p < 0,001$ ) höchst signifikant.

Die Anzahl der positiven Mikrobiologiebefunde bei den Katheterspitzen und den Einstichstellen bei Vorliegen einer geröteten Einstichstelle ist in der folgenden Tabelle dargestellt (Tab. 14):

	<b>Folienpflastergruppe</b>	<b>CHG-Pflastergruppe</b>
<b>Anzahl gerötete Einstichstellen</b>	27	31
<b>Positiver Mikrobiologiebefund Einstichstelle</b>	15	1
<b>Positiver Mikrobiologiebefund Katheterspitze</b>	9	0

Tab. 14 - Vergleich beider Gruppen hinsichtlich positiver Mikrobiologiebefunde an den Einstichstellen und Katheterspitzen bei Vorliegen einer geröteten Einstichstelle

#### **4.4.2. Keimvorkommen bei geröteter Einstichstelle aller Katheterarten in beiden Gruppen**

Bei Vorliegen einer geröteten Einstichstelle und positivem Mikrobiologiebefund der Katheterspitze oder der Einstichstelle selbst wurden die vorkommenden mikrobiellen Erreger ermittelt.

Sowohl die Bakteriengattung als auch die numerische Häufigkeit des Auftretens sind für die Katheterspitzen und die Einstichstellen der Folienpflastergruppe in den folgenden beiden Tabellen angegeben (Tab. 15 und Tab. 16):

<b>Bakteriengattung</b>	<b>Numerische Häufigkeit</b>
Bacillus cereus	1
Enterobacter cloacae	1
Staphylococcus haemolyticus	1
Staphylococcus aureus	2
Staphylococcus hominis	2
Staphylococcus epidermidis	5
Staphylococcus sp.	5

Tab. 15 – Numerische Häufigkeit der Bakterienstämme an den Katheterspitzen der Folienpflastergruppe bei geröteter Einstichstelle

<b>Bakteriengattung</b>	<b>Numerische Häufigkeit</b>
Bacillus cereus	1
Enterobacter sp.	1
Staphylococcus hominis	1
Staphylococcus aureus	2
Staphylococcus epidermidis	5

Tab. 16 – Numerische Häufigkeit der Bakterienstämme an den Einstichstellen der Folienpflastergruppe bei geröteter Einstichstelle

Bei den 31 geröteten Einstichstellen in der CHG-Pflastergruppe gab es einen positiven Mikrobiologiebefund an den Einstichstellen selbst. Der gefundene Keim war Staphylococcus sp.

Einen positiven Mikrobiologiebefund an den Katheterspitzen gab es hingegen nicht.

Bezug nehmend auf die Anzahl der isolierten Bakterienstämme in beiden Studiengruppen war kein signifikanter Unterschied zwischen der Folienpflastergruppe und der CHG-Pflastergruppe ermittelbar ( $p = 0,26$ ).

#### **4.5. Putride Einstichstellen und vorkommende Bakterienstämme aller Katheter in beiden Gruppen**

In der Folienpflastergruppe war von 165 Einstichstellen keine der untersuchten Einstichstellen putride.

In der CHG-Pflastergruppe wurden von 158 Einstichstellen insgesamt 11 putride Einstichstellen verzeichnet (7%), die restlichen 147 Einstichstellen waren nicht putride (93%).

Die zu den putriden Einstichstellen gehörenden Mikrobiologiebefunde der Katheterspitzen und der Einstichstellen selbst waren jedoch alle negativ. Somit zeigte sich ein höchst signifikanter Unterschied zwischen den beiden Studiengruppen ( $p = 0,0006$ ).

Eine Alternative der Erklärung des putride imponierenden Sekretes ist, dass es sich um aus der Einstichstelle der Regionalanästhesiekatheter sezernierte Gewebsflüssigkeit in Kombination mit Resten des Gelpads des CHG-Pflasters handelt. Auf diesen Erklärungsansatz wird in der Diskussion der Ergebnisse sowie dem Ausblick näher eingegangen.

#### **4.6. Durchschnittliche Liegedauer aller Katheter beider Gruppen**

Die jeweilige Anzahl der Katheter mit der durchschnittlichen Liegedauer in Tagen (d) ist tabellarisch dargestellt (Tab. 17 und Tab. 18).

<b><u>Folienpflaster</u></b>	
Anzahl Katheter	165
Gesamtsumme (d)	916
durchschnittliche Liegedauer (d)	5,6

Tab. 17 – Durchschnittliche Liegedauer Folienpflastergruppe

<b>CHG - Pflastergruppe</b>	
Anzahl Katheter	158
Gesamtsumme (d)	761
durchschnittliche Liegedauer (d)	4,8

Tab. 18 - Durchschnittliche Liegedauer CHG-Pflastergruppe

Der Median der Liegedauer lag sowohl bei der Folienpflastergruppe als auch bei der CHG-Pflastergruppe bei 5 Tagen.

Hinsichtlich der Gesamtliegedauer und der durchschnittlichen Liegedauer aller untersuchten Katheter ergab sich zwischen den beiden Studiengruppen kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,94$ ).

#### **4.7. Prozentualer Anteil der vorzeitig gezogenen Katheter und der bis zum Ende der Schmerztherapie liegenden Katheter**

Bei der Folienpflastergruppe wurden von 165 Kathetern 48 Katheter vorzeitig gezogen, die restlichen 117 Katheter verblieben bis zum Ende der Therapie in situ. Somit sind 29% der Katheter vorzeitig- und 71% der Katheter regulär gezogen worden (Abb. 9).

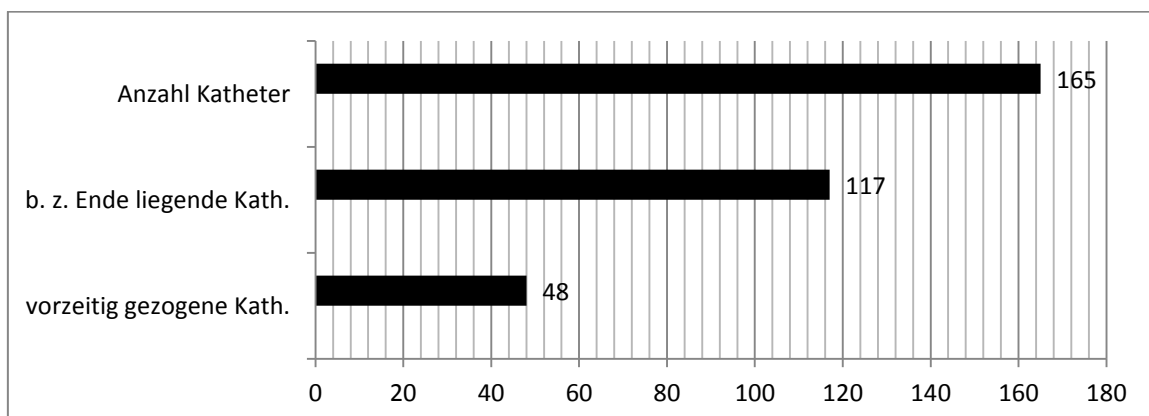


Abb. 9 - Folienpflastergruppe

In der CHG-Pflastergruppe verhielt es sich ähnlich. Hier wurden von 158 Kathetern 45 Katheter vorzeitig gezogen (28%), die übrigen 113 Katheter konnten bis zum Ende der postoperativen Schmerztherapie belassen werden (72%) (Abb. 10).

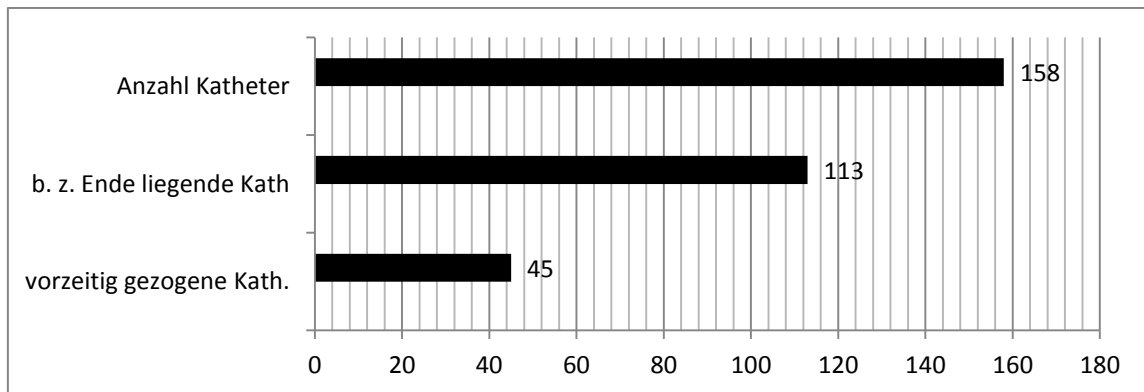


Abb. 10 - CHG - Pflastergruppe

Hinsichtlich der Signifikanz bezogen auf die Anzahl der vorzeitig gezogenen Schmerzkatheter und der bis zum Ende der postoperativen Schmerztherapie liegenden Katheter gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen der Folienpflastergruppe und der CHG-Pflastergruppe ( $p = 0,90$ ).

#### 4.7.1. Gründe für ein vorzeitiges Ziehen der Katheter

Bei manchen Patienten beider Studiengruppen war es erforderlich, den Regionalanästhesiekatheter zur postoperativen Schmerztherapie vorzeitig zu ziehen. Die Gründe für die vorzeitige Entfernung der Katheter waren in beiden Gruppen teilweise unterschiedlich.

Die absolute Häufigkeit der Gründe für die Folienpflastergruppe und die CHG-Pflastergruppe sind in den folgenden beiden Tabellen grafisch dargestellt (Tab. 19 und Tab. 20).

<b>Ursache</b>	<b>Häufigkeit</b>
Sturz	1
Akzidentielle Entfernung des Katheters	2
Heiserkeit	2
Kraftlosigkeit	2
Nässen des Katheters	2
Persistierende Schmerzen	2
Taubheit OP-Gebiet/andere Region	2
Blutige Einstichstelle	3
Anstehende Patientenentlassung	3
Patientenwunsch	7
Dislokation/Diskonnektion des Katheters	8
Gerötete Einstichstelle	17

Tab. 19 - Gründe für eine vorzeitige Katheterentfernung und numerische Häufigkeit derer in der Folienpflastergruppe

<b>Ursache</b>	<b>Häufigkeit</b>
Beinheberschwäche	1
Harnverhalt	1
Heiserkeit	1
Occlusionsalarm	1
Patientenentlassung	1
Phrenicusparese	1
Akzidentielle Entfernung des Katheters	2
Allerg. Reaktion auf die fixierende Naht	2
Druckschmerz an der Einstichstelle	2
Nässen des Katheters	3
Hornersyndrom	4
Unzureichende/ausbleibende Wirkung	4
Gerötete Einstichstelle	5
Dislokation/Diskonnektion des Katheters	6
Patientenwunsch	9
Putride Einstichstelle	11

Tab. 20 - Gründe für eine vorzeitige Katheterentfernung und numerische Häufigkeit derer in der CHG-Pflastergruppe



## 4.8. Vergleich der jeweiligen Unterarten von Regionalanästhesiekathetern der beiden Gruppen

Die bis jetzt erhobenen Ergebnisse resultieren aus einem Vergleich der Gesamtheit aller Katheter beider Gruppen hinsichtlich der definierten Haupt- und Nebenfragestellungen dieser Studie.

Um die einzelnen Untergruppen der Regionalanästhesiekatheter besser miteinander vergleichen- und die Ergebnisse besser interpretieren zu können, folgen nun die Ergebnisse für folgende Katheterarten:

- Femoraliskatheter
- Ischiadicuskatheter
- Interskalenäre Katheter (ISK = Winnie)
- Periduralkatheter (PDK)
- Plexus-Axillaris-Katheter (AxPlex)
- Ventral-infraklavikuläre Plexus-Brachialis-Blockade Katheter (VIP)

Bei diesen Ergebnissen wird das Hauptaugenmerk auf die Hauptfragestellungen und evtl. auftretende auffällige Gesichtspunkte gerichtet.

### 4.8.1. Femoraliskatheter

#### 4.8.1.1. Anzahl und prozentualer Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen

Die Anzahl sowie der prozentuale Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen in der Folienpflastergruppe und der CHG-Pflastergruppe sind in der folgenden Tabelle dargestellt (Tab. 21).

	Folienpflastergruppe	CHG-Pflastergruppe
<b>Gerötete Einstichstellen</b>	9 (25%)	4 (13%)
<b>Nicht gerötete Einstichstellen</b>	27 (75%)	27 (87%)
<b>Summe</b>	36	31

Tab. 21 - Anzahl und prozentualer Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen der Femoraliskatheter

Zwischen den beiden Gruppen zeigte sich hinsichtlich des Auftretens einer geröteten oder nicht geröteten ESS kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,21$ ).

#### **4.8.1.2. Anzahl und prozentualer Anteil positiver und negativer Mikrobiologiebefunde bei geröteter Einstichstelle**

In der folgenden Tabelle sind sowohl die Anzahl als auch der prozentuale Anteil positiver und negativer Keimnachweise bei Auftreten einer geröteten Einstichstelle dargestellt (Tab. 22).

	<b>Folienpflastergruppe</b>	<b>CHG-Pflastergruppe</b>
<b>Positiver Keimnachweis</b>	5 (56%)	0
<b>Negativer Keimnachweis</b>	4 (44%)	4

Tab. 22 - Anzahl und prozentualer Anteil positiver und negativer Keimnachweise bei geröteter Einstichstelle

In Bezug auf das Vorliegen positiver Mikrobiologiebefunde bei einer geröteten Einstichstelle lag zwischen den beiden Gruppen ebenfalls kein signifikanter Unterschied vor ( $p = 0,57$ ).

#### **4.8.1.3. Anzahl und Gattung der gefundenen Bakterienstämme bei geröteter Einstichstelle an den Katheterspitze und den Einstichstellen**

In der Folienpflastergruppe fanden sich bei geröteter Einstichstelle die folgenden Keime an den Katheterspitzen: *Bacillus cereus* (1x), *Staphylococcus aureus* (2x) und *Staphylococcus epidermidis* (3x). An den Einstichstellen wurden bei einer Rötung ebenfalls mikrobielle Erreger gefunden. Diese waren *Bacillus cereus*, *Staphylococcus hominis* (jeweils 1x), *Staphylococcus aureus* (2x) und *Staphylococcus epidermidis* (3x).

Die Mikrobiologiebefunde bei einer Rötung der Einstichstelle in der CHG-Pflastergruppe waren allesamt sowohl an den Katheterspitzen als auch an den Einstichstellen selbst negativ, somit wurden keine Keime gefunden.

#### **4.8.1.4. Vorzeitiges Therapieende sowie dessen Ursachen**

Von 36 gelegten Femoraliskathetern in der Folienpflastergruppe wurden 15 Katheter vorzeitig gezogen (42%), 21 Katheter verblieben bis zum Ende der postoperativen Schmerztherapie in situ (58%). Bei den Patienten der CHG-Pflastergruppe wurden von 31 gelegten Femoraliskathetern 13 Katheter vor dem Ende der Therapie gezogen (42%), 18 Femoraliskatheter lagen bis zum Ende (58%).

Hinsichtlich der Anzahl der vorzeitig gezogenen Femoraliskatheter und der bis zum Ende der postoperativen Schmerztherapie liegenden Katheter zeigte sich zwischen der Folienpflastergruppe und der CHG-Pflastergruppe ein hoch signifikanter Unterschied ( $p = 0,01$ ).

Die häufigsten Gründe für eine vorzeitige Entfernung der Femoraliskatheter und somit ein vorzeitiges Ende der postoperativen Schmerztherapie waren Dislokation oder Diskonnektion des Katheters, eine Rötung der Einstichstelle, eine akzidentielle Entfernung durch den Patienten selbst, der Wunsch des Patienten nach Entfernung des Katheters, die Patientenentlassung vor dem regulären Ende der Schmerztherapie, sowie Schmerzen oder anderweitige Probleme wie Parästhesien, Nässen des Katheters, eine unzureichende oder nicht vorhandene Analgesie oder bspw. Schwächen der Muskulatur im Sinne einer Beinhebeschwäche oder der Oberschenkelextensoren.

Die numerische Häufigkeit der Gründe für eine vorzeitige Entfernung eines Katheters sowohl für die Folienpflastergruppe als auch für die CHG-Pflastergruppe ist in grafischer Form dargestellt (Abb. 11).

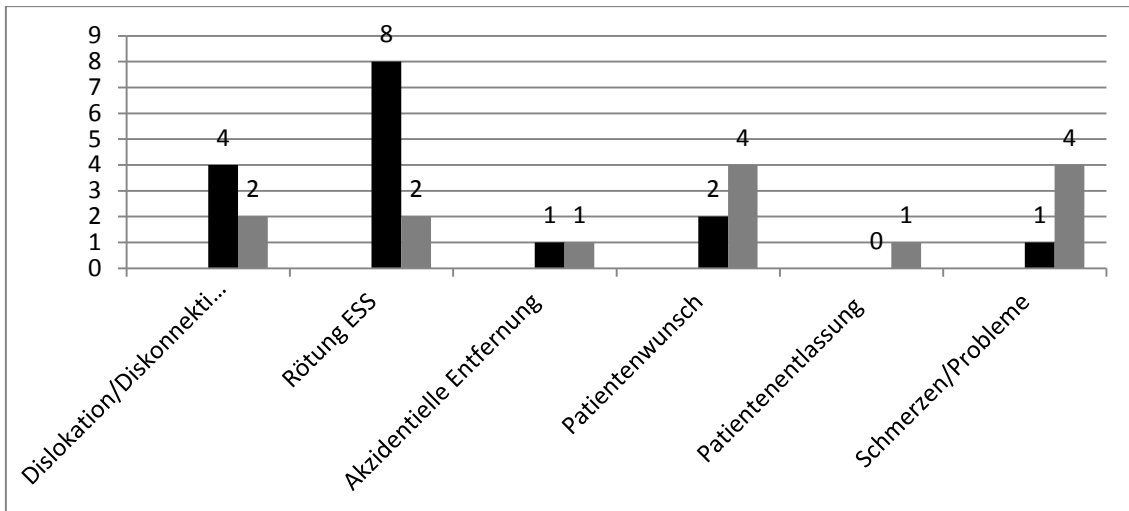


Abb. 11 - schwarz: Folienpflaster, grau: CHG

## 4.8.2. Ischiadicuskatheter

### 4.8.2.1. Anzahl und prozentualer Anteil geröteter und nicht geröteter

#### Einstichstellen

Die Anzahl und der prozentuale Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen bei den Ischiadicuskathetern beider Gruppen sind in der folgenden Tabelle dargestellt (Tab. 23).

	Folienpflastergruppe	CHG-Pflastergruppe
<b>Gerötete Einstichstellen</b>	7 (29%)	5 (25%)
<b>Nicht gerötete Einstichstellen</b>	17 (81%)	15 (75%)
<b>Summe</b>	24	20

Tab. 23 - Anzahl und prozentualer Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen der Ischiadicuskatheter

Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen hinsichtlich des Auftretens von geröteten ESS ( $p = 0,76$ ).

#### **4.8.2.2. Anzahl und prozentualer Anteil positiver und negativer Mikrobiologiebefunde bei geröteter Einstichstelle**

In der nächsten Tabelle sind die die Anzahl und der prozentuale Anteil positiver und negativer Keimnachweise bei Auftreten einer geröteten Einstichstelle festgehalten (Tab. 24).

	<b>Folienpflastergruppe</b>	<b>CHG-Pflastergruppe</b>
<b>Positiver Keimnachweis</b>	4 (57%)	0
<b>Negativer Keimnachweis</b>	3 (43%)	5

Tab. 24 - Anzahl und prozentualer Anteil positiver und negativer Keimnachweise bei geröteter Einstichstelle

Es bestand im Vorliegen eines positiven Mikrobiologiebefundes bei einer geröteten Einstichstelle ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zu Gunsten der CHG-Pflastergruppe ( $p = 0,04$ ). Hier waren alle mikrobiologischen Befunde bei einer geröteten Einstichstelle negativ.

#### **4.8.2.3. Anzahl und Gattung der gefundenen Bakterienstämme bei geröteter Einstichstelle an den Katheterspitzen und den Einstichstellen**

Bei geröteter Einstichstelle und positivem Mikrobiologiebefund wurde bei der Folienpflastergruppe an den Katheterspitzen die Bakteriengattung *Enterobacter* sp. 1 mal gefunden, an den Einstichstellen waren die nachgewiesenen Keime *Enterobacter cloacae*, *Staphylococcus haemolyticus* (jeweils 1x) und *Staphylococcus* sp. (2x).

Da bei den geröteten Einstichstellen der CHG-Pflastergruppe alle Mikrobiologiebefunde sowohl hinsichtlich der Katheterspitzen als auch der Einstichstellen selbst negativ waren wurden hier folglich keine Bakterienstämme nachgewiesen.

#### 4.8.2.4. Vorzeitiges Therapieende sowie dessen Ursachen

Von den 24 Ischiadicuskathetern in der Folienpflastergruppe wurden jeweils 12 Katheter vorzeitig- und 12 Katheter wurden am regulären Ende der postoperativen Schmerztherapie gezogen.

Bei den 20 gelegten Ischiadicuskathetern der CHG-Pflastergruppe wurden 11 Katheter vor dem Ende der Schmerztherapie gezogen (55%), die restlichen 9 Katheter konnten bis zum Ende der Schmerztherapie im Patienten verbleiben (45%).

Bezug nehmend auf die vorzeitig gezogenen Katheter und die Katheter, die bis zum Ende der Therapie ins situ verblieben, gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen der Folienpflastergruppe und der CHG-Pflastergruppe ( $p = 0,74$ ).

Die häufigsten Gründe für eine vorzeitige Entfernung der Ischiadicuskatheter und somit ein vorzeitiges Ende der postoperativen Schmerztherapie waren Dislokation oder Diskonnektion des Katheters, eine Rötung der Einstichstelle, eine akzidentielle Entfernung durch den Patienten selbst sowie der Wunsch des Patienten nach Entfernung des Katheters. Die Patientenentlassung vor dem regulären Ende der Schmerztherapie sowie persistierende Schmerzen im Operationsgebiet oder anderweitige Probleme wie Parästhesien, Nässen des Katheters, eine unzureichende oder nicht vorhandene Analgesie oder bspw. Schwächen der Muskulatur im Sinne einer Schwäche der Oberschenkel Flexoren waren keine Gründe für eine vorzeitige Entfernung eines Ischiadicuskatheters.

Die numerische Häufigkeit sowohl für die Folienpflastergruppe als auch für die CHG-Pflastergruppe ist in grafischer Form dargestellt (Abb. 12).

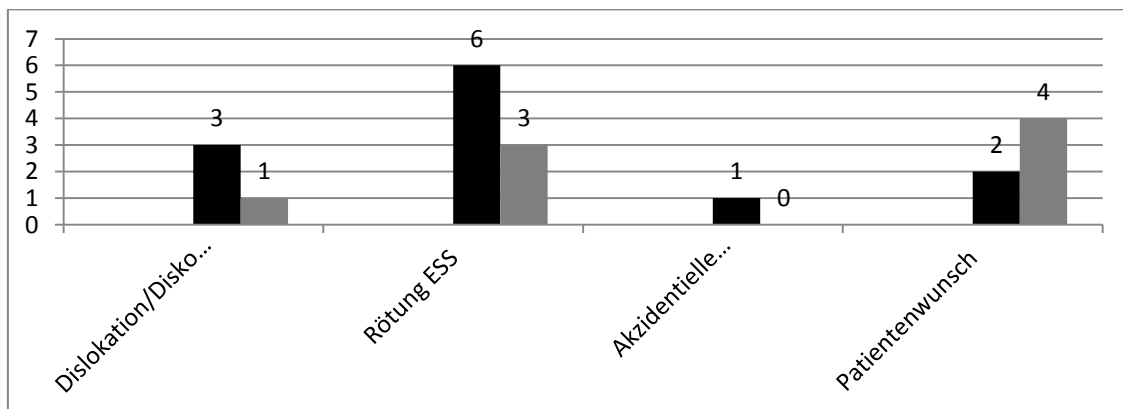


Abb. 12 - schwarz: Folienpflaster, grau: CHG

### 4.8.3. Interskalenäre Katheter (ISK = Winnie)

#### 4.8.3.1. Anzahl und prozentualer Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen

Die Anzahl und der prozentuale Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen bei den interskalenären Kathetern beider Gruppen sind in tabellarischer Form aufgeführt (Tab. 25).

	<b>Folienpflastergruppe</b>	<b>CHG-Pflastergruppe</b>
<b>Gerötete Einstichstellen</b>	1 (2%)	1 (2%)
<b>Nicht gerötete Einstichstellen</b>	41 (98%)	48 (98%)
<b>Summe</b>	42	49

Tab. 25 - Anzahl und prozentualer Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen der interskalenären Katheter

Hinsichtlich des Auftretens einer Rötung der Einstichstelle eines interskalenären Katheters in beiden Studiengruppen ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ( $p = 0,91$ ).

#### 4.8.3.2. Anzahl und prozentualer Anteil positiver und negativer Mikrobiologiebefunde bei geröteter Einstichstelle

Der prozentuale Anteil sowie die Anzahl der positiven und negativen Keimnachweise bei einer geröteten Einstichstelle sind in der folgenden Tabelle dargestellt (Tab. 26).

	<b>Folienpflastergruppe</b>	<b>CHG-Pflastergruppe</b>
<b>Positiver Keimnachweis</b>	1	0
<b>Negativer Keimnachweis</b>	0	1

Tab. 26 - Anzahl und prozentualer Anteil positiver und negativer Keimnachweise bei geröteter Einstichstelle

In Bezug auf das Vorliegen eines positiven Mikrobiologiebefundes bei einer geröteten Einstichstelle zeigte sich zwischen der Folienpflastergruppe und der CHG-Pflastergruppe kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,16$ ).

#### **4.8.3.3. Anzahl und Gattung der gefundenen Bakterienstämme bei geröteter Einstichstelle an den Katheterspitzen und den Einstichstellen**

In dem positiven Mikrobiologiebefund bei der einzigen geröteten Einstichstelle in der Folienpflastergruppe mit einem ISK wurde an der Katheterspitze keine Bakteriengattung nachgewiesen. An der Einstichstelle selbst wurde *Staphylococcus epidermidis* isoliert.

Bei der einzig geröteten Einstichstelle in der CHG-Pflastergruppe war der Mikrobiologiebefund sowohl an der Katheterspitze als auch an der Einstichstelle negativ, somit wurden keine Bakteriengattungen nachgewiesen.

#### **4.8.3.4. Vorzeitiges Therapieende sowie dessen Ursachen**

Bei den ISK der Folienpflastergruppe mussten von 42 gelegten ISK 12 Katheter vorzeitig entfernt werden (29%), die übrigen 30 Katheter konnten bis zum Ende der Therapie im Patienten verbleiben (71%). In der CHG-Pflastergruppe mussten 11 Katheter vor dem regulären Ende der Therapie gezogen werden (23%). Bei den restlichen 38 Kathetern konnte bis zum Ende der postoperativen Schmerztherapie abgewartet werden (77%).

Zwischen der Folienpflastergruppe und der CHG-Pflastergruppe zeigte sich in Bezug auf das vorzeitige oder nicht vorzeitige Ende der postoperativen Schmerztherapie mit Hilfe eines interskalenären Katheters kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,50$ ).

Die häufigsten Gründe für eine vorzeitige Entfernung der ISK und somit ein vorzeitiges Ende der postoperativen Schmerztherapie waren Dislokation oder Diskonnektion des Katheters, eine Rötung der Einstichstelle, eine akzidentielle Entfernung durch den Patienten selbst, der Wunsch des Patienten nach Entfernung des Katheters, die Patientenentlassung vor dem regulären Ende der Schmerztherapie sowie Schmerzen oder anderweitige Probleme wie Parästhesien, Nässen des Katheters, eine



unzureichende oder nicht vorhandene Analgesie oder bspw. Taubheit des ipsilateralen Ohres oder der ipsilateralen Gesichtshälfte oder ein Horner-Syndrom.

Die numerische Häufigkeit der Ursachen für ein vorzeitiges Therapieende sowohl für die Folienpflastergruppe als auch für die CHG-Pflastergruppe ist in grafischer Form dargestellt (Abb. 13).

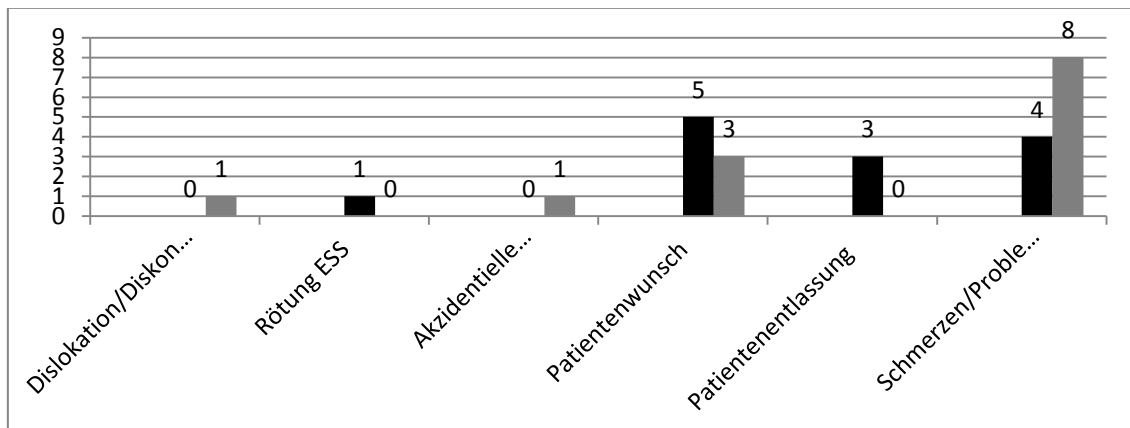


Abb. 13 - schwarz: Folienpflaster, grau: CHG

#### 4.8.4. Periduralkatheter (PDK)

##### 4.8.4.1. Anzahl und prozentualer Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen

In der folgenden Tabelle sind die Anzahl und der prozentuale Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen bei den periduralen Kathetern beider Studiengruppen aufgeführt (Tab. 27).

	Folienpflastergruppe	CHG-Pflastergruppe
<b>Gerötete Einstichstellen</b>	10 (17%)	22 (39%)
<b>Nicht gerötete Einstichstellen</b>	49 (83%)	34 (61%)
<b>Summe</b>	59	56

Tab. 27 - Anzahl und prozentualer Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen der periduralen Katheter

Es gab eine Signifikanz beim Auftreten von geröteten oder nicht geröteten Einstichstellen zwischen den beiden Studiengruppen ( $p = 0,01$ ).

#### **4.8.3.2. Anzahl und prozentualer Anteil positiver und negativer Mikrobiologiebefunde bei geröteter Einstichstelle**

Der prozentuale Anteil sowie die Anzahl der positiven und negativen Keimnachweise bei einer geröteten Einstichstelle sind in der folgenden Tabelle dargestellt (Tab. 28).

	<b>Folienpflastergruppe</b>	<b>CHG-Pflastergruppe</b>
<b>Positiver Keimnachweis</b>	4 (40%)	1 (5%)
<b>Negativer Keimnachweis</b>	6 (60%)	21 (95%)

Tab. 28 - Anzahl und prozentualer Anteil positiver und negativer Keimnachweise bei geröteter Einstichstelle

In Bezug auf das Vorliegen eines positiven oder negativen Keimnachweises bei einer geröteten Einstichstelle ergab sich zwischen der Folienpflastergruppe und der CHG-Pflastergruppe ein signifikanter Unterschied ( $p = 0,01$ ).

#### **4.8.4.3. Anzahl und Gattung der gefundenen Bakterienstämme bei geröteter Einstichstelle an den Katheterspitzen und Einstichstellen**

Bei den zehn geröteten Einstichstellen, bei denen in vier Fällen ein positiver Mikrobiologiebefund erhoben wurde, wurden in der Folienpflastergruppe an den Katheterspitzen die Bakteriengattungen *Staphylococcus hominis* (1x) und *Staphylococcus epidermidis* (2x) nachgewiesen. In den Abstrichen der Einstichstellen fanden sich die Bakterienstämme *Staphylococcus hominis*, *Staphylococcus sp.* (jeweils 1x) sowie *Staphylococcus epidermidis* (4x).

In der CHG-Pflastergruppe war trotz 22 geröteter Einstichstellen nur ein Mikrobiologiebefund positiv, in dem an der Katheterspitze kein Bakterienstamm und an der Einstichstelle lediglich Staphylococcus sp. (1x) isoliert wurde.

#### 4.8.4.4. Vorzeitiges Therapieende sowie dessen Ursachen

In der Folienpflastergruppe wurden von 59 gelegten PDK vor Therapieende 8 PDK entfernt (14%). Die restlichen 51 PDK verblieben bis zum Ende der postoperativen Schmerztherapie im Patienten (86%).

Von den 56 in der CHG-Pflastergruppe gelegten PDK wurden 17 vorzeitig gezogen (30%). Bis zum Ende der Therapie verblieben somit 39 PDK (70%).

Hier lag ein signifikanter Unterschied zwischen der Folienpflastergruppe und der CHG-Pflastergruppe vor ( $p = 0,03$ ).

Die häufigsten Gründe für eine vorzeitige Entfernung der PDK und somit ein vorzeitiges Ende der postoperativen Schmerztherapie waren Dislokation oder Diskonnektion des Katheters, eine Rötung der Einstichstelle sowie Schmerzen im Bereich des Operationsgebietes oder anderweitige Probleme wie Parästhesien in Dermatomen, Nässen des Katheters sowie eine unzureichende oder nicht vorhandene Analgesie. Der Wunsch des Patienten nach Entfernung des Katheters oder eine anstehende Patientenentlassung waren hingegen keine der Gründe für ein vorzeitiges Ziehen eines periduralen Katheters.

Die numerische Häufigkeit sowohl für die Folienpflastergruppe als auch für die CHG-Pflastergruppe ist in grafischer Form dargestellt (Abb. 14).

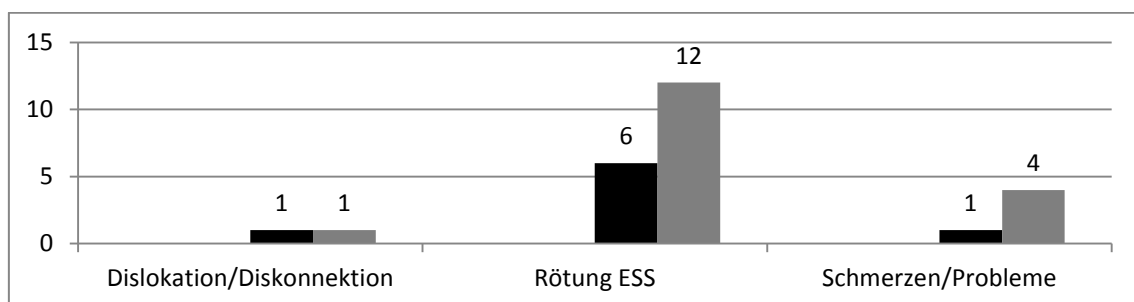


Abb. 14 - schwarz: Folienpflaster, grau: CHG

#### **4.8.5. Plexus-Axillaris-Katheter**

Bei den Plexus-Axillaris-Kathetern waren die beiden Studiengruppen sehr klein. In der Folienpflastergruppe wurden nur 3 Katheter untersucht, in der CHG-Pflastergruppe war es lediglich ein Katheter. Auf Grund dieser sehr kleinen Anzahl von Kathetern ist eine hinsichtlich Ihrer Signifikanz verwertbare und wissenschaftlich nachvollziehbare Auswertung somit nicht möglich. In der Diskussion wird auf diese Problematik näher eingegangen.

#### **4.8.6. Ventral-infraklavikuläre Plexus-Brachialis-Blockade Katheter (VIP)**

Analog zur Studiengruppe der Plexus-Axillaris-Katheter sind hier die Folienpflastergruppe und die CHG-Pflaster mit jeweils nur einem VIP viel zu klein, um relevante Ergebnisse zu liefern. Diese wären in Bezug auf die Signifikanz ebenfalls nicht statistisch fundiert auswertbar. Auch diese Tatsache wird in der Diskussion näher erläutert.

Auf die möglichen Erklärungsansätze für eine geringere oder häufigere Kontamination bei Vorliegen einer geröteten Einstichstelle der unterschiedlichen Katheterarten, gerade auch im Hinblick auf die hygienische Situation der verschiedenen Lokalisationen, wird am Ende der Diskussion näher eingegangen.

### **5. Diskussion**

Heutzutage ist es üblich, Regionalanästhesiekatheter nach Operationen zur Schmerztherapie zu verwenden. Da diese sogenannten Schmerzkatheter einen Fremdkörper darstellen, ist es möglich, dass es zu einer Fremdkörperreaktion kommt. Diese kann sich in persistierenden Schmerzen im Operationsgebiet oder der Einstichstelle des Schmerzkatheters, einer Schwellung, nachlassender oder ausbleibender analgetischer Wirkung oder in der Ausbildung einer geröteten oder gar putriden Einstichstelle des Katheters manifestieren. Häufig sind hierbei auch Bakterien der residenten und transienten Hautflora sowie fakultativ pathogene Keime für eine Kolonisation und im schlimmsten Falle für eine Infektion des Regionalanästhesiekatheters verantwortlich.

Die o.a. Komplikationen in der postoperativen Schmerztherapie mit Hilfe eines Regionalanästhesiekatheters kann ein vorzeitiges Entfernen und somit folgend eine

schlechtere postoperative Analgesie des Patienten, eine spätere Mobilisation oder Rehabilitation, sowie größere Mengen an oralen Analgetika zur Folge haben.

## **5.1. Eigene Ergebnisse und der Vergleich mit anderen Studien**

### **5.1.1. Eigene Ergebnisse von der Gesamtheit aller Katheter**

In der Studie wurde die Wirkung eines mit Chlorhexidingluconat benetzten Pflasters (158 Regionalanästhesiekatheter von 146 Patienten) mit einem normalen Folienpflaster (165 Regionalanästhesiekatheter von 149 Patienten) verglichen.

Auf Grund der antimikrobiellen Wirkung des Chlorhexidingluconats wurden sowohl an den Katheterspitzen als auch an den Einstichstellen in der CHG-Pflastergruppe weniger mikrobielle Keime nachgewiesen. Das Bakterienwachstum war gehemmt oder gar nicht mehr möglich. Schon Capdevila et al. fanden heraus, dass lokale antiseptische Maßnahmen zu einer Reduktion der Kolonisation und einer evtl. folgenden Infektion von peripheren Regionalanästhesiekathetern führen, diese waren bspw. das Anlegen von sterilen Handschuhen bei der Begutachtung der Katheter oder die chirurgische Hautdesinfektion ([51]). Somit sind die in dieser Studie erhaltenen Ergebnisse vergleichbar mit früher durchgeführten Untersuchungen.

Die an den Katheterspitzen und den Einstichstellen der Folienpflastergruppe am häufigsten, von den insgesamt 12 gefundenen Bakterienstämmen an den Katheterspitzen und den insgesamt 17 gefundenen Bakterienstämmen an den Einstichstellen, vorkommenden Keime waren jeweils *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus haemolyticus* und *Staphylococcus sp.* Gerade hinsichtlich der Häufigkeit des Auftretens von *Staphylococcus epidermidis* war dies vorherzusehen, da dies einer der typischsten Keime für eine Katheterinfektion ist ([72]). In der CHG-Pflastergruppe waren es weitaus weniger verschiedene Bakterienstämme, die gefunden wurden. An den Katheterspitzen und den Einstichstellen waren es jeweils insgesamt 5 unterschiedliche Gattungen, auch hier waren *Staphylococcus epidermidis* und *Staphylococcus haemolyticus* sowie *Staphylococcus sp.* die am häufigsten nachgewiesenen Keime. Die Tatsache, dass in der CHG-Pflastergruppe weitaus weniger verschiedene Bakteriengattungen gefunden worden sind, auf die erwartete hemmende und das Bakterienwachstum verhindernde Wirkung des Chlorhexidingluconats zurückzuführen.

In anderen Studien wurde ebenfalls schon nachgewiesen, dass *Staphylococcus epidermidis* mit einer der Hauptkeime für eine Katheterinfektion ist ([3], [37], [58], [69]).

Die Gesamtzahl der untersuchten Katheter (KA), sowie die Katheter, die mikrobiologisch untersucht wurden mit positivem Ergebnis in der Kultur (K+) und deren Kolonisationsrate (KR) ist in der folgenden Tabelle angegeben. Zusätzlich enthält die Tabelle den prozentualen Anteil des nachgewiesenen *Staphylococcus epidermidis* (SE) ([3], [37], [58], [69]) (Tab. 29).

<b>ST</b>	<b>Capdevila (2005)</b>	<b>Gasparini (2008)</b>	<b>Morin (2005)</b>	<b>Neuburger (2007)</b>
<b>KA</b>	1416	398	198	1716
<b>K+</b>	969	280	198	169
<b>KR</b>	29%	9%	24%	k.A.
<b>SE</b>	63%	45%	61%	42%

Tab. 29 - Ergebnisse anderer Studien bzgl. aller Katheterarten

Die in dieser Studie erzielten Ergebnisse stimmen mit den Ergebnissen der o.a. Studien überein. So wurde in der Folienpflastergruppe an den Einstichstellen in 18% der Fälle- und an den Katheterspitzen in 35% der Fälle *Staphylococcus epidermidis* gefunden. In der CHG-Pflastergruppe waren es 6% an den Einstichstellen und 33% an den Katheterspitzen. Gerade die geringe Häufigkeit dieser Bakteriengattung an den Einstichstellen der CHG-Pflastergruppe lässt sich auf die Wirkung des Chlorhexidingluconats zurückführen. Neben *Staphylococcus epidermidis* wurde ebenfalls häufig *Staphylococcus sp.*, ein weiterer Vertreter der koagulase-negativen Staphylokokken, nachgewiesen.

Die Ansicht, dass *Staphylococcus epidermidis* ein harmloser Keim ist, ist weit verbreitet. *Staphylococcus epidermidis* gehört zur residenten Hautflora - somit kommt dieser Keim physiologischerweise auf der menschlichen Haut vor. Dies bedeutet jedoch nicht, dass dieses Bakterium ungefährlich ist, denn diese Bakteriengattung hat eine hohe fakultative Pathogenität, gerade auch bei Menschen, deren Immunsystem geschwächt ist. Das hat zur Folge, dass *Staphylococcus epidermidis* an einem für diesen Keim falschen Ort Infektionen hervorrufen kann. Unter anderem siedelt sich *Staphylococcus epidermidis* an Kunststoffoberflächen an, was in letzter Konsequenz zu einer sogenannten Plastik- oder Katheterinfektion führen kann. Der schlimmste Fall,

der aus einem solchen Vorkommnis entstehen kann, ist eine Bakteriämie, die sich bei schwachen, älteren oder immuninkompetenten Patienten schnell zu einer Sepsis ausweiten kann. Somit ist *Staphylococcus epidermidis* ein gutes Beispiel für einen normal harmlosen und physiologischen Hautkeim, der bei einer Verschleppung in tiefere Gewebeschichten durch die Punktion der Haut bei der Anlage eines Regionalanästhesiekatheters zu schweren Infektionen und Krankheitsbildern führen kann.

Bei einer Rötung der Einstichstelle unter dem CHG-Pflaster handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nur um eine Fremdkörperreaktion und es ist zudem unwahrscheinlich, dass sich Bakterienstämme an der Einstichstelle selbst oder der Katheterspitze des jeweilig liegenden Katheters befinden. Dies ist durch die weniger häufigen positiven Keimnachweise bei Vorliegen einer geröteten Einstichstelle in der CHG-Pflastergruppe im Vergleich zur Folienpflastergruppe eindeutig belegt.

Dieses Ergebnis unterstreicht auch das ermittelte Vorkommen der verschiedenen Bakteriengattungen. An den Katheterspitzen der Folienpflastergruppe wurden sieben verschiedene Stämme gefunden, an den Einstichstellen fünf unterschiedliche Bakteriengattungen. Hier war jeweils wieder der typische Katheterinfektionskeim *Staphylococcus epidermidis* am häufigsten nachgewiesen worden. In der CHG-Pflastergruppe wurde nur einmal *Staphylococcus sp.* an einer geröteten Einstichstelle gefunden, die Mikrobiologiebefunde der Katheterspitze waren allesamt negativ.

Hier bleibt festzuhalten, dass die gefundenen Keime als fakultativ pathogen zu deuten sind. Sie sind Bestandteil der normalen Hautflora. Fakultativ pathogen bedeutet, dass die Bakterien in der Lage sind, Infektionen oder Erkrankungen hervorzurufen, wenn sie nicht mehr an ihrer physiologischen Lage oder ihrem physiologischen Milieu sind. Dies ist gerade beim *Staphylococcus epidermidis* hinsichtlich einer Katheterinfektion wichtig. Wenn dieser Keim durch das Legen des Regionalanästhesiekatheters in die Tiefe des Gewebes verschleppt wird und sich dort ausbreitet, ist es möglich, dass es zu einer Kolonisation des Katheters und im schlimmsten Falle zu einer Katheterinfektion kommt.

Solche lokalen Symptome wie Rötung, Schwellung und Überwärmung waren auch schon früher bekannt und wurden im Rahmen diverser Studien untersucht ([3], [51], [13], [69]). Somit stimmen die in dieser Studie ermittelten Daten mit älteren Forschungsergebnissen überein.

In vielen Studien wurde ebenfalls postuliert, dass eine lange Liegedauer eines Regionalanästhesiekatheters mit einem erhöhten Risiko einer bakteriellen Kolonisation

der Regionalanästhesiekatheter einhergeht und durchaus in einer Infektion münden kann ([66], [3], [51]).

In der hier durchgeführten Studie verhielt es sich ähnlich. Bei 25% aller Katheter der Folienpflastergruppe konnte eine bakterielle Kolonisation entweder der Einstichstelle oder der Katheterspitze bzw. der Einstichstelle und der Katheterspitze nachgewiesen werden, wenn die Regionalanästhesiekatheter einen bis zwölf Tage länger als die mediane Liegedauer von fünf Tagen in situ verblieben sind.

Dies war so in der CHG-Pflastergruppe ebenfalls zu beobachten, jedoch war ein Keimnachweis an der Einstichstelle und/oder der Katheterspitze nur in 13% aller Katheter möglich, die die mediane Liegedauer von ebenfalls fünf Tagen um einen bis acht Tage überschritten. Dies kann auf die antimikrobielle Langzeitwirkung des Chlorhexidingluconats zurückgeführt werden.

In der CHG-Pflastergruppe waren elf Einstichstellen putride, in der Folienpflastergruppe hingegen keine. Die zu den putriden Einstichstellen der CHG-Pflastergruppe gehörenden Mikrobiologiebefunde waren jedoch sowohl in Bezug auf die Einstichstelle selbst als auch auf die Katheterspitzen allesamt negativ. Ein möglicher Erklärungsansatz wäre, dass es sich evtl. um eine allergische Reaktion auf das Chlorhexidingluconat im Gekissen des Pflasters handelt ([36]). Dieser Erklärungsansatz ist aber auf Grund der sehr geringen Fallzahl nicht sicher zu attestieren und erfordert mit Sicherheit noch weitere Untersuchungen. Als weitere Erklärungsmöglichkeit bietet sich an, dass es sich bei als putridem Sekret deklarerter Flüssigkeit um Gewebsflüssigkeit handelte, die sich mit Resten des Gelpads, die nach der Entfernung des Pflasters an der Einstichstelle des Regionalanästhesiekatheters verblieben sind, vermischt hat.

Des Weiteren kann es bei der Verwendung von Chlorhexidingluconat als lokales Hautantiseptikum durchaus zu einer Hauterosion kommen. Dies bedeutet, dass sich Epithelschichten der Haut voneinander ablösen. Über diese Genese des putriden Sekrets wird aber eher bei Kindern unter 2 Monaten berichtet und ist somit bei Erwachsenen eher unwahrscheinlich ([78]).

Auf die drei möglichen Erklärungsansätze wird im Abschnitt "Ausblick" der Zusammenfassung nochmals näher eingegangen.

Hinsichtlich der Gesamtliegedauer und der durchschnittlichen Liegedauer der Regionalanästhesiekatheter bietet das CHG-Pflaster keinen Vorteil. Somit verbleibt ein



Katheter weder kürzer, noch gleich lang oder gar länger unter dem CHG-Pflaster in situ.

Die vier häufigsten Gründe für ein vorzeitiges Entfernen eines Schmerzkatheters in der Folienpflastergruppe waren eine gerötete Einstichstelle, eine Dislokation oder Diskonnektion des Katheters sowie der Wunsch des Patienten nach der Entfernung des Katheters oder die anstehende Patientenentlassung vor dem regulären Ende der Schmerztherapie. In der CHG-Pflastergruppe waren die vier häufigsten Gründe das Vorliegen einer vermeintlich putriden Einstichstelle, der Wunsch des Patienten, eine Dislokation oder Diskonnektion des Katheters sowie das Auftreten einer geröteten Einstichstelle.

Somit waren zwei der vier häufigsten Gründe für eine vorzeitige Entfernung eines Regionalanästhesiekatheters in beiden Studiengruppen identisch. Sie unterschieden sich lediglich in ihrer numerischen Häufigkeit. Dies ist am ehesten so zu interpretieren, dass die Art des Verbandes auf zwei der vier häufigsten Gründe keinen Einfluss nehmen kann. Die Pflasterart ist bei einer Dislokation oder Diskonnektion, dem Wunsch des Patienten nach der Entfernung des Katheters oder der anstehenden Patientenentlassung vor dem regulären Ende der postoperativen Schmerztherapie unerheblich und sie hat auf diese Gründe auch keinerlei Auswirkungen. Lediglich bei einer geröteten oder gar putriden Einstichstelle spielt die Verbandart auch mit Blick auf die ermittelten Mikrobiologiebefunde der Einstichstellen und Katheterspitzen eine Rolle. Jedoch bleibt auch hier anzumerken, dass es sich bei putride aussehendem Sekret nicht zwangsläufig auch um Pus handeln muss, sondern dass es auch Reste des Gelpads, die mit Gewebeflüssigkeit vermischt sind, sein können.

Dies bedeutet, dass es unter dem CHG-Pflaster in Bezug auf die geröteten Einstichstellen, zwar nicht signifikant weniger zu einem Auftreten solcher führt, dass man aber bei Vorliegen einer geröteten Einstichstelle eher noch ein paar Tage mit der Entfernung des Katheters abwarten kann. Dies lässt sich damit begründen, dass durch die antibakterielle Wirkung des Chlorhexidinguconats davon ausgegangen werden kann, dass es sich lediglich um eine Fremdkörperreaktion auf den Katheter selbst und nicht um eine Katheterkolonisation mit Bakterien oder gar um eine Infektion handelt. Die Fremdkörperreaktion wird, gerade durch die Hypermobilität der Ischiadicuskatheter in der Leiste und der interskalenären Katheter am Hals, positiv begünstigt.

Abschließend ist es somit sinnvoll, einen positiven Mikrobiologiebefund bei Auftreten einer geröteten Einstichstelle gerade im Hinblick auf die hygienische Situation der einzelnen Katheterlokalisationen zu diskutieren.

Die folgende Tabelle gibt einen kurzen Überblick über die Häufigkeit einer geröteten Einstichstelle (ger. ESS) sowie den prozentualen Anteil positiver Mikrobiologiebefunde (pos. MiBi) bei einer geröteten Einstichstelle.

Sowohl die Plexus-Axillaris-Katheter als auch die VIP-Katheter sind auf Grund der sehr kleinen Studiengruppen nicht berücksichtigt (Tab. 30).

Kathetertyp	Folienpflastergruppe		CHG-Pflastergruppe	
	ger. ESS	pos. MiBi	ger. ESS	pos. Mibi.
<b>Femoraliskatheter</b>	25%	55%	13%	0%
<b>Ischiadicuskatheter</b>	29%	57%	25%	0%
<b>ISK</b>	2%	100%	2%	0%
<b>PDK</b>	17%	40%	39%	5%

Tab. 30 - prozentuale Häufigkeit geröteter Einstichstellen mit dazugehörigem prozentualen Anteil positiver Mikrobiologiebefunde

Es ist zu erkennen, dass es bei den verschiedenen Katheterlokalisationen zu unterschiedlichem Auftreten geröteter Einstichstellen sowie positiven Mikrobiologiebefunden bei einer geröteten Einstichstelle gekommen ist. Die in Leistennähe gelegten Femoralis- und Ischiadicuskatheter zeigen einen etwa gleich hohen Anteil an geröteten Einstichstellen und auch an dazugehörigen positiven Mikrobiologiebefunden. Auch bei den PDK ist ein solches Ergebnis abzulesen. Ein Erklärungsansatz ist, dass es gerade bei den Femoralis- und Ischiadicuskathetern in der Leiste und auch im lumbalen Anlagebereich der PDK in diesen Gebieten eine große Anzahl und Akkumulation von Schweißdrüsen gibt, bzw. es sich dort um Abflussgebiete für aus höhergelegenen Körperarealen sezernierten Schweiß handelt. Dadurch wird ein feuchtwarmes Milieu geschaffen, welches zum einen zu einer Mazeration der Haut mit konsekutivem Barrierschaden des Säureschutzmantels führt und somit das Eindringen von mikrobiellen Keimen erleichtert. Zum anderen bietet dieses feuchtwarme Milieu auch optimale Wachstumsbedingungen für die verschiedenen Bakteriangattungen. Da es im Anlagebereich der ISK nur wenige Schweißdrüsen gibt und auch nur wenig Schweiß abfließt, ist dieser Erklärungsansatz für die geröteten Einstichstellen bei den ISK eher unwahrscheinlich. Des Weiteren wird

die Bildung eines feuchtwarmen Milieus durch die an der Luft exponierte Haut des Halses durch Verdunstung verhindert.

### 5.1.2. Eigene Ergebnisse Femoraliskatheter und Vergleich mit anderen Studien

Das Ergebnis bzgl. des Auftretens positiver und negativer Keimnachweise ist am wahrscheinlichsten auf die antimikrobielle Wirkung des CHG-Pflasters zurückzuführen. Die wachstumsreduzierende Wirkung wurde auch schon in anderen Studien bestätigt ([49], [44]) und wird auf die Wirkweise des Chlorhexidingluconats, diese besteht in der Zerstörung der bakteriellen Membran, zurückgeführt ([49]).

Einer der am häufigsten gefundenen Bakterienstämme war *Staphylococcus epidermidis*, der typische Keim für Katheterinfektionen ([72]). Dieser Keim war auch in anderen Studien der am häufigsten gefundene ([49], [44], [13], [69]).

Die Katheteranzahl (KA) sowie die Anzahl der mikrobiologisch untersuchten Katheter mit positivem Ergebnis in der Kultur (K+) und deren prozentuale Kolonisationsrate (KR) und der prozentuale Anteil der nachgewiesenen koagulase-negativen Staphylokokken (knS), zu denen auch der *Staphylococcus epidermidis* gehört, an der Gesamtheit der gefundenen Bakterienstämme der anderen Studien sind in der folgenden Tabelle dargestellt ([22], [49], [44], [13]) (Tab. 31).

Studie	Capdevila (2005)	Compère (2009)	Cuvillon (2001)	Morin (2005)
<b>KA</b>	683	120	211	68
<b>K+</b>	485	120	208	68
<b>KR</b>	29%	12%	57%	27%
<b>knS</b>	53%	71%	72%	79%

Tab. 31 - Ergebnisse anderer Studien bzgl. der Femoraliskatheter

Bei der hier durchgeführten Studie verhält es sich ähnlich. In der Folienpflastergruppe wurden an den Einstichstellen zu 52%-, an den Katheterspitzen zu 44% koagulase-

negative Staphylokokken mit einem hohen Anteil von *Staphylococcus epidermidis* nachgewiesen. Bei den Einstichstellen der CHG-Pflastergruppe wurde zu 75% an den Einstichstellen- und zu 100% an den Katheterspitzen koagulase-negative Staphylokokken isoliert.

Sowohl in dieser Studie als auch in den in Tab. 30 angegebenen Studien war *Staphylococcus epidermidis*, der typische Katheterinfektionskeim, mit dem größten Anteil an der Gruppe der koagulase-negativen Staphylokokken vertreten. Somit bestätigt diese Studie die Ergebnisse der früher durchgeführten Untersuchungen.

Natürlich kann es bei der Verwendung eines Femoraliskatheters zur postoperativen Schmerztherapie auch zu Komplikationen kommen wie z.B. Fieber, Zittern und Bakteriämie ([44]). Solch starke Komplikationen wurden in keiner der beiden Studiengruppen beobachtet. Es kam jedoch zu geröteten Einstichstellen. Was hierbei auffiel, war, dass sämtliche Mikrobiologiebefunde in der CHG-Pflastergruppe bei einer geröteten Einstichstelle negativ waren. Dies bedeutet, dass eine gerötete Einstichstelle eher eine Fremdkörperreaktion als eine Kolonisation mit mikrobiellen Keimen darstellt. Man kann feststellen, dass somit auch keine Korrelation zwischen einer Kolonisation und einer folgenden Infektion vorliegt. Eine Kolonisation bedeutet im Endeffekt also nicht zwingend eine Infektion, was auch schon in einer anderen Studie festgestellt wurde ([49]).

Einer der häufigsten drei Gründe für ein vorzeitiges Entfernen des Regionalanästhesiekatheters war in der Folienpflastergruppe eine Rötung der Einstichstelle. Bei der CHG-Pflastergruppe war dies analog der Fall, auch hier kam es zu geröteten Einstichstellen. In Verbindung mit den bei einer geröteten Einstichstelle in der CHG-Pflastergruppe vorliegenden negativen Mikrobiologiebefunden der Einstichstelle und der Katheterspitze ist hier wieder die sehr gute antibakterielle Wirkung des Chlorhexidingluconats zu nennen, was erneut die Fremdkörperreaktion an sich als eine Kolonisation mit Bakterien des Katheters als Grund für die Rötung logisch erscheinen lässt. Dieses Ergebnis wurde auch schon in anderen Studien erzielt ([49], [44]).

### 5.1.3. Eigene Ergebnisse Ischiadicuskatheter und Vergleich mit anderen Studien

Wie auch bei den Femoraliskathetern zeigte sich auch bei den Ischiadicuskathetern eine Wachstumshemmung der Bakterienstämme durch das Chlorhexidingluconat. Dieses Ergebnis stimmt mit dem anderer zu dieser Fragestellung durchgeführten Studien überein ([49], [44]). Ebenso spricht das signifikant weniger häufige Auftreten positiver Mikrobiologiebefunde, zumindest bei den Einstichstellen der Ischiadicuskatheter, erneut für die wachstumshemmende Wirkung des Chlorhexidingluconats. Die am häufigsten isolierten Bakterienstämme waren, wie auch in vielen anderen Studien, koagulase-negative Staphylokokken ([3], [51], [37], [69]). Diese sind für Katheterkolonisationen die typischen Keime ([72]).

In der folgenden Tabelle sind die Anzahl der Ischiadicuskatheter (KA), die Anzahl der mikrobiologisch untersuchten Ischiadicuskatheter mit positivem Ergebnis in der Kultur (K+), sowie deren prozentuale Kolonisationsrate (KR) und der Anteil des *Staphylococcus epidermidis* (SE) an allen Kolonisationen aufgeführt ([3]) (Tab. 32).

<b>Studie</b>	<b>Capdevila (2005)</b>
<b>KA</b>	32
<b>K+</b>	25
<b>KR</b>	30%
<b>SE</b>	75%

Tab. 32 - Ergebnisse der Studie von Capdevila et. al bzgl. der Ischiadicuskatheter

Verglichen mit diesen Ergebnissen sind die in dieser Studie erzielten Ergebnisse ähnlich. An den Einstichstellen wurde in der Folienpflastergruppe zu 71%- und an den Katheterspitzen zu 57% koagulase-negative Staphylokokken incl. *Staphylococcus epidermidis* nachgewiesen. In der CHG-Pflastergruppe lag der Anteil der koagulase-negativen Staphylokokken an den Katheterspitzen bei 50%. Auch hier wurde *Staphylococcus epidermidis* nachgewiesen. An den Einstichstellen wurden hingegen, wahrscheinlich auf Grund der antimikrobiellen Wirkung des Chlorhexidingluconats, keine Bakterienstämme isoliert.

In beiden Studiengruppen wurden gerötete Einstichstellen beobachtet, diese sind eine bekannte lokale Komplikation bei der Verwendung von Regionalanästhesiekathetern ([3], [69]). Hierbei ist, wie auch bei den Femoraliskathetern, anzumerken, dass in der CHG-Pflastergruppe bei Vorhandensein einer geröteten Einstichstelle alle Mikrobiologiebefunde negativ waren. Dies ist erneut auf die Wirkung des Chlorhexidingluconats auf dem Gelpad des Pflasters zurückzuführen. Somit ist wieder am ehesten davon auszugehen, dass es sich bei einer geröteten Einstichstelle eines Ischiadicuskatheters unter dem CHG-Pflaster analog zu den Femoraliskathetern eher um eine Fremdkörperreaktion auf den Katheter selbst, als um eine Kolonisation des Katheters mit mikrobiologischen Organismen handelt. Es bleibt festzuhalten, dass einer Infektion nicht zwangsläufig eine Kolonisation zu Grunde liegt, dies wurde auch in anderen Studien ermittelt ([49]).

Zwischen den beiden Studiengruppen gab es keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf die Anzahl der vorzeitig gezogenen Ischiadicuskatheter und der bis zum Ende der postoperativen Schmerztherapie liegenden Ischiadicuskatheter. Sowohl in der Folienpflastergruppe als auch in der CHG-Pflastergruppe war eine Rötung der Einstichstelle mit der häufigste Grund für ein vorzeitiges Entfernen des Ischiadicuskatheters. Die Anzahl der geröteten Einstichstellen in beiden Studiengruppen war nicht signifikant unterschiedlich. Jedoch waren bei Vorliegen einer solchen geröteten Einstichstelle in der CHG-Pflastergruppe sämtliche Keimnachweise sowohl an den Einstichstellen selbst als auch an den Katheterspitzen negativ. Dies spricht sehr wahrscheinlich für die bakteriostatische oder gar bakterizide Wirkung des Chlorhexidingluconats. Da die Ischiadicuskatheter noch näher an der Leiste gelegt werden als die Femoraliskatheter, ist davon auszugehen, dass es sich wieder am ehesten um eine Fremdkörperreaktion auf den Katheter selbst als um eine Kolonisation mit mikrobiellen Keimen handelt. Auf Grund der Lage der Ischiadicuskatheter und der bewegungsabhängigen Belastung und mechanischen Beanspruchung des Katheters in der Leiste wird eine Fremdkörperreaktion begünstigt.

#### **5.1.4. Eigene Ergebnisse interskalenäre Katheter (ISK = Winniekatheter) und Vergleich mit anderen Studien**

Die weniger vorhandenen Keimnachweise an den Einstichstellen sind, wie auch bei den Femoralis- und Ischiadicuskathetern, auf die Wirkung des Chlorhexidingluconats als antimikrobiellem Wirkstoff zurückzuführen. Schon in einer anderen Studie wurde Chlorhexidingluconat als sehr guter antimikrobieller Wirkstoff erkannt ([56], [49], [37]),

bzw. wurde dokumentiert, dass lokale antiseptische Maßnahmen durchaus das Auftreten von Infektionen vermindern wenn nicht gar verhindern können ([51]).

Der in beiden Gruppen jeweils am häufigsten gefundene Keim war ein Bakterium der Gattung der koagulase-negativen Staphylokokken. Dieses Ergebnis ist mit vielen Studien übereinstimmend ([23], [3], [60], [49], [37], [69]).

In der folgenden Tabelle werden von zwei früher durchgeführten Studien die Anzahl der untersuchten Katheter (KA), die Anzahl der mikrobiologisch untersuchten Katheter mit positivem Ergebnis in der Kultur (K+) sowie deren Kolonisationsrate (KR) und der Anteil der koagulase-negativen Staphylokokken (knS) aufgeführt, damit diese Ergebnisse besser mit den Resultaten dieser Studie verglichen werden können ([22], [26]) (Tab. 33).

<b>Studie</b>	<b>Capdevila (2005)</b>	<b>Compère (2009)</b>
<b>KA</b>	256	50
<b>K+</b>	166	50
<b>KR</b>	26%	6%
<b>knS</b>	83%	66%

Tab. 33 - Ergebnisse anderer Studien bzgl. der interskalenären Katheter

In der hier durchgeführten Studie wurden in der Folienpflastergruppe in 100% der Fälle koagulase-negative Staphylokokken an den Katheterspitzen-, sowie in 93% der Fälle an den Einstichstellen nachgewiesen. In der CHG-Pflaster machte der Anteil der koagulase-negativen Staphylokokken an den Katheterspitzen 100%- und an den Einstichstellen 83% aus. Somit bestätigt diese Studie die Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen hinsichtlich des Auftretens von koagulase-negativen Staphylokokken als Hauptgruppe der Bakteriengattungen bei Kolonisationen von Regionalanästhesiekathetern.

Sowohl in der Folienpflastergruppe als auch in der CHG-Pflastergruppe wurden gerötete Einstichstellen dokumentiert. Dies ist ein allgemein bekanntes lokales Symptom bei der Verwendung von Regionalanästhesiekathetern und wurde wie in dieser Studie auch schon früher beobachtet ([23], [3], [69]).

Die geröteten Einstichstellen waren weder in der Folienpflastergruppe noch in der CHG-Pflastergruppe einer der häufigsten Gründe für eine vorzeitige Entfernung eines interskalenären Katheters. Dies war bei den Femoralis- und Ischiadicuskathetern der Fall. Bei den interskalenären Kathetern handelte es sich eher um neurologische Indikationen wie Taubheit der ipsilateralen Gesichtshälfte oder des ipsilateralen Ohres, ein Horner-Syndrom oder eine Phrenicusparese. Diese Ursachen sprechen am ehesten für eine Fehllage des Katheters. Ein möglicher Erklärungsansatz ist, dass es durch eine gewisse Hypermobilität des Katheters durch Kopf- und Halsbewegungen zu einer Verschiebung des Katheters in höhere oder tiefere Gewebeschichten kommt und dadurch zur Irritation von Nerven, die primär nicht das Operationsgebiet sensibel versorgen sondern eher die Gesichtshaut oder auf motorische Art und Weise das Zwerchfell.

Zu den Gründen für eine vorzeitige Katheterentfernung ist zusätzlich anzumerken, dass häufig auch der Wunsch des Patienten nach der Entfernung des Katheters bestand. Es ist neben der anatomischen Lage auch zu vermuten, dass es für einige Patienten sehr unangenehm oder gar befremdlich war, einen Katheter am bzw. im Hals liegen zu haben und deshalb der Wunsch nach der Entfernung entstanden ist. Somit ist die Lage eines Schmerzkatheters, analog zur Lage des sehr proximal in der Nähe der Leiste liegenden Ischiadicuskatheters, ursächlich mitbestimmend für die mechanische Belastung und somit für ein eventuell vorzeitiges Entfernen des Katheters.

#### **5.1.5. Eigene Ergebnisse peridurale Katheter (PDK) und Vergleich mit anderen Studien**

In der CHG-Pflastergruppe wurden sowohl an den Katheterspitzen als auch an den Einstichstellen weniger Keime nachgewiesen als in der Folienpflastergruppe. Dieses Ergebnis lässt sich, wie auch bei den Femoraliskathetern, den Ischiadicuskathetern und den interskalenären Kathetern auf die Wirkung des Chlorhexidylgluconats zurückführen. Eine andere Studie kam, wie auch hier, zu dem Ergebnis, dass es unter einem Folienpflasterverband eher zu einer Kolonisation mit Bakterienstämmen kommen kann ([34], [32]). Des Weiteren wurde in vielen anderen Studien die generell sehr gute antimikrobielle Wirkung von Chlorhexidylgluconat bestätigt ([56], [49], [37], [32]). Somit wird die bakterio-statische oder gar bakterizide Wirkung des Chlorhexidylgluconats in dieser Studie auch bei dieser Art von Regionalanästhesiekathetern bestätigt.



Bei den periduralen Kathetern war die am häufigsten gefundene Bakterienspezies der koagulase-negative Staphylokokkus. Auch dieses Ergebnis stimmt mit anderen Studien überein ([34], [42], [53], [50], [54], [70], [13], [24]).

In der folgenden Tabelle sind aus früher durchgeführten Studien die Katheteranzahl (KA), die Anzahl der mikrobiologisch untersuchten Katheter (K+) sowie deren Kolonisationsrate (KR) und die Häufigkeit der koagulase-negativen Staphylokokken aufgeführt ([22], [71]) (Tab. 34).

<b>Studie</b>	<b>Capdevila (2005)</b>	<b>Simpson (2000)</b>
<b>KA</b>	20	1810
<b>K+</b>	15	1443
<b>KR</b>	20%	29%
<b>knS</b>	67%	häufigste Gattung

Tab. 34 - Ergebnisse anderer Studien bzgl. der PDK

An sowohl allen Einstichstellen und den Katheterspitzen der Folienpflastergruppe als auch an den Einstichstellen der CHG-Pflastergruppe wurden zu 100% koagulase-negative Staphylokokken nachgewiesen. Lediglich an den Katheterspitzen der CHG-Pflastergruppe wurden keine Keime nachgewiesen. Somit stimmen auch hier, wie bei allen anderen untersuchten Kathetertypen, die Ergebnisse dieser Studie mit den schon in früheren Studien ermittelten Ergebnissen überein.

Es kann bei der Verwendung von periduralen Kathetern durchaus zu verschiedenen lokalen Symptomen wie einer Rötung, Schwellung oder lokalen Infektionen kommen ([27], [34], [54], [70], [13], [63]). In der Folienpflastergruppe wurden weniger gerötete Einstichstellen beobachtet. Jedoch waren in der CHG-Pflastergruppe mehr Keimnachweise negativ. Dies bedeutet, dass man bei Vorliegen einer geröteten Einstichstelle unter einem CHG-Pflaster, wie auch bei den Femoraliskathetern, den Ischiadicuskathetern und der interskalenären Kathetern am ehesten von einer direkten Fremdkörperreaktion und nicht zwangsweise von einer bakteriellen Kolonisation des periduralen Schmerzkatheters ausgehen kann.

In der CHG-Pflastergruppe mussten mehr peridurale Katheter vorzeitig entfernt werden. Dies könnte am ehesten mit dem häufigeren Auftreten von geröteten

Einstichstellen in der CHG-Pflastergruppe zusammenhängen, da auch die gerötete Einstichstelle einer der häufigsten Gründe für ein vorzeitiges Entfernen eines periduralen Katheters in der CHG-Pflastergruppe war. Ebenso war die gerötete Einstichstelle in der Folienpflastergruppe der häufigste Grund, jedoch trat dieser im Vergleich zur CHG-Pflastergruppe nur halb so oft auf. Jedoch sprechen die negativen Keimnachweise bei einer geröteten Einstichstelle unter dem CHG-Pflaster eher dafür, den PDK bei Auftreten einer geröteten Einstichstelle länger in situ belassen zu können. Die Rötung einer Einstichstelle an der thorakalen oder lumbalen Wirbelsäule kann auch mit der anatomischen Lage des periduralen Katheters zusammenhängen. Gerade bei Patienten, die auf dem Rücken schlafen oder erkrankungsbedingt viel auf dem Rücken liegen müssen, wird ein gewisser Druck auf den Katheter und die Einstichstelle ausgeübt. Zusätzlich liegen peridurale Katheter in einem Gebiet an dem der Patient nachts und tagsüber durchaus schwitzt. Diese beiden Gesichtspunkte, sowohl die anatomische Lage als auch das nächtliche und tägliche Schwitzen, können eine Rötung der Einstichstelle durchaus begünstigen.

#### **5.1.6. Eigene Ergebnisse Plexus-Axillaris-Katheter und Vergleich mit anderen Studien**

Zu sämtlichen Ergebnissen bei der Untergruppe der Plexus-Axillaris-Katheter ist zu sagen, dass die Katheteranzahl in beiden Studiengruppen mit Sicherheit viel zu gering ist. Die in dieser Studie erhobenen Daten sind wissenschaftlich und bezüglich ihrer Signifikanz nicht sinnvoll zu verwerten. Somit lässt sich keinerlei valide Aussage über die Wirkung des CHG-Pflasters in der Untergruppe der Plexus-Axillaris-Katheter treffen. Hier wäre es sinnvoll, eine Studie mit einer größeren Anzahl von Plexus-Axillaris-Kathetern durchzuführen, um valide und auch hinsichtlich ihrer Signifikanz auswertbare Daten zu erhalten. Die Ergebnisse der Plexus-Axillaris-Katheter sind im Ergebnisteil somit nur der Vollständigkeit halber aufgeführt, haben eher den Stellenwert einer Kasuistik und erheben keinen Anspruch auf wissenschaftliche Verwertbarkeit. Dieser Aspekt wird auch im Abschnitt "Ausblick" der Zusammenfassung aufgegriffen.

### **5.1.7. Eigene Ergebnisse Ventral-infraklavikuläre Plexus-Brachialis-Blockade Katheter (VIP) und Vergleich mit anderen Studien**

Analog zu den Plexus-Axillaris-Kathetern bleibt auch bei den VIP zu sagen, dass die Untergruppe, gemessen an der Katheteranzahl, viel zu klein ist, um die Ergebnisse auch nur im Ansatz sinnvoll und valide zu interpretieren. Hier wäre auch eine weitere Studie mit mehr VIP-Kathetern sinnvoll, da diese Katheter als Alternative zum Plexus-Axillaris-Katheter den enormen Vorteil eines größeren analgesiierten Gebietes besitzen, welches weiter proximal am Arm beginnt. Die Ergebnisse der VIP-Katheter dieser Studie sind somit ebenfalls nur der Vollständigkeit halber aufgeführt und erheben ebenfalls keinen Anspruch auf wissenschaftliche Verwertbarkeit. Sie sind somit auch eher mit dem Stellenwert einer Kasuistik einzuordnen. Hierzu werden weitere Gedanken im Abschnitt "Ausblick" der Zusammenfassung mitgeteilt.

## **6. Fazit**

Bezug nehmend auf die Hauptfragestellung der hier durchgeführten Studie ist das CHG-Pflaster dem konventionellen Folienpflaster nicht überlegen, die Hauptzielstellung wurde somit verfehlt. Die Regionalanästhesiekatheter, welche mit dem mit Chlorhexidingluconat vorbehandelten Gelpadpflaster verbunden worden sind, konnten nicht länger in situ verbleiben als jene Katheter, die mit dem Folienpflaster verbunden wurden.

Negativ auffallend war zudem das Auftreten von putriden Einstichstellen unter dem CHG-Pflaster. Zwar wurden an diesen Einstichstellen keine Keime nachgewiesen, jedoch ist alleine die Tatsache, dass sich putrides Sekret an der Einstichstelle eines Regionalanästhesiekatheters bildet Grund genug, weitere Untersuchungen und Studien hinsichtlich dieses Aspektes folgen zu lassen. Da es sich bei der sich putride darstellenden Flüssigkeit jedoch auch um Reste des Gelpads des CHG-Pflasters gemischt mit serösem Exsudat aus der Einstichstelle handeln kann, gibt dies auch Anlass zu weiteren Untersuchungen – zu diesem Gesichtspunkt wird im Unterpunkt „Ausblick“ des Zusammenfassungskapitels noch näher Stellung bezogen.

Hinsichtlich der untersuchten Nebenfragestellungen hat das CHG-Pflaster jedoch überzeugt. Es war eindeutig nachweisbar, dass das Keimwachstum bei Regionalanästhesiekathetern durch die Verwendung eines solchen Pflasters deutlich gesenkt-, die Kolonisationsrate sowohl der Katheterspitzen als auch der Einstichstellen vermindert- und somit die Gefahr einer aus einer solchen Kolonisation evtl.

resultierenden Infektion durch fakultativ pathogene Keime effektiv und signifikant minimiert werden kann. Es besteht jedoch die Möglichkeit, dass einige der entfernten und mikrobiologisch untersuchten Katheterspitzen und die dazugehörigen Einstichstellen artifizial durch ein Hindurchziehen des Katheters durch auf der Patientenhaut verbliebene Gelpadreste desinfiziert worden sind und somit kein Keimnachweis stattfinden konnte.

Zusätzlich ist durch das Gelpad hindurch die Einstichstelle des Schmerzkatheters sehr gut beobachtbar und somit beurteilbar. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass es sich bei einer Rötung auf Grund der ermittelten negativen Keimnachweise sehr unwahrscheinlich um eine Kolonisation als eher um eine Fremdkörperreaktion auf den Katheter handelt. Somit können Katheter, die mit dem CHG-Pflaster verbunden werden und lediglich eine gerötete Einstichstelle ohne weitere lokale Symptome wie eine Sekretion, eine Schwellung oder lokale Druckschmerzhaftigkeit aufweisen mit ruhigem Gewissen länger in situ verbleiben.

## **7. Zusammenfassung**

### **7.1. Einleitung**

Regionalanästhesiekatheter haben sich im Laufe der Zeit als fester Bestandteil einer postoperativen Schmerztherapie etabliert. Jedoch ist jede Regionalanästhesie mit gewissen Risiken und Nebenwirkungen behaftet. Ein Hauptproblem ist die Katheterkolonisation mit Bakterien, die zu lokalen Symptomen und somit zu einer vorzeitigen Entfernung eines Regionalanästhesiekatheters führen können.

### **7.2. Fragestellung**

Daher ist es das Ziel dieser Studie, herauszufinden, ob ein mit einem antimikrobiellen Wirkstoff wie Chlorhexidinguconat vorbehandeltes Pflaster die Rate der Katheterkolonisationen mit Bakterien signifikant zu senken und es so zu ermöglichen, die Regionalanästhesiekatheter zur postoperativen Schmerztherapie länger in situ zu belassen.

### **7.3. Methodik**

Es wurden in einem Vorher-/Nachher-Vergleich bei Patienten, die einen Regionalanästhesiekatheter erhielten und täglich vom Schmerzdienst visitiert wurden, zunächst 165 Regionalanästhesiekatheter in der Studie untersucht, die mit einem konventionellen Folienpflaster verbunden worden sind. Anschließend wurde das Verbandmaterial auf ein mit Chlorhexidingluconat vorbehandeltes Pflaster umgestellt und erneut 158 Schmerzkatheter untersucht. Die Untersuchung bezog sich auf die mikrobielle Kolonisation der Einstichstellen und Katheterspitzen der Regionalanästhesiekatheter. Des Weiteren wurde ermittelt, wie viele Katheter in der jeweiligen Studiengruppe auf Grund lokaler Symptome wie einer Rötung, Schwellung, Druckschmerzhaftigkeit oder gar putriden Veränderung der Einstichstelle vorzeitig entfernt werden mussten.

### **7.4. Ergebnisse**

Die gesamte Studie umfasste insgesamt 323 Regionalanästhesiekatheter. In der Folienpflastergruppe wiesen 21% der Katheterspitzen und 40% der Einstichstellen einen positiven Mikrobiologiebefund auf. Bei den Regionalanästhesiekathetern der CHG-Pflastergruppe waren 3% Katheterspitzen durch Bakterien kolonisiert, von den Einstichstellen war in 10% aller Fälle ein mikrobiologisches Wachstum nachweisbar. Diese Ergebnisse sprechen für einen höchst signifikanten Unterschied in der Bakterienkolonisation der Katheterspitzen und Einstichstellen zwischen den beiden Studiengruppen (jeweils  $p < 0,001$ , errechnet mit dem Chi-Quadrat-Test). Bezugnehmend auf das vorzeitige Entfernen von Regionalanästhesiekathetern in beiden Studiengruppen gibt es jedoch keinen signifikanten Unterschied ( $p = 0,90$ , errechnet mit dem Chi-Quadrat-Test). In der Folienpflastergruppe wurden 29%, in der CHG-Pflastergruppe 28% der Regionalanästhesiekatheter vorzeitig gezogen. Der Grund hierfür war meistens eine gerötete Einstichstelle, hier ergab sich in der Folienpflastergruppe bei 33% der Katheterspitzen und bei 56% der Einstichstellen ein positiver Mikrobiologiebefund. In der CHG-Pflastergruppe war hingegen keine Katheterspitze kolonisiert und lediglich 3% der Einstichstellen wiesen ein Bakterienwachstum auf.

## **7.5. Diskussion**

Zahlreiche Studien beschreiben die bakterielle Kolonisation von Regionalanästhesiekathetern zur Unterstützung der postoperativen Schmerztherapie als eines der Hauptprobleme.

Durch die Verwendung des mit dem antimikrobiellen Wirkstoffs Chlorhexidingluconat vorbehandelten Pflasters wurde in dieser Studie die bakterielle Kolonisation sowohl der Katheterspitzen als auch der Einstichstellen bei Regionalanästhesiekathetern höchst signifikant reduziert. Bei Auftreten einer geröteten Einstichstelle unter dem Chlorhexidingluconatpflaster kann man am ehesten davon ausgehen, dass es sich vielmehr um eine Fremdkörperreaktion auf den Regionalanästhesiekatheter selbst als um ein erstes Anzeichen einer bakteriellen Kolonisation oder gar Infektion handelt. Somit können diese Katheter getrost länger in situ verbleiben und müssen nicht zwangsläufig vor dem regulären Ende der postoperativen Schmerztherapie entfernt werden.

## **7.6. Ausblick**

Aufbauend auf die Ergebnisse dieser Studie sollten weitere Untersuchungen erfolgen.

Die, nur in der CHG-Pflastergruppe vorkommenden, putriden Einstichstellen sollten Anlass dazu geben, diesen Aspekt in weiteren Studien näher zu erforschen, um die Pathogenese der putriden Einstichstellen, die in der Folienpflastergruppe nicht aufgetreten waren, genauer zu verstehen und somit die postoperative Schmerztherapie durch die Verwendung von Regionalanästhesiekathetern weiter zu optimieren. Darauf aufbauend wäre es interessant, das putride wirkende Sekret genauer mikrobiologisch aufzuarbeiten. Damit könnte am ehesten festgestellt werden, ob es sich um wirklich um Pus oder doch nur um ein Gemenge aus exsudierter seröser Flüssigkeit aus der Einstichstelle und Gelresten des Gelpads handelt.

Des Weiteren wäre es sinnvoll, zu untersuchen, ob es noch andere Möglichkeiten gibt, katheterassoziierte Infektionen mit Hilfe antimikrobieller Wirkstoffe wie Chlorhexidingluconat, bspw. durch die Verwendung von mit CHG vorbehandelten Regionalanästhesiekathetern weiter zu reduzieren und damit zu einer noch besseren Schmerztherapie beizutragen.

Zusätzlich wäre eine Studie mit einer größeren Anzahl sowohl von ventral-infraclavikulären Plexusblockadekathetern (VIP) als auch Plexus-Axillaris-Kathetern

sinnvoll, um auch für diese Katheterarten eine valide und hinsichtlich der Signifikanz gültige Aussage über die Wirkung des CHG-Pflasters treffen zu können.

## **7.7. Englische Zusammenfassung**

### **Introduction**

In course of time, catheters have become an integral part of the postoperative pain management within the meaning of regional anesthesia. Nevertheless, there are some risks and undesirable side effects while using them. One major problem is the colonization of the catheter itself or its tip with different types of bacteria. The colonization of the injection site is within the bounds of possibilities, too. These colonizations could give rise to local symptoms and in the end to an abortive removal of the catheter.

### **Issue**

Therefore, this study attempts to find out if a patch which is pretreated with an antimicrobial agent like chlorhexidinegluconate could reduce the bacterial colonization of the catheters used for regional anesthesia in the postoperative pain management. Furthermore, this study tries to figure out if this minimized bacterial colonization leads to a longer duration of the catheterization.

### **Methods**

This study is a pre-post comparison upon patients who were part of the daily medical round done by the doctors of the pain management. All of these patients had a regional anesthesia for their postoperative analgesia in the form of a catheter.

Initially, there was the examination of 165 catheters which were dressed with a transparent adhesive dressing. Afterwards, there was the shift to a patch which was pretreated with an antimicrobial agent called chlorhexidinegluconate. Henceforth, 158 more catheters were examined.

The examination referred to the colonization of the injection sites and catheter tips by different strains of bacteria. Moreover, it was determined how many catheters had to be abortively removed in both groups of this study. Local symptoms like redness, swelling,

tenderness or even putrid alteration of the injection site were some of the main reasons for the premature termination of the postoperative pain management using a catheter.

## **Results**

The whole study overall contained 323 catheters used for regional anesthesia. 21 % of the catheter tips and 40% of the injection sites showed a positive growth of different types of bacteria. These catheters were bandaged with the transparent adhesive dressing. Compared to these results, only 3% of the catheter tips and 10% of the injection sites were colonized on the catheters which were bandaged with the new patch pretreated with chlorhexidinegluconate.

These results show a clinically significant difference between the two patches referring to the bacterial colonization of the catheter tips and the injection sites in both groups of this study ( $p < 0,001$ , calculated by the chi-square-test). There was no clinically significant difference in relation to the abortive removal of catheters ( $p = 0,90$ , calculated by the chi-square-test).

29% of the catheters bandaged with the transparent film patch had to be removed too soon, 28% of the catheters dressed with the CHG-patch had to be extracted before the regular end of the postoperative pain management. The main cause for a preterm removal was a reddened injection site. Concerning the microbiologic results by presence of a reddened injection site, 33% of the catheter tips- and 56% of the injection sites were colonized in the group of catheters with transparent adhesive dressing. Compared to these results, none of the catheter tips and only 3% of the injections sites were colonized in the other group of this study.

## **Discussion**

A big range of studies describe in detail that a bacterial colonization of catheters which are used for regional anesthesia to support the postoperative pain management is one of the major problems.

It was achievable to reduce the bacterial colonization of the catheter tips as well as the injection sites in a clinically significant dimension by the utilization of the patch pretreated with the antimicrobial agent chlorhexidinegluconate. In the event of a reddened injection site it is to remark that this redness is rather a reaction to the



catheter as a foreign body itself than a first evidence for a bacterial colonization or even an infection.

Therefore, these catheters could be confidently left longer in situ and didn't have to be removed before the regular end of the postoperative pain management.

## **Prospects**

Referring to this study, more investigations concerning the following aspects should be done.

Putrid injection sites have only been seen in the group of this study where the catheters were dressed with the CHG-patch. None of the injection sites in the other group was putrid. This occurrence should give rise to other studies which examine the pathogenesis of these putrid injection sites. The result would be an improvement of the postoperative pain management using a catheter for regional anesthesia.

It would be interesting to investigate the secretion looking like pus in a microbiologic way. Thereby, it could be determined if the secretion is certainly pus or rather a conglomerate of exsudated serous liquid of the injection site and leftovers of the gel of the CHG-patch.

Furthermore, it would be very interesting to explore if there are other possibilities to reduce the amount of catheter-associated infections by using antimicrobial agents like chlorhexidinegluconate in another way. One possible alternative could be a catheter used for regional anesthesia which is pretreated with an antimicrobial agent. Interventions like that could lead to a minimized infection rate and could improve the postoperative pain management.

Additionally, a study with a higher quantity of ventral-infraclavicular catheters as well as plexus-axillaris-catheters would be useful. Thereby it would be possible to make a valid and concerning the significance comprehensive statement about the effect of the CHG-patch referring to these types of catheters.

## 8. Anhang

### 8.1. Literaturverzeichnis

- [1] A, Practice advisory for the prevention, diagnosis, and management of infectious complications associated with neuraxial techniques: a report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on infectious complications associated with neuraxial techniques. *Anesthesiology* 2010;112(3):530–45.
- [2] Adam F, Jaziri S, Chauvin M. Psoas abscess complicating femoral nerve block catheter. *Anesthesiology* 2003;99(1):230–1.
- [3] Advani S, Reich NG, Sengupta A, Gosey L, Milstone AM. Central line-associated bloodstream infection in hospitalized children with peripherally inserted central venous catheters: extending risk analyses outside the intensive care unit. *Clin. Infect. Dis.* 2011;52(9):1108–15.
- [4] Al Akhrass F, Hachem R, Mohamed JA, Tarrand J, Kontoyiannis DP, Chandra J et al. Central venous catheter-associated *Nocardia* bacteremia in cancer patients. *Emerging Infect. Dis.* 2011;17(9):1651–8.
- [5] Allen HW, Liu SS, Ware PD, Nairn CS, Owens BD. Peripheral nerve blocks improve analgesia after total knee replacement surgery. *Anesth. Analg.* 1998;87(1):93–7.
- [6] Apisarnthanarak A, Apisarnthanarak P, Warren DK, Fraser VJ. Is central venous catheter tips' colonization with multi-drug resistant *Acinetobacter baumannii* a predictor for bacteremia? *Clin. Infect. Dis.* 2011;52(8):1080–2.
- [7] Auroy Y, Benhamou D, Bargues L, Ecoffey C, Falissard B, Mercier FJ et al. Major complications of regional anesthesia in France: The SOS Regional Anesthesia Hotline Service. *Anesthesiology* 2002;97(5):1274–80.
- [8] Auroy Y, Narchi P, Messiah A, Litt L, Rouvier B, Samii K. Serious complications related to regional anesthesia: results of a prospective survey in France. *Anesthesiology* 1997;87(3):479–86.
- [9] Baldini A, Korff M von, Lin EHB. A Review of Potential Adverse Effects of Long-Term Opioid Therapy: A Practitioner's Guide. *Prim Care Companion CNS Disord* 2012;14(3).
- [10] Bergman BD, Hebl JR, Kent J, Horlocker TT. Neurologic complications of 405 consecutive continuous axillary catheters. *Anesth. Analg.* 2003;96(1):247-52, table of contents.
- [11] Bicudo D, Batista R, Furtado GH, Sola A, Medeiros EASd. Risk factors for catheter-related bloodstream infection: a prospective multicenter study in Brazilian intensive care units. *Braz J Infect Dis* 2011;15(4):328–31.

- [12] Borgeat A, Aguirre J, Curt A. Case scenario: neurologic complication after continuous interscalene block. *Anesthesiology* 2010;112(3):742–5.
- [13] Borgeat A, Blumenthal S, Lambert M, Theodorou P, Vienne P. The feasibility and complications of the continuous popliteal nerve block: a 1001-case survey. *Anesth. Analg.* 2006;103(1):229-33, table of contents.
- [14] Borgeat A, Dullenkopf A, Ekatothramis G, Nagy L. Evaluation of the lateral modified approach for continuous interscalene block after shoulder surgery. *Anesthesiology* 2003;99(2):436–42.
- [15] Borgeat A, Schächli B, Biasca N, Gerber C. Patient-controlled analgesia after major shoulder surgery: patient-controlled interscalene analgesia versus patient-controlled analgesia. *Anesthesiology* 1997;87(6):1343–7.
- [16] Borgeat A, Tewes E, Biasca N, Gerber C. Patient-controlled interscalene analgesia with ropivacaine after major shoulder surgery: PCIA vs PCA. *Br J Anaesth* 1998;81(4):603–5.
- [17] Bouaziz H, Narchi P, Mercier FJ, Khoury A, Poirier T, Benhamou D. The use of a selective axillary nerve block for outpatient hand surgery. *Anesth. Analg.* 1998;86(4):746–8.
- [18] Brown DL. Brachial plexus anesthesia: an analysis of options. *Yale J Biol Med* 1993;66(5):415–31.
- [19] Bubeck J, Boos K, Krause H, Thies K. Subcutaneous tunneling of caudal catheters reduces the rate of bacterial colonization to that of lumbar epidural catheters. *Anesth. Analg.* 2004;99(3):689-93, table of contents.
- [20] Capdevila X, Bringuier S, Borgeat A. Infectious risk of continuous peripheral nerve blocks. *Anesthesiology* 2009;110(1):182–8.
- [21] Capdevila X, Jaber S, Pesonen P, Borgeat A, Eledjam J. Acute neck cellulitis and mediastinitis complicating a continuous interscalene block. *Anesth. Analg.* 2008;107(4):1419–21.
- [22] Capdevila X, Pirat P, Bringuier S, Gaertner E, Singelyn F, Bernard N et al. 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* 2005;103(5):1035–45.
- [23] Chang C, Lin H, Lin H, Lin H. Anesthetic management and surgical site infections in total hip or knee replacement: a population-based study. *Anesthesiology* 2010;113(2):279–84.
- [24] Chelly JE, Ghisi D, Fanelli A. Continuous peripheral nerve blocks in acute pain management. *Br J Anaesth* 2010;105 Suppl 1:i86-96.

- [25] Clendenen SR, Robards CB, Wang RD, Greengrass RA. Case report: continuous interscalene block associated with neck hematoma and postoperative sepsis. *Anesth. Analg.* 2010;110(4):1236–8.
- [26] Compère V, Legrand JF, Guitard PG, Azougagh K, Baert O, Ouennich A et al. Bacterial colonization after tunneling in 402 perineural catheters: a prospective study. *Anesth. Analg.* 2009;108(4):1326–30.
- [27] Cook TM, Counsell D, Wildsmith JAW. Major complications of central neuraxial block: report on the Third National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists. *Br J Anaesth* 2009;102(2):179–90.
- [28] Cuvillon P, Ripart J, Lalourcey L, Veyrat E, L'Hermite J, Boisson C et al. The continuous femoral nerve block catheter for postoperative analgesia: bacterial colonization, infectious rate and adverse effects. *Anesth. Analg.* 2001;93(4):1045–9.
- [29] da Cunha ÉR, Matos FGdOA, da Silva AM, Araújo EAC de, Ferreira KASL, Graziano KU. Eficácia de três métodos de degermação das mãos utilizando gluconato de clorexidina degermante (GCH 2%). *Rev Esc Enferm USP* 2011;45(6):1440–5.
- [30] Darchy B, Forceville X, Bavoux E, Soriot F, Domart Y. Clinical and bacteriologic survey of epidural analgesia in patients in the intensive care unit. *Anesthesiology* 1996;85(5):988–98.
- [31] Delgado-Capel M, Gabillo A, Elías L, Yébenes JC, Sauca G, Capdevila JA. Características de la bacteriemia relacionada con catéter venoso periférico en un hospital general. *Rev Esp Quimioter* 2012;25(2):129–33.
- [32] Deliberato RO, Marra AR, Corrêa TD, Martino MDV, Correa L, Dos Santos OFP et al. Catheter related bloodstream infection (CR-BSI) in ICU patients: making the decision to remove or not to remove the central venous catheter. *PLoS ONE* 2012;7(3):e32687.
- [33] Enneking FK, Wedel DJ. The art and science of peripheral nerve blocks. *Anesth. Analg.* 2000;90(1):1–2.
- [34] Ferreira MVF, Andrade D de, Ferreira AM. Controle de infecção relacionada a cateter venoso central impregnado com antissépticos: revisão integrativa. *Rev Esc Enferm USP* 2011;45(4):1002–6.
- [35] Fowler SJ, Symons J, Sabato S, Myles PS. Epidural analgesia compared with peripheral nerve blockade after major knee surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Br J Anaesth* 2008;100(2):154–64.
- [36] Fox MAL, Morris RW, Runciman WB, Paix AD. Crisis management during regional anaesthesia. *Qual Saf Health Care* 2005;14(3):e24.

- [37] Gasparini JR, Mello SSd, Marques RS, Saraiva RA. Postoperative continuous plexular analgesia. A study on the side effects and risk factors of catheter infection. *Rev Bras Anesthesiol* 2008;58(6):602–13.
- [38] Gebhardt W. SOP Kaudalanästhesie: SOP UKGM Standort Marburg 2010.
- [39] Geier KO. Bloqueio do nervo isquiático via médio lateral da coxa como opção anestésica no trauma: relato de caso. *Rev Bras Anesthesiol* 2006;56(1):46–51.
- [40] Greher M, Retzl G, Niel P, Kamolz L, Marhofer P, Kapral S. Ultrasonographic assessment of topographic anatomy in volunteers suggests a modification of the infraclavicular vertical brachial plexus block. *Br J Anaesth* 2002;88(5):632–6.
- [41] Hahn W. SOP Femoraliskatheter: SOP UKGM Standort Marburg 2010.
- [42] Hemani ML, Lepor H. Skin preparation for the prevention of surgical site infection: which agent is best? *Rev Urol* 2009;11(4):190–5.
- [43] Ilfeld BM, Morey TE, Wang RD, Enneking FK. Continuous popliteal sciatic nerve block for postoperative pain control at home: a randomized, double-blinded, placebo-controlled study. *Anesthesiology* 2002;97(4):959–65.
- [44] Karpanen TJ, Casey AL, Conway BR, Lambert PA, Elliott TSJ. Antimicrobial activity of a chlorhexidine intravascular catheter site gel dressing. *J. Antimicrob. Chemother.* 2011;66(8):1777–84.
- [45] Kindler CH, Seeberger MD. Infectious complications after epidural anesthesia. *Anesthesiology* 1996;85(2):444–5.
- [46] Kinirons B, Mimoz O, Lafendi L, Naas T, Meunier J, Nordmann P. Chlorhexidine versus povidone iodine in preventing colonization of continuous epidural catheters in children: a randomized, controlled trial. *Anesthesiology* 2001;94(2):239–44.
- [47] Klein SM, Evans H, Nielsen KC, Tucker MS, Warner DS, Steele SM. Peripheral nerve block techniques for ambulatory surgery. *Anesth. Analg.* 2005;101(6):1663–76.
- [48] Kwee W. Standardvorgehen axilläre Plexusblockade (ultraschallgestützt): SOP UKGM Standort Marburg 2010.
- [49] Lai KW, Foo TL, Low W, Naidu G. Surgical hand antisepsis—a pilot study comparing povidone iodine hand scrub and alcohol-based chlorhexidine gluconate hand rub. *Ann. Acad. Med. Singap.* 2012;41(1):12–6.
- [50] Lee JH. Catheter-related bloodstream infections in neonatal intensive care units. *Korean J Pediatr* 2011;54(9):363–7.
- [51] Macfarlane AJR, Prasad GA, Chan VWS, Brull R. Does regional anaesthesia improve outcome after total hip arthroplasty? A systematic review. *Br J Anaesth* 2009;103(3):335–45.

- [52] Marcos M, Soriano A, Iñurrieta A, Martínez JA, Romero A, Cobos N et al. Changing epidemiology of central venous catheter-related bloodstream infections: increasing prevalence of Gram-negative pathogens. *J. Antimicrob. Chemother.* 2011;66(9):2119–25.
- [53] McCabe SET, Christie IW. Epidural complications across the globe. *Anesthesiology* 2007;107(6):1034-5; author reply 1035.
- [54] Mehdipour M, Taghavi Zenoz A, Asvadi Kermani I, Hosseinpour A. A comparison between zinc sulfate and chlorhexidine gluconate mouthwashes in the prevention of chemotherapy-induced oral mucositis. *Daru* 2011;19(1):71–3.
- [55] Mermel LA. What is the predominant source of intravascular catheter infections? *Clin. Infect. Dis.* 2011;52(2):211–2.
- [56] Monzillo V, Corona S, Lanzarini P, Dalla Valle C, Marone P. Chlorhexidine-silver sulfadiazine-impregnated central venous catheters: in vitro antibacterial activity and impact on bacterial adhesion. *New Microbiol.* 2012;35(2):175–82.
- [57] Morin AM, Kerwat KM, Büttner J, Litz R, Koch T, Mutters R et al. DGAInfo Hygieneempfehlungen für die Anlage und weiterführende Versorgung von Regionalanästhesie-Verfahren: Die "15 Gebote" des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Regionalanästhesie. *Anästh Intensivmed* 2006:1–9.
- [58] Morin AM, Kerwat KM, Klotz M, Niestolik R, Ruf VE, Wulf H et al. Risk factors for bacterial catheter colonization in regional anaesthesia. *BMC Anesthesiol* 2005;5(1):1.
- [59] O'Grady NP, Chertow DS. Managing bloodstream infections in patients who have short-term central venous catheters. *Cleve Clin J Med* 2011;78(1):10–7.
- [60] O'Horo JC, Silva GLM, Safdar N. Anti-infective locks for treatment of central line-associated bloodstream infection: a systematic review and meta-analysis. *Am. J. Nephrol.* 2011;34(5):415–22.
- [61] Orlikowski C, Majedi PM, Keil AD. Bacterial contamination of epidural needles after multiple skin passes. *Br J Anaesth* 2002;89(6):922–4.
- [62] Parameswaran R, Sherchan JB, Varma D M, Mukhopadhyay C, Vidyasagar S. Intravascular catheter-related infections in an Indian tertiary care hospital. *J Infect Dev Ctries* 2011;5(6):452–8.
- [63] Patil HV, Patil VC, Ramteerthkar MN, Kulkarni RD. Central venous catheter-related bloodstream infections in the intensive care unit. *Indian J Crit Care Med* 2011;15(4):213–23.
- [64] Pöpping DM, Zahn PK, van Aken HK, Dasch B, Boche R, Pogatzki-Zahn EM. 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* 2008;101(6):832–40.
- [65] Raad I, Reitzel R, Jiang Y, Chemaly RF, Dvorak T, Hachem R. Anti-adherence activity and antimicrobial durability of anti-infective-coated catheters against multidrug-resistant bacteria. *J. Antimicrob. Chemother.* 2008;62(4):746–50.
- [66] Ruppen W, Derry S, McQuay H, Moore RA. Incidence of epidural hematoma, infection, and neurologic injury in obstetric patients with epidural analgesia/anesthesia. *Anesthesiology* 2006;105(2):394–9.
- [67] Sato S, Sakuragi T, Dan K. Human skin flora as a potential source of epidural abscess. *Anesthesiology* 1996;85(6):1276–82.
- [68] Scott DA, Beilby DS, McClymont C. Postoperative analgesia using epidural infusions of fentanyl with bupivacaine. A prospective analysis of 1,014 patients. *Anesthesiology* 1995;83(4):727–37.
- [69] Sessler DI. Long-term consequences of anesthetic management. *Anesthesiology* 2009;111(1):1–4.
- [70] Sievert D, Armola R, Halm MA. Chlorhexidine gluconate bathing: does it decrease hospital-acquired infections? *Am. J. Crit. Care* 2011;20(2):166–70.
- [71] Simpson RS, Macintyre PE, Shaw D, Norton A, McCann JR, Tham EJ. Epidural catheter tip cultures: results of a 4-year audit and implications for clinical practice. *Reg Anesth Pain Med* 2000;25(4):360–7.
- [72] Singelyn FJ, Contreras V, Gouverneur JM. Epidural anesthesia complicating continuous 3-in-1 lumbar plexus blockade. *Anesthesiology* 1995;83(1):217–20.
- [73] Singelyn FJ, Deyaert M, Joris D, Pendeville E, Gouverneur JM. Effects of intravenous patient-controlled analgesia with morphine, continuous epidural analgesia, and continuous three-in-one block on postoperative pain and knee rehabilitation after unilateral total knee arthroplasty. *Anesth. Analg.* 1998;87(1):88–92.
- [74] Steinfeldt W. Standardvorgehen interskalenäre Plexusblockade: SOP UKGM Standort Marburg 2010.
- [75] Strafford MA, Wilder RT, Berde CB. The risk of infection from epidural analgesia in children: a review of 1620 cases. *Anesth. Analg.* 1995;80(2):234–8.
- [76] Tamma PD, Aucott SW, Milstone AM. Chlorhexidine use in the neonatal intensive care unit: results from a national survey. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2010;31(8):846–9.
- [77] Tirali R, Bodur H, Ece G. In vitro antimicrobial activity of sodium hypochlorite, chlorhexidine gluconate and octenidine dihydrochloride in elimination of

microorganisms within dentinal tubules of primary and permanent teeth. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2012;17(3):e517-22.

[78] Wang LP, Hauerberg J, Schmidt JF. Incidence of spinal epidural abscess after epidural analgesia: a national 1-year survey. Anesthesiology 1999;91(6):1928–36.

## 8.2. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 – Visuelle Analogskala (VAS) .....	1
Abb. 2 - Strukturformel CHG .....	8
Abb. 3 – Darstellung Studiendesign .....	21
Abb. 4 - Übereinstimmung Bakteriengattung.....	26
Abb. 5 - Katheterspitzen .....	27
Abb. 6 - Einstichstellen .....	28
Abb. 7 - Folienpflastergruppe.....	29
Abb. 8 - CHG-Pflastergruppe .....	29
Abb. 9 - Folienpflastergruppe.....	33
Abb. 10 - CHG - Pflastergruppe .....	34
Abb. 11 - blau: Folienpflaster, rot: CHG .....	39
Abb. 12 - blau: Folienpflaster, rot: CHG .....	41
Abb. 13 - blau: Folienpflaster, rot: CHG .....	44
Abb. 14 - blau: Folienpflaster, rot: CHG .....	46

## 8.3. Tabellenverzeichnis

Tab. 1 - Nebenwirkungen der Opioidtherapie.....	3
Tab. 2 – Indikationen für Regionalanästhesiekatheter.....	5
Tab. 3 - Zeitplan Schmerztherapie .....	6
Tab. 4 – „Muss“ – Empfehlungen für Hygienemaßnahmen bei Regionalanästhesien..	11
Tab. 5 – „Kann“ – Empfehlungen für Hygienemaßnahmen bei Regionalanästhesien..	13
Tab. 6 – Katheterkolonisationen verursachende Keime .....	16
Tab. 7 - Anzahl der Gründe für Drop-Outs .....	20
Tab. 8 – Geschlechterverteilung in der Folienpflastergruppe .....	22
Tab. 9 – Geschlechterverteilung in der CHG-Pflastergruppe.....	22
Tab. 10 - Anzahl der unterschiedlichen Katheterarten in beiden Studiengruppen .....	23
Tab. 11 – nachgewiesene Bakteriengattungen und numerische Häufigkeiten an den Katheterspitzen der Folienpflastergruppe.....	24



Tab. 12 – nachgewiesene Bakteriengattungen und numerische Häufigkeiten an den Einstichstellen der Folienpflastergruppe.....	25
Tab. 13 - Legende zum Flussdiagramm.....	26
Tab. 14 - Vergleich beider Gruppen hinsichtlich positiver Mikrobiologiebefunde an den Einstichstellen und Katheterspitzen bei Vorliegen einer geröteten Einstichstelle.....	30
Tab. 15 – Numerische Häufigkeit der Bakterienstämme an den Katheterspitzen der Folienpflastergruppe bei geröteter Einstichstelle.....	31
Tab. 16 – Numerische Häufigkeit der Bakterienstämme an den Einstichstellen der Folienpflastergruppe bei geröteter Einstichstelle.....	31
Tab. 17 – Durchschnittliche Liegedauer Folienpflastergruppe.....	32
Tab. 18 - Durchschnittliche Liegedauer CHG-Pflastergruppe.....	33
Tab. 19 - Gründe für eine vorzeitige Katheterentfernung und numerische Häufigkeit derer in der Folienpflastergruppe .....	35
Tab. 20 - Gründe für eine vorzeitige Katheterentfernung und numerische Häufigkeit derer in der CHG-Pflastergruppe .....	35
Tab. 21 - Anzahl und prozentualer Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen der Femoraliskatheter .....	36
Tab. 22 - Anzahl und prozentualer Anteil positiver und negativer Keimnachweise bei geröteter Einstichstelle.....	37
Tab. 23 - Anzahl und prozentualer Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen der Ischiadicuskatheter .....	39
Tab. 24 - Anzahl und prozentualer Anteil positiver und negativer Keimnachweise bei geröteter Einstichstelle.....	40
Tab. 27 - Anzahl und prozentualer Anteil geröteter und nicht geröteter Einstichstellen der periduralen Katheter .....	44
Tab. 28 - Anzahl und prozentualer Anteil positiver und negativer Keimnachweise bei geröteter Einstichstelle.....	45
Tab. 29 - Ergebnisse anderer Studien bzgl. aller Katheterarten .....	49
Tab. 30 - prozentuale Häufigkeit geröteter Einstichstellen mit dazugehörigem prozentualen Anteil positiver Mikrobiologiebefunde .....	53
Tab. 31 - Ergebnisse anderer Studien bzgl. der Femoraliskatheter.....	54
Tab. 32 - Ergebnisse der Studie von Capdevila et. al bzgl. der Ischiadicuskatheter....	56
Tab. 33 - Ergebnisse anderer Studien bzgl. der interskalenären Katheter.....	58
Tab. 34 - Ergebnisse anderer Studien bzgl. der PDK.....	60
Tab. 35 - Abkürzungsverzeichnis .....	77

## 8.4. Abkürzungsverzeichnis

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
AxPlex	Plexus-Axillaris-Katheter
Bac.	Bacillus
CHG	Chlorhexidingluconat
d	Tage
Ent.	Enterococcus
ESS	Einstichstelle
ISK	interkalenärer Katheter
KA	Gesamtzahl der Katheter
kns	koagulase-negative Staphylokokken
KR	Kolonisationsrate
K+	positives Ergebnis in der Kultur
PDK	Periduralkatheter
SE	Staphylococcus epidermidis
ST	Studie
Staph.	Staphylococcus
VAS	visuelle Analogskala
VIP	ventral-infraklavikulärer Plexus-Brachialis-Blockade-Katheter
ZVK	zentraler Venenkatheter

Tab. 35 – Abkürzungsverzeichnis

## **8.5. Verzeichnis akademischer Lehrer**

Meine akademischen Lehrer waren die Damen und Herren Professoren bzw. Privat-Dozenten in Marburg:

Adamkiewicz, Bartsch, Bauer, Baum, Becker, Becker, Berger, Bette, Bien, Bohlander, Cordes, Czubayko, Daut, Dettmeyer, Eikmann, Engenhardt-Cabillic, Feuser, Fuchs-Winkelmann, Gress, Grosse, Grundmann, Hertl, Heverhagen, Hilt, Hofmann, Hoyer, Höffken, Kircher, Koolman, Kruse, Lill, Löffler, Lohoff, Maier, Moosdorf, Mahnken, Moll, Mueller, Mutters, Neubauer, Nimsky, Oertel, Pagenstecher, Pflingsten, Plant, Preisig-Müller, Renz, Richter, Ruchholtz, Schieffer, Schneider, Schmidt, Schratt, Schütz, Seifart, Sekundo, Thieme, Vogelmeier, Wagner, Werner, Westermann, Wulf, Zovko.

## **8.6. Danksagung**

Ich möchte mich bei allen bedanken, die mich bei der Ausarbeitung dieser Doktorarbeit tatkräftig unterstützt haben.

Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. L. Eberhart, der es mir ermöglicht hat, diese Arbeit unter seiner Leitung durchzuführen. Wann immer Fragen oder Probleme aufgetaucht sind, hat er mir sofort geholfen und stand mir mit Rat und Tat zur Seite. Ein aufrichtiges Dankeschön gilt allen Ärztinnen und Ärzten, die den Schmerzdienst während der Zeit meiner Datenerhebung besetzt haben und mir stets weitergeholfen und mich unterstützt haben.

Des Weiteren bedanke ich mich bei Ruzica Axt, Gesa Kix, Dr. med. Martina Kerwat, Jürgen Fründt, Thomas Leinweber und Tilo Koch, die mir immer hilfsbereit zur Seite standen.

Marburg, den 01.07.2014