



Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie  
Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. T. Volk

# **Der Einfluss der Untertunnelung auf die Infektionsrate thorakaler Epiduralkatheter**

Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
der Medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes

2017

vorgelegt von  
Sarah Herberger  
geboren am  
12.08.1993  
in Saarbrücken

# **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>3</b>
<b>DIAGRAMMVERZEICHNIS</b>	<b>3</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>3</b>
<b>ANHANGSVERZEICHNIS</b>	<b>3</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>4</b>
<b>1. ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>6</b>
1.1 Zusammenfassung auf Deutsch	6
1.2 Summary	7
<b>2. EINLEITUNG</b>	<b>8</b>
2.1. Thorakale Epiduralkatheter	8
2.2. Katheter-assoziierte Infektionen bei thorakalen Epiduralkathetern	11
2.3. Untertunnelung	12
2.4. Ziele und Fragestellungen	15
<b>3. MATERIAL UND METHODEN</b>	<b>16</b>
3.1. Material	16
3.2. Aufbau und Struktur des Netzwerkes	16
3.3. Struktur der Datenerhebung	17
3.4. Einteilung des Infektionsschweregrades	18
3.5. Datenbearbeitung	18
3.6. Validierung	19
3.7. Datenanalyse	19

<b>4. ERGEBNISSE</b>	<b>21</b>
4.1. Bildung des Studienkollektivs	21
4.2. Demographische Daten	23
4.3. Nicht adjustierte Anzahl an leichten, mittelschweren und schweren Infektionen	26
4.4. Einflussfaktoren auf Katheter-assoziierte Infektionen unter allen Patienten	27
4.5. Untertunnelung – ein Risikofaktor für Katheter-assoziierte Infektionen	28
4.6. Sensitivitätsanalyse	29
4.7. Subgruppenanalysen	30
4.8. Schmerzintensität nach NRS und Patientenzufriedenheit	32
<b>5. DISKUSSION</b>	<b>34</b>
5.1. Hintergrund	34
5.2. Methodik	36
5.3. Diskussion der Resultate	37
5.4. Ausblick	41
5.5. Fazit	42
<b>6. ANLAGEN</b>	<b>43</b>
<b>7. LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>56</b>
<b>8. VERÖFFENTLICHUNG</b>	<b>61</b>
<b>9. DANKSAGUNG</b>	<b>62</b>
<b>10. LEBENS LAUF</b>	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Epiduralkatheter ohne Tunnel

Abb. 2: Epiduralkatheter mit Kunststoffkanüle als Tunnel

Abb. 3: Epiduralkatheter beim Vorschieben durch den Tunnel

Abb. 4: getunnelter Epiduralkatheter

## Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Flussdiagramm der Studienteilnehmer

Diagramm 2: Subgruppenanalysen für jeglichen Infektionsschweregrad

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Demographische Daten

Tab. 2: nicht adjustierte Anzahl an leichten, mittelschweren und schweren Infektionen

Tab. 3: Einflussfaktoren

Tab. 4: Untertunnelung – Ein Risikofaktor für thorakale Epiduralkatheter

Tab. 5: Schmerzintensität und Patientenzufriedenheit

## Anhangsverzeichnis

Anlage 1: Teilnehmende Zentren am NRA

Anlage 2: Ethikantrag

Anlage 3: Legende zum NRA-Protokoll

Anlage 4: Anlage- und Visitenprotokoll

Anlage 5: Auflistung aller im NRA enthaltenen Variablen vor Beginn der Datenbereinigung

## Abkürzungsverzeichnis

A.	Arterie
Abb.	Abbildung
adj.	adjustiert
ASA	American Society of Anesthesiologists
BGU	berufsgenossenschaftliche Unfallklinik
BMI	Body Mass Index
bzw.	beziehungsweise
CCM	Campus Charité Mitte
CI	confidence interval (engl.), Konfidenzintervall
CVK	Campus Virchow Klinikum
cm	Centimeter
d	Tag/e
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Dr.	Doktor
Dr. iur.	doctor iuris (lat.), Doktor der Rechte
Dr. med.	doctor medicinae (lat.), Doktor der Medizin
Dr. phil.	doctor philosophiae (lat.), Doktor der Philosophie
DRK	Deutsches Rotes Kreuz
et al.	et alii/ae/a (lat.), und andere
h	hora (lat.), Stunde
IBM	International Business Machines
i.v. – PCA	intravenous patient controlled analgesia (engl.), intravenöse Patienten-gesteuerte Analgesie
J.	Jahre
kg	Kilogramm
KH	Krankenhaus
KI	Konfidenzintervall
L	lumbar vertebra (engl.), Lendenwirbelkörper
m	Meter
NNT	number needed to treat
NRA	Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland

NRS	numerische Rating-Skala (0 = geringste, 10 = höchste Zufriedenheit/Schmerzen)
n.s.	nicht signifikant
OR	Odds Ratio
Pat.	Patient
PD	Privatdozent
Prof.	Professor
RA	Regionalanästhesie
San. – Rat	Sanitätsrat
SD	standard deviation (engl.), Standardabweichung
s.o.	siehe oben
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences (engl.)
St.	Sankt
Th	thoracic vertebra (engl.), Brustwirbelkörper
u.U.	unter Umständen
u.v.m.	und viel mehr
V.	Vena (lat.), Vene
v.a.	vor allem
vs.	versus
z.B.	Zum Beispiel

# 1. Zusammenfassung

## 1.1 Zusammenfassung auf Deutsch

### **Die Untertunnelung thorakaler Epiduralkatheter ist mit weniger Katheter-assoziierten Infektionen verbunden: Eine retrospektive Datenbankanalyse**

**Hintergrund:** Katheter-assoziierte Infektionen sind eine schwerwiegende Komplikation bei kontinuierlichen thorakalen Periduralanästhesien. Es wird angenommen, dass die subkutane Untertunnelung der Katheter das Infektionsrisiko reduziert. Das Ziel dieser Studie war daher, den Einfluss der Untertunnelung thorakaler Epiduralkatheter auf das Risiko Katheter-assoziiierter Infektionen zu untersuchen.

**Methoden:** Zwischen 2007 und 2014 wurden 22.411 chirurgische Patienten mit kontinuierlichen thorakalen Periduralanästhesien im „Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland“ registriert. Diese wurden in zwei Gruppen eingeteilt, je nachdem ob ihre Katheter getunnelt (n = 12.870) oder nicht getunnelt (n = 9.541) waren. Die Häufigkeiten der Katheter-assoziierten Infektionen innerhalb jeder Gruppe wurden mit *t*- und  $\chi^2$ -Tests verglichen. Odds Ratios wurden mit logistischer Regression berechnet. Adjustierte Odds Ratios wurden für potenzielle Störgrößen (confounder), wie z.B. Alter, ASA-Klassifikation, Liegedauer  $\geq 4$  d, mehrfache Hautpunktion, Krankenhaus und chirurgische Abteilung angepasst.

**Ergebnisse:** Patienten mit getunnelten Kathetern hatten weniger Katheter-assoziierte Infektionen (4,5 % gegenüber 5,5 %,  $p < 0,001$ ). Sowohl leichte Infektionen (4,0 % gegenüber 4,6 %,  $p = 0,009$ ), als auch mittelschwere Infektionen (0,4 % gegenüber 0,8 %,  $p < 0,001$ ) waren seltener. Die Untertunnelung blieb nach Adjustierung für potentielle Störgrößen eine unabhängige Präventivmaßnahme für jeglichen Infektionsschweregrad (adjustierte OR: 0,51; 95 % KI: 0,42 - 0,61;  $p < 0,001$ ). Dies traf ebenfalls für leichte Infektionen (adjustierte OR: 0,54; 95 % KI: 0,43 - 0,66;  $p < 0,001$ ) als auch mittelschwere und schwere Infektionen zu (adjustierte OR: 0,44; 95 % KI: 0,28 - 0,70;  $p = 0,001$ ).

**Zusammenfassung:** Die Untertunnelung thorakaler Epiduralkatheter reduziert das Risiko für Katheter-assoziierte Infektionen.

## 1.2 Summary

### **Tunnelling of thoracic epidural catheters is associated with fewer catheter-related infections: a retrospective registry analysis**

**Background:** Catheter-related infections are a serious complication of continuous thoracic epidural analgesia. Tunnelling catheters subcutaneously may reduce infection risk. We thus tested the hypothesis that tunnelling of thoracic epidural catheter is associated with a lower risk of catheter-related infections.

**Methods:** 22,411 surgical cases with continuous thoracic epidural analgesia included in the German Network for Regional Anaesthesia registry between 2007 and 2014 were grouped by whether their catheters were tunnelled (n = 12,870) or not (n = 9,541). Catheter-related infections in each group were compared with *t* and chi-square tests. Odds ratios (OR [95 % confidence interval]) were calculated with logistic regression, adjusting for potential confounding factors including age, American Society of Anesthesiologists physical status score, use of catheter  $\geq 4$  days, multiple skin puncture, hospital, and surgical department.

**Results:** There were fewer catheter-related infections amongst patients with tunnelled catheters (4.5 % versus 5.5 %,  $p < 0.001$ ). Mild infections were also less common (4.0 % versus 4.6 %,  $p = 0.009$ ), as were moderate infections (0.4 % versus 0.8 %,  $p < 0.001$ ). After adjustment for potential confounding factors, tunnelling remained an independent prevention for any grade of infection (adjusted OR: 0.51; 95 % CI: 0.42 - 0.61,  $p < 0.001$ ), as well as for mild infections (adjusted OR: 0.54; 95 % CI: 0.43 - 0.66,  $p < 0.001$ ) and moderate and severe infections (adjusted OR: 0.44; 95 % CI: 0.28 - 0.70,  $p = 0.001$ ).

**Conclusion:** Tunnelling was associated with a lower risk of thoracic epidural catheter-related infections.

## 2. Einleitung

### 2.1. Thorakale Epiduralkatheter

#### 2.1.1. Geschichte der thorakalen Epiduralkatheter

1901 schilderten die Franzosen Jean-Anthanase Sicard und Fernand Cathelin unabhängig voneinander die erste Epiduralanästhesie. Diese führten sie durch, indem sie in den Epiduralraum des kaudalen Abschnittes der Wirbelsäule Kokain injizierten.

Jean-Anthanase Sicard injizierte bei Patienten mit Ischialgie oder Lumbago über den Hiatus sacralis eine Kokainlösung. Fernand Cathelin betonte in einer kurzen Zeit später veröffentlichten Arbeit die Bedeutung dieser Form der Anästhesie für die Chirurgie.

Der Gynäkologe Walter Stoeckel beschrieb 1908 die ersten kaudalen Epiduralanästhesien in Deutschland. Er wendete diese Form der Anästhesie in der Geburtshilfe an. Anfangs fielen die Effekte allerdings sehr unterschiedlich und so unvorhersehbar aus, dass eine routinemäßige Anwendung nicht zu empfehlen war. Eingriffe im Unterleib unter Epiduralanästhesie wurden erstmals von Arthur Läden beschrieben. Er erreichte mit höheren Novokaindosen und Injektionsvolumina sowie Beckenhochlagerung eine größere Ausdehnung der Anästhesie im Abdomen.

1931 führte der rumänische Geburtshelfer Eugene Aburel bei in den Wehen liegenden Frauen eine lumbale Epiduralanalgesie durch. Er beschrieb erstmals, dass er über einen liegenden Katheter ein Lokalanästhetikum injizierte.

Die erste erfolgreiche kontinuierliche lumbale Epiduralanästhesie gelang dem Kubaner Manuel Martinez Curbelo im Jahre 1949 mit einer Tuohy-Nadel. Diese wird auch heute noch für das Legen von Epiduralkathetern verwendet.

Basierend auf den Methoden der kaudalen Epiduralanästhesie wurde die thorakale Epiduralanästhesie etabliert. 1944 wendete Vasconcelos diese Art der Anästhesie für Thorakoplastiken, Pneumektomien, Lobektomien und Ösophagektomien an. 1951 veröffentlichte Crawford eine Arbeit, in der er 677 Fälle thorakaler und zervikaler Epiduralanästhesien beschreibt.<sup>1,2,3</sup>

### 2.1.2. Definition

Die Epiduralanästhesie (Synonym Periduralanästhesie) ist eine rückenmarksnahe Form der Regionalanästhesie.

Bei dieser Form der Anästhesie wird ein Lokalanästhetikum in den Epiduralraum injiziert, woraufhin eine vorübergehende Unterbrechung der neuralen Erregungsleitung erreicht wird. Im Epiduralraum befinden sich Fettgewebe und ein dichter Venenplexus (Plexus venosus vertebralis). Die Epiduralanästhesie wirkt auf drei unterschiedlichen Wegen:

1. Effusion: Durch die Foramina intervertebralia erreicht das Lokalanästhetikum die Spinalnerven, bewirkt eine paravertebrale Blockade und wandert zentripetal.
2. Diffusion: Einerseits diffundiert das Lokalanästhetikum durch die Dura/Arachnoidea, erreicht den Liquor im Subarachnoidalraum und wirkt wie eine Spinalanästhesie auf Spinalnerven und das Rückenmark.  
Andererseits diffundiert das Lokalanästhetikum durch die Duramanschette und Arachnoidalzotten und erreicht die Nervenwurzeln, wo es eine Nervenwurzelblockade bewirkt und zentripetal wandert.
3. Resorption: Zu einem geringen Teil resorbieren die Periduralvenen das Lokalanästhetikum. Dadurch entfaltet es im Gefäßsystem systemische Wirkung.

Die erwünschte Hauptwirkung wird durch Diffusion zu den Nervenwurzeln erreicht. Da das Lokalanästhetikum aber, verglichen mit einer Spinalanästhesie, eine längere Strecke überwinden muss, wirkt es erst verzögert (nach 20 bis 30 Minuten).

Die Blockade kann in jedem Abschnitt der Wirbelsäule durchgeführt werden. Bei thorakalen Epiduralanästhesien wird die Punktion zwischen Th6 und Th12 gesetzt. Je nach Punktionsort kann sich das Lokalanästhetikum nach kranial bis Th2 und nach kaudal bis L2 ausbreiten. Die Ausbreitung der Lokalanästhetika wird von vielen Faktoren beeinflusst (Injektionsstelle, Arteriosklerose, Adipositas, Schwangerschaft) und ist schwer steuerbar. Es gilt ungefähr, dass sich 10 ml Lokalanästhetikum etwa über 6 - 8 Segmente ausbreiten.

Bei der kontinuierlichen Epiduralanästhesie kommen 90 - 100 cm lange und röntgenfähige Kunststoffkatheter zum Einsatz, die postoperativ weiterhin zur Analgesie verwendet werden können. Die Liegedauer variiert je nach Indikation und kann Wochen bis Monate betragen (z.B. bei palliativer Schmerzversorgung).<sup>4-6</sup>

### 2.1.3. Indikation für die Epiduralanästhesie

Ein entscheidender Vorteil der Epiduralanästhesie und -analgesie ist, dass sowohl die intra- als auch die postoperative Anwendung effektiver als bei allen anderen systemischen Schmerzverfahren ist.<sup>7</sup> Darüber hinaus können vor allem thorakale Epiduralanästhesien perioperative Komplikationen reduzieren. Da durch die Epiduralanästhesie auch vegetative Nervenfasern betäubt werden und somit die sympathikusinduzierte Stressantwort blockiert ist, gibt es verschiedene positive Effekte auf die Organe nach großen Operationen: Z.b. normalisiert sich die Funktion des Gastrointestinaltraktes nach abdominal-chirurgischen Eingriffen rascher<sup>8</sup>, die postoperative Lungenfunktion ist besser<sup>9</sup>, kardiovaskuläre Komplikationen treten seltener auf<sup>10</sup> und nach Gelenkeingriffen sind die Patienten schneller mobilisierbar<sup>11</sup>. Daher sind thorakale Epiduralkatheter mit reduzierter Morbidität und Mortalität verbunden<sup>7,12</sup>.

### 2.1.4. Risiken und Komplikationen

Zu den Risiken thorakaler Epiduralkatheter gehört die Katheterfehllage, bzw. -fehlfunktion. In der Literatur ist hierfür eine Inzidenz von bis zu 10 % angegeben<sup>13-15</sup>. Hierzu zählen neben Diskonnektionen auch Katheterokklusionen, bei denen der Katheter entfernt werden muss, und technische Probleme mit angeschlossenen Schmerzpumpen.

Die Komplikationen bei thorakalen Epiduralkathetern werden in Früh- und Spätkomplikationen unterteilt.

Die möglichen Frühkomplikationen sind versehentliche Punktion der Dura, einer Periduralvene (Gefahr der Lokalanästhetikumintoxikation)<sup>16</sup> oder des Rückenmarks; subarachnoidale Injektion des Lokalanästhetikums (Gefahr der hohen Spinalanästhesie); massive Ausbreitung der Epiduralanästhesie und Blutdruckabfall.

Die möglichen Spätkomplikationen sind Blasenfunktionsstörungen, Kopfschmerzen, neurologische Komplikationen (epidurales Hämatom, Cauda-equina-Syndrom, eitrige Meningitis, epiduraler Abszess)<sup>4</sup> und das Risiko einer Katheter-assoziierten Infektion<sup>17</sup>.

## 2.2. Katheter-assoziierte Infektionen bei thorakalen Epiduralkathetern

### 2.2.1. Infektionsinzidenz

Das Infektionsrisiko nach thorakaler Epiduralkatheteranlage wird zwischen 2,8 % und 4,8 % geschätzt<sup>18-20</sup>. (siehe 2.2.3. Risikofaktoren)

### 2.2.2. Infektionswege

Der wichtigste Infektionsweg bei Epiduralkathetern ist durch den Einstich in die Haut gegeben.<sup>21-23</sup> Daher finden sich auch v.a. Koagulase-negative Staphylokokken, wie *Staphylokokkus epidermidis* auf kolonisierten Kathetern und sind eine Gefahr für Katheter-assoziierte Infektionen.<sup>22,24</sup>

Ein weiterer Infektionsweg sind kontaminierte Lokalanästhetika, Injektionsspritzen oder anästhetische Lösungen, die direkt in den Epiduralraum eingebracht werden. Um diese Infektionsquelle zu minimieren, haben die korrekte Hautdesinfektion und das sterile Arbeiten bei der Anlage der Regionalanästhesiemaßnahme oberste Priorität.

Darüber hinaus sind auch Infektionen bekannt, die sich entlang eines liegenden Katheters gebildet haben oder endogene Infektionen, die sich an Kathetern als Fremdmaterial manifestiert haben.<sup>25</sup>

Ein weiterer möglicher Infektionsweg ist die Transmission von Bakterien über die Hände des Arztes, der die Regionalanästhesiemaßnahme durchführt. Außerdem ist die Transmission von Bakterien, die sich im Mund-Rachen-Raum befinden, wie z.B. *Streptokokkus salivarius*, möglich.<sup>26,27</sup> Dieses Risiko lässt sich durch das Tragen von sterilen Handschuhen und eines Mund- und Nasenschutzes verringern.

### 2.2.3. Risikofaktoren

Die Diskrepanzen der Infektionsinzidenz (s.o.) beruhen am wahrscheinlichsten auf unterschiedlichen Definitionen von Infektion (siehe auch 3.4. Einteilung der Infektion), der Wahl des Desinfektionsmittels, präventiven Hygienemaßnahmen und vermutlich vielen unbekanntem Faktoren. Weitere Risikofaktoren sind verlängerte Katheterlage, mehrfache Hautpunktion, hohe ASA-Klassifikation und fortgeschrittenes Patientenalter<sup>7,15,28-34</sup>.

In der Literatur gibt es keine einheitliche Definition für eine Katheterinfektion. Morin et al.<sup>25</sup> und Volk et al.<sup>20</sup> unterscheiden zwischen einer Kolonisation des Katheters, einer leichten, einer mittelschweren und einer schweren Infektion.

Eine leichte Infektion musste mindestens zwei der folgenden Zeichen zeigen: Rötung, Schwellung und/oder Druckschmerz an der Einstichstelle.

Bei einer mittelschweren und schweren Infektion mussten zusätzlich von den folgenden Kriterien wiederum mindestens zwei gegeben sein: Fieber, Leukozytose, CRP-Erhöhung und/oder Eiteraustritt aus der Einstichstelle. Unterschieden wurde die mittelschwere von der schweren Infektion lediglich durch die Therapie. Während bei einer mittelschweren Infektion eine systemische Antibiotikagabe ausreichte, war bei einer schweren Infektion entweder eine Stichinzision oder eine chirurgische Revision nötig.

Bei Aveline et al.<sup>35</sup> handelte es sich per Definition um eine Infektion, wenn der gleiche Mikroorganismus sowohl aus dem kolonisierten Katheter als auch aus einer Blutkultur bzw. Abszesskultur gewonnen werden konnte.

Cameron et al.<sup>18</sup> unterteilten die Infektion nicht nach Schweregrade, sondern definierten eine Infektion als das Auftreten von mindestens zwei der folgenden Kriterien: Rötung, Schwellung, Eiter und/oder Druckschmerz.

Capdevila et al.<sup>30</sup> definierten eine Infektion als eine lokale Inflammation mit den Zeichen der Rötung, Schwellung und Druckschmerz.

Neuburger et al.<sup>33</sup> hingegen unterschieden zwischen lokaler Inflammation und Infektion. Die Infektion beinhaltet laut Definition den Austritt von Eiter aus der Einstichstelle.

In einer anderen Arbeit von Neuburger et al.<sup>36</sup> hingegen unterschieden sie, ähnlich wie auch nach der Definition von Volk et al.<sup>20</sup> und Morin et al.<sup>25</sup>, zwischen einer leichten, mittelschweren und schweren Infektion und fassten zusätzlich die mittelschweren und schweren Infektionen als klinisch relevante Infektionen zusammen.

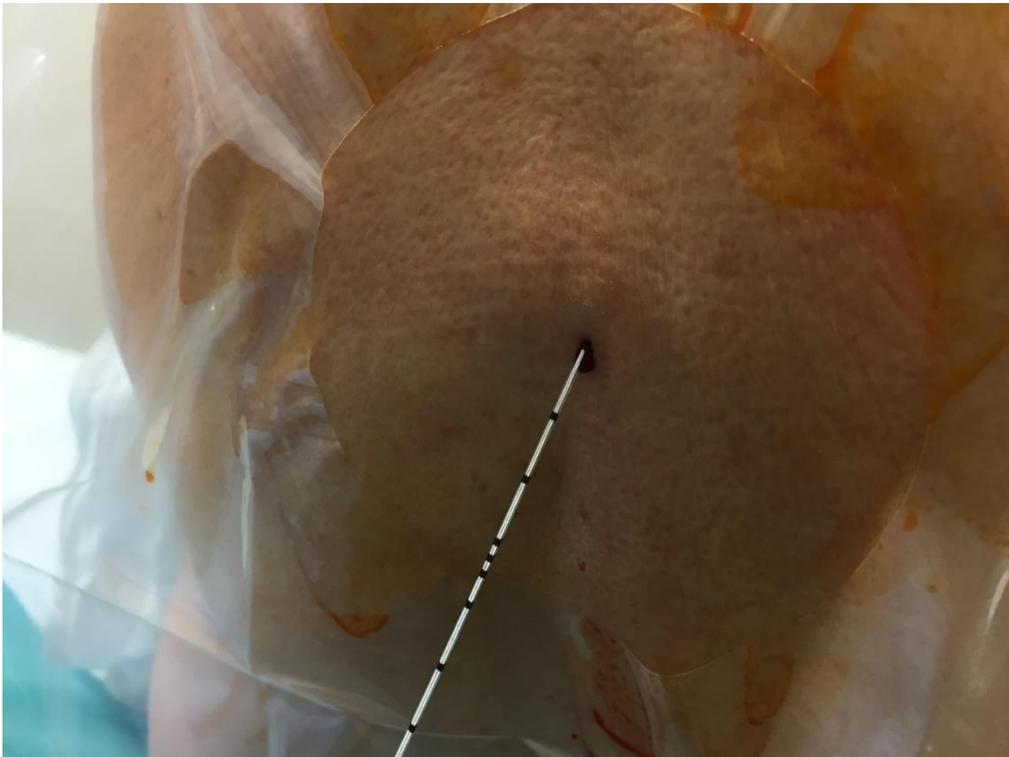
## 2.3. Untertunnelung

### 2.3.1. Definition

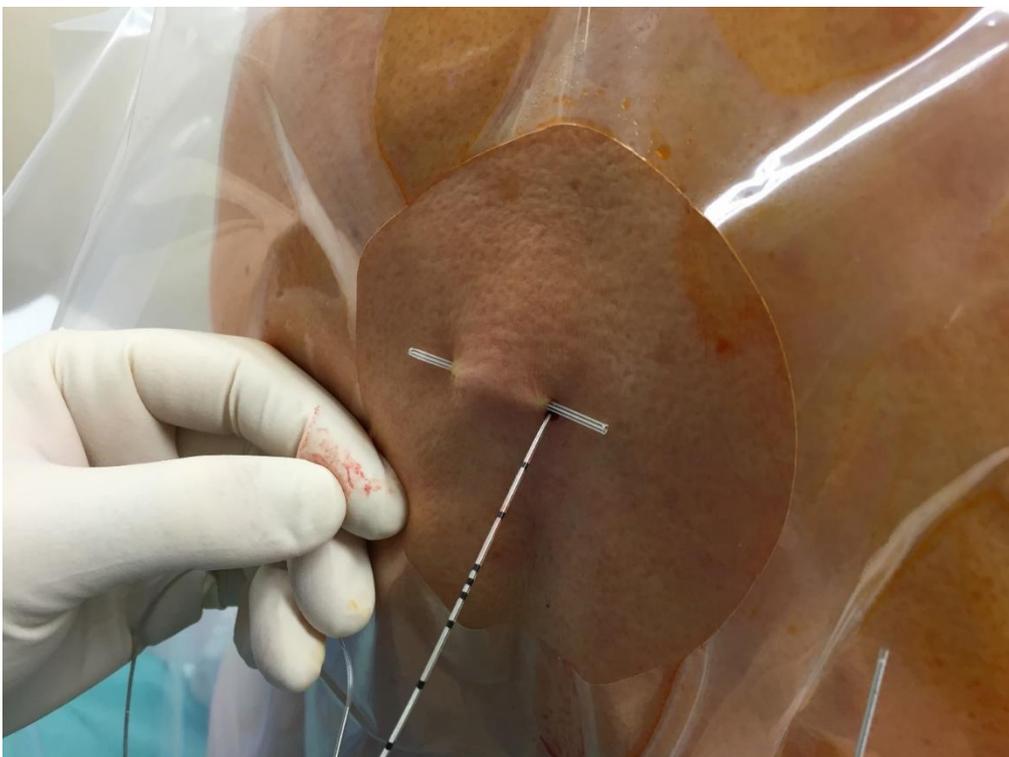
Es gibt verschiedene Techniken der Untertunnelung. Im folgenden Abschnitt wird die Technik der Untertunnelung so beschrieben, wie sie an der Universitätsklinik des Saarlandes durchgeführt wird. Es ist nicht bekannt, welche Technik der Untertunnelung an den anderen Krankenhäusern, die am „*Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland*“ teilnehmen, angewendet wird (siehe 5.2. Methodik).

Um einen Epiduralkatheter zu tunneln, wird von der Austrittsstelle des Katheters aus mit einer peripheren Venenverweilkanüle in Richtung lateral eingestochen. Anschließend wird die Kanüle subkutan zwei bis drei Zentimeter nach lateral vorgeschoben. Daraufhin wird der Kegel der Kanüle abgeschnitten, sodass nur noch die 14 French Kunststoffröhre verbleibt (Abb. 2). Durch diesen Tunnel wird nun der Katheter von der ursprünglichen Austrittsstelle zu der neuen Öffnung durch die Kunststoffröhre gezogen (Abb. 3). Zum Schluss wird die Kunststoffröhre

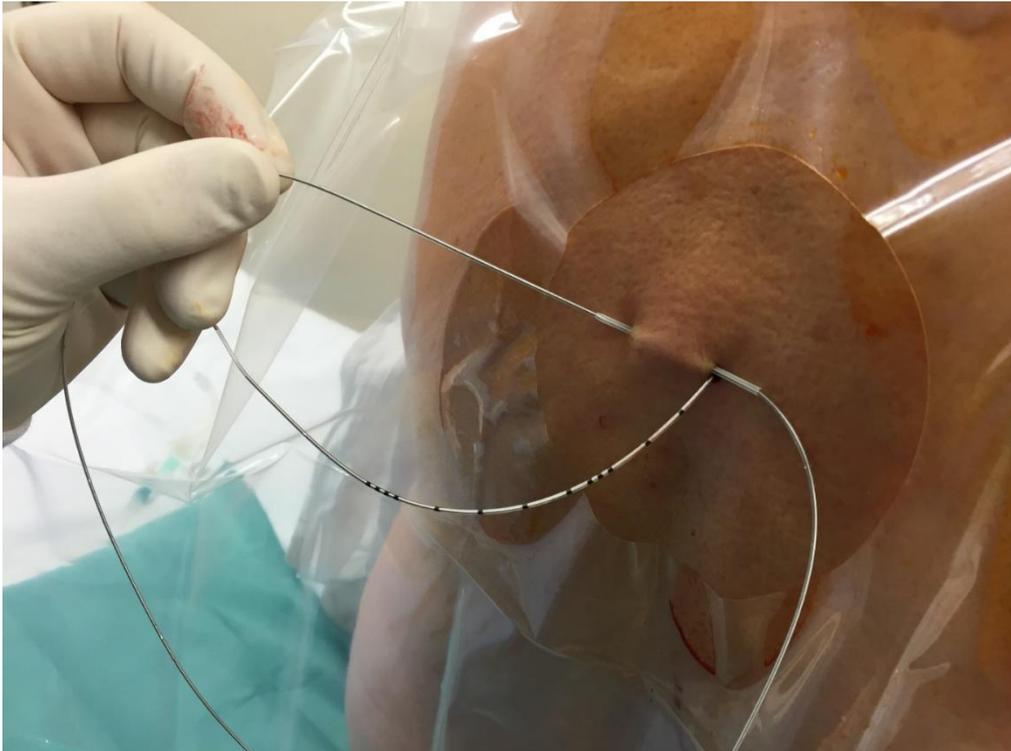
herausgezogen und vom Katheter entfernt (Abb. 4). Zur Fixierung auf der Haut und zum Abdecken der gesetzten Wunde wird Pflaster benutzt.



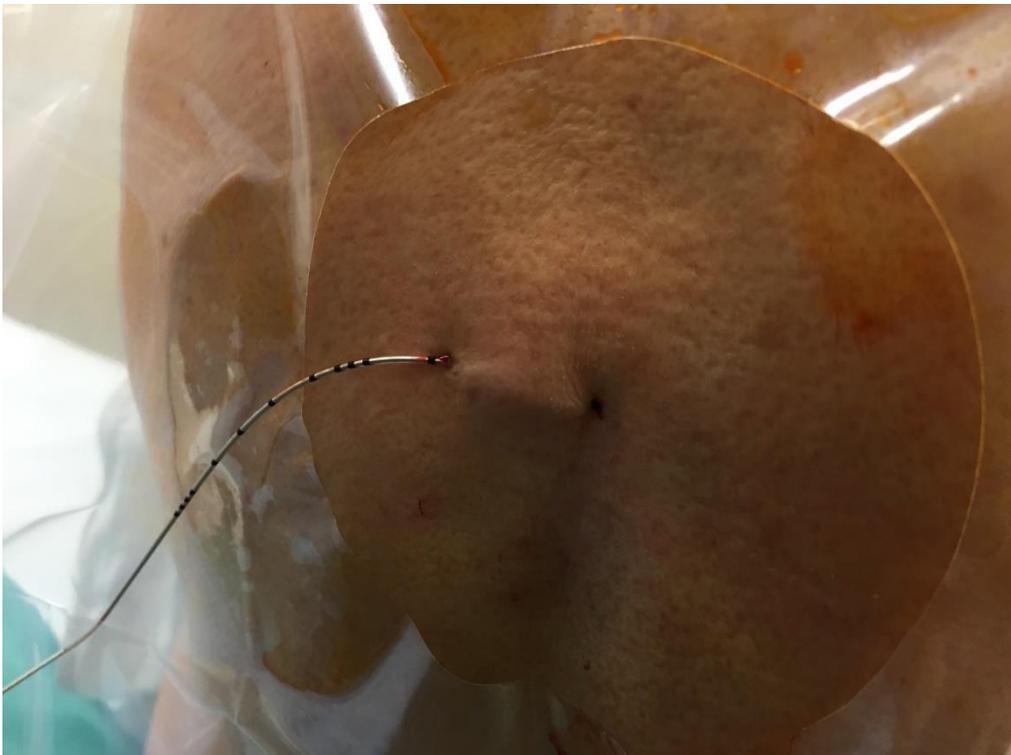
*Abbildung 1: Epiduralkatheter ohne Tunnel*



*Abbildung 2: Epiduralkatheter mit Kunststoffkanüle als Tunnel*



*Abbildung 3: Epiduralkatheter beim Vorschieben durch den Tunnel*



*Abbildung 4: getunnelter Epiduralkatheter*

*Quelle Abb. 1-4: Mit freundlicher Erlaubnis von Herrn PD. Dr. med. Tobias Fink*

### 2.3.2. Möglicher Nutzen/mögliches Risiko der Untertunnelung bei thorakalen Epiduralkathetern

Subkutane Untertunnelung von Epiduralkathetern könnte das Infektionsrisiko vermindern<sup>37,38</sup> und wird routinemäßig für dauerhafte Katheter genutzt<sup>39</sup>. In kleineren Studien zum Beispiel hat sich gezeigt, dass eine Untertunnelung der Katheter mit einer reduzierten bakteriellen Kolonisation von Epiduralkathetern bei Kleinkindern und Kindern verbunden ist<sup>40,41</sup>.

Darüber hinaus wird vermutet, dass eine subkutane Untertunnelung des Katheters zu einer besseren Fixierung im Gewebe führt und dadurch der Katheter seltener disloziert.<sup>42</sup>

Andererseits benötigt die Untertunnelung mindestens zwei Hautpunktionen. Mehrfache Hautpunktionen sind an sich ein gut bekannter Risikofaktor für Katheter-assoziierte Infektionen<sup>7,12</sup> und könnten womöglich den potentiellen Nutzen der Untertunnelung ausgleichen.

Es bleibt aus diesen Gründen unklar, ob die Untertunnelung von thorakalen Epiduralkathetern bei Erwachsenen protektiv ist oder möglicherweise das Risiko für eine Infektion vergrößert.

### 2.4. Ziele und Fragestellungen

1. Führt die Untertunnelung von thorakalen Epiduralkatheterverfahren bei Regionalanästhesien zu einem reduzierten Infektionsrisiko bei erwachsenen, chirurgischen Patienten?
2. Welchen Effekt hat die Untertunnelung hinsichtlich der Infektionsinzidenz bei leichten, mittelschweren und schweren Katheter-assoziierten Infektionen?
3. Welchen Einfluss hat die Untertunnelung auf die Infektionsinzidenz der Subgruppen (mehrfache Hautpunktion, ASA  $\geq$  2, Alter  $\geq$  65 Jahre, längere Liegedauer (4 - 14 Tage), Diabetes mellitus und BMI  $\geq$  30kg/m<sup>2</sup>)?

## 3. Material und Methoden

### 3.1. Material

Das Material stammt aus dem „*Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland*“.

Die hier analysierten Fälle der Datenbank stammen aus der Zeitperiode von September 2007 bis August 2014. In dieser Zeit wurden 101.822 Fälle dokumentiert.

Die zuständige Ethikkommission der Ärztekammer des Saarlandes, Saarbrücken, Deutschland (Chairperson San.-Rat Prof. Dr. Hermann Schieffer) hat diese Studie am 22. März 2011 genehmigt (Ärztekammer Nummer Ha50/11).

Die Erlaubnis benötigt keine schriftliche Ausfertigung, da die Daten anonym erhoben wurden (reguläre Prüfung zum Schutz der Datenprivatsphäre, Saarland commissioner, 12. März 2014).

### 3.2. Aufbau und Struktur des Netzwerkes

Im Jahre 2007 errichtete die Deutsche Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin ein „*Netzwerk für Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland*“. Für dieses Netzwerk schlossen sich Kliniken aus ganz Deutschland zusammen, um die Sicherheit in der Regionalanästhesie zu gewährleisten. Mögliche Risiken bei Regionalanästhesien sind z.B. Infektionen und neurologische Schäden. Diese treten allerdings in den einzelnen Kliniken jeweils sehr selten auf. Daher erschien es sinnvoll eine große, klinikübergreifende Datenbank zu erstellen, um daraus systematische Betrachtungen sowie Auswertungen treffen zu können.

Die Ziele, die dabei verfolgt wurden, sind:

- 1) Die prospektive Erhebung epidemiologischer Daten, darunter vor allem zu Infektionen und neurologischen Schäden.
- 2) Das Identifizieren von Risikofaktoren für Komplikationen.
- 3) Das Erkennen von notwendigen Prozessen, um die Sicherheit zu optimieren.<sup>43</sup>

Dafür sammelt das „*Netzwerk für Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland*“ präoperative, intraoperative und postoperative Daten von behandelnden Ärzten in 25 deutschen Zentren, die eine standardisierte Form erfüllen<sup>44</sup>.

Die Daten wurden kontinuierlich gesammelt. Sie enthalten detaillierte Informationen über den medizinischen Zustand der Patienten, die eine Regionalanästhesie bekommen, sowie Details über den Eingriff und den postoperativen Verlauf.

Ob ein thorakaler Epiduralkatheter getunnelt wird, liegt in der uneingeschränkten Behandlungsfreiheit des behandelnden Anästhesisten. Alle teilnehmenden Zentren folgen

deutschen Richtlinien, um Katheter-assoziierte Infektionen zu verhindern (S1-Leitlinie: Hygieneempfehlungen für die Regionalanästhesie).

### 3.3. Struktur der Datenerhebung

Damit die Dokumentation in allen 25 Zentren einheitlich abläuft, wurden die Dokumentationsinhalte in einem mehrstufigen Delphi-Prozess vom Arbeitskreis Regionalanästhesie in der DGAI erarbeitet (Anlage 3). Ein Anlage- und Visitenbogen dient der genauen Dokumentation (Anlage 4). Auf dem Anlagebogen werden patientenbezogene Details und Informationen zur Indikation und Anlage des Verfahrens der Regionalanästhesie oder -analgesie unmittelbar nach der Anlage durch den Anästhesisten dokumentiert. Auf dem Visitenbogen werden Informationen aus der täglichen Visite bezüglich postoperativ liegenden Schmerzkatheter und i.v. – PCAs notiert. Die Dokumentation kann über drei unterschiedliche Wege ablaufen:

1. Digital: Das bedeutet, dass eine digitale Krankenakte angelegt wird und über eine Schnittstelle die Daten auf die Datenbank des NRA übertragen wird.
2. Klinikinternes Intranet: Dafür wird eine Kopie der NRA-Datenbank in das Intranet der Klinik hinterlegt und die Daten schlussendlich anonym an die NRA-Datenbank im Internet übertragen.
3. Papiergebunden: Diese Dokumentationsform wird über Maschinen eingelesen und überträgt die Daten anonym in die Datenbank des NRA.

Die Analyse aller Daten, die in der Datenbank „*Netzwerk für Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland*“ gesammelt und gespeichert sind, findet im Universitätsklinikum des Saarlandes statt. Da ausschließlich anonymisierte Daten in der Datenbank gespeichert sind, wird sie der Anforderung der Datensicherheit überaus gerecht.<sup>44</sup>

### 3.4. Einteilung des Infektionsschweregrades

Infektionen an der Einstichstelle des Katheters wurden prospektiv nach Schweregrad eingeteilt:

- 1) Leichte Infektionen sollten mindestens zwei von drei Infektionszeichen (Rötung, Schwellung, lokalisierter Schmerz) zeigen;
- 2) Mittelschwere Infektionen wurden dahingehend definiert, dass eine leichte Infektion zusätzlich mindestens eines der folgenden Merkmale zeigen sollte: erhöhtes C-reaktives Protein, Leukozytose, Fieber oder Eiter an der punktierten Stelle;
- 3) Schwere Infektionen sind solche, die eine chirurgische Inzision oder Revision benötigen.

### 3.5. Datenbearbeitung

Es wurden pro Fall insgesamt 348 Parameter (Anlage 5) dokumentiert. Die Parameter konnten zum Teil nicht direkt zur Analyse genutzt werden, da sie in einer nicht analysierbaren Form vorlagen oder neue Parameter erst aus vorhandenen aus-, bzw. umgerechnet werden mussten.

In einer nicht analysierbaren Form lag zum Beispiel die Information „Untertunnelung“ vor. Diese wurde dahingehend umcodiert, dass ein neuer Parameter geschaffen wurde, in dem die Zahl 0 = nicht getunnelt und die Zahl 1 = getunnelt bedeutete.

Ähnlich verfahren wurde mit der Information „Infektion“. Diese wurde dokumentiert mit „leicht“, „mittelschwer“ und „schwer“. Hierfür wurden fünf neue Parameter geschaffen. Unter dem Parameter „Infektion alle“ wurden alle Infektionen (leicht, mittelschwer und schwer) mit der Zahl 1 codiert und jene Fälle ohne Infektion mit der Zahl 0. Unter dem Parameter „Infektion leicht“ wurden alle leichten Infektionen mit der Zahl 1 und die anderen (mittelschwere und schwere sowie keine Infektion) mit der Zahl 0 codiert. Entsprechend wurden zwei weitere Parameter geschaffen. Zum ersten „Infektion mittelschwer“ und zum zweiten „Infektion schwer“. Zusätzlich wurden unter dem neuen Parameter „Infektion mittelschwer und schwer“ all diese Fälle mit einer 1 codiert, bei denen eine mittelschwere oder schwere Infektion aufgetreten war und alle anderen Fälle (keine und leichte Infektion) mit einer 0 codiert.

Ähnlich wurden die Angaben zur ASA-Klassifikation umcodiert. Es wurden vier neue Spalten geschaffen: „ASA1“, „ASA2“, „ASA3“ und „ASA4“. In der Spalte „ASA1“ wurden all jene Fälle mit 1 markiert, die in der Spalte ASA-Klassifikation mit 1 dokumentiert waren und alle anderen Fälle mit 0. Analog wurde mit den Spalten „ASA2“, „ASA3“ und „ASA4“ verfahren. Der BMI musste aus Körpergewicht und Körpergröße berechnet werden. Dafür wurde folgende Formel angewandt:

$$BMI = \frac{\text{Gewicht [kg]}}{\text{Größe}^2 [\text{m}^2]}$$

Da aus datenschutzrechtlichen Gründen nur das Geburtsjahr und nicht der genaue Geburtstag dokumentiert wurde, musste das Alter mit Hilfe eines fiktiven Geburtstages berechnet werden. Das fiktive Geburtsdatum wurde für den 01.01. des Geburtsjahres festgelegt und dieses vom Anlagedatum der Regionalanästhesie- bzw. der Regionalanalgesiemaßnahme abgezogen:

$$\text{Alter} = \text{Anlagedatum} - \text{fiktives Geburtsdatum}$$

Die dadurch folgende Ungenauigkeit des Alters von maximal 364 Tagen musste akzeptiert werden. Das Vorkommen des Alters „0 Jahre“ stellte kein Problem dar, da in die Analyse nur Patienten > 18 Jahren eingeschlossen wurden.

### 3.6. Validierung

Vor der Einteilung der Daten in zwei Gruppen wurden diese anhand spezifischer Regeln validiert, um fälschlich eingegebene Daten zu löschen und um Fälle zu entfernen, die fehlende Informationen hatten. Patienten, bei denen der Katheter länger als 14 Tage lag, wurden nicht berücksichtigt, da der Katheter vermutlich nicht vorrangig für den operativen Eingriff gelegt wurde. Das Verhältnis zwischen Alter, Körpergröße, Gewicht und Geschlecht wurde verifiziert. Die Spanne für das Gewicht wurde definiert von 38 kg bis 250 kg für Männer und 39 kg bis 250 kg für Frauen. Die geringste Körpergröße und das geringste Gewicht war die 3. Perzentile von 14-jährigen Mädchen (150 cm, 39 kg) und Jungen (150 cm, 38 kg). Der Body Mass Index (BMI) wurde definiert von 16 kg/m<sup>2</sup> bis 70 kg/m<sup>2</sup>.

### 3.7. Datenanalyse

Die primäre Analyse war ein  $\chi^2$ -Vergleich von Häufigkeiten zwischen Patienten mit getunnelten und ungetunnelten Kathetern. Für kontinuierliche Variablen wurden die Unterschiede zwischen den Gruppen mit dem Students t-test (oder Welch's t-test, wenn die Varianz inhomogen war) verglichen.

Die number needed to treat wurde berechnet, um zu messen, wie viele Patienten mit einer Untertunnelung behandelt werden müssen, um einen Fall einer Katheter-assoziierten Infektion zu vermeiden.

Logistische Regressionsanalyse wurde zur Berechnung von univariaten und multiplen Odds Ratios mit 95 % Konfidenzintervall benutzt. Potentielle Störgrößen waren Geschlecht, Alter,

BMI, ASA-Klassifikation, Diabetes mellitus, Liegedauer des Katheters, mehrfache Hautpunktion vor der Untertunnelung, Jahr der Operation, Krankenhaus und chirurgische Abteilung (Allgemeinchirurgie, Gynäkologie, Traumatologie/Unfallchirurgie, Urologie und andere Abteilungen). Die Kollinearität wurde von Pearson oder Spearman Korrelationsfaktor getestet. Die Variablen mit einer positiven oder negativen Korrelation  $> 0,3$  oder  $< 0,3$  wurden entsprechend ausgeschlossen. Die Anpassungsgüte (Goodness of fit) wurde vom Hosmer-Lemeshow-Test berechnet. Für jedes Krankenhaus wurde das Risiko von Infektionen durch die Untertunnelung separat mit Hilfe der logistischen Regression (OR und 95 % KI) analysiert. Die verallgemeinerte Schätzungsgleichung (Generalized estimating equations) wurde für die Analyse des Einflusses der Untertunnelung auf Katheter-assoziierte Infektionen unter Einbezug der Heterogenität der Krankenhäuser verwendet. In der verallgemeinerten Schätzungsgleichung wurde die multiple logistische Regressionsanalyse gewählt, um adjustierte Odds Ratios mit 95 % Konfidenzintervall zu berechnen. Als Sensitivitätsanalyse wurde ein propensity score für jeden Patienten basierend auf potentiellen Störgrößen entwickelt. Jeder Patient mit einem getunnelten Katheter wurde auf den Patienten mit dem nächst passenden propensity score mit ungetunneltem Katheter angepasst. Die maximale Differenz des propensity scores war weniger als 0,05. Angepasste Patienten mit getunnelten und ungetunnelten Kathetern wurden bezüglich jeglichem Infektionsschweregrad mit Hilfe McNemar's Test oder conditional logistic regression verglichen. Die Bewertung des Gleichgewichts der Kovariablen, die für die Anpassung des propensity scores benutzt wurden, wurde mit Hilfe von  $t$ - und  $\chi^2$ -Test gemacht. Ein Ungleichgewicht wurde definiert als ein p-Wert  $< 0,1$  im absoluten Wert; jegliche unausgeglichene Kovariablen nach Anpassung des propensity scores wurden in weitere Sensitivitätsanalysen eingeschlossen. Die Berechnung des propensity scores wurde umgesetzt, indem Python essentials als eine Erweiterung von SPSS Version 22 benutzt wurde.

Alle Datenanalysen wurden mit Hilfe von SPSS Statistics 22 (IBM, Ehningen, Deutschland) durchgeführt. Kontinuierliche Variablen wurden als Mittelwerte und Standardabweichungen formuliert. Kategorische Variablen sind als absolute und relative Häufigkeiten dargestellt. Statistische Signifikanz wurde akzeptiert bei einem zweiseitigen p-Wert  $\leq 0,05$ .

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Bildung des Studienkollektivs

Das endgültige Studienkollektiv bestand aus 22.411 Fällen, die alle kontinuierliche thorakale Epiduralkatheter und Information über die Untertunnelung hatten (Diagramm 1). Dieses Kollektiv wurde in zwei Gruppen unterteilt, jene mit getunnelten ( $n = 12.870$ ) und jene mit ungetunneltem thorakalen Epiduralkatheter ( $n = 9.541$ ).

In der Datenbank befanden sich im Zeitraum von 2007 bis 2014 insgesamt 101.822 Fälle. Nach dem Aussortieren derer Fälle, die keinen thorakalen Epiduralkatheter hatten, waren noch 28.724 Fälle im Studienkollektiv. Da 5.060 Fälle keine Informationen bezüglich Infektion und demographischen Daten, beziehungsweise implausible Daten hatten, reduzierte sich das Kollektiv auf 23.664 Fälle. Ebenfalls aussortiert wurden jene Fälle ohne Information bezüglich der Untertunnelung, sodass nur noch 23.118 Fälle im Kollektiv waren. Ausgeschlossen wurden auch all diejenigen Fälle, bei denen der Katheter länger als 14 Tage lag, somit reduzierte sich die Kollektivauswahl auf 22.645 Fälle. Nach Ausschluss der Kinder (unter 18 Jahren) waren im Studienkollektiv noch 22.411 Fälle.

Diese wurden anschließend in 2 Gruppen eingeteilt. Eine Gruppe hatte getunnelte Katheter, die andere nicht.

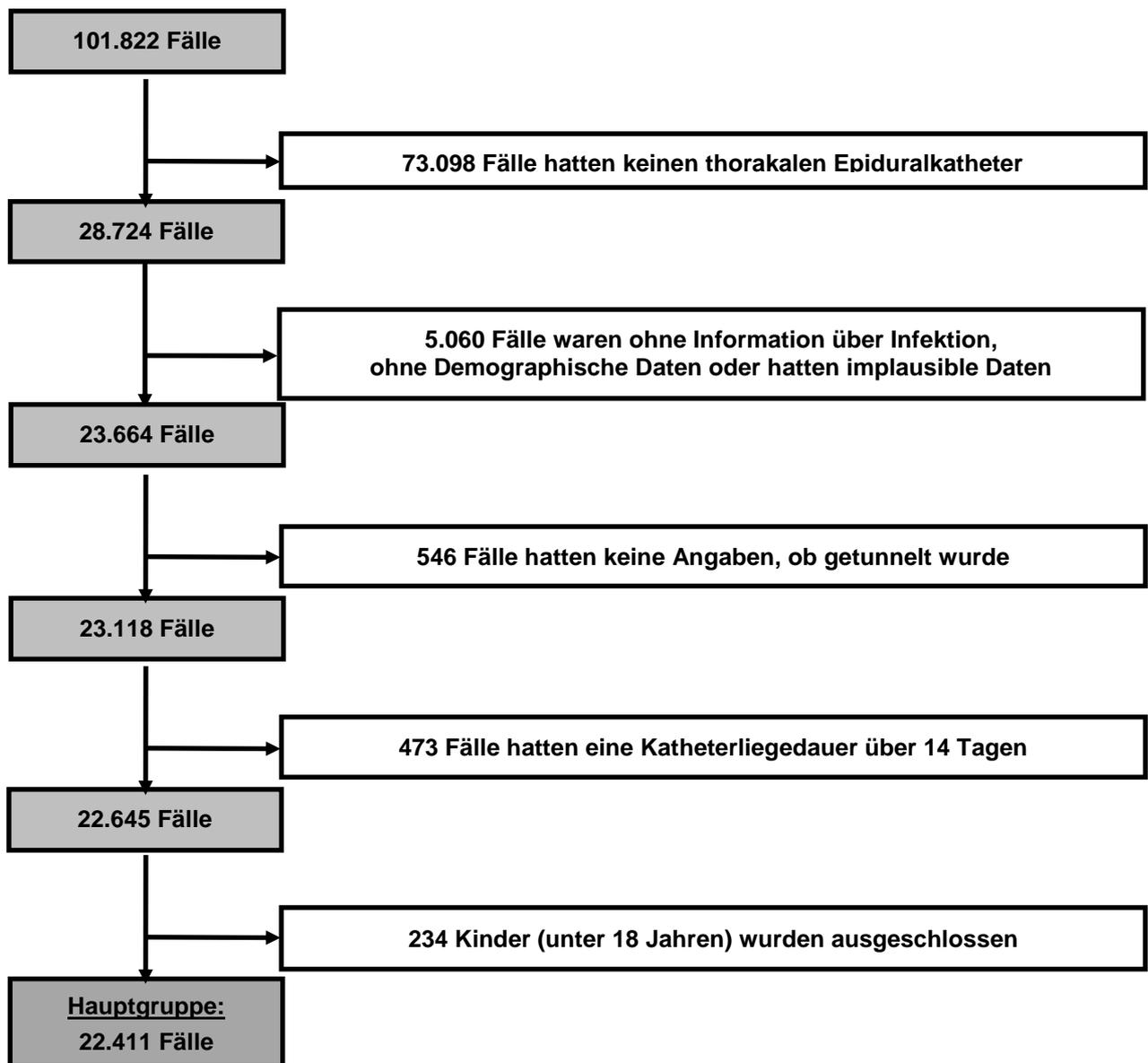


Diagramm 1: Flussdiagramm der Studienteilnehmer

## 4.2. Demographische Daten

In Tabelle 1 sind die demographischen Daten dargestellt.

Die Angaben zu den demographischen Daten wurden bezüglich Geschlecht, Alter, BMI, ASA-Klassifikation und Diabetes verglichen. In den Gruppen „getunnelte“, bzw. „ungetunnelte“ Katheter ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

Zusätzlich wurde ermittelt, ob es signifikante Unterschiede in den verschiedenen Abteilungen für Allgemein Chirurgie, Gynäkologie Unfallchirurgie und Orthopädie, Urologie und anderen Abteilungen gibt.

Auch die Angaben, ob vor der Untertunnelung mehrfach punktiert wurde und die Liegedauer des Katheters wurde in den beiden Gruppen gegenübergestellt.

Vor dem Angleichen der Gruppen gab es 9.541 dokumentierte Fälle, die einen ungetunnelten Katheter hatten und 12.870 Fälle mit getunneltem Katheter.

In der Gruppe mit ungetunneltem Katheter befanden sich 5.778 Männer (61 %) und das Durchschnittsalter lag bei 65 Jahren (65 - 66 J.). Der BMI lag im Schnitt bei 26 kg/m<sup>2</sup> ( $\pm$  3,8 kg/m<sup>2</sup>).

1.137 der Patienten mit ungetunneltem Katheter waren der Kategorie ASA 1 zuzuordnen (12 %), 4.243 der Patienten zu ASA 2 (44 %), 4.062 der Patienten zu ASA 3 (70 %) und 99 der Patienten zu ASA 4 (1 %). 1.332 der Patienten hatten Diabetes mellitus (14 %).

In der Gruppe der getunnelten Katheter befanden sich 6.858 Männer (53 %) und das Durchschnittsalter lag bei 63 Jahren (63 - 64 J.) Der BMI lag im Schnitt bei 25 kg/m<sup>2</sup> ( $\pm$  3,9 kg/m<sup>2</sup>).

419 der Patienten mit getunneltem Katheter waren der Kategorie ASA 1 zuzuordnen (3 %), 3.348 der Patienten zu ASA 2 (26 %), 8.967 der Patienten zu ASA 3 (70 %) und 136 der Patienten zu ASA 4 (1 %). 1.495 der Patienten hatte Diabetes mellitus (12 %).

Bezüglich der chirurgischen Abteilungen zeigte sich unter den Patienten mit ungetunneltem Katheter, dass 3.346 der Patienten in der Allgemein Chirurgie operiert wurden (35,1 %), 841 in der Gynäkologie (8,8 %), 249 in der Unfallchirurgie und Orthopädie (2,6 %), 2.955 in der Urologie (31 %) und 2.145 in anderen Abteilungen (22,5 %).

Unter den Patienten mit getunneltem Katheter wurden 8.056 Patienten in der Allgemein Chirurgie operiert (62,5 %), 1.745 in der Gynäkologie (13,6 %), 230 in der Unfallchirurgie und Orthopädie (1,8 %), 2.338 in der Urologie (18,2 %) und 499 in anderen Abteilungen (3,8 %).

Mehrfache Hautpunktionen vor der Untertunnelung waren bei 3.044 der Patienten mit ungetunneltem Katheter notwendig (32 %) und die durchschnittliche Katheterliegedauer lag bei 5,7 Tagen ( $\pm 2,2$ ).

Unter den Patienten mit getunneltem Katheter waren bei 3.789 Patienten mehrfache Hautpunktionen notwendig (30 %) und die durchschnittliche Katheterliegedauer lag bei 6,0 Tagen ( $\pm 2,4$ ).

Daraus zeigt sich, dass unter den Patienten mit getunnelten Kathetern mehr Frauen waren, die Patienten jünger waren, eine höhere ASA-Klassifikation hatten und weniger der Patienten an Diabetes mellitus litten verglichen mit den Patienten aus der Kontrollgruppe. Die Patienten in der Allgemein Chirurgie und Gynäkologie hatten öfter getunnelte Katheter; wohingegen Patienten, die in der Unfallchirurgie, Orthopädie und Urologie behandelt wurden, seltener einen getunnelten Katheter hatten. Darüber hinaus war in der Gruppe mit den getunnelten Kathetern seltener eine mehrfache Hautpunktion notwendig und die Liegedauer war länger. All diese Unterschiede waren statistisch signifikant (Tabelle 1).

	<u>Vor der Angleichung</u>			<u>Nach der Angleichung</u>		
	<i>nicht getunnelt (n=9.541)</i>	<i>getunnelt (n=12.870)</i>	<i>p-Wert</i>	<i>nicht getunnelt (n=7.586)</i>	<i>getunnelt (n=7.586)</i>	<i>p-Wert</i>
<i>männlich (%)</i>	5.778 (61)	6.858 (53)	<b>&lt;0,001</b>	4.288 (57)	4.317 (57)	<b>0,65</b>
<i>Alter [Jahre] (95 % KI)</i>	65 (65-66)	63 (63-64)	<b>&lt;0,001</b>	64 (64-65)	65 (64-65)	<b>0,13</b>
<i>Body mass index [kg/m<sup>2</sup>]</i>	26 ± 3,8	25 ± 3,9	<b>&lt;0,001</b>	26±3,8	26 ± 3,9	<b>0,11</b>
<i>ASA 1 (%)</i>	1.137 (12)	419 (3)	<b>&lt;0,001</b>	792 (10)	413 (5)	<b>&lt;0,001</b>
<i>ASA 2 (%)</i>	4.243 (44)	3.348 (26)	<b>&lt;0,001</b>	3.076 (41)	2.554 (34)	<b>&lt;0,001</b>
<i>ASA 3 (%)</i>	4.062 (43)	8.967 (70)	<b>&lt;0,001</b>	3.621 (48)	4.526 (60)	<b>&lt;0,001</b>
<i>ASA 4 (%)</i>	99 (1)	136 (1)	<b>0,95</b>	97 (1)	93 (1)	<b>0,83</b>
<i>Diabetes mellitus (%)</i>	1.332 (14)	1.495 (12)	<b>&lt;0,001</b>	995 (13)	957 (13)	<b>0,37</b>
<i>Allgemeinchirurgie (%)</i>	3.346 (35,1)	8.056 (62,6)	<b>&lt;0,001</b>	3.178 (41,9)	4.170 (55,0)	<b>&lt;0,001</b>
<i>Gynäkologie (%)</i>	841 (8,8)	1.745 (13,6)	<b>&lt;0,001</b>	786 (10,4)	822 (10,8)	<b>0,34</b>
<i>Unfallchirurgie und Orthopädie (%)</i>	249 (2,6)	230 (1,8)	<b>&lt;0,001</b>	198 (2,6)	181 (2,4)	<b>0,41</b>
<i>Urologie (%)</i>	2.955 (31,0)	2.338 (18,2)	<b>&lt;0,001</b>	1.804 (23,8)	1.916 (25,3)	<b>0,04</b>
<i>Andere Abteilungen (%)</i>	2.145 (22,5)	499 (3,8)	<b>&lt;0,001</b>	1.620 (21,3)	497 (6,5)	<b>&lt;0,001</b>
<i>mehrfache Hautpunktionen vor der Untertunnelung (%)</i>	3.044 (32)	3.789 (30)	<b>&lt;0,001</b>	2.317 (31)	2.490 (33)	<b>0,003</b>
<i>Katheterliegedauer [Tage]</i>	5,7 ± 2,2	6,0 ± 2,4	<b>&lt;0,001</b>	5,7±2,3	5,8 ± 2,3	<b>0,31</b>

Tabelle 1: Demographische Daten

### 4.3. Nicht adjustierte Anzahl an leichten, mittelschweren und schweren Infektionen

In dieser Tabelle sind die Häufigkeiten aller Infektionen zusammen, als auch die Häufigkeiten der Infektionen nach Schweregraden (leicht, mittelschwer, schwer) dargestellt.

Bei den Patienten mit ungetunneltem Katheter (9.541) traten insgesamt 523 Infektionen auf (5,5 %). Darunter waren 443 Infektionen leicht (4,6 %), 75 Infektionen waren mittelschwer (0,8 %) und 5 Infektionen waren schwer (0,1 %).

Von den Patienten mit getunnelten Kathetern (12.870) zeigten lediglich 573 eine Infektion (4,5 %). Davon waren 513 leichte (4,0 %), 51 mittelschwere (0,4 %) und 9 schwere Infektionen (0,1 %).

Patienten mit getunneltem Katheter hatten allgemein eine signifikant niedrigere Rate an Infektionen verglichen mit den Patienten mit ungetunneltem Katheter (getunnelt: 4,5 %; nicht getunnelt: 5,5 %;  $p < 0,001$ ; NNT = 97; Tabelle 2). Sowohl das Auftreten leichter (getunnelt: 4,0 %; nicht getunnelt: 4,6 %;  $p = 0,009$ ; NNT = 152), als auch das Auftreten mittelschwerer (getunnelt: 0,4 %; nicht getunnelt: 0,8 %;  $p < 0,001$ , NNT = 257) Infektionen war signifikant niedriger. Die Inzidenz der schweren Infektionen war zu gering, um eine statistisch zuverlässige Auswertung zu erlauben.

<b>Schweregrad der Infektion</b>	<b>nicht getunnelt (n = 9.541) Anzahl (%)</b>	<b>getunnelt (n = 12.870) Anzahl (%)</b>	<b>p-Wert</b>	<b>NNT</b>
<i>jegliche Infektion</i>	523 (5,5)	573 (4,5)	<b>&lt; 0,001</b>	<b>97</b>
<i>Leicht</i>	443 (4,6)	513 (4,0)	<b>0,009</b>	<b>152</b>
<i>mittelschwer</i>	75 (0,8)	51 (0,4)	<b>&lt; 0,001</b>	<b>257</b>
<i>Schwer</i>	5 (0,1)	9 (0,1)	0,41	—

Tabelle 2: Nicht adjustierte Anzahl an leichten, mittleren und schweren Infektionen

#### 4.4. Einflussfaktoren auf Katheter-assoziierte Infektionen unter allen Patienten

In Tabelle 3 sind alle Faktoren aufgelistet, die einen Einfluss auf Katheter-assoziierte Infektionen hatten. Es zeigte sich, dass die Patienten ein 2,5-fach erhöhtes Risiko hatten, wenn sie im Krankenhaus 11 operiert wurden. Auch die Patienten, die in anderen Abteilungen (also nicht in der Allgemeinchirurgie, der Gynäkologie, der Unfallchirurgie und Orthopädie oder der Urologie) operiert wurden, hatten ein 2-fach erhöhtes Risiko eine Katheter-assoziierte Infektion zu erleiden.

Andere Faktoren, welche signifikant die Rate an Katheter-assoziierten Infektionen beeinflussten, waren die Liegedauer des Katheters (OR: 1,19), mehrfache Hautpunktionen vor der Untertunnelung (OR: 1,16), die ASA-Klassifikation (OR: 1,15), das Alter (OR: 1,01), die chirurgische Disziplin (Gynäkologie OR: 0,67; Urologie OR: 0,56) und das Krankenhaus (KH 7 OR: 1,29; KH 3 OR: 0,67; KH 13 OR: 0,58; KH 10 OR: 0,46; KH 1 OR: 0,18).

Kein signifikanter Einfluss ergab hingegen das Jahr der Operation, das Geschlecht, der BMI und das Vorliegen von Diabetes.

<i>Alle Patienten (n = 22.411)</i>			
	<i>Odds Ratio</i>	<i>95 % KI</i>	<i>p-Wert</i>
<i>Krankenhaus 11</i>	<b>2,54</b>	<b>2,09 - 3,09</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<i>Andere Abteilungen</i>	<b>2,17</b>	<b>1,87 - 2,52</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<i>Krankenhaus 7</i>	<b>1,29</b>	<b>1,13 - 1,48</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<i>Katheterliegedauer</i>	<b>1,19</b>	<b>1,16 - 1,22</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<i>mehrfache Hautpunktionen vor der Untertunnelung</i>	<b>1,16</b>	<b>1,02 - 1,32</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<i>ASA-Klassifikation</i>	<b>1,15</b>	<b>1,05 - 1,27</b>	<b>0,004</b>
<i>Alter</i>	<b>1,01</b>	<b>1,01 - 1,02</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<i>Gynäkologie</i>	<b>0,67</b>	<b>0,53 - 0,83</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<i>Krankenhaus 3</i>	<b>0,64</b>	<b>0,48 - 0,85</b>	<b>0,002</b>
<i>Krankenhaus 13</i>	<b>0,58</b>	<b>0,44 - 0,76</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<i>Urologie</i>	<b>0,56</b>	<b>0,48 - 0,67</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<i>Krankenhaus 10</i>	<b>0,46</b>	<b>0,34 - 0,62</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<i>Krankenhaus 1</i>	<b>0,18</b>	<b>0,07 - 0,43</b>	<b>&lt; 0,001</b>

Tabelle 3: Einflussfaktoren für Katheter-assoziierte Infektionen

#### 4.5. Untertunnelung – ein Risikofaktor für Katheter-assoziierte Infektionen

Nach multivariablen Analysen waren getunnelte thorakale Epiduralkatheter mit einem verminderten Risiko für jeglichen Schweregrad von Katheter-assoziierten Infektionen verbunden (crude OR: 0,80; 95 % KI: 0,71 - 0,91;  $p < 0,001$ ; Tabelle 4). Nach Adjustierung für die oben beschriebenen Störgrößen zeigt sich die Untertunnelung als unabhängige Präventivmaßnahme für jeglichen Schweregrad von Infektionen (adjustierte OR: 0,51; 95 % KI: 0,42 - 0,61;  $p < 0,001$ ), als auch für leichte Infektionen (adjustierte OR: 0,54; 95 % KI: 0,43 - 0,66;  $p < 0,001$ ) und mittelschwere Infektionen (adjustierte OR: 0,41; 95 % KI: 0,25 - 0,66;  $p < 0,001$ ). Die Untertunnelung blieb ebenso eine unabhängige Präventivmaßnahme für schwere und mittelschwere Infektionen nach Adjustierung für potentielle Störgrößen (crude OR: 0,55; 95 % KI: 0,40 - 0,78;  $p = 0,001$ ; adjustierte OR: 0,44; 95 % KI: 0,28 - 0,70,  $p = 0,001$ ). Der Anpassungstest (Goodness-of-fit-Test) wurde für jedes adjustierte Modell nach dem Hosmer-Lemeshow-Test abgeschätzt und war statistisch nicht signifikant. Modelle zur verallgemeinerten Schätzgleichung (Generalized estimating equations) wurden benutzt, um die univariable und multivariable Analyse einschließlich der Krankenhäuser als getrennte Bedingung von oben zu wiederholen. Nach der verallgemeinerten Schätzgleichung zeigte sich die Untertunnelung als unabhängige Präventivmaßnahme für jeglichen Schweregrad von Infektionen (adjustierte OR: 0,50; 95 % KI: 0,27 - 0,92;  $p = 0,026$ ).

<b>Alle Patienten (n = 22.411)</b>				
	<i>Odds Ratio</i>		<i>95 % KI</i>	<i>p-Wert</i>
<i>Alle Infektionen</i>	Crude	<b>0,80</b>	0,71 – 0,91	<b>&lt; 0,001</b>
	Adjusted	<b>0,51</b>	0,42 – 0,61	<b>&lt; 0,001</b>
<i>Leicht</i>	Crude	<b>0,85</b>	0,75 – 0,97	<b>0,016</b>
	Adjusted	<b>0,54</b>	0,43 – 0,66	<b>&lt; 0,001</b>
<i>Mittelschwer</i>	Crude	<b>0,50</b>	0,35 – 0,72	<b>&lt; 0,001</b>
	Adjusted	<b>0,41</b>	0,25 – 0,66	<b>&lt; 0,001</b>
<i>Schwer</i>	Crude	1,34	0,45 – 3,98	0,61
	Adjusted	1,15	0,31 – 4,23	0,83

Tabelle 4: Untertunnelung – ein Risikofaktor für Katheter-assoziierte Infektionen

#### 4.6. Sensitivitätsanalyse

Nach Anpassung des propensity scores wurden 7.586 Patienten mit getunneltem Katheter (59 % von 12.870 Patienten) 7.586 Kontrollpatienten (80 % von 9.541 Patienten) gegenübergestellt. Die Sensitivitätsanalyse ergab vergleichbare Ergebnisse für jeglichen Infektionsschweregrad (OR: 0,78; 95 % KI: 0,67 - 0,90;  $p < 0,001$ ). Wie in Tabelle 1 dargestellt, waren nun Patienten mit getunnelten und ungetunnelten Kathetern viel ausgeglichener. Allerdings ergab sich ein Ungleichgewicht für die ASA-Klassifikation ( $p < 0,001$ ), mehrfache Hautpunktion vor der Untertunnelung ( $p = 0,003$ ), chirurgische Abteilung ( $p < 0,001$ ), Jahr der Operation ( $p < 0,001$ ) und Krankenhaus ( $p < 0,001$ ). Um zurückhaltend zu sein, wurden all diese oben genannten Faktoren in ein multiples Modell eingeschlossen, während die zwei Gruppen für jeglichen Infektionsschweregrad verglichen wurden (adjustierte OR: 0,71; 95 % KI: 0,60 - 0,83,  $p < 0,001$ ).

## 4.7. Subgruppenanalysen

Die Untergruppen wurden nach bekannten Störgrößen, wie mehrfache Hautpunktion,  $ASA \geq 2$ ,  $Alter \geq 65$  Jahre und längere Liegedauer (4 - 14 Tage) ausgewählt. Diabetes mellitus und  $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$  wurden zusätzlich analysiert.

Bei den Mehrfachpunktionen zeigte sich, dass durch die Untertunnelung die Inzidenz einer Katheter-assoziierten Infektion von 6,4 % (ohne Tunnel,  $n = 3.044$ ) auf 4,6 % (mit Tunnel,  $n = 3.789$ ) bei einem adjustierten OR von 0,42 verringert wurde (95 % KI: 0,31 - 0,58;  $p < 0,001$ ; NNT = 56).

Bei einem  $ASA \geq 2$  wurde durch die Untertunnelung eine Reduktion der Infektionsinzidenz von 5,9% (ohne Tunnel,  $n = 8.404$ ) auf 4,5 % (mit Tunnel,  $n = 12.451$ ) bei einem adjustierten OR von 0,59 erreicht (95 % KI: 0,49 - 0,71;  $p < 0,001$ , NNT = 71).

Bei einem  $Alter \geq 65$  Jahren reduzierte die Untertunnelung die Infektionsinzidenz von 5,0 % (ohne Tunnel,  $n = 5.688$ ) auf 3,9 % (mit Tunnel,  $n = 6.762$ ) bei einem adjustierten OR von 0,52 (95 % KI: 0,40 - 0,68;  $p < 0,001$ ; NNT = 91).

Und auch in der Untergruppe mit verlängerter Liegedauer zeigte sich, dass die Untertunnelung einen signifikanten Effekt auf die Infektionsinzidenz hat. Ohne eine Untertunnelung lag dieses bei 6,0 % ( $n = 8.112$ ) in der getunnelten Gruppe lediglich bei 5,0 % ( $n = 10.205$ ) bei einem adjustierten OR von 0,44 (95 % KI: 0,28 - 0,69;  $p < 0,001$ ; NNT = 108).

Kein signifikantes Ergebnis kam in den Untergruppen für Diabetes und  $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$  heraus. In der kleineren Gruppe der Diabetiker wurde die Infektionsinzidenz von 5,8 % (ohne Tunnel,  $n = 1.322$ ) auf 4,8 % ( $n = 1.495$ ) bei einem adjustierten OR von 0,64 reduziert (95 % KI: 0,37 - 1,10;  $p = 0,11$ ; NNT = 93). Und auch bei der kleinen Untergruppe mit  $BMI \geq 39 \text{ kg/m}^2$  verminderte sich die Infektionsinzidenz nicht signifikant von 4,3 % (ohne Tunnel,  $n = 923$ ) auf 4,2 % ( $n = 914$ ) bei einem adjustierten OR von 0,82 (95 % KI: 0,35 - 1,9;  $p < 0,64$ ; NNT = 568).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass durch die Untertunnelung die Inzidenz von Katheter-assoziierten Infektionen in allen Untergruppen (Diagramm 2) verringert wurde. Die adjustierten ORs aber zeigen, dass das Risiko von Katheter-assoziierten Infektionen nur bei den Patienten mit mehrfacher Hautpunktion,  $ASA \geq 2$ ,  $Alter \geq 65$  Jahren und verlängerter Katheter-Liegedauer (4 - 14 Tagen) signifikant reduziert wurde.

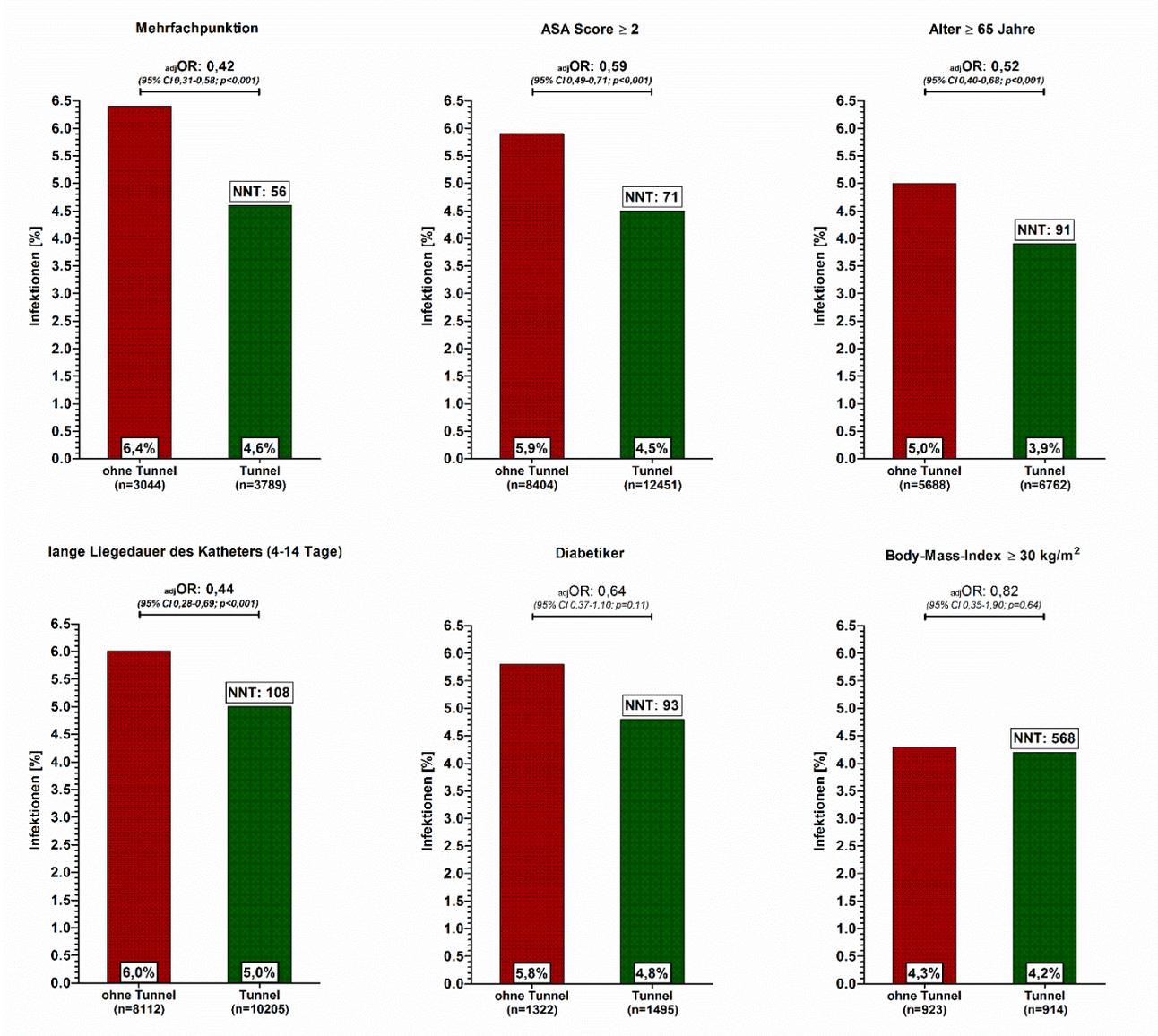


Diagramm 2: Subgruppenanalysen für jeglichen Infektionsschweregrad

#### 4.8. Schmerzintensität und Patientenzufriedenheit

In weniger als der Hälfte der Patientenpopulation lagen Informationen über Schmerzintensität (NRS 0 - 10 in Ruhe und während Bewegung), Infusionsgeschwindigkeit und Zufriedenheit der Patienten (NRS 0 - 10) vor (Tabelle 5).

Vor Angleichen der zwei Gruppen hatten Patienten mit ungetunneltem Katheter ( $n = 4.848$ ) nach 24 Stunden einen Wert von  $1,56 \pm 1,94$  auf der Schmerzskala in Ruhe. Patienten mit getunneltem Katheter ( $n = 11.266$ ) hatten hingegen einen geringeren Wert von  $1,19 \pm 1,56$ .

Auf der Schmerzskala in Bewegung hatten die Patienten mit ungetunneltem Katheter ( $n = 4.338$ ) nach 24 Stunden einen Wert von  $2,94 \pm 2,24$ , wohingegen Patienten mit getunneltem Katheter einen geringeren Wert von  $2,72 \pm 2,04$  hatten.

Die Infusionsgeschwindigkeit unterschied sich zwischen den zwei Gruppen nur geringfügig. Die Patienten mit ungetunneltem Katheter ( $n = 3.773$ ) hatten nach 24 Stunden im Durchschnitt  $5,93 \pm 4,36$  ml/h laufen, die Patienten mit getunneltem Katheter ( $n = 10.356$ ) dagegen lediglich  $5,90 \pm 2,53$  ml/h.

Auch die Zufriedenheit der Patienten nach Katheterentfernung unterschied sich zwischen den zwei Gruppen. Die Patienten mit ungetunneltem Katheter ( $n = 2.911$ ) gaben auf einer Skala von 0 - 10 einen Wert von  $7,21 \pm 3,76$  an, die Patienten mit getunneltem Katheter ( $n = 5.491$ ) demgegenüber  $8,03 \pm 3,58$ .

Daraus lässt sich schließen, dass 24 Stunden nach Anlage des thorakalen Epiduralkatheters Patienten mit getunnelten Kathetern weniger Schmerzen in Ruhe und Bewegung hatten, verglichen mit den Patienten mit ungetunneltem Katheter. Die Infusionsgeschwindigkeiten waren vergleichbar. Nach Entfernung des Katheters waren die Patienten mit getunnelten Kathetern zufriedener als die Patienten mit ungetunnelten Kathetern.

Nach Anpassung des propensity scores, welche das Gleichgewicht der Kovariablen sehr verbesserte (Tabelle 1), waren die Ergebnisse ähnlich. Lediglich die Infusionsgeschwindigkeit [ml/Stunde] war nun ebenfalls bei Patienten mit getunnelten Kathetern niedriger (Tabelle 5).

	Vor der Angleichung			Nach der Angleichung		
	nicht getunnelt	getunnelt	p-Wert	nicht getunnelt	Getunnelt	p-Wert
nach 24 Stunden	(n = 4.848)	(n = 11.266)		(n = 4.191)	(n = 6.602)	
Schmerzsкала in Ruhe (0-10)	1,56 ± 1,94	1,19 ± 1,56	<b>&lt; 0,001</b>	1,55 ± 1,91	1,18 ± 1,56	<b>&lt; 0,001</b>
(95 % KI)	(1,51 - 1,62)	(1,17 - 1,22)		(1,49 - 1,61)	(1,14 - 1,22)	
nach 24 Stunden	(n = 4.338)	(n = 10.733)		(n = 3.817)	(n = 6.265)	
Schmerzsкала in Bewegung (0 - 10)	2,94 ± 2,24	2,72 ± 2,04	<b>&lt; 0,001</b>	2,88 ± 2,22	2,74 ± 2,04	<b>&lt; 0,001</b>
(95 % KI)	(2,88 - 3,01)	(2,68 - 2,76)		(2,81 - 2,95)	(2,69 - 2,79)	
nach 24 Stunden	(n = 3.773)	(n = 10.365)		(n = 3.275)	(n = 5.915)	
Infusionsgeschwindigkeit (ml/h)	5,93 ± 4,36	5,90 ± 2,53	0,62	5,68 ± 4,46	5,49 ± 2,49	<b>0,01</b>
(95 % KI)	(5,79 - 6,07)	(5,85 - 5,95)		(5,52 - 5,83)	(5,43 - 5,55)	
nach Katheterentfernung	(n = 2.911)	(n = 5.491)		(n = 2.651)	(n = 2.918)	
Zufriedenheit der Patienten (0 - 10)	7,21 ± 3,76	8,03 ± 3,58	<b>&lt; 0,001</b>	7,38 ± 3,63	7,68 ± 3,84	<b>0,003</b>
(95 % KI)	(7,07 - 7,34)	(7,94 - 8,13)		(7,24 - 7,52)	(7,54 - 7,82)	

Tabelle 5: Schmerzintensität und Patientenzufriedenheit

## 5. Diskussion

### 5.1. Hintergrund

Die Untertunnelung wird im Allgemeinen dazu genutzt, um ein Dislozieren des Katheters zu verhindern.<sup>45</sup>

Jedoch zeigte sich, dass die Untertunnelung das Risiko der bakteriellen Kolonisation von neuraxialen Kathetern bei Kleinkindern und Kindern reduziert.<sup>40</sup>

Die bakterielle Kolonisation ungetunnelter Epiduralkatheter war zum Beispiel fast dreimal so hoch im Vergleich zu getunnelten Epiduralkathetern (29 % vs. 11 %).<sup>40</sup> Ein historischer Review bei Krebspatienten fand eine Tendenz zu niedrigeren Infektionsraten, wenn subkutane Injektionsports verwendet wurden.<sup>46</sup> Des Weiteren zeigten Sellmann et al. eine Tendenz zu niedrigeren Kolonisationsraten mit einer sehr kleinen Fallzahl thorakaler Epiduralkatheter.<sup>47</sup>

Vor allem bei intravaskulären Kathetern, welche länger im Körper bleiben sollen, wird die Untertunnelung schon lange angewandt.

Beispiele hierfür sind Dialysekatheter (z.B. Demers-Katheter)<sup>48</sup>, Port- und Broviac-Katheter (V. cephalica, V. jugularis interna, V. subclavia)<sup>49</sup>, aber auch Ventrikeldrainagen in der Neurochirurgie, die alle subkutan getunnelt werden.<sup>50,51</sup>

Bei zentralen Venenkathetern hat sich herausgestellt, dass die Untertunnelung das Risiko einer Katheter-bedingten Sepsis (OR: 0,33; 95 % KI: 0,13 - 0,83; p = 0,02) und einer Katheter-abhängigen Septikämie (OR: 0,23; 95 % KI: 0,07 - 0,81; p = 0,02) verringert.<sup>52,53</sup>

Zu den Ventrikeldrainagen zeigt eine Studie, bei der 100 Prozeduren getunnelter Drainagen untersucht wurden, dass die Untertunnelung einen großen Effekt hat. Bei den Patienten, die vor dem Eingriff infektionsfrei waren, gab es nicht einen Fall einer Katheter-assoziierten Infektion.<sup>50</sup>

Und letztendlich gibt es Hinweise dafür, dass eine Untertunnelung ebenso das Infektionsrisiko für periphere Katheter<sup>36</sup> und sogar Blutstrominfektionen verringert.

Der genaue Mechanismus, inwiefern eine Untertunnelung das Infektionsrisiko reduziert, scheint noch unklar. Die bakterielle Migration entlang des Weges des Epiduralkatheters ist die bestbekannte Strecke der Kolonisation von Epiduralkathetern.<sup>54</sup> Die Untertunnelung führt sicherlich zu einer besseren Fixierung und weniger Bewegung zwischen Katheter und Haut, dadurch wird der bakterielle Transport entlang des Katheters reduziert.<sup>50</sup> Ein weiterer möglicher Erklärungsansatz (gerade für die thorakalen Epiduralkatheter) ist, dass die Talgdrüsendichte in der kutanen Mittellinie der Wirbelsäule höher ist (v-förmige Verteilung).<sup>55</sup> Das bedeutet, dass im Bereich der oberen Brustwirbelsäule die Talgdrüsendichte höher ist und weiter nach lateral

reicht, als im unteren Teil der Brustwirbelsäule. Dadurch könnte das Infektionsrisiko für Mittellinienkatheter vor allem im oberen und mittleren thorakalen Abschnitt der Wirbelsäule erhöht sein. Eine Untertunnelung des Katheters nach lateral von der Mittellinie weg könnte das Infektionsrisiko verringern. Vor allem im mittleren und unteren Abschnitt der Brustwirbelsäule verlässt der Katheter die Haut nun in einer Gegend mit einer geringeren Talgdrüsendichte. Da die genaue Technik und vor allem die Richtung der Untertunnelung in den verschiedenen Kliniken nicht bekannt und nicht einheitlich ist (siehe 2.3.1. Definition) lässt sich diese Theorie jedoch nicht beweisen.

Diese Theorie passt allerdings zu der Tatsache, dass rückenmarksnahe Katheter insgesamt ein höheres Infektionsrisiko zeigen, als periphere Katheter. Periphere Katheter werden in einer talgdrüsenärmeren Region gelegt (Infektionsinzidenz rückenmarksnah: 2,7 % vs. periphere: 1,3 %) <sup>20</sup>. Und auch bei lumbalen Kathetern wurde ein geringeres Infektionsrisiko verglichen mit thorakalen Kathetern festgestellt (thorakal: 2,8 %; lumbal: 0,8 %) <sup>18</sup>. Im lumbalen Bereich der Wirbelsäule ist aufgrund der V-förmigen Verteilung die Dichte der Talgdrüsen geringer.

Die Untertunnelung wird zweifelsfrei von vielen (vgl. S1-Leitlinie: Hygieneempfehlungen für die Regionalanästhesie) empfohlen, um das Risiko abzumindern, dass sich der Katheter bewegt und somit zu einem vorzeitigen Versagen der Epiduralanalgesie führt. Allerdings gab es Bedenken, dass es das Risiko von Infektionen vergrößern könnte. Denn zur Untertunnelung sind zusätzliche Hautpunktionen notwendig und diese sind an sich ein bekannter Risikofaktor für Infektionen. Deshalb fokussierte sich die vorliegende Analyse vorrangig auf diese Diskrepanz. Die stärkste Präventivmaßnahme gegen Infektionen, falls zum Anlegen des Epiduralkatheters mehrfache Hautpunktionen notwendig waren, ist nach der vorliegenden Studie die Untertunnelung.

Darüber hinaus wurde zusätzlich analysiert, ob ein vorzeitiges Versagen der Analgesie in irgendeinem Zusammenhang mit der Untertunnelung zu bringen ist, indem Informationen über Schmerzstärke, Infusionsgeschwindigkeit und Zufriedenheit der Patienten betrachtet wurden. 24 Stunden nach Anlegen des Katheters hatten die Patienten mit getunneltem Katheter signifikant weniger Schmerzen trotz vergleichbarer Infusionsgeschwindigkeiten. Patienten mit getunnelten Kathetern waren außerdem zufriedener mit ihrer Behandlung. Jedoch müssen diese Daten mit Vorsicht interpretiert werden, da die Analyse nicht von vornherein auf Schmerzen oder Zufriedenheit der Patienten fokussiert war und relevante Daten hierfür in über der Hälfte der Fälle fehlten.

## 5.2. Methodik

Bei dieser Arbeit handelt es sich um eine retrospektive Registeranalyse. Hierfür wurden anonymisierte Patientendaten gesammelt, die einen thorakalen Epiduralkatheter bekamen und diese im Nachhinein analysiert. Da Registeranalysen nicht-interventionelle Studien sind, gelten sie als ethisch unbedenklich.

Registeranalysen hängen entscheidend von der Qualität der Datenerfassung und -verarbeitung ab; die Validität von Registeranalysen ist dementsprechend immer abhängig von der Qualität der zugrundeliegenden Daten.

Aufgrund der großen Fallzahl (22.411 Patienten) war von vornherein eine große statistische Power gegeben. Dies kann dazu führen, dass Studien signifikante Ergebnisse hervorbringen, obwohl die Größe des gemessenen Effekts nicht relevant ist. In dieser Studie muss man trotz der großen Power anerkennen, dass der gemessene Effekt eine deutliche Verbesserung in der Infektionsgefahr thorakaler Epiduralkatheter bewirkt, vor allem da das Risiko für Infektionen höher ist, als zuvor angenommen wurde.

Eine weitere Limitation der Studie ist, dass die jeweils behandelnden Ärzte für die Dokumentation zuständig waren. Diese haben primär Interesse daran, dass ihr Eingriff, nämlich das Legen eines Epiduralkatheters, zu möglichst wenigen Komplikationen, wie zum Beispiel einer Infektion, führt. Die Dokumentation könnte also u.U. nicht objektiv genug gewesen sein. Bewiesen wurde ein klarer und starker Zusammenhang zwischen der Untertunnelung thorakaler Epiduralkatheter und einem reduzierten Infektionsrisiko. Jedoch gibt es keine Information über die Dauer der Hospitalisation, Langzeit-Outcome oder Mortalität; somit konnte nicht festgestellt werden, ob die beobachteten Infektionen mit schwerwiegenderen Folgen verbunden sind.

Wie in jeder nicht-randomisierten Analyse könnten restliche Störfaktoren zu Fehlern führen, welche nicht durch die propensity-angepasste Sensitivitätsanalyse beseitigt wurden.

Eine zusätzliche Limitierung dieser Studie ist, dass es sowohl verschiedene Techniken der Untertunnelung gibt als auch die Länge des Tunnels vermutlich nicht einheitlich war. Diese potentiell wichtigen Details wurden aber nicht dokumentiert. Gerade in Bezug auf die Theorie, dass die Talgdrüsenverteilung der Haut (siehe oben) verantwortlich für das gesteigerte Infektionsrisiko ungetunnelter Katheter ist, wäre ein Vergleich der Tunnellängen in Abhängigkeit zur Höhe der Katheterlage interessant.

Durch die Beschränkungen der routinierten Datenerfassung, war es nicht möglich, detaillierte Informationen über die exakte Technik der Untertunnelung (Richtung und subkutane Länge) zu sammeln. Die Ergebnisse könnten in weniger erfahrenen Zentren etwas abweichen. Im Einklang mit dieser Theorie ergaben sich Ungleichheiten in der Inzidenz von Infektionen

zwischen den verschiedenen Krankenhäusern in dieser Studie. Aus diesem Grund wurden die Krankenhäuser als Störfaktoren in ein multiples Modell eingefügt. Die Ungleichheit zwischen den Krankenhäusern ist ebenso dadurch begründet, dass das Auftreten unterschiedlicher anderer Störfaktoren (wie z.B. ASA-Klassifikation, Operation, Alter, mehrfache Hautpunktion) zwischen den Zentren variiert. Um dieses Ungleichgewicht zwischen den Krankenhäusern in die Analyse mit einzuschließen, wurde zusätzlich die verallgemeinerte Schätzgleichung verwendet und alle Krankenhäuser als getrennte Bedingung eingeschlossen. Die verallgemeinerte Schätzgleichung zeigte ähnliche Ergebnisse indem die Untertunnelung das Risiko von thorakalen Epiduralkatheter-assoziierten Infektionen reduziert.

Darüber hinaus gab es während der siebenjährigen Beobachtungsdauer wahrscheinlich Verbesserungen im Wissen, als auch in den Fähigkeiten, Techniken und Desinfektionsmethoden. Allerdings sind vorliegende Ergebnisse adjustiert für das Jahr, in dem die Operation durchgeführt wurde und es zeigt keinen signifikanten Einfluss auf das Infektionsrisiko.

### 5.3. Diskussion der Resultate

#### 5.3.1. Nicht adjustierte Anzahl an leichten, mittelschweren und schweren Infektionen

Die Gesamtinzidenz von thorakalen Epiduralkatheter-assoziierten Infektionen lag in dieser Studie bei 4,9 %, was höher ist als in der Literatur berichtet. Dort schwanken die Angaben der Infektionsinzidenz für Epiduralkatheter zwischen 2,8 und 4,2 %<sup>18-20,56</sup>.

Die Diskrepanz resultiert am wahrscheinlichsten aus unterschiedlichen Definitionen von Infektion und Entzündung, Dauer der Katheterlage, präventiven Hygienemaßnahmen und wahrscheinlich vielen unbekanntem Faktoren. Eine Stärke der vorliegenden Studie ist, dass die Infektionsschweregrade von vornherein klar definiert waren und die Daten prospektiv gesammelt wurden.

Darüber hinaus war keine der vorherigen Studien so umfangreich wie diese. Cameron et al.<sup>18</sup> untersuchten 8.210 Patienten, bei Morin et al.<sup>19</sup> waren es 96 Epiduralkatheter und die Studie von Volk et al.<sup>20</sup> umfasste 2.713 thorakale Epiduralkatheter.

Katheter-assoziierte Infektionen als Komplikation von regionalen Analgesieverfahren sind nicht nur für den Patienten, sondern auch ökonomisch wichtig. Sogar die leichten Infektionen stellen ein Problem dar, da sie das Entfernen des Katheters notwendig machen und somit nicht ihrem ursprünglichen Zweck, nämlich der Schmerzfreiheit des Patienten und dadurch dessen schnellere Mobilisierung, dienen können. Mittelschwere Infektionen haben zur Folge, dass zusätzliche Maßnahmen, wie Blutabnahmen, Laboruntersuchen, ungeplante bildgebende

Untersuchungen, Antibiotikatherapie, eventuell eine Verlängerung der stationären Behandlungsdauer u.v.m. notwendig werden. Schwere Infektionen sind nicht nur mit einer verlängerten stationären Behandlungsdauer assoziiert, sondern können für den Patienten bleibende Schäden bedeuten. Die Inzidenz von Infektionen, die sich in dieser Studie für die thorakalen Epiduralkatheter insgesamt auf 4,9 % belaufen, müssen als „häufig“ betitelt werden, wenn die Nomenklatur für Häufigkeiten von unerwünschten Arzneimittelwirkungen entsprechend angewandt wird.<sup>20</sup>

### 5.3.2. Einflussfaktoren

Der Einfluss von Faktoren, wie zum Beispiel längerer Katheterliegedauer, mehrfacher Hautpunktion, ASA-Klassifikation, Alter und chirurgischer Abteilung für Katheter-abhängige Infektionen war in der Literatur unklar, bzw. noch nicht ausreichend untersucht.<sup>15,18,20,29-34</sup>

Zu den Faktoren, die als eher sicher gelten, zählt zum Beispiel die Liegedauer. Capdevila et al.<sup>30</sup> zeigten in ihrer Studie, in der 1.416 Katheterverfahren verglichen wurden, ein 4,6-fach höheres Risiko, wenn der Katheter länger als 48 h in situ verbleibt. Cameron et al.<sup>18</sup> kamen beim Vergleich von 8.210 Fallzahlen epiduraler Katheterverfahren auf ein 1,4-fach erhöhtes Risiko für eine Katheter-assoziierte Infektion mit jedem Tag, den der Katheter in situ verbleibt. Und auch eine vorherige Analyse des „Netzwerkes zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland“<sup>20</sup>, zeigt einen Zusammenhang zwischen längerer Liegedauer und gesteigertem Infektionsrisiko. Bei Patienten mit einer Infektion war die Liegedauer im Mittel länger als bei Patienten ohne dokumentierter Infektion (mit Infektion: Mittelwert 5,1 Tage; 25 - 75 % - Quartile 3,0 - 7,75 Tage vs. ohne Infektion: Mittelwert 2,4 Tage; 25 - 75 % - Quartile 1,0 - 3,0 Tage;  $p < 0,0001$ ). Dieser Risikofaktor ist selbsterklärend, da die Keime bei einer längeren Liegedauer länger Zeit haben, sich zu vermehren und eine Infektion hervorzurufen. In der vorliegenden großen Beobachtungsstudie hat die Liegedauer das Infektionsrisiko von thorakalen Epiduralkathetern in univariaten Analysen beeinflusst (OR: 1,19; 95 % KI: 1,16 - 1,22).

Dass die Mehrfachpunktion der Haut mit einem höheren Risiko einer Katheter-abhängigen Infektion assoziiert zu sein scheint, zeigte auch bereits die Studie von Volk et al.<sup>20</sup> (4,1 vs. 1,6 %;  $p < 0,0001$ ). Dieses Phänomen zeigt sich auch bei intravaskulären Katheterverfahren und ist damit zu erklären, dass jede Punktion eine zusätzliche Eintrittspforte für das Eindringen von Keimen schafft und dementsprechend das Risiko steigt. In dieser Studie konnte ein klarer Zusammenhang zwischen Mehrfachpunktion und gesteigertem Infektionsrisiko gezeigt werden (OR: 1,16; 95 % KI: 1,02 - 1,32;  $p < 0,001$ ).

Ebenso zeigten Volk et al.<sup>20</sup> in ihrer vorherigen Studie, dass die steigende Zuordnung in der ASA - Klassifikation in Zusammenhang mit einer höheren Rate an Infektionen zu bringen ist (ASA1: 1,1 %; ASA2: 2,1 %; ASA3: 2,2 %; ASA4: 2,5 %; n.s.). Dies lässt sich womöglich durch die Multimorbidität der Patienten erklären. Einerseits waren diese vor dem Eingriff wahrscheinlich schon häufiger hospitalisiert und sind bereits mit potentiell pathogenen Keimen in ihrer Flora besiedelt und waren vermutlich nach dem Eingriff schlechter mobilisierbar.

Es konnte gezeigt werden, dass eine höhere ASA-Klassifikation signifikant mit einem erhöhten Infektionsrisiko verknüpft ist (OR: 1,15; KI: 1,05 - 1,27,  $p < 0,004$ ).

Zum Alter der Patienten und möglichen Folgen auf das Infektionsrisiko sind in der Literatur keine genauen Angaben zu finden. Hier lässt sich nur vermuten, inwiefern Alter ein Risikofaktor für Katheter-assoziierte Infektion ist. Infektionen sind allgemein im Alter häufiger anzutreffen, wie z.B. die Pneumonie. Dies lässt sich zum Teil mit dem Phänomen der Immunoseneszenz erklären. Darüber hinaus sind die Patienten mit steigendem Alter postoperativ vermutlich schwieriger zu mobilisieren, ihr Ernährungszustand schlechter und ihre Hautflora von anderen Keimen besiedelt<sup>57</sup>. In der vorliegenden Studie zeigt sich ein erhöhtes Risiko für eine katheterassoziierte Infektion bei höherem Alter (OR: 1,01; 95 % KI: 1,01 - 1,02;  $p < 0,001$ ).

Außerdem wird vermutet, dass das Vorliegen von Adipositas einen Risikofaktor für Katheter-assoziierte Infektionen darstellt. Eine vorherige Analyse des „Netzwerkes zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland“ zeigt, dass zwar für periphere Katheter das Infektionsrisiko pro 1 kg/m<sup>2</sup> gestiegenem BMI - Punkt um das 1,03-fache erhöht ist, dies aber für rückenmarksnahe Katheter nicht belegt werden konnte (Normalgewicht: 3.2 % versus Adipositas: 2.3 %; adj. OR: 0,95; KI: 0,71 - 1,27)<sup>58</sup>. Gründe für dieses Ergebnis blieben allerdings unklar und wurden mit einer Verzerrung aufgrund des großen Stichprobenumfangs in Verbindung gebracht.

In der vorliegenden Studie konnte ein hoher BMI nicht signifikant als Risikofaktor für Katheter-assoziierte Infektionen herausgestellt werden.

### 5.3.3. Untertunnelung – ein Risikofaktor

Diese Studie zeigt einen klaren Zusammenhang zwischen der Untertunnelung und einem reduzierten Infektionsrisiko. In der Literatur wurde die Untertunnelung von Kathetern kontrovers diskutiert. Morin et al.<sup>25</sup> empfahlen in seiner Abhandlung die Untertunnelung von Kathetern, insbesondere wenn diese für mehrere Tage in situ verbleiben sollen, da die Untertunnelung vermutlich protektiv bzgl. des Risikos einer Katheter-assoziierten Infektion

sein soll. Bubeck et al.<sup>40</sup> zeigten in ihrer Studie, dass die Kolonisationsrate des Katheters um fast 20 % gesenkt wurde, wenn dieser getunnelt wurde. Ebenso ist in der Studie von Neuburger et al.<sup>36</sup> bewiesen worden, dass die Untertunnelung des Katheters zu einer erniedrigten Infektionsinzidenz führt.

Im Gegensatz dazu stehen Studien von Neuburger et al.<sup>56</sup> und Morin et al.<sup>19</sup>, die keine protektive Wirkung der Untertunnelung zeigen konnten. Und auch in einer vorherigen Analyse des „Netzwerkes zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland“, die vorrangig Adipositas als Risikofaktor analysierte, konnte die Untertunnelung weder als Risiko- noch als Protektivfaktor ermittelt werden.<sup>58</sup>

Da für die Untertunnelung eine zusätzliche Hautpunktion notwendig ist und diese ein Risikofaktor für Katheter-assoziierte Infektionen darstellt, scheint es kontrovers, dass die Untertunnelung ein Protektivfaktor sein soll. Allerdings ist der Katheter durch die Untertunnelung nicht nur besser fixiert, was Infektionen vorbeugen kann, sondern die Katheterstrecke im Gewebe ist verlängert und die „Barrierefunktion“ konsekutiv verbessert. Deshalb empfiehlt die Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut die Untertunnelung bei einer geplanten Liegedauer > 3 Tagen und bzw. oder einem erhöhtem Infektionsrisiko.<sup>42</sup>

Die vorliegende Studie zeigt, dass die Untertunnelung auch ein Protektivfaktor für die unterschiedlichen Schweregrade der Infektionen ist. Es zeigte sich, dass die Untertunnelung sowohl auf die Inzidenz der leichten (adj. OR: 0,54; KI: 0,43 - 0,66) als auch auf die Inzidenz der mittelschweren (adj. OR: 0,41; KI: 0,25 - 0,66) Infektionen einen positiven Effekt ausübt. Nur bei schweren Infektionen konnte kein signifikanter Zusammenhang gezeigt werden, da die Inzidenz der schweren Infektionen zu gering war. Es ist aber stark davon auszugehen, dass auch das Infektionsrisiko diesen Schweregrades durch die Untertunnelung positiv beeinflusst wird. Es gibt keine vergleichbare Studie zu dieser großen Registeranalyse, die den Einfluss der Untertunnelung auf die unterschiedlichen Schweregrade der Infektionen untersucht. Dementsprechend steht in der S1-Leitlinie von 2014 zu den Hygieneempfehlungen für die Regionalanästhesie, dass „eine klare Reduktion relevanter Infektionen allein durch eine zusätzliche Tunnelung von RA-Kathetern [...] bisher nicht eindeutig bewiesen werden“ konnte. Dies ist durch diese Studie auf jeden Fall für die thorakalen Epiduralkatheter widerlegt worden. Daher sollte unbedingt empfohlen werden, alle thorakalen Epiduralkatheter zu tunneln. Dies ist eine einfache und schnell durchzuführende Maßnahme, um das Infektionsrisiko nachweislich zu reduzieren.

#### 5.3.4. Subgruppenanalyse

Die vorliegende Studie zeigt, dass die Untertunnelung speziell bei Vorliegen eines Risikofaktors einen großen Effekt hat. In der Literatur sind keine Daten darüber zu finden, ob und welchen Effekt die Untertunnelung bei bestimmten Risikofaktoren hat.

So konnte gezeigt werden, dass vor allem bei den Patienten, bei denen zum Legen des thorakalen Epiduralkatheters mehrfache Hautpunktionen notwendig sind, die Untertunnelung einen großen positiven Effekt bezüglich potentieller Infektionen ausübt. Die NNT in dieser Gruppe lag bei lediglich 56 Patienten (ohne Tunnel: 6,4 %; n = 3.044; mit Tunnel: 4,6 %; n = 3.789; adj. OR: 0,42; 95 % KI: 0,31 - 0,58, p < 0,001). Und auch in den anderen Subgruppen war die NNT nicht hoch. So lag sie in der Gruppe „ASA  $\geq$  2“ bei 71 Pat. (ohne Tunnel: 5,9 %; n = 8.404; mit Tunnel: 4,5 %; n = 12.451; adj. OR: 0,59; 95 % KI: 0,49 - 0,71, p < 0,001), in der Gruppe „Alter  $\geq$  65 J.“ bei 91 Pat. (ohne Tunnel: 5,0 %; n = 5.688; mit Tunnel: 3,6 %; n = 6.762; adj. OR: 0,52; 95 % KI: 0,40 - 0,68, p < 0,001) und in der Gruppe „lange Liegedauer des Katheters (4 - 14 Tage)“ bei 108 Patienten (ohne Tunnel: 6,0 %; n = 8.112; mit Tunnel: 5,0 %; n = 10.205; OR: 0,44; 95 % KI: 0,28 - 0,69, p < 0,001).

Im Vergleich hierzu: Die NNT für alle Infektionsschweregrade zusammen lag bei 97 Patienten. Dies beweist, dass bei Vorliegen eines Risikofaktors, vor allem bei mehrfacher Hautpunktion, die Untertunnelung die Infektionsrate signifikant reduziert und dringend empfohlen werden sollte.

#### 5.4. Ausblick

Diese Studie war nicht primär darauf ausgelegt die Schmerzen und Zufriedenheit der Patienten zu vergleichen. Daher waren diese Faktoren nicht bei allen Patienten dokumentiert. Trotzdem zeigte sich in der kleineren Fallzahl eine deutliche Tendenz dahingehend, dass Patienten mit getunneltem Katheter bei vergleichbarer Infusionsgeschwindigkeit schmerzfreier und im Nachhinein zufriedener mit ihrer Behandlung waren.

Dies lässt sich eventuell mit der besseren Fixierung des Katheters begründen. Interessant wäre eine Untersuchung, die sich als primäres Ziel die Schmerzfreiheit und Zufriedenheit der Patienten setzt, denn ein Hauptgrund für die Anlage eines Epiduralkatheters ist die Schmerzfreiheit und die schnellere Mobilisation nach dem operativen Eingriff.

Dahingehend wäre eine zweite wichtige Fragestellung, ob eine Untertunnelung auch Langzeitfolgen und -effekte hat. Haben Patienten, die Infektionen aufgrund des Katheters

hatten, auch später ein höheres Risiko der Rehospitalisierung? Ist dieses bei Patienten mit getunneltem Katheter geringer?

Und letztendlich wäre es interessant zu wissen, ob eine Untertunnelung auch bei Kathetern an anderen Lokalisationen, wie zum Beispiel lumbal, sakral und peripher, vergleichbare Ergebnisse hervorbringt.

Wichtig wäre bei weiteren Studien auf eine einheitliche Technik der Untertunnelung und eine Dokumentation der Länge des Tunnels zu achten.

Außerdem wäre zu klären, ob die Länge des Tunnels einen entscheidenden Unterschied in der Infektionsrate bewirkt, um den genauen Mechanismus besser zu verstehen.

## 5.5. Fazit

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Untertunnelung thorakaler Epiduralkatheter mit weniger Infektionen assoziiert ist und zwar mit einer adjustierten OR von 0,51; 95 % KI: 0,42 - 0,61. Daher ist die Untertunnelung eine angemessene Option für thorakale Epiduralkatheter, die für mehrere Tage in situ verbleiben sollen.

## 6. Anlagen

### **Anlage 1:** Teilnehmende Zentren am NRA

Insgesamt nahmen zu dem analysierten Zeitraum 25 deutsche Zentren am „*Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland*“ (NRA) teil.

Bad Saarow - Helios Klinikum, Dr. med. Stefan Wirtz

Berlin - Charité CCM und CVK, Univ. Prof. Dr. Claudia Spies

Berlin - DRK Kliniken Westend, Prof. Dr. med. Arnd Timmermann

Bochum - Knappschaftskrankenhaus, Prof. Dr. Michael Adamzik

Dresden - Universitätsklinikum, Prof. Dr. med. Thea Koch

Erfurt - Helios Klinikum, Dr. Gerald Burgard und Prof. Dr. Andreas Meier-Hellmann

Frankfurt - BGU, Dr. med. Rolf Teßmann

Hamburg - Universitätsklinikum Eppendorf, Univ.-Prof. Dr. med. Alwin E. Goetz

Hannover - Diakoniekrankenhaus Friederikenstift, Prof. Dr. med. André Gottschalk

Jena - Uniklinikum, Prof. Dr. med. Konrad Reinhart

Lengerich - Helios Klinikum, Dr. med Albrecht Pfeiff

Ludwigsburg - Klinikum, Prof. Dr. med. Götz Geldner

Marburg - Universitätsklinikum, Prof. Dr. med. Hinnerk Wulf

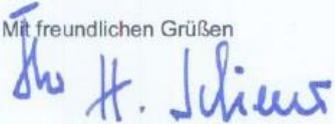
Memmingen - Klinikum, Prof. Dr. med. Lars Fischer

Siegen - St. Marien-Krankenhaus, Prof. Dr. med. Werner Hering

Solingen - Städtisches Klinikum, Prof. Dr. med. Thomas Standl

Ulm - Rehabilitationskrankenhaus, Dr. med. Peter M. Geiger

## Anlage 2: Ethikantrag

<p><b>Der Vorsitzende</b></p>	<p>Ärztammer des Saarlandes Körperschaft des öffentlichen Rechts</p> 
<p>Arztammer des Saarlandes · Postfach 10 02 62 · 66002 Saarbrücken Ethik-Kommission</p> <p><b>Herrn Professor Dr. med. T. Volk</b> Direktor der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie Universitätsklinikum des Saarlandes 66421 Homburg</p>	<p><b>Ethik-Kommission</b> Geschäftsstelle</p> <p>Faktoreistraße 4 66111 Saarbrücken Telefon-Durchwahl (06 81) 40 03-378 Telefax (06 81) 40 03-394 E-Mail: ethikkommission@aeksaar.de Internet: www.aerztammer-saarland.de</p>
<p>Unsere Kenn-Nr.: <b>Ha50/11</b></p> <p>Ihr Schreiben vom:</p> <p>Ihr Zeichen:</p> <p>Datum: <b>22. März 2011</b></p> <p><b>Netzwerk Regionalanästhesie</b> <b>Unsere Kenn-Nr. 50/11 (<u>bitte stets angeben!</u>)</b></p> <p>Sehr geehrter Herr Volk!</p> <p>Wir nehmen Bezug auf Ihr Schreiben vom 03.03.2011, Eingang hier: 08.03.2011, mit dem Sie das o. g. Register bei uns eingereicht haben.</p> <p>Die Unterlagen</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Schreiben der Charité – Universitätsmedizin Berlin, bzgl. Datenschutz vom 24.01.2007</li><li>• Dateibeschreibung nach § 19 Abs. 2 Berliner Datenschutzgesetz</li><li>• Betriebskonzept</li></ul> <p>wurden entsprechend § 6 unseres Statuts vom Vorsitzenden geprüft, es ist keine Beratung durch die gesamte Kommission erfolgt, somit erübrigt sich die Übersendung einer Mitgliederliste.</p> <p><b>Gegen eine Analyse der anonymisierten Daten bestehen keine Bedenken.</b></p> <p>Wir machen darauf aufmerksam, daß die Ethik-Kommission mit ihrer Stellungnahme lediglich eine Hilfestellung bei der Beurteilung ethischer und rechtlicher Gesichtspunkte eines geplanten Forschungsvorhabens gibt. Verantwortlich für die Planung und Durchführung bleibt der zuständige ärztliche Leiter des Forschungsvorhabens.</p> <p>Wir machen ausdrücklich darauf aufmerksam, dass bei erkennbarer Trendwende mit negativem Ergebnis das Forschungsvorhaben abzubrechen ist.</p>	
<p>Wir wünschen für die vorgesehene Aufgabe viel Erfolg und wären zur gegebenen Zeit für die Übersendung eines Abschlußberichtes dankbar.</p> <p>Mit freundlichen Grüßen</p>  <p>San.-Rat Prof. Dr. Schieffer</p>	

## Anlage 3: Legende zum NRA-Protokoll

### Legende zum NRA-Protokoll (ohne zweifellos selbsterklärende Begriffe)

#### Anlageprotokoll

- **Patientenetikett:**  
Wichtig, da über den Barcode die Zuordnung von Anlage- und Visitenprotokollen bei maschinenlesbaren Protokollen erfolgt.
- **Operation:**  
Optionale Zuordnung einer bestimmten OP z.B. bei Studien.
- **Neues Protokoll für weitere Dokumentation folgt:**  
Für ein zweite RA-Verfahren muss ein weiteres Protokoll ausgefüllt werden, es wird beim Einlesen nachfolgend ein zweites Protokoll erwartet
- **2. Protokoll:**  
Dies ist das erwartete zweite Protokoll, *bei dem patientenbezogene Pflichtfelder (Geschlecht, Alter, Diabetes etc.) nicht erneut ausgefüllt werden müssen!*
- **Diabetes:**  
IDDM = primär oder sekundär insulinpflichtig, NIDDM = nicht insulinpflichtig
- **Präpunktionelle Infektion:**  
Vorliegen einer *systemischen Infektion* (ohne weitere Definition)
- **Präpunktionelle Antibiotika-Therapie:**  
Therapeutische Antibiotika-Gabe bei *systemischer Infektion*
- **Perioperative Antibiotika-Prophylaxe:**  
*jede prophylaktische perioperative Gabe von Antibiotika* aus beliebiger Indikation
- **Chronischer Schmerzpatient:**  
Patient mit chronischer Schmerzproblematik (ohne weitere Definition)
- **Opiode > 1 Monat:**  
Applikation eines Opioids für länger als 1 Monat ohne Einschränkung der Applikationsform, der Dosierung oder der Substanz
- **NSAIDs > 1 Monat:**  
siehe Opiode > 1 Monat, dito für NSAIDs
- **BS:**  
benigner Schmerz *ohne OP*
- **TS:**  
Tumor-Schmerz *ohne OP*
- **Alkoholabusus:**  
Konsum reinen Alkohols von mehr als 40 g/d bei Männern oder mehr als 20 g/d bei Frauen
- **Drogenabusus:**  
ohne spezielle Definition

- **Leberinsuffizienz > CHILD B:**  
liegt vor bei  $\geq 10$  Punkten in folgender Tabelle:

Kriterium	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte	Einheit
Serum-Bilirubin (gesamt)	<2,0	2,0 - 3,0	>3,0	mg/dl
Serum-Albumin	>3,5	2,8 - 3,5	<2,8	g/dl
INR	<1,7	1,7 - 2,2	>2,2	ohne Einheit
Aszites im Ultraschall	keiner	leicht	mittelgradig	ohne Einheit
hepatische Enzephalopathie	keine	Stadium I-II	Stadium III-IV	ohne Einheit

- **Immundefizienz, z.B. HIV:**  
jede Immundefizienz auf dem Boden von HIV oder anderen Erkrankungen
- **Steroide > Cushing:**  
Einnahme von Steroiden in einer Dosis über der Cushing-Schwelle für länger als 5 Tage
- **Z.n. TX:**  
Zustand nach Transplantation mit entsprechender Medikation
- **Sepsis:**  
Vorliegen einer Sepsis nach den Kriterien der Deutschen Sepsis-Gesellschaft e.V. (DSG)
- **Sonstige Immunsuppressiva:**  
Einnahme anderer immunsuppressiv wirksamer Medikamente (z.B. Methotrexat)
- **Maligne Tumorerkrankung:**  
Vorliegen einer malignen Grunderkrankung
- **Niereninsuffizienz:**  
Es werden drei Fälle unterschieden:
  - Krea-Wert wurde bestimmt, dann bitte mit Einheit angeben
  - Der Patient ist dialyse-pflichtig
  - Es wurde kein Krea-Wert bestimmt, und der Patient ist nicht dialyse-pflichtig
- **Patient wach bei Anlage:**
  - Ja: Der Patient hat nur die übliche orale Prämedikation bekommen
  - Analgosediert: mit Angabe der Substanz-Klasse
  - Allgemeinanästhesie: Anlage in Narkose
  - Anlage nach proximalem RA-Verfahren: Anlage in bereits anästhesiertem Gebiet, z.B. Femoralis-Block nach Spinalanästhesie
- **Abbruch wegen Anatomie:**  
Die zu blockierende Struktur ist nicht auffindbar
- **Abbruch auf Patientenwunsch:**  
Der Patient toleriert die Anlage nicht, bzw. Compliance nicht ausreichend
- **Ungeplante Zusatzanalgesie:**
  - Analgosedierung: Bei geplanter OP in reiner RA muss additiv analgosediert werden
  - Nachblockade: Bei geplanter OP in reiner RA muss nachblockiert werden
  - Allgemeinanästhesie: Bei geplanter OP in reiner RA muss eine Allgemeinanästhesie durchgeführt werden
  - Wechsel auf zweites Verfahren: Das RA-Verfahren muss geändert werden, z.B. Femoralis-Block bei frustriertem Psoas-Kompartiment-Block
- **Mehrfache Hautpunktion:**  
Jede mehrfache Hautpunktion, die über LA und anschließende Punktion hinausgeht

- **Sterile Standards:**  
Wurden die allgemeinen sterilen Standards beachtet?
- **Tunnelung:**  
Wurde *der Katheter* getunnelt?
- **Bakterienfilter:**  
Wurde ein Bakterienfilter *am Katheter* angebracht?
- **Annah:**  
Wurde *der Katheter* an der Haut mit Nahtmaterial fixiert?
- **Punktionshöhe (unterer WK):**  
Unterer Wirbelkörper bei PDK, SPA oder CSE mit Angabe von thorakal (Th), lumbal (L) oder sakral (S)
- **Punktionstiefe bzw. LOR (cm):**  
Bei welcher Tiefe wurde die Struktur erreicht bzw. erfolgte der LOR
- **Einlagetiefe Hautniveau (cm):**  
Bei wie viel cm wurde *der Katheter* ab Hautniveau fixiert
- **Nervenstimulation (mA):**  
Bei welcher Stimulationsstromstärke kam es minimal zu Kontraktionen des Kennmuskels, mit Angabe der Stimulationsdauer (0,1; 0,3; 1,0 ms)
- **Zugang RM-nah:**  
Wurde bei PDK, SPA oder CSE ein medianer oder paramedianer Zugang gewählt
- **Erste Nadel bzw. zweite Nadel:**  
Welcher Nadeltyp wurde für die Blockade (nicht die LA) verwendet, bei CSE auch Angabe des Spinalnadel-Typs
- **Bloody Tap:**  
„Blutige Punktion“, Blutaspiration über Punktionsnadel oder Katheter
- **Intoxikation mit LA:**  
Vorliegen von Intoxikationszeichen nach Injektion des Lokalanästhetikums
- **Lokalanästhetikum 1 oder 2:**  
Angabe des/der *zur Blockade* verwendeten Substanz(en), mit Barizität, Konzentration und Menge
- **Opioid:**  
Angabe von Substanz, Menge und Einheit ( $\mu\text{g}$  oder mg)
- **Zusätze:**  
Angabe verwendeter Zusätze *ohne Mengenangabe oder Konzentration*
- **Anordnung zur postoperativen Schmerztherapie:**  
Angaben zu Opioid und Lokalanästhetikum mit Angabe von Substanz, Konzentration (Opioid: mg/ml oder  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ; LA: %), kontinuierlicher Laufrate (ml/h), Lockout-Zeit (min) und Bolusgröße (ml) sowie Applikationsmodus kontinuierlich, PCA (ohne zusätzliche kontinuierliche Laufrate, sonst „kontinuierlich“), oder intermittierend auf Anforderung
- **i.v.-PCA lt. Standard oder geändert:**  
Anwendung einer i.v.-PCA (*auch zusätzlich zu einem RA-Verfahren auf diesem Protokoll*) nach klinik-internem Standard, oder mit handschriftlicher Angabe von Substanz, Konzentration, Bolusgröße und Lockout-Zeit

## Visitenprotokoll

- **Patientenetikett:**  
Wichtig, da über den Barcode die Zuordnung von Anlage- und Visitenprotokollen bei maschinenlesbaren Protokollen erfolgt.
- **1. oder 2. Lokalisation:**  
Ordnet das Visitenprotokoll entsprechend den Lokalisationen der Anlageprotokolle zu (z.B. 1: Femoralis; 2: Ischiadicus)
- **2. Lokalisation vorhanden:**  
Es wird beim Einlesen eine zweite Lokalisation erwartet
- **Zusatzseite folgt:**  
Es folgt eine weitere Visitenkarte, diese werden entsprechend nummeriert (Zusatzseite 2, 3, ...)
- **Katheter-Lokalisation:**  
handschriftlicher Hilfseintrag zur besseren Zuordenbarkeit
- **Arzt/Pflege:**  
Welcher Berufsgruppe gehört der/die Visitierende an?
- **Dienststart:**  
TD = Tagdienst; SD = Spätdienst; ND: Nachtdienst; RD: Rufdienst
- **ITS:**  
Visite auf einer ITS
- **Katheter zurückgezogen:**  
Der Katheter wurde z.B. wegen eingeschränkter Wirksamkeit **zurückgezogen, aber nicht entfernt**
- **Katheter vollständig entfernt:**  
Der Katheter wurde vollständig entfernt, **dabei bitte zusätzlich angeben:**
- **Katheterentfernung:**  
**regulär**, d.h. zum geplanten Zeitpunkt, oder **irregulär**, d.h. akzidentell, vorzeitig wegen Infektion, eingeschränkter Wirksamkeit, unzufriedenem Patienten etc.
- **Abschlussvisite:**  
Der Patient wird letztmalig visitiert, die Betreuung durch den ASD ist abgeschlossen
- **Zufriedenheit nach Abschluss:**  
Wie zufrieden sind Arzt und Patient mit dem Verlauf der RA, auf einer NRS-Skala von **0 (geringste Zufriedenheit) bis 10 (höchste Zufriedenheit)**
- **Katheterassoziierte Hypotension:**  
jede **behandlungspflichtige** Hypotension, die in Zusammenhang mit dem Katheterverfahren gesehen wird (*nicht nach Anspritzen zur Anlage*)
- **Atemdepression, Übelkeit, Erbrechen, Pruritus, Harnverhalt:**  
jedes **behandlungspflichtige Ereignis** wie Atemdepression, Übelkeit, Erbrechen, Pruritus, Harnverhalt
- **DK vorhanden:**  
Blasen-Dauerkatheter vorhanden
- **Filter disloziert:**  
Diskonnektion des Filters *vom Katheter*
- **Leckage an ESS:**  
Ausstritt von LA aus der Einstichstelle (ESS)

- **Okklusion:**  
Verschluss des Katheters
- **Verbandswechsel:**  
Jeder an der Einstichstelle durchgeführte Verbandswechsel
- **Andere technische Probleme:**  
Jedes technische Problem, das zu einem personellen Einsatz führt
- **Katheter-Versagen:**  
Völlige Unwirksamkeit des Katheters
- **Partiell unwirksam:**  
Partielle Unwirksamkeit des Katheters *mit Notwendigkeit einer Zusatzanalgesie*
- **TNS:**  
Transientes neurologisches Syndrom
- **PDPH:**  
„Post-dural-puncture-headache“ = postspinaler Kopfschmerz
- **Blut-Patch:**  
Durchführung eines Blut-Patches bei PDPH
- **Hämatom:**  
Hämatom an der Einstichstelle (ESS) oder im Punktionsgebiet
- **Infektion:**
  - **leicht:** zwei der Zeichen: Rötung, Schwellung, Druckschmerz; Therapie: nur Entfernen des Katheters
  - **mittel:** leichte Infektion und zusätzlich 2 der Kriterien: CRP/PCT-Erhöhung, Leukozytose, Eiteraustritt an der Einstichstelle, Fieber; Therapie: notwendige Antibiotika-Therapie bei Ausschluss anderer Ursache
  - **schwer:** chirurgische Intervention
- **Schmerz beeinträchtigt Mobilisation, Respiration oder Schlaf:**  
Durch Schmerzen ist die Mobilisation, die Respiration und/oder der Schlaf beeinträchtigt
- **Mobilisation möglich:**  
Mögliche Mobilisation *unabhängig von der Kausalität:*  
0=liegt; 1=sitzt; 2=eingeschränkt Gehen; 3=uneingeschränkt
- **Sedierung:**  
*Unabhängig von der Kausalität:* 1=wach; 2=leicht müde; 3=sehr müde; 4=schläft, schwer erweckbar; S=physiol. Schlaf
- **Co-Analgetika:**  
Welche Co-Analgetika werden verabreicht, unabhängig von der anordnenden Disziplin
- **kontinuierlich, PCA, intermittierend:**  
kontinuierlich, als PCA (ohne zusätzliche kontinuierliche Laufrate, sonst „kontinuierlich“), oder intermittierend auf Anforderung
- **geplante Med. läuft bzw. Ansatz geändert:**  
Der auf dem Anlageprotokoll vermerkte Medikamentenansatz wird weiterhin unverändert appliziert, oder wurde verändert
- **Hypästhesie, Parästhesie, neuropath. Schmerz:**  
Vorliegen Hypästhesie, Parästhesie, neuropath. Schmerz im *Ausbreitungsgebiet des RA-Verfahrens*

- **Kraftgrad nach Janda:**  
Skala nach Janda: 5=normale Muskelkraft; 4=Bewegung gegen mäßigen Widerstand möglich; 3=Bewegungen gegen Eigenschwere möglich; 2=Bewegungseffekt unter Ausschaltung der Eigenschwere; 1=Sichtbare Muskelkontraktion ohne Bewegungseffekt; 0=keine Muskelaktivität
- **NRS/BPS/KUSS:**  
Schmerz auf der Skala mit **Nominal Rating-Scale**, **Behavioral Pain Score** oder Kindlicher Unbehagens- und Schmerz-Score nach Büttner *im Innervationsgebiet des RA-Verfahrens*
- **NRS toleriert:**  
Der Patient toleriert die angegebenen Schmerzen, obwohl der NRS anderes nahelegen würde (z.B. NRS 8, aber vom Patienten als „in Ordnung“ beschrieben)
- **NRS nicht erhebbbar:**  
Der Patient kann keine Angaben zum NRS machen
- **NRS Gesamtkörper:**  
Schmerz *nicht im Ausbreitungsgebiet des RA-Verfahrens* mit therapeutischer Konsequenz (z.B. Rückenschmerz nach KTEP, Schulterschmerz nach Laparoskopie etc.)
- **Lauftrate (ml/h), Bolus (ml), Lockout-Zeit (min) alt/neu**  
Angaben zu Beginn der Visite (alt), und Einstellungen am Ende der Visite nach evtl. Änderung (neu)
- **Boli erhalten, abgefordert, Gesamtverbrauch, Spritze/Beutel Nr.**  
Dokumentation kumulativ

Quelle: [https://www.nra-dgai.de/downloads/Legende\\_zum\\_NRA.pdf](https://www.nra-dgai.de/downloads/Legende_zum_NRA.pdf)



# Visitenprotokoll Akutschmerzdienst

ANBOKlive

Formular-ID

Name		Protokoll-Nr.	Visitenblatt Nr. (mit 1 beginnend)	Dokumentation wird fortgesetzt
Vorname		<b>Entfernung - Abschluss</b> <b>Katheterentfernung</b> <b>1 2</b> regulär <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> irregulär <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>Antikoagulation bei Entfernen</b> <input type="checkbox"/> keine <b>1 2</b> <b>1 2</b> UFH <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> < 4h <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ASS <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> < 2d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> NMH low-dose (prophyl.) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> < 12h <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> NMH high-dose (therap.) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> < 24h <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Kumarine <input type="checkbox"/> INR <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ≥ 1,4 < <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Clopidogrel <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ≤ 7d > <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> NSAIDs <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> < 24h <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sonstige incl. COX2-Hem. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
Straße				
Postleitzahl	Ort			

<b>1</b>	Visitendatum	Uhrzeit	Dauer [min.]	Personal-Nr.	<input type="checkbox"/> RD <input type="checkbox"/> ITS <input type="checkbox"/> BD <input type="checkbox"/> US	Mobilisation möglich <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Sedierung	3 2 1 0 1 2 3 4 5
<b>Verfahren</b> <b>1 2</b> kontinuierlich <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> intermittierend <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PCA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> geplante Med. läuft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ansatz geändert <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<b>Neurologie</b> <b>1 2</b> TNS <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PDPH <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Blut-Patch <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Hämatom <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> neuropath. Schmerz <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<b>NRS (KUSS/BPS)</b> <input type="checkbox"/> n. erhebbar <b>1 2</b> <input type="checkbox"/> n. erhebbar <input type="checkbox"/> toleriert <input type="checkbox"/> toleriert Ruhe/ Belastung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<b>Schmerz beeinträchtigt</b> <input type="checkbox"/> Mobilisation <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Respiration <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Schlaf <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>NRS Gesamtkörper</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
<b>Visite</b> Kath. zurückgezogen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Kath. vollst. entfernt <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Abschlussvisite <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Verbandswechsel <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<b>Kraftgrad n. Janda</b> 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		bisher neu bisher neu <b>Lauftrate [ml/h]</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>Bolus [ml]</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>Lockout [min]</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>Spritze/ Beutel Nr.</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Boli erhalten/abgeford. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>Gesamtverbrauch [ml]</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<b>Co-Analgetika</b> <b>behandlungspflichtig ...</b> <input type="checkbox"/> Paracetamol <input type="checkbox"/> Harnverhalt <input type="checkbox"/> Metamizol <input type="checkbox"/> Atemdepression <input type="checkbox"/> NSAIDs <input type="checkbox"/> Übelkeit <input type="checkbox"/> Opioide <input type="checkbox"/> Erbrechen <input type="checkbox"/> andere <input type="checkbox"/> Pruritus <input type="checkbox"/> DK vorhanden <input type="checkbox"/> Katheterassoz. Hypotension		
<b>Besonderheiten</b> Katheter-Versagen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> partiell unwirksam <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Filterwechsel <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Filter disloziert <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Okklusion <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Leckage an ESS <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sonst. techn. Probleme <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<b>Sensorik im Ausbreitungsgebiet</b> Hypästhesie <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Parästhesie <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<b>Infektion</b> keine <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> schwer <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>				
Bemerkungen								

<b>2</b>	Visitendatum	Uhrzeit	Dauer [min.]	Personal-Nr.	<input type="checkbox"/> RD <input type="checkbox"/> ITS <input type="checkbox"/> BD <input type="checkbox"/> US	Mobilisation möglich <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Sedierung	3 2 1 0 1 2 3 4 5
<b>Verfahren</b> <b>1 2</b> kontinuierlich <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> intermittierend <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PCA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> geplante Med. läuft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ansatz geändert <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<b>Neurologie</b> <b>1 2</b> TNS <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> PDPH <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Blut-Patch <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Hämatom <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> neuropath. Schmerz <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<b>NRS (KUSS/BPS)</b> <input type="checkbox"/> n. erhebbar <b>1 2</b> <input type="checkbox"/> n. erhebbar <input type="checkbox"/> toleriert <input type="checkbox"/> toleriert Ruhe/ Belastung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<b>Schmerz beeinträchtigt</b> <input type="checkbox"/> Mobilisation <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Respiration <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Schlaf <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>NRS Gesamtkörper</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
<b>Visite</b> Kath. zurückgezogen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Kath. vollst. entfernt <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Abschlussvisite <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Verbandswechsel <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<b>Kraftgrad n. Janda</b> 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		bisher neu bisher neu <b>Lauftrate [ml/h]</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>Bolus [ml]</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>Lockout [min]</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>Spritze/ Beutel Nr.</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Boli erhalten/abgeford. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>Gesamtverbrauch [ml]</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<b>Co-Analgetika</b> <b>behandlungspflichtig ...</b> <input type="checkbox"/> Paracetamol <input type="checkbox"/> Harnverhalt <input type="checkbox"/> Metamizol <input type="checkbox"/> Atemdepression <input type="checkbox"/> NSAIDs <input type="checkbox"/> Übelkeit <input type="checkbox"/> Opioide <input type="checkbox"/> Erbrechen <input type="checkbox"/> andere <input type="checkbox"/> Pruritus <input type="checkbox"/> DK vorhanden <input type="checkbox"/> Katheterassoz. Hypotension		
<b>Besonderheiten</b> Katheter-Versagen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> partiell unwirksam <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Filterwechsel <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Filter disloziert <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Okklusion <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Leckage an ESS <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> sonst. techn. Probleme <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<b>Sensorik im Ausbreitungsgebiet</b> Hypästhesie <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Parästhesie <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<b>Infektion</b> keine <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> schwer <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>				
Bemerkungen								

**Anlage 5:** Auflistung aller im Netzwerk Regionalanästhesie enthaltenen Variablen vor Beginn der Datenbereinigung

ID	ANTIKOAG_ANDERE	BOLUS_OPIOID_MENGE_1
ZENTRUM	ANTIKOAG_FREITEXT	BOLUS_LOKAL_1_1
BENUTZER	ANLAGEDATUM	BOLUS_LOKAL_KONZ_1_1
GEAENDERTVON	ANLAGEUHRZEIT	BOLUS_LOKAL_MENGE_1_1
GEAENDERTAM	ANLAGEDAUER	BOLUS_LOKAL_2_1
IMPORT	FACHRICHTUNG	BOLUS_LOKAL_KONZ_2_1
SYSID	ANTIBIOSE_PROPHYL	BOLUS_LOKAL_MENGE_2_1
PATIDMD5	ANTIBIOSE_ZEIT	BOLUS_ZUSAETZE_NABI_1
EINGABEZEITPUNKT	PAT_WACH	BOLUS_ZUSAETZE_CLONIDIN_1
GESCHLECHT	SEDIERUNG_1	BOLUS_ZUSAETZE_VASO_1
GEBURTSJAHR	SEDIERUNG_2	BOLUS_ZUSAETZE_KETAMIN_1
GROESSE	SEDIERUNG_3	BOLUS_TESTDOSIS_1
GEWICHT	ANLAGE_FREITEXT	BOLUS_TESTDOSIS_BEM_1
CPS	PCA	STATION_OPIOID_1
OPIOIDE	PCA_BEMERKUNGEN	STATION_OPIOID_KONZ_1
NSAIDS	LOKALISATION_1	STATION_OPIOID_EINHEIT_1
BS	PUNKTIONSTECHNIK_1	STATION_LOKAL_1
TS	ZUGANG_1	STATION_LOKAL_KONZ_1
NRS_RUHE_PRAE	NADEL_1_1	STATION_ZUSAETZE_NABI_1
NRS_BELASTUNG_PRAE	NADELGROESSE_1_1	STATION_ZUSAETZE_CLONIDIN_1
OP	NADEL_2_1	STATION_ZUSAETZE_VASO_1
ASA	NADELGROESSE_2_1	STATION_ZUSAETZE_KETAMIN_1
DIABETES	KATHETER_1	STATION_VERFAHREN_1
PAVK	KATHETERTYP_1	STATION_LOCKOUT_1
RHEUMA	ABBRUCH_ANATOMIE_1	LOKALISATION_2
ALKOHOL	ABBRUCH_COMPLIANCE_1	PUNKTIONSTECHNIK_2
DROGEN	PRIM_VERSAGEN_ANALG_1	ZUGANG_2
INFEKTION_PRAEOP	DES_KITTEL_1	NADEL_1_2
ANTIBIOSE_PRAEOP	DES_TUNNEL_1	NADELGROESSE_1_2
SEPSIS	DES_FILTER_1	NADEL_2_2
NIERENINSUFF	MEHRFACH_HAUT_1	NADELGROESSE_2_2
KREA	ANNAHT_1	KATHETER_2
KREA_EINHEIT	PUNKTION_WK_1	KATHETERTYP_2
GFR	PUNKTION_WK_HOEHE_1	ABBRUCH_ANATOMIE_2
LEBERINSUFF	PUNKTION_TIEFE_1	ABBRUCH_COMPLIANCE_2
IMMUN_STEROIDE	PUNKTION_HAUTNIVEAU_1	PRIM_VERSAGEN_ANALG_2
IMMUN_SUPPRESSIVA	BLOODY_TAP_1	DES_KITTEL_2
IMMUN_TX	PARAESTH_1	DES_TUNNEL_2
IMMUN_TUMOR	EPID_LOR_1	DES_FILTER_2
IMMUN_ERKRANK	EPID_DURA_1	MEHRFACH_HAUT_2
ANTIKOAG_KEINE	PER_PNEU_1	ANNAHT_2
ANTIKOAG_UFH	PER_SONO_NADEL_1	PUNKTION_WK_2
ANTIKOAG_NMHLOW	PER_SONO_LA_1	PUNKTION_WK_HOEHE_2
ANTIKOAG_NMHHIGH	NS_IMPULS_1	PUNKTION_TIEFE_2
ANTIKOAG_ASS	NS_STROM_1	PUNKTION_HAUTNIVEAU_2
ANTIKOAG_CLOPI	NEURO_INTOX_1	BLOODY_TAP_2
ANTIKOAG_NSAIDS	BOLUS_OPIOID_1	PARAESTH_2
ANTIKOAG_KUMARIN	BOLUS_OPIOID_EINHEIT_1	EPID_LOR_2

<p> EPID_DURA_2  PER_PNEU_2  PER_SONO_NADEL_2  PER_SONO_LA_2  NS_IMPULS_2  NS_STROM_2  NEURO_INTOX_2  BOLUS_OPIOID_2  BOLUS_OPIOID_EINHEIT_2  BOLUS_OPIOID_MENGE_2  BOLUS_LOKAL_1_2  BOLUS_LOKAL_KONZ_1_2  BOLUS_LOKAL_MENGE_1_2  BOLUS_LOKAL_2_2  BOLUS_LOKAL_KONZ_2_2  BOLUS_LOKAL_MENGE_2_2  BOLUS_ZUSAETZE_NABI_2  BOLUS_ZUSAETZE_CLONIDIN_2  BOLUS_ZUSAETZE_VASO_2  BOLUS_ZUSAETZE_KETAMIN_2  BOLUS_TESTDOSIS_2  BOLUS_TESTDOSIS_BEM_2  STATION_OPIOID_2  STATION_OPIOID_KONZ_2  STATION_OPIOID_EINHEIT_2  STATION_LOKAL_2  STATION_LOKAL_KONZ_2  STATION_ZUSAETZE_NABI_2  STATION_ZUSAETZE_CLONIDIN_2  STATION_ZUSAETZE_VASO_2  STATION_ZUSAETZE_KETAMIN_2  STATION_VERFAHREN_2  STATION_LOCKOUT_2  ABSCHL_PAT_ZUFR  ABSCHL_DOC_ZUFR  ENTFERNUNGSDATUM_1  LIEGEDAUER_1  ABSCHL_VISITE_1  ENTFERNUNGSDATUM_2  LIEGEDAUER_2  ABSCHL_VISITE_2  ABSCHL_ANTIKOAG_KEINE_1  ABSCHL_ANTIKOAG_UFH_1  ABSCHL_ANTIKOAG_NMHLOW_1  ABSCHL_ANTIKOAG_NMHHIGH_1  ABSCHL_ANTIKOAG_ASS_1  ABSCHL_ANTIKOAG_CLOPI_1  ABSCHL_ANTIKOAG_NSAIDS_1  ABSCHL_ANTIKOAG_KUMARIN_1  ABSCHL_ANTIKOAG_ANDERE_1  ABSCHL_ANTIKOAG_FREITEXT_1 </p>	<p> ABSCHL_ANTIKOAG_KEINE_2  ABSCHL_ANTIKOAG_UFH_2  ABSCHL_ANTIKOAG_NMHLOW_2  ABSCHL_ANTIKOAG_NMHHIGH_2  ABSCHL_ANTIKOAG_ASS_2  ABSCHL_ANTIKOAG_CLOPI_2  ABSCHL_ANTIKOAG_NSAIDS_2  ABSCHL_ANTIKOAG_KUMARIN_2  ABSCHL_ANTIKOAG_ANDERE_2  ABSCHL_ANTIKOAG_FREITEXT_2  ABSCHL_INFEKT_1_1  ABSCHL_NEURO_SENS_1_1  ABSCHL_NEURO_PATHIE_1_1  ABSCHL_NEURO_MOT_1_1  ABSCHL_NEURO_HAEMAT_1_1  ABSCHL_INFEKT_1_2  ABSCHL_NEURO_SENS_1_2  ABSCHL_NEURO_PATHIE_1_2  ABSCHL_NEURO_MOT_1_2  ABSCHL_NEURO_HAEMAT_1_2  ABSCHL_INFEKT_2_1  ABSCHL_NEURO_SENS_2_1  ABSCHL_NEURO_PATHIE_2_1  ABSCHL_NEURO_MOT_2_1  ABSCHL_NEURO_HAEMAT_2_1  ABSCHL_INFEKT_2_2  ABSCHL_NEURO_SENS_2_2  ABSCHL_NEURO_PATHIE_2_2  ABSCHL_NEURO_MOT_2_2  ABSCHL_NEURO_HAEMAT_2_2  ABSCHL_INFEKT_3_1  ABSCHL_NEURO_SENS_3_1  ABSCHL_NEURO_PATHIE_3_1  ABSCHL_NEURO_MOT_3_1  ABSCHL_NEURO_HAEMAT_3_1  ABSCHL_INFEKT_3_2  ABSCHL_NEURO_SENS_3_2  ABSCHL_NEURO_PATHIE_3_2  ABSCHL_NEURO_MOT_3_2  ABSCHL_NEURO_HAEMAT_3_2  ANTIKOAG_NMH_ASS  ANTIKOAG_WEITERE  ABSCHL_ANTIKOAG_NMH_ASS_1  ABSCHL_ANTIKOAG_NMH_ASS_2  ABSCHL_ANTIKOAG_WEITERE_1  ABSCHL_ANTIKOAG_WEITERE_2  STATION_LAUFRADE_1  STATION_LAUFRADE_2  STATION_BOLUSGROESSE_1  STATION_BOLUSGROESSE_2  FALL </p>	<p> ZEITPUNKT  VISITE_ZEITPUNKT  PERSONAL  DIENST  VISITE_DAUER  VISITE_ARZT  VISITE_PFLEGE  VISITE_ITS  SCHMERZ_MOBIL  SCHMERZ_RESP  SCHMERZ_SCHLAF  VISITE_MOBILISATION  NRS_GESAMT  VISITE_PARACETAMOL  VISITE_METAMIZOL  VISITE_NSAIDS  VISITE_OPIOID  VISITE_SONSTIGES  HARNVERHALT  HYPOTENSION  SEDIERUNGSGRAD  ATEMDEPRESSION  UEBELKEIT  ERBRECHEN  PRURITUS  BLASENKATHETER  VW_1  VISITE_KATH_ZURUECK_1  VISITE_KATH_ENTF_1  VISITE_KATH_ABSCHL_1  INFEKT_KATEG_1  NRS_RUHE_1  NRS_BELASTUNG_1  NRS_TOLERIERT_1  NRS_UNBESTIMMT_1  NEURO_SENS_1  NEURO_PATHIE_1  NEURO_MOT_1  NEURO_HAEMAT_1  NEURO_PDPH_1  NEURO_PDPH_PATCH_1  NEURO_TNS_1  KAT_PART_UNWIRKSAM_1  KAT_VERSAGEN_1  KAT_PROX_DISK_1  KAT_FILTERWECHSEL_1  KAT_OKKLUSION_1  KAT_LECKAGE_ESS_1  KAT_TECHN_PROBLEME_1  VW_2  VISITE_KATH_ZURUECK_2 </p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

VISITE_KATH_ENTF_2	KAT_OKKLUSION_2	VISITE_GESAMT_2
VISITE_KATH_ABSCHL_2	KAT_LECKAGE_ESS_2	VISITE_SPRITZE_NR_2
INFEKT_KATEG_2	KAT_TECHN_PROBLEME_2	VISITE_MED_FREITEXT_2
NRS_RUHE_2	VISITE_MED_1	VISITE_KATH_ENTF_ART_1
NRS_BELASTUNG_2	VISITE_VERFAHREN_1	VISITE_KATH_ENTF_ART_2
NRS_TOLERIERT_2	VISITE_LOCKOUT_ALT_1	VISITE_LAUFRATE_ALT_1
NRS_UNBESTIMMT_2	VISITE_LOCKOUT_NEU_1	VISITE_LAUFRATE_ALT_2
NEURO_SENS_2	VISITE_BOLI_ERHALTEN_1	VISITE_LAUFRATE_NEU_1
NEURO_PATHIE_2	VISITE_BOLI_ABGEFORDERT_1	VISITE_LAUFRATE_NEU_2
NEURO_MOT_2	VISITE_GESAMT_1	VISITE_BOLUSGROESSE_ALT_1
NEURO_HAEMAT_2	VISITE_SPRITZE_NR_1	VISITE_BOLUSGROESSE_ALT_2
NEURO_PDPH_2	VISITE_MED_FREITEXT_1	VISITE_BOLUSGROESSE_NEU_1
NEURO_PDPH_PATCH_2	VISITE_MED_2	VISITE_BOLUSGROESSE_NEU_2
NEURO_TNS_2	VISITE_VERFAHREN_2	NEURO_HAEMAT_EPIDURAL_1
KAT_PART_UNWIRKSAM_2	VISITE_LOCKOUT_ALT_2	NEURO_HAEMAT_EPIDURAL_2
KAT_VERSAGEN_2	VISITE_LOCKOUT_NEU_2	
KAT_PROX_DISK_2	VISITE_BOLI_ERHALTEN_2	
KAT_FILTERWECHSEL_2	VISITE_BOLI_ABGEFORDERT_2	

## 7. Literaturverzeichnis

1. Crawford OB, Buckingham WW, Ottosen P, Brasher CA. Peridural anesthesia in thoracic surgery; a review of 677 cases. *Anesthesiology* 1951;12:73-84.
2. Waurick K, Waurick R. Epiduralanästhesie – Geschichte und Technik der Epiduralanästhesie. *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS* 2015;50:476-83.
3. Goerig M, Schulte am Esch J. [Arthur Lawen--a pioneer of modern anesthetic techniques]. *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS* 1993;28:315-25.
4. Reinhard L. *Anästhesie*: Urban & Fischer; 2013.
5. Striebel HW. *Operative Intensivmedizin: Sicherheit in der klinischen Praxis*: Schattauer Verlag; 2007.
6. Bein B, Bischoff P, Busley R, et al. *Anästhesie. Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie*. 4. Auflage ed. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag; 2011.
7. Block BM, Liu SS, Rowlingson AJ, Cowan AR, Cowan JA, Jr., Wu CL. Efficacy of postoperative epidural analgesia: a meta-analysis. *JAMA* 2003;290:2455-63.
8. Lattermann R, Carli F, Schricker T. Epidural blockade suppresses lipolysis during major abdominal surgery. *Reg Anesth Pain Med* 2002;27:469-75.
9. Ballantyne JC, Carr DB, deFerranti S, et al. The comparative effects of postoperative analgesic therapies on pulmonary outcome: cumulative meta-analyses of randomized, controlled trials. *Anesth Analg* 1998;86:598-612.
10. Beattie WS, Badner NH, Choi P. Epidural analgesia reduces postoperative myocardial infarction: a meta-analysis. *Anesth Analg* 2001;93:853-8.
11. Capdevila X, Barthelet Y, Biboulet P, Ryckwaert Y, Rubenovitch J, d'Athis F. Effects of perioperative analgesic technique on the surgical outcome and duration of rehabilitation after major knee surgery. *Anesthesiology* 1999;91:8-15.
12. Fischer B. Benefits, risks, and best practice in regional anesthesia: do we have the evidence we need? *Reg Anesth Pain Med* 2010;35:545-8.
13. Flisberg P, Rudin A, Linner R, Lundberg CJ. Pain relief and safety after major surgery. A prospective study of epidural and intravenous analgesia in 2696 patients. *Acta anaesthesiologica Scandinavica* 2003;47:457-65.
14. McLeod GA, Dell K, Smith C, Wildsmith JA. Measuring the quality of continuous epidural block for abdominal surgery. *Br J Anaesth* 2006;96:633-9.

15. Popping 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;101:832-40.
16. Update rückenmarksnahe Regionalanästhesie – weniger Nutzen, mehr Gefahr? 2010. at [http://www.ai-online.info/abstracts/pdf/dacAbstracts/2010/02\\_Kessler.pdf](http://www.ai-online.info/abstracts/pdf/dacAbstracts/2010/02_Kessler.pdf).)
17. Popping DM, Elia N, Van Aken HK, et al. Impact of epidural analgesia on mortality and morbidity after surgery: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Ann Surg* 2014;259:1056-67.
18. Cameron CM, Scott DA, McDonald WM, Davies MJ. A review of neuraxial epidural morbidity: experience of more than 8,000 cases at a single teaching hospital. *Anesthesiology* 2007;106:997-1002.
19. Morin AM, Kerwat KM, Klotz M, et al. Risk factors for bacterial catheter colonization in regional anaesthesia. *BMC Anesthesiol* 2005;5:1.
20. Volk T, Engelhardt L, Spies C, et al. [Incidence of infection from catheter procedures for regional anesthesia: first results from the network of DGAI and BDA]. *Anaesthesist* 2009;58:1107-12.
21. Neuburger M, Buttner J. [Complications of peripheral regional anesthesia]. *Anaesthesist* 2011;60:1014-26.
22. Capdevila X, Jaber S, Pesonen P, Borgeat A, Eledjam JJ. Acute neck cellulitis and mediastinitis complicating a continuous interscalene block. *Anesth Analg* 2008;107:1419-21.
23. Nseir S, Pronnier P, Soubrier S, et al. Fatal streptococcal necrotizing fasciitis as a complication of axillary brachial plexus block. *Br J Anaesth* 2004;92:427-9.
24. Compere V, Legrand JF, Guitard PG, et al. Bacterial colonization after tunneling in 402 perineural catheters: a prospective study. *Anesth Analg* 2009;108:1326-30.
25. Morin AM, Kerwat KM, J. Büttner J, et al. Hygiene recommendations for the initiation and continued care of regional anaesthetic procedures – The 15 “Musts” of the Scientific Working Group Regional Anaesthesia. *Anesthesiol Intensivmed* 2006;47:372-9.
26. Schulz-Stubner S. [Infection prevention by the anesthesia team]. *Anaesthesist* 2013;62:61-76.
27. Wilson M, Martin R, Walk ST, et al. Clinical and laboratory features of *Streptococcus salivarius* meningitis: a case report and literature review. *Clin Med Res* 2012;10:15-25.
28. Bomberg H, Kubulus C, List F, et al. Diabetes: a risk factor for catheter-associated infections. *Reg Anesth Pain Med* 2015;40:16-21.

29. Capdevila X, Bringuier S, Borgeat A. Infectious risk of continuous peripheral nerve blocks. *Anesthesiology* 2009;110:182-8.
30. Capdevila X, Pirat P, Bringuier S, 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;103:1035-45.
31. Khanna RK, Malik GM, Rock JP, Rosenblum ML. Spinal epidural abscess: evaluation of factors influencing outcome. *Neurosurgery* 1996;39:958-64.
32. Ki V, Rotstein C. Bacterial skin and soft tissue infections in adults: A review of their epidemiology, pathogenesis, diagnosis, treatment and site of care. *Can J Infect Dis Med Microbiol* 2008;19:173-84.
33. Neuburger M, Buttner J, Blumenthal S, Breitbarth J, Borgeat A. Inflammation and infection complications of 2285 perineural catheters: a prospective study. *Acta anaesthesiologica Scandinavica* 2007;51:108-14.
34. Steffen P, Seeling W, Essig A, Stiepan E, Rockemann MG. Bacterial contamination of epidural catheters: microbiological examination of 502 epidural catheters used for postoperative analgesia. *J Clin Anesth* 2004;16:92-7.
35. Aveline C, Le Hetet H, Le Roux A, et al. Perineural ultrasound-guided catheter bacterial colonization: a prospective evaluation in 747 cases. *Reg Anesth Pain Med* 2011;36:579-84.
36. Neuburger M, Reisig F, Zimmermann L, Buttner J. [Infection control in continuous peripheral regional anesthesia. Clinical study on disinfection time and subcutaneous tunneling in interscalene plexus anesthesia]. *Anaesthesist* 2009;58:795-9.
37. 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;103:229-33.
38. Borgeat A, Dullenkopf A, Ekatodramis G, Nagy L. Evaluation of the lateral modified approach for continuous interscalene block after shoulder surgery. *Anesthesiology* 2003;99:436-42.
39. Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, Brun-Buisson C. Tunneling short-term central venous catheters to prevent catheter-related infection: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Crit Care Med* 1998;26:1452-7.

40. Bubeck J, Boos K, Krause H, Thies KC. Subcutaneous tunneling of caudal catheters reduces the rate of bacterial colonization to that of lumbar epidural catheters. *Anesth Analg* 2004;99:689-93.
41. Kost-Byerly S, Tobin JR, Greenberg RS, Billett C, Zahurak M, Yaster M. Bacterial colonization and infection rate of continuous epidural catheters in children. *Anesth Analg* 1998;86:712-6.
42. K. Kerwat SS-S, T. Steinfeldt, P. Kessler, T. Volk, P. Gastmeier, C. Geffers, T. Ermert, M.G. Boschin, T. Wiesmann, H. Wulf. S1 Leitlinie: Hygieneempfehlungen für die Regionalanästhesie. In: AWMF, ed.2014.
43. <https://www.nra-dgai.de/ueber.html>
44. Volk T, Engelhardt L, Spies C, et al. [A German network for regional anaesthesia of the scientific working group regional anaesthesia within DGAI and BDA]. *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS* 2009;44:778-80.
45. EkatoDRAMIS G, Borgeat A. Subcutaneous tunneling of the interscalene catheter. *Can J Anaesth* 2000;47:716-7.
46. de Jong PC, Kansen PJ. A comparison of epidural catheters with or without subcutaneous injection ports for treatment of cancer pain. *Anesth Analg* 1994;78:94-100.
47. Sellmann T, Bierfischer V, Schmitz A, et al. Tunneling and suture of thoracic epidural catheters decrease the incidence of catheter dislodgement. *ScientificWorldJournal* 2014;2014:610635.
48. Albrecht SM. Vorhofkatheter bei Dialysepatienten, Funktion und Komplikation: Universität Ulm; 2009.
49. Broviac JW, Cole JJ, Scribner BH. A silicone rubber atrial catheter for prolonged parenteral alimentation. *Surgery, gynecology & obstetrics* 1973;136:602-6.
50. Friedman WA, Vries JK. Percutaneous tunnel ventriculostomy. Summary of 100 procedures. *J Neurosurg* 1980;53:662-5.
51. Khanna RK, Rosenblum ML, Rock JP, Malik GM. Prolonged external ventricular drainage with percutaneous long-tunnel ventriculostomies. *J Neurosurg* 1995;83:791-4.
52. Timsit JF, Sebille V, Farkas JC, et al. Effect of subcutaneous tunneling on internal jugular catheter-related sepsis in critically ill patients: a prospective randomized multicenter study. *Jama* 1996;276:1416-20.
53. Perrigault PF, Jaber S, Eledjam JJ. [Catheter-related infections: how to reduce the risk?]. *Ann Fr Anesth Reanim* 2005;24:288-90.

54. Yuan HB, Zuo Z, Yu KW, Lin WM, Lee HC, Chan KH. Bacterial colonization of epidural catheters used for short-term postoperative analgesia: microbiological examination and risk factor analysis. *ScientificWorldJournal* 2008;108:130-7.
55. Braun-Falco P, Wolff, Burgdorf, Landthaler. *Dermatologie und Venerologie*: Springer; 2005.
56. Neuburger M, Breitbarth J, Reisig F, Lang D, Buttner J. [Complications and adverse events in continuous peripheral regional anesthesia Results of investigations on 3,491 catheters]. *Anaesthesist* 2006;55:33-40.
57. Effros RB. Roy Walford and the immunologic theory of aging. *Immun Ageing* 2005;2:7.
58. Albert-Diehl NM. *Adipositas als Risikofaktor für katheterassoziierte Infektionen in der Regionalanästhesie*: Universität des Saarlandes; 2014.

## 8. Veröffentlichung

Bomberg H, Kubulus C, Herberger S, et al. Tunnelling of thoracic epidural catheters is associated with fewer catheter-related infections: a retrospective registry analysis. *Br J Anaesth* 2016

## 9. Danksagung

Bei Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Thomas Volk möchte ich mich herzlich bedanken, dass er mir das interessante Thema überlassen hat. Durch seine Diskussionsbereitschaft hat er mir geholfen das wissenschaftliche Arbeiten zu erlernen. Außerdem danke ich ihm für seine vielfältigen Anmerkungen.

Einen außerordentlichen Dank möchte ich auch Herrn Dr. med. Hagen Bomberg aussprechen, der durch seine Geduld, überragende Unterstützung und zahlreichen Tipps maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat.

Zu danken ist auch Herrn Dr. med. Alexander Raddatz, der mir die Mitarbeit beim Paper ermöglicht und so den Zugang zu meiner Arbeit verschafft hat.

Herrn PD. Dr. med. Tobias Fink danke ich für die Bereitstellung der Fotos, aber vor allem für die Zeit, die er sich während meiner Hospitation im OP für mich genommen hat.

Ich danke den teilnehmenden Kliniken am „*Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland*“ für die Bereitstellung der Daten.

Außerdem danke ich Herrn Ulrich Schneider für seine Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge.

Einen großen Dank möchte ich auch meinem Freund Sven Ruffing widmen, der geduldig sämtliche Versionen meiner Dissertation Korrektur gelesen hat und insbesondere dafür, dass er mich unterstützt hat.

Zuletzt möchte ich mich bei meinen Eltern für das Korrekturlesen und vor allem dafür bedanken, dass sie mich während meines Studiums unterstützt und begleitet haben.