

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

**Katheterassoziierte Infektionen in Abhängigkeit von
der Liegedauer**

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

vorgelegt von Ina Dhingra
geboren am 06.10.1984
in Zweibrücken

Tag der Promotion: 24.06.2025

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. dent. Matthias Hannig

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. med. Thomas Volk

Berichterstatter: Prof. Dr. sc. nat. ETH Markus Bischoff

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|---------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Zusammenfassung | 6 |
| 1.1 | Zusammenfassung | 6 |
| 1.2 | Summary | 8 |
| 2 | Einleitung..... | 10 |
| 2.1 | Definition und Grundlagen der Regionalanästhesie | 10 |
| 2.2 | Die Geschichte der Regionalanästhesie | 10 |
| 2.3 | Regionalanästhesieverfahren..... | 11 |
| 2.4 | Periphere Regionalanästhesie | 11 |
| 2.5 | Rückenmarksnahe Verfahren..... | 12 |
| 2.6 | Komplikationen in der Regionalanästhesie | 12 |
| 2.7 | Reduktion des Infektionsrisikos | 13 |
| 2.8 | Fragestellungen..... | 14 |
| 3 | Material und Methoden..... | 14 |
| 3.1 | Ethikantrag | 14 |
| 3.2 | Das Netzwerk | 14 |
| 3.3 | Datenerfassung | 15 |
| 3.4 | Datenbearbeitung | 15 |
| 3.4.1 | Vorbereiten der erhobenen Daten | 15 |
| 3.4.2 | Die Variablen | 16 |
| 3.5 | Plausibilitätsprüfungen | 19 |
| 3.6 | Datenanalyse..... | 22 |
| 3.6.1 | Statistische Tests und Adjustierung | 22 |
| 4 | Ergebnisse | 22 |
| 4.1 | Bildung und Charakteristika der Studienpopulation..... | 22 |
| 4.2 | Periphere Katheter | 23 |
| 4.2.1 | Ergebnisse der peripheren Katheter..... | 24 |
| 4.2.2 | Sensitivitätsanalyse der peripheren Katheter | 25 |
| 4.2.3 | Cox-Regressionsanalyse der peripheren Katheter..... | 26 |
| 4.3 | Epidurale Katheter..... | 29 |
| 4.3.1 | Ergebnisse der epiduralen Katheter | 31 |
| 4.3.2 | Sensitivitätsanalyse der epiduralen Katheter | 31 |
| 4.3.3 | Cox-Regressionsanalyse der epiduralen Katheter | 32 |
| 4.4 | Entwicklung der in situ belassenen infizierten Katheter | 35 |

| | | |
|-------|-------------------------------------------------|----|
| 5 | Diskussion | 37 |
| 5.1 | Hintergrund | 37 |
| 5.2 | Diskussion der Methoden/Limitationen | 38 |
| 5.3 | Diskussion der Plausibilität | 38 |
| 5.4 | Diskussion der Ergebnisse | 39 |
| 5.4.1 | Risikofaktoren | 39 |
| 5.4.2 | Inzidenz katheterassoziierter Infektionen | 41 |
| 5.4.3 | Wahrscheinlichkeit für Infektionen | 42 |
| 5.5 | Verlauf katheterassoziierter Infektionen | 42 |
| 5.6 | Beantwortung der Fragen | 43 |
| 5.7 | Fazit | 44 |
| 6 | Anhang | 46 |
| 7 | Literaturverzeichnis | 56 |
| 8 | Danksagung | 63 |
| 9 | Veröffentlichung | 64 |
| 10 | Lebenslauf | 65 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|--------------|------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: | Kaplan-Meier-Überlebenskurve der peripheren Katheter | 25 |
| Abbildung 2: | Sensitivitätsanalyse der peripheren Katheter | 26 |
| Abbildung 3: | Cox-Regressionsanalyse der peripheren Katheter | 28 |
| Abbildung 4: | Kaplan-Meier-Überlebenskurve der epiduralen Katheter | 31 |
| Abbildung 5: | Sensitivitätsanalyse der epiduralen Katheter | 32 |
| Abbildung 6: | Cox-Regressionsanalyse der epiduralen Katheter | 35 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|------------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: | ASA-Klassifikation | 17 |
| Tabelle 2: | Periphere und epidurale Katheter | 18 |
| Tabelle 3: | Plausibilitätsprüfungen | 19 |
| Tabelle 4: | Kovariablen und Infektionsinzidenz der peripheren Katheter | 23 |
| Tabelle 5: | Kovariablen und die Cox-Regressionsanalyse der peripheren Katheter | 27 |
| Tabelle 6: | Kovariablen und Infektionsinzidenz der epiduralen Katheter | 30 |
| Tabelle 7: | Kovariablen und die Cox-Regressionsanalyse der epiduralen Katheter | 33 |

Diagrammverzeichnis

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Diagramm 1: Flussdiagramm finale Studienpopulation..... | 21 |
| Diagramm 2: Flussdiagramm der in situ belassenen infizierten Katheter | 35 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| ASA | American Society of Anaesthesiologists |
| ASD | absolute Standardabweichung |
| BDA | Berufsverband Deutscher Anästhesisten |
| BMI | Body-Mass-Index |
| CRP | C-reaktives Protein |
| CSE | engl. Combined spinal-epidural anesthesia |
| DGAI..... | Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin |
| et al..... | lat. et alia, und andere |
| h | lat. hora, Stunde |
| i.v..... | intravenös |
| IBM | International Business Machines |
| ID | Identität |
| kg..... | Kilogramm |
| LOR..... | engl. Loss of resistance, Widerstandsverlust |
| m ² | Quadratmeter |
| MRT..... | Magnetresonanztomographie |
| N | lat. nervus, Nerv |
| Nn..... | lat. Nervi, Nerven |
| NRA..... | Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland |
| PCA..... | engl. Patient-controlled-analgesia, Patienten kontrollierte Analgesie |
| Re-Operation..... | Revisionsoperation |
| SPSS..... | Statistical Package for Social Sciences |
| TM | Trade Mark |
| vs..... | lat. versus, gegenüber |

Statistik

| | |
|----------|---------------------------|
| a | Jahr |
| α | alpha |
| KI | Konfidenzintervall |
| MW | Mittelwert |
| SD | Standarddeviation |
| p | Irrtumswahrscheinlichkeit |

Log
n
%

Logarithmus
Anzahl
Prozent

1 Zusammenfassung

1.1 Zusammenfassung

Katheterassoziierte Infektionen in Abhängigkeit von der Liegedauer: eine retrospektive Registerdatenanalyse

Hintergrund:

Infektionen gehören zu den schwerwiegenden Komplikationen eines Schmerzkatheters. Dass ein enger Zusammenhang zwischen Liegedauer und steigendem Risiko einer Infektion existiert, ist bereits bekannt. Bislang gab es jedoch keine validen Aussagen über genaue Zeiträume und Inzidenzen. Ziel dieser Arbeit ist es, eine wissenschaftlich fundierte Aussage zu treffen, basierend auf einer großen Studienpopulation von 44.555.

Methode:

Eine finale Studienpopulation von 44.555 Fällen konnte analysiert werden. Diese wurde in einem Zeitraum zwischen September 2007 und Dezember 2017 im Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland (NRA) gesammelt. Die Studienpopulation wurde in Patienten aufgeteilt, die einen peripheren bzw. einen epiduralen Katheter erhielten. Eine maximale Katheterliegedauer von 15 Tagen stellte den Beobachtungszeitraum dar. Zur Berechnung wurde die Infektionsstufe herangezogen, die zuerst bei der Visite aufgefallen war. Alle Ergebnisse wurden mit dem zugehörigen 95%-Konfidenzintervall dargestellt. Für die Sensitivitätsanalyse konnte eine größere Population von 65.291 Patienten benutzt werden. Der Einfluss der Variablen wurde mit Hilfe einer Adjustierung durch die Cox-Regressionsanalyse überprüft. Außerdem stellte sich die Frage, welche Veränderungen bei Kathetern auftraten, die trotz nachweislicher Infektion in situ belassen wurden.

Ergebnisse:

Die Wahrscheinlichkeit für katheterassoziierte Infektionen bei peripheren Kathetern lag bei 2,9%, davon waren 2,5% leichte, 0,3% mittlere und 0,07% schwere Infektionen. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein peripherer Katheter in den ersten 4 Tagen infektionsfrei war, lag bei 98%, nach 7 Tagen bei 91% und nach 15 Tagen bei 65%, nach Adjustierung durch die Cox-Regressionsanalyse waren es nach Tag 4 99%, nach Tag 7 96% und nach Tag 15 73%. Bei den epiduralen Kathetern betrug die Wahrscheinlichkeit für eine Infektion 3,9%, davon waren 3,3% leichte, 0,6% mittlere und 0,07% schwere Infektionen. Dass innerhalb der ersten 4 Tage keine Infektion auftrat, traf bei 99% zu, nach 4 Tagen 93% und nach 15 Tagen 65%. Nach Adjustierung waren es an Tag 4 99%, nach Tag 7 95% und nach Tag 15 73%.

Bei allen in situ belassenen infizierten Kathetern verschlechterte sich die Situation, was im Extremfall eine chirurgische Intervention nach sich zog.

Schlussfolgerung:

In den ersten Tagen nach einer Katheteranlage ist die Gefahr einer Infektion bei sorgfältigem Umgang mit der Einstichwunde gering. Das Risiko steigt etwa ab dem 4. Liegetag sowohl bei den peripheren als auch bei den epiduralen Kathetern an.

Infizierte Katheter sollten unverzüglich entfernt und je nach Schweregrad der Infektion behandelt werden. Um eine Katheterinfektion frühzeitig zu erkennen, bedarf es einer täglichen Visite durch geschultes Personal.

1.2 Summary

Catheter associated infections in relation to length of time in regional anesthesia: a retrospective registry analysis

Background:

Catheter associated infections are among the most serious complication. It is already known that there is a close correlation between the duration of use and the increasing risk of infection. So far, however, there are no valid statements about exact time periods and incidences. The aim was to make a scientifically wellfounded statement based on a large population of 44.555 cases.

Method:

A final study population of 44.555 cases could be analysed. The data was collected over a period between september 2007 and december 2017 from the Network for Safety in Regional Anaesthesia in Germany (NRA). The population was divided into the patients who received a peripheral catheter and those who received an epidural catheter and examined a maximum time span of 15 days with the catheter in situ. The infection level that was first noticed during clinical rounds was used for the calculation. All results were presented with the corresponding 95% confidence interval. A larger population of 65.291 patients was used for the sensitivity analysis. The influence of the variables was checked by adjusting with the Cox regression analysis. It was also concerned with the question of what changes occur in catheters that were left in situ despite evidence of infection.

Results:

The incidence of catheter-associated infections in peripheral catheters was 2,9%, of which 2,5% were mild, 0,3% moderate and 0,07% severe. The probability that a peripheral catheter was infection-free in the first 4 days was 98%, after 7 days 91% and after 15 days 65%. After adjustment using Cox regression analysis, the probability was 99% after day 4, 96% after day 7 and 73% after day 15. The incidence of epidural catheter infection was 3,9%, of which 3,3% were mild, 0,6% moderate and 0,07% severe infections. The probability of an infection-free epidural catheter days was 99% in the first 4, on day 7 93% and on day 15 65%. After adjustment using Cox regression analysis, it was 99% on day 4, 95% after day 7 and 73% after day 15. All infected catheters left in situ deteriorated, requiring in the extreme cases surgical intervention.

Conclusion:

In the first days after catheter placement, the risk of infection is low if the puncture wound is handled carefully. The risk increases from about the 4th day onwards for both peripheral and epidural catheters. Infected catheters should be removed immediately and treated according

to the severity of the infection. In order to detect a catheter infection at an early stage, daily rounds by trained staff are necessary.

2 Einleitung

In der modernen Anästhesie sind regionale Katheterverfahren fest etabliert. Sie können zum einen im operativen Bereich als Monoverfahren sowie in Kombination mit einer Allgemeinanästhesie und zum zweiten als Prophylaxe und Therapie bei postoperativen Schmerzen eingesetzt werden¹. Die Regionalanästhesie unterstützt den Patienten in seiner postoperativen Heilungsphase nicht nur durch kontinuierliche Gabe von schmerzstillenden Medikamenten, sondern auch durch gezielt verabreichte Boli z.B. zur Schmerzreduktion bei physiotherapeutischen Behandlungen². Dadurch steigen die Patientenzufriedenheit und die damit einhergehende Compliance enorm. Durch die Anwendung von Katheterverfahren kann die Gabe von systemischen Opioiden zur postoperativen Schmerzbehandlung deutlich gesenkt werden^{3,4}, außerdem scheint der analgetische Effekt eines epiduralen Katheters, im Vergleich zu einer systemischen Analgetikagabe, überlegen⁵ zu sein. Zudem verhindert eine adäquate Schmerzbehandlung die Entstehung chronischer Schmerzen^{3,4,6,7}. Ein dritter Anwendungsbereich stellt die Behandlung chronischer Schmerzpatienten dar. Zu dieser Gruppe gehören Patienten mit tumorbedingten chronischen Schmerzen⁸, aber auch Patienten mit verändertem Schmerzempfinden. Dies kann sich beispielsweise nach großem Gewebetrauma mit insuffizienter Schmerzbehandlung manifestieren⁹. In der Gynäkologie unterstützen regionale Anästhesieverfahren den Geburtsvorgang, indem sie den Wehenschmerz lindern und dadurch körperliche Ressourcen für die Austreibungsphase aufsparen¹⁰. Durch den richtigen Einsatz von Regionalanästhesieverfahren wird die Rehabilitation der Patienten gefördert und die Heilung erfolgt schneller². So konnte gezeigt werden, dass sich die Darmmotilität nach chirurgischen Eingriffen im Bereich des Gastrointestinaltrakts in kürzerer Zeit normalisiert, wenn Regionalanästhesieverfahren zum Einsatz kamen¹¹. Studien zeigen, dass auch die postoperative Lungenfunktion bei Patienten, die eine Regionalanästhesie erhielten, verbessert ist¹². Außerdem können die Mortalität und die Morbidität gesenkt werden¹³⁻¹⁶. Die Patientenzufriedenheit ist eines der wichtigsten Kriterien einer guten medizinischen Versorgung. Aufgrund der beschriebenen vielfältigen Einsatzmöglichkeiten trägt die Regionalanästhesie im großen Maße hierzu bei.

2.1 Definition und Grundlagen der Regionalanästhesie

Unter Regionalanästhesie versteht man die vorübergehende, lokal umschriebene Unterbrechung der Nervenerregungsleitung durch perineurale oder intravenöse Injektion eines Lokalanästhetikums¹⁷.

2.2 Die Geschichte der Regionalanästhesie

Im Jahr 1884 entdeckte der Augenarzt Carl Koller die anästhesiologische Wirkung von Kokain. Es folgten einige Tierversuche, bevor er die Wirkung bei seinen Operationen am Menschen testete. Er erreichte eine komplette Oberflächenanästhesie, indem er die

Kokainlösung auf die Augen der Patienten träufelte. In der zahnmedizinischen Behandlung etablierte sich ab 1885 die Infiltrationsanästhesie mit Kokain. 1882 zeigte Carl Ludwig Schleich durch Injizieren von Lokalanästhetika die Möglichkeit ganze Hautareale zu betäuben. August Bier führte 1898 die erste Regionalanästhesie in Form einer Spinalanästhesie durch. 10 Jahre später veröffentlichte er den ersten erfolgreichen Versuch einer intravenösen Regionalanästhesie. Während dieser Zeit führten die Herrn Cathelin und Sicard die erste Epiduralanästhesie im Jahr 1901 durch. Dieses Verfahren wurde v.a. im Bereich der Geburtshilfe eingesetzt und konnte die Mortalität der Mütter stark reduzieren¹⁸. Die ersten Berichte über periphere Nervenblockaden lieferten Hirschel und Kuhlenkampff. Sie forschten getrennt voneinander an der Betäubung peripherer Nerven und gelten als die Begründer der peripheren Regionalanästhesie. Sie veröffentlichten in den Jahren 1911 und 1912 Methoden zur Blockade von Nerven der oberen Extremität, wie des N. axillaris und des Plexus brachialis. Die Schwierigkeit Nerven zu detektieren, um an geeigneter Stelle und Tiefe das Lokalanästhetikum zu injizieren, führte zur Entwicklung der Elektrostimulation an peripheren Nerven. Die ersten Arbeiten hierzu wurden von Georg Perthes im Jahr 1912 veröffentlicht. Dieser zeigte, dass durch zielgerichtete Stimulationen periphere Nerven subkutan detektiert werden können¹⁹. Allerdings verliert dieses Verfahren in der heutigen Zeit an Bedeutung²⁰, da gezeigt wurde, dass die ermittelte Reizantwort nicht mit der Nähe der Injektionsnadel zum Nerven korreliert²¹. Dieses Verfahren ist bis heute zwar an einigen Kliniken noch etabliert, wird aber zunehmend durch die Möglichkeit periphere Nerven und Plexus sonographisch darzustellen, abgelöst. Eine veraltete Methode zum Auffinden der Nervenstruktur ist das Auslösen von Parästhesien²². Diese Ansätze der Regionalanästhesie wurden als Single-Shot-Verfahren durchgeführt, so dass eine Analgesie zwar suffizient war, aber nur so lange anhielt, wie es die Halbwertszeit des Lokalanästhetikums zuließ. Das Einbringen eines Katheters in die unmittelbare Nähe des Nerven bzw. des Plexus und die kontinuierliche Applikation von Lokalanästhetikum führte zu einem Durchbruch bei länger andauernden Operationen und zur Behandlung postoperativer Schmerzen²². 1949 konnte Manuel Martinez Curbelo eine Patientin mit einer kontinuierlichen Epiduralanästhesie im Lumbalbereich versorgen. Crawford et al. veröffentlichten 1951 eine Arbeit, in der thorakale und zervikale Epiduralkatheter an 677 Patienten beschrieben wurden²³.

2.3 Regionalanästhesieverfahren

Die Regionalanästhesie wird unterteilt in periphere, zentrale (rückenmarksnahe) und intravenöse Verfahren. In dieser Studie wurden die peripheren und rückenmarksnahen Verfahren untersucht, so dass hier nur auf sie eingegangen werden soll.

2.4 Periphere Regionalanästhesie

Bei der peripheren Regionalanästhesie werden ganze Nervenplexus oder einzelne Nerven blockiert. Zu den häufigsten Verfahren im Bereich der oberen Extremität zählen die

Blockaden des Plexus brachialis. Je nach Lokalisation unterscheidet man interskalenäre, supraklavikuläre, infraklavikuläre und axilläre Blockaden. Bei der Regionalanästhesie der axillären Plexusblockade können die Nn. medianus, radialis, ulnaris und musculocutaneus auch einzeln blockiert werden. Die Blockaden des lumbalen Plexus, des Psoaskompartments, der Nn. femoralis, saphenus und ischiadicus, sowie die Durchführung eines gezielten Fußblockes gehören zu den meist angewandten Verfahren im Bereich der unteren Extremität.

2.5 Rückenmarksnahe Verfahren

Die neuroaxialen Verfahren werden unterschieden in Spinal- und Epiduralanästhesien. Beide Formen können auch gemeinsam in Form einer CSE (engl. Combined spinal-epidural anesthesia) durchgeführt werden. Bei der Spinalanästhesie wird das Lokalanästhetikum direkt in den Spinalkanal injiziert, daher wird dieses Verfahren im lumbalen Wirbelsäulenbereich durchgeführt. Bevor das Lokalanästhetikum appliziert wird muss die korrekte Position der Punktionskanüle verifiziert werden. Bei richtiger Lage im Spinalraum fließt Liquor über die Punktionskanüle zurück.

Bei der epiduralen Anästhesie bleibt die dura mater intakt. Aus diesem Grund kann dieses Verfahren prinzipiell in jedem Abschnitt der Wirbelsäule durchgeführt werden. Im Gegensatz zur Spinalanästhesie darf bei diesem rückenmarksnahen Verfahren kein Liquor durch die Kanüle zurückfließen. Man unterscheidet zwischen einer thorakalen, lumbalen und kaudalen Periduralanästhesie. Zum Auffinden des Periduralraums wird die Widerstandsverlustmethode (engl. Loss-of-resistance, LOR) oder die Technik des hängenden Tropfens angewandt.

Die Ausbreitung des Lokalanästhetikums wird bei der Spinalanästhesie neben dem Volumen, v.a. über die Barizität und die Lagerung des Patienten bestimmt. Bei der Periduralanästhesie sind der Injektionsort und das Volumen des applizierten Medikaments entscheidend.

Die Grundvoraussetzung zur Anwendung von Regionalanästhesie ist die Kenntnis der anatomischen Strukturen und die Durchführung durch einen erfahrenen Arzt. Die Verwendung von Nervenstimulation oder Sonographie sind, wie bereits beschrieben, wichtige Hilfsmittel.

2.6 Komplikationen in der Regionalanästhesie

Den Vorteilen der regionalen Anästhesieverfahren stehen Komplikationen wie Blutung, Intoxikation, Duraperforation, Pneumothorax, Nervenverletzungen und Infektionen gegenüber²⁴. Insgesamt sind Komplikationen im Rahmen der Regionalanästhesie sehr selten²⁵⁻²⁸. In dieser Arbeit sollen ausschließlich die katheterassoziierten Infektionen betrachtet werden.

2.7 Reduktion des Infektionsrisikos

Um Infektionen zu minimieren, müssen verschiedene Vorsichtsmaßnahmen eingehalten werden. Einmal bei der Punktion, aber auch beim Verbandswechsel bis hin zur Entfernung des Katheters müssen strenge Hygieneanforderungen gelten. Speziell um diese Hygieneempfehlung hat sich der Arbeitskreis Regionalanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) bemüht und 2014 ihre „10 Gebote“ im Rahmen einer S1 Leitlinie veröffentlicht²⁹.

Diese umfassen folgende Punkte:

1. hygienische Rahmenbedingungen: Einhalten des Hygieneplans, nutzen von geeigneten Räumlichkeiten. Nur die notwendigen Personen sollen sich bei der Katheteranlage im Raum befinden
2. Vorbereitung des Behandlers: Entfernung von Schmuck an Unterarmen und Händen, gründliche Händedesinfektion von mindestens 30 Sekunden, Tragen von Mund- und Nasenschutz, Kittel und sterile Handschuhe
3. Vorbereitung des Patienten: Rasur, Entfetten und Säubern der Haut, Hautdesinfektion und Benutzen von Abdeckfolien
4. Antibiotikaphylaxe: nicht speziell empfohlen
5. Medikamente und Material: Medikamentenlösungen dürfen nur frisch angesetzt und erst unmittelbar vor Punktion geöffnet werden, als Material werden nur Einmalartikel verwendet
6. Ultraschallgesteuerte Punktionen: auch der Schallkopf muss von einer sterilen Hülle bedeckt sein
7. Verbandstechnik und Fixierung: sie sollen sicher fixiert werden, ein Verbandswechsel soll nur bei Erforderlichkeit erfolgen
8. Visiten: eine tägliche Visite zur Überprüfung der Einstichstelle sowie der Indikation zur Fortsetzung der Therapie ist wichtig
9. Diskonnektion: streng steriles Vorgehen bei z.B. Nachinjektionen oder Systemwechseln ist zwingend erforderlich
10. Infektionszeichen: Bei Feststellung einer Infektion muss unverzüglich eine angemessene Behandlung erfolgen. Diese kann das Entfernen des Katheters, eine Antibiotikatherapie bis hin zu einer umfangreichen neurologischen Diagnostik (Liquorpunktion, MRT) und eine chirurgische Behandlung beinhalten

Die sorgfältige Einhaltung der oben genannten Vorsichtsmaßnahmen ist für die Minimierung von Infektionen unerlässlich.

Jeder Arzt möchte seinem Patienten die beste und suffizienteste Therapie zukommen lassen. Die Vorteile der Regionalanästhesie wie Schmerzlinderung, verbesserte Organfunktion, frühere Mobilisation und die damit einhergehende Senkung der Morbidität und Mortalität nach operativen Eingriffen, aber auch die Behandlung von Schmerzpatienten und Patientinnen aus der Geburtshilfe sprechen eindeutig für ihren großen Stellenwert.

Die Möglichkeit, auch nicht-nüchterne Patienten bei Notfalleingriffen zu versorgen, da ihre Schutzreflexe durch die Regionalanästhesie erhalten bleiben, ist ein weiterer wichtiger positiver Aspekt.

Trotzdem stellt gerade der Katheter einen Fremdkörper dar und damit auch eine potentielle Infektionsquelle^{30,31}. Mit jedem Liegetag steigt das Risiko einer Infektion^{28,32}. Somit ergibt sich in der klinischen Anwendung das Problem, dass man den gewünschten analgetischen Effekt des Katheters dem Risiko einer katheterassoziierten Infektion gegenüberstellen muss. In früheren Arbeiten wurde bereits berichtet, dass eine längere Liegedauer mit einem erhöhten Risiko für Infektionen einhergeht^{28,30,31}. Bis heute ist allerdings unklar wie hoch dieses Risiko ist und wie es sich über die Zeit entwickelt. Wie lange ein Schmerzkatheter durchschnittlich belassen wird, ist von Land zu Land unterschiedlich. So variiert die Liegedauer der Katheter doch erheblich. In den United States of America beträgt die Liegedauer eines Schmerzkatheters maximal 1-4 Tage^{33,34}, in Australien maximal zwischen 1 und 13 Tagen³⁰ und in Deutschland maximal 1 bis 36 Tage^{28,32,35,36}. Daher war das Ziel in dieser Arbeit, den Einfluss der Liegedauer in Tagen auf das Risiko für katheterassoziierte Infektionen zu untersuchen.

2.8 Fragestellungen

- 1.) Wie hoch war die Inzidenz und das Risiko von Infektionen peripher liegender Katheter in Abhängigkeit von der Liegedauer in Tagen?
- 2.) Wie hoch war die Inzidenz und das Risiko von Infektionen epidural liegender Katheter in Abhängigkeit von der Liegedauer in Tagen?
- 3.) Wie verliefen katheterassoziierte Infektionen bei Verbleib des Katheters in situ?
- 4.) Wie verliefen katheterassoziierte Infektionen nach Entfernung des Katheters?

3 Material und Methoden

3.1 Ethikantrag

Für diese Studie wurde die Genehmigung durch die Ethik-Kommission der Ärztekammer des Saarlandes eingeholt. Ihre Kennziffer lautet Ha50/11 (Anlage1). Da es sich hierbei um eine anonyme Datenerhebung handelt, musste keine schriftliche Zustimmung erteilt werden. (Behördlicher Nachweis der Einhaltung des Datenschutzes im Saarland, 02.03.2014)

3.2 Das Netzwerk

In einem gemeinschaftlichen Projekt der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) und dem Berufsverband deutscher Anästhesisten (BDA) entstand 2007 ein Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie in Deutschland (NRA). 25 deutsche Kliniken und Zentren beteiligen sich und nutzen die Online-Plattform zur Erfassung ihrer Daten (Anlage 2). Das NRA dient in erster Linie dazu, Risiken und Komplikationen der

Regionalanästhesie wie z.B. Infektionen und neurologische Schäden zu erfassen. Durch die gute Zusammenarbeit mehrerer Kliniken konnte eine Datenbank mit einer sehr großen Fallzahl aufgebaut werden. Dies erlaubt es, verlässliche Aussagen zu treffen. Die Analyse der Risikofaktoren und spezieller Komplikationen soll dazu beitragen, Prozessabläufe zu optimieren und die Inzidenz von Komplikationen zu minimieren. Die höchste Sicherheit für den Patienten zu garantieren, ist dabei das Ziel.

3.3 Datenerfassung

Um eine standardisierte Dokumentation von allen teilnehmenden Zentren und Kliniken zu erhalten, erarbeitete der Arbeitskreis Regionalanästhesie in einem mehrstufigen Delphi-Prozess einen einheitlichen Fragenbogen zur Datenerfassung (Anlage 3). Das Online-Formular wird durch den behandelnden Anästhesisten möglichst zeitnah zur Punktion ausgefüllt. Dieses Anlageprotokoll umfasst patientenbezogene Daten wie z.B. Alter, Geschlecht, Größe und Gewicht und bestimmte Vorerkrankungen. Der durchführende Arzt gibt zusätzlich weitere Informationen über Anlagezeitpunkt, Lokalisation, Material und Vorgehensweise an. Bei Single-Shot-Verfahren endet die Datenerfassung mit dem Anlageprotokoll. Patienten, die ein Katheterverfahren oder eine i.v.-PCA-Pumpe erhalten, werden täglich visitiert. Diese tägliche Dokumentation erfolgt mit einem einheitlichen Visitenblatt (Anlage 4). Die Dokumentation endet mit Entfernung des Katheters bzw. der i.v.-PCA-Pumpe.

Es gibt drei verschiedene Möglichkeiten, um die Dokumentation durchzuführen:

- Über eine Schnittstelle erfolgt die Datenübertragung ins NRA mit Hilfe einer digitalen Krankenakte
- Durch eine anonyme Übertragung einer NRA-Datenbank-Kopie, die sich im Intranet des jeweiligen Instituts bzw. Klinik befindet, auf die original NRA-Datenbank
- Auch die papiergebundene Form der Datenübertragung ist möglich. Dazu werden die ausgefüllten Protokolle maschinell eingelesen und so an die NRA-Datenbank gesendet. Dieser Vorgang erfolgt ebenfalls anonym.

Wie bei allen drei Dokumentationsmöglichkeiten zu sehen ist, ist die Datensicherheit durch den anonymen Transfer stets gewährleistet. Die erhobenen Daten werden am Universitätsklinikum des Saarlandes analysiert und ausgewertet. Das NRA war bereits bei einigen Studien eine wichtige Quelle.

3.4 Datenbearbeitung

3.4.1 Vorbereiten der erhobenen Daten

Zu Beginn wurden die Daten aus der Excel-Tabelle in das SPSS-Programm übertragen. Aus dem Zeitraum von September 2007 bis Dezember 2017 erhielt man einen Datensatz von 114.543 Fällen. Zunächst wurden die Parameter ausgewählt, die für diese Arbeit und die

Fragestellungen wichtig waren. Außerdem mussten neue Variablen aus bestehenden berechnet werden. Eingeschlossen wurden nur Patienten, die mit einem Schmerzkatheter versorgt wurden. Es sollen zunächst die Vorgänge beschrieben werden, die der Datenbereinigung und der Plausibilitätsprüfung dienen. Dabei beschreibt „Löschen“ das komplette Entfernen eines Datensatzes eines Patienten, „Blanken“ wiederum nur das Löschen einer implausiblen Variablen aus der Datentabelle. Zusätzlich wurden einige Variablen dichotomisiert, dies bedeutet, dass sie gemäß ihrer zwei möglichen Ausprägungen unterteilt wurden. Hierbei steht „1“ für das Zutreffen der Ausprägung und die „0“ für das Nichtauftreten des Ereignisses. Im ersten Schritt wurden alle Datensätze von Patienten gelöscht, die doppelt oder sogar mehrfach gelistet waren und keine Angaben zur Patienten-ID hatten. Außerdem wurden alle Datensätze gelöscht, bei denen keine Informationen über Infektionsgrade, Liegedauer oder Lokalisation der Schmerzkatheter vorlagen. Patienten, die eine i.v.-PCA-Pumpe erhielten, wurden ebenfalls nicht eingeschlossen. Weitere Ausschlusskriterien waren die Liegedauer über 15 Tage, implausible Daten und Patientinnen, die im Rahmen der Geburtshilfe eine Regionalanästhesie in Anspruch nahmen. Zusätzlich mussten Datensätze gelöscht werden, die keine Angaben zu wichtigen Variablen hatten. Diese Variablen werden nun beschrieben.

3.4.2 Die Variablen

Alter

In dieser Studie wurden Patienten zwischen 0 und 100 Jahren eingeschlossen. Allerdings wurde nur das Geburtsjahr jedes Patienten erfasst. Dieser Umstand erlaubt keine weiteren Berechnungen, daher musste zunächst ein Geburtsdatum mit Tag- und Monatsangaben erstellt werden. Bei allen Patienten wurde der 01.01. des Geburtsjahres festgesetzt. Das Alter wurde dann durch eine Subtraktion des Geburtsdatums vom Anlagedatum bestimmt.

Geschlecht

Die Angaben zum Geschlecht wurden dichotomisiert. Dabei wurde die Ausprägungen „männlich“=1 und „weiblich“=0 gesetzt.

Body-Mass-Index

Wichtig erschien auch der Body-Mass-Index (BMI), er wurde durch die Angaben Gewicht und Größe nach folgender Formel berechnet: $BMI = \text{Gewicht in kg} / (\text{Körpergröße in m})^2$. Alle Patienten mit einem BMI zwischen 17 und 70 kg/m² wurden eingeschlossen.

ASA-Kriterien³⁷

Um den körperlichen Zustand und das daraus resultierende Mortalitätsrisiko bei chirurgischen Eingriffen zu berücksichtigen, wurde die ASA-Klassifikation als Variable mit aufgenommen (Tabelle 1). Die ASA-Klassifikation der „American Society of

Anesthesiologists“ wurde zuletzt im Oktober 2021 überarbeitet und veröffentlicht. Sie ist international gültig und dient zur Einteilung des Mortalitätsrisikos des Patienten bei operativen Eingriffen anhand seines präoperativen körperlichen Zustandes³⁸. Alle Patienten, die mindestens einen ASA-Wert von 2 hatten wurden mit „1“ und ASA-1-Patienten mit „0“ codiert.

Tabelle 1: ASA-Klassifikation

| ASA-Klassifikation | Beispiele für Patienten |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ASA 1 | gesunder Patient, Nichtraucher |
| ASA 2 | Patient mit leichter Systemerkrankung, Raucher, Schwangerschaft, Adipositas (BMI 30-40 kg/m ²), ect. |
| ASA 3 | Patient mit schwerer Systemerkrankung: schlecht eingestellter Diabetes oder arterieller Hypertonus, BMI>40 kg/m ² |
| ASA 4 | Patient mit schwerer, lebensbedrohlicher Systemerkrankung: Herzinsuffizienz, Schock, Sepsis, Beatmungspflichtigkeit |
| ASA 5 | Moribunder Patient, der ohne Behandlung (Intervention) nicht überlebt: rupturiertes Aortenaneurysma, massives Trauma |
| ASA 6 | Patient, mit diagnostiziertem Hirntod. Organe werden zur Spende entnommen |

Diabetes Mellitus

Der Parameter Diabetes mellitus wurde aufgetrennt und dichotomisiert.

Mehrfachpunktionen

Mehrfachpunktionen wurden dichotomisiert, wobei „0“ für eine Einfachpunktion und „1“ für eine Mehrfachpunktion steht.

Chirurgisches Fachgebiet

Es wurden die Katheter aus verschiedenen operativen Fachgebieten untersucht. Nach den Möglichkeiten, die Fachrichtung im Online-Formular der NRA einzutragen, waren dies Allgemeinchirurgie, Gynäkologie, Traumatologie/Orthopädie, Urologie und andere.

Lokalisation

Die Lokalisation des Katheters nahm in der Untersuchung neben der Liegedauer eine besondere Stellung ein. Die Katheter wurden nach ihrer Position in peripher und zentral

liegend unterteilt (Tabelle 2).

Tabelle 2: Periphere und epidurale Katheter

| Periphere Katheter | Epidurale Katheter |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Obere Extremität (Plexus brachialis) | Thorakale Epiduralkatheter Lumbale Epiduralkatheter |
| Pars interscalenaris Pars infraclavicularis Pars axillaris | |
| Untere Extremität | Lumbale Epiduralkatheter |
| N. femoralis N. ischiadicus Psoas Sonstiger Nerv | |

Zu den Erstgenannten zählten einmal die Blockaden der oberen Extremität wie der Plexus brachialis mit seinen Pars interscalenaris, infraclavicularis und axillaris. Zu der unteren Extremität gehörten die Blockaden der Nn. femoralis, ischiadicus und der Psoasblock. Die Nn. suprascapularis, supraclavicularis, saphenus und andere kleine periphere Nerven wurden unter dem Begriff „sonstiger Nerv“ zusammengefasst.

Die zentralen epiduralen Katheter wurden je nach Höhe der Punktion in thorakale und lumbale Katheter unterschieden.

Liegedauer

Die Variable „Liegedauer“ wurde neu berechnet. Der Tag an dem der Katheter gezogen wurde bildete den Endpunkt. Nun musste das Anlagedatum vom Entfernungsdatum subtrahiert werden. Das Ergebnis war die Liegedauer in Tagen.

Infektionsgrad

Definition von regionalanästhesie-assoziierten Infektionen (nach den Kriterien der DGAI und des BDA):

Die Infektionen werden unterteilt in leichte, mittlere und schwere Infektionen.

Bei der leichten Infektion findet man mindestens 2 der folgenden Kriterien: Rötung, Schwellung oder Druckschmerz.

Mittlere Infektionen ergeben sich beim Auftreten von mindestens 2 der folgenden Kriterien: Eiteraustritt an der Einstichstelle, Anstieg der Entzündungsparameter (CRP, Leukozyten), Fieber oder notwendige systemische Antibiotikatherapie bei Ausschluss einer anderen Ursache.

Bei einer schweren Infektion ist ein chirurgischer Eingriff nötig. Entweder in Form einer Stichinzision oder einer operativen Eröffnung des infizierten Bereichs.

Die Visiten wurden entweder von Ärzten oder speziell weitergebildeten Pflegekräften, den

Painnurses, durchgeführt. Dabei wurde auch der Infektionsgrad dokumentiert. Um die Datensätze besser analysieren zu können, wurden neue Variablen geschaffen. Zunächst wurden alle Infektionsgrade (leicht, mittel, schwer) zusammengefasst und dichotomisiert. Dabei stand „1“ für das Auftreten einer Infektion egal welchen Ausmaßes, „0“ stand für Infektionsfreiheit. Anschließend wurden die Infektionsgrade einzeln aufgeteilt. Es entstanden drei neue Variablen. Alle leichten Infektionen sind der Variablen „leichte Infektion“, mit der Codierung „1“ zugeordnet. Mittelschwere und schwere Infektionen werden durch „0“ codiert. Nach dem gleichen Prinzip wurden die Parameter „mittelschwere Infektion“ und „schwere Infektion“ dichotomisiert. Zusammengefasst stellen Liegedauer, Infektionsgrad, Lokalisation, Alter, Geschlecht, Body-Mass-Index, ASA-Kriterium, Diabetes Mellitus, chirurgisches Fachgebiet, Anlagedatum und Mehrfachpunktion unsere gesamten Variablen dar.

3.5 Plausibilitätsprüfungen

Die Angaben wurden anschließend auf implausible Daten untersucht. 2.245 Fälle mussten aus der Population gelöscht werden, da sie Eingaben enthielten, die sich gegenseitig widersprachen. Tabelle 3 gibt hierüber einen Überblick.

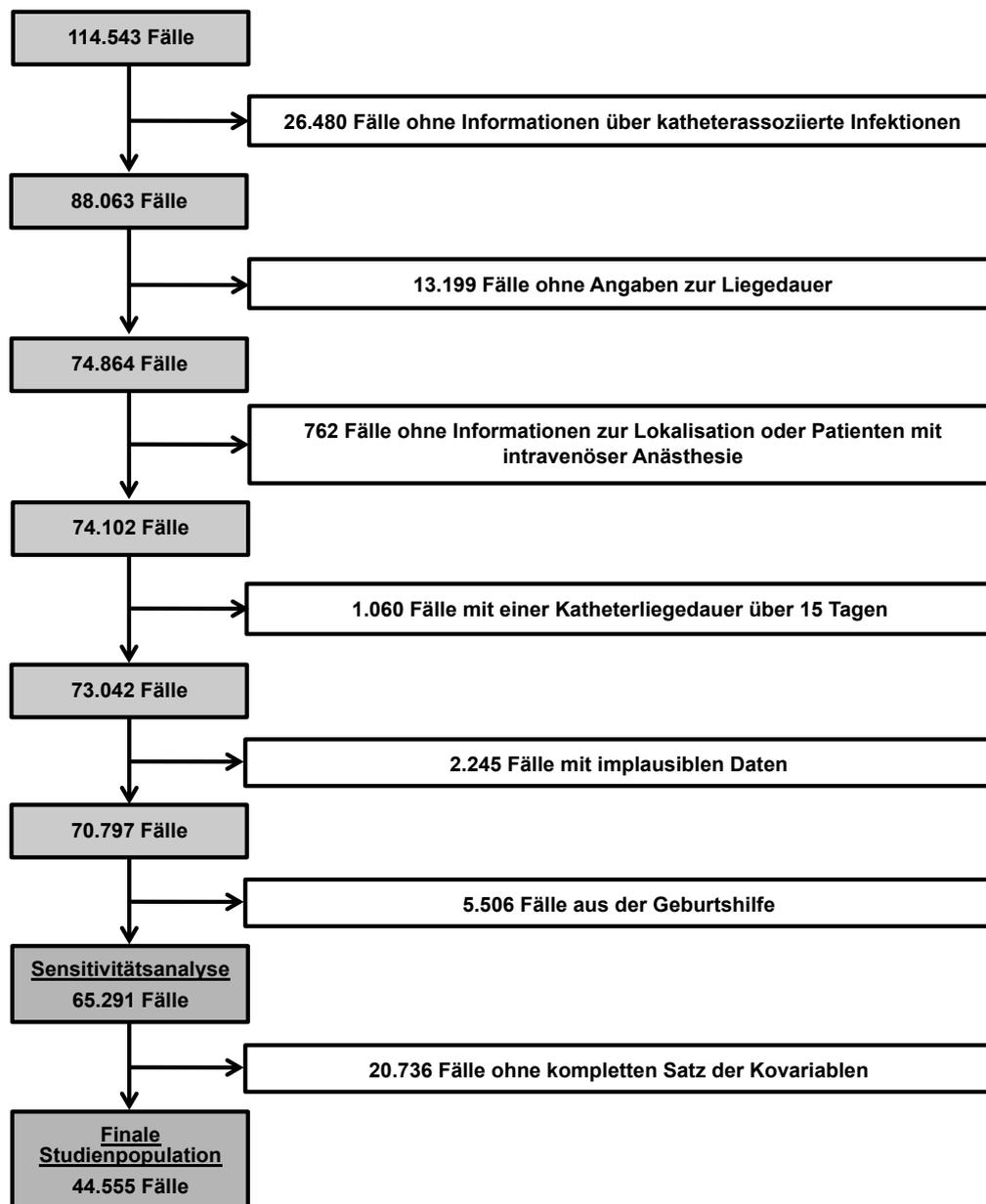
Tabelle 3: Plausibilitätsprüfungen

| Parameter | Grund der Implausibilität |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anlagedatum des Katheters | Anlagedatum ist vor Geburtsdatum |
| Liegedauer | Die Liegedauer stimmt mit der Berechnung von Anlagedatum und Zeitpunkt der Katheterentfernung nicht überein |
| Katheterinfektion | Die Dokumentation der Infektion erfolgte vor Anlagedatum |
| Visitenzeitpunkt | Zeitpunkt der Visite ist vor Anlagedatum des Katheters |
| Alter | Katheter wurde vor Geburtsdatum gelegt, Patient ist älter als 18 Jahre und wurde in der Kinderchirurgie behandelt, Alter und Größe stimmen nicht überein (Bsp.: 2 Jahre und 1,80 m Körpergröße), Alter und Gewicht stimmen nicht überein, Alter unter 0 und größer als 100 Jahre |
| Geschlecht männlich | Patient wurde in der Geburtshilfe behandelt |
| BMI | Größe und Gewicht sind physiologisch nicht möglich (Bsp.: 1,80 m und 10 Kg schwer) |

| | |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diabetes Mellitus | Ein Patient mit der Erkrankung Diabetes Mellitus wurde als ASA-1-Patient eingestuft |
| Periphere Katheter | Katheter wurde weiter beschrieben mit „intrathekal“, „lumbal“ oder „thorakal“ |
| Epidurale Katheter | Katheter wurde weiter beschrieben mit „intrathekal“, „peripher“ oder Gebrauch von Nervenstimulation |

Von den 114.543 Fällen wurden 26.480 Fälle wegen fehlender Information über katheterassoziierte Infektionen, 13.199 Fälle wegen fehlender Angaben zur Liegedauer und 762 Fälle, die keine Angaben zur Lokalisation hatten bzw. die eine intravenöse Analgesie hatten, entfernt. Weiterhin wurden alle Fälle ausgeschlossen, die eine Katheterliegedauer über 15 Tagen hatten. Dies waren 1.060 Patienten. Nach der Plausibilitätsprüfung wurden weitere 2.245 Fälle nicht mit eingeschlossen, da sie implausible Daten beinhalteten. Ein weiteres Ausschlusskriterium waren 5.506 Regionalanästhesieverfahren in der Geburtshilfe. So entstand ein Datensatz mit 65.291 Fällen. Diese Population wurde für die Sensitivitätsanalyse benutzt. Weitere 20.736 Fälle wurden entfernt, da diese lediglich komplette Angaben zu Liegedauer, Lokalisation und Infektionen beinhalteten. So entstand die finale Studienpopulation (Diagramm 1). Diese große Anzahl von 44.555 Fällen lieferte valide Informationen über alle Kovariablen, die als wichtig erachtet wurden (Tabelle 4 und 5). Die peripheren und die epiduralen Katheter wurden jeweils getrennt untersucht. Die erste Untersuchung bezog sich auf das Auftreten von Infektionen innerhalb der 15 Tage Liegedauer. Ein zweites Interesse galt denjenigen Kathetern, bei denen sich eine milde Infektion entwickelt hatte, die aber in situ des Patienten verblieben sind. Hierbei war die Aggravierung zu mittleren und schweren Infektionen von besonderem Interesse.

Diagramm 1: Flussdiagramm finale Studienpopulation



3.6 Datenanalyse

3.6.1 Statistische Tests und Adjustierung

Für die Datenanalyse und statistischen Auswertungen wurde das Programm SPSS Statistics 19™ (IBM, Ehningen, Deutschland) verwendet. Die Auswahl der Variablen erfolgte nach den oben beschriebenen Schritten. Stetige Variablen wurden durch Mittelwert \pm Standardabweichung (MW \pm SD), die kategorialen Variablen als absolute Zahlen in Prozent (%) ausgedrückt.

Jeder Patient wurde mit der Infektion, die bei ihm zuerst während einer Visite aufgefallen und dokumentiert wurde, in die Studie eingeschlossen. Alle Variablen der Studienpopulation sind mit Hilfe der absoluten Standardabweichung (ASD) angegeben. Zunächst wurde der Zusammenhang der Liegedauer und des Risikos einer katheterassoziierten Infektion mit Hilfe einer Kaplan-Meier-Überlebenskurve dargestellt. Dieser Vorgang wurde sowohl für die peripheren als auch für die epiduralen Katheter der finalen Studienpopulation durchgeführt. Für die Sensitivitätsanalyse wurde eine größere Population von 65.291 Patienten benutzt. Diese hatte zumindest genaue Angaben zu Liegedauer, katheterassoziierte Infektion und ob es sich um einen peripheren oder epiduralen Katheter handelte. Zur Adjustierung wurde die Cox-Regressionsanalyse genutzt. Dabei wird der Einfluss der Variablen überprüft. Zur Berechnung floss der statistische Mittelwert jeder Kovariablen ein. Die Analyse wurde für die peripheren und epiduralen Katheter getrennt vorgenommen. Die Interaktion der Variablen wurde bestimmt und durch einen Korrelationskoeffizienten festgelegt. Bei einem Wert von $> 0,3$ und $\leq -0,3$ interagierten die Variablen miteinander. Eine Überprüfung der proportionalen Hazardregression wurde bei allen eingeschlossenen Variablen durchgeführt. Der Omnibus-Test wurde benutzt, um den p-Wert aus dem Likelihood-Quotiententest zu berechnen. Für alle Kovariablen war ein Log-Likelihood-Wert von -2 gegeben. Die Ergebnisse wurden mit dem zugehörigen 95%-Konfidenzintervall dargestellt. Die Kovariablen wie Geschlecht, ASA-Klassifikation, Diabetes Mellitus, Mehrfachpunktion, chirurgische Fachrichtung, Katheterlokalisierung, Anlagejahr und Klinik/medizinisches Zentrum waren als kategoriale Variablen angegeben, Alter und Body-Mass-Index als stetige Variablen. In dieser Studie wurde ein α -Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ als statistisch signifikant bestimmt.

4 Ergebnisse

4.1 Bildung und Charakteristika der Studienpopulation

Eine Population von 65.291 Patienten mit validen Informationen über Liegedauer, Infektionsgrad und Ort der Punktion konnte für die Sensitivitätsanalyse eingeschlossen werden. 44.555 Patienten bildeten die finale Studienpopulation (Diagramm 1). Sie verfügten über alle Kovariablen, die in dieser Arbeit eingeschlossen werden sollten. Die Kovariablen

waren Alter, Geschlecht, BMI, ASA-Klassifikation, Diabetes Mellitus, Punktionsort, Mehrfachpunktion und operatives Fachgebiet. Von den 44.555 Kathetern der finalen Population waren 693 der peripheren Katheter und 804 der epiduralen Katheter infiziert. Die peripheren und die epiduralen Katheter wurden getrennt untersucht.

4.2 Periphere Katheter

Die finale Studienpopulation von 44.555 Kathetern beinhaltete 24.103 periphere Schmerzkatheter. 941 Patienten waren jünger als 18 Jahre. Davon hatten 6 eine katheterassoziierte Infektion. 153 Patienten waren jünger als 12 Jahre. Lediglich ein infizierter Katheter konnte hier identifiziert werden. Die Kovariablen für die peripheren Katheter sind in Tabelle 4 dargestellt, außerdem stellt die Tabelle die infizierten und nicht-infizierten peripheren Katheter gegenüber.

Auf der linken Seite in Tabelle 4 sind die charakteristischen Merkmale der untersuchten Endpopulation mit peripheren Katheterverfahren aufgeführt. Es wurden die peripheren Katheter mit und ohne Katheterinfektion bei den einzelnen Gruppen dargestellt. In der rechten Spalte wurde die absolute Standardabweichung (ASD) aufgezählt.

Die Patienten ohne Infektionen waren jünger, häufiger weiblich, hatten weniger Komorbiditäten und waren mehr in traumatologischer oder orthopädischer Behandlung. Außerdem erhielten sie vermehrt Psoasblöcke. Eindeutige Unterschiede konnte man mit Hilfe der absoluten Standardabweichung ($ASD > 0,2$) erhalten. Dies war bei den Gruppen Body-Mass-Index ($ASD 0,33$), Diabetes Mellitus ($ASD 0,28$), N. femoralis ($ASD 0,27$) und Psoas-Katheter ($ASD 0,46$) zu sehen.

Tabelle 4: Kovariablen und Infektionsinzidenz der peripheren Katheter

| | Keine Infektion (n=23.410) | | Infektion (n=693) | | ASD |
|--------------------------------------|-------------------------------|----------|----------------------|----------|------|
| Alter (a) (Mittelwert \pm SD) | 57 | ± 19 | 60 | ± 16 | 0,16 |
| Geschlecht (%) | 11.170 | (48) | 363 | (52) | 0,09 |
| Body-Mass-Index (kg/m ²) | 28 | ± 6 | 30 | ± 7 | 0,33 |
| ASA - Klassifikation ≥ 2 (%) | 19.473 | (83) | 622 | (90) | 0,18 |
| Diabetes Mellitus (%) | 3.194 | (14) | 161 | (23) | 0,28 |
| Traumatologie und | | | | | |
| Orthopädie (%) | 17.782 | (76) | 323 | (47) | 0,68 |
| Andere Fachrichtungen (%) | 5.628 | (24) | 370 | (53) | 0,68 |

| | | | | | |
|----------------------------|-------|------|-----|------|------|
| Periphere Katheter | | | | | |
| Pars interscalenaris (%) | 5.361 | (23) | 145 | (21) | 0,05 |
| Pars infraclavicularis (%) | 649 | (3) | 25 | (4) | 0,05 |
| Pars axillaris (%) | 258 | (1) | 7 | (1) | 0,01 |
| N. femoralis (%) | 6.279 | (27) | 270 | (39) | 0,27 |
| N. ischiadicus (%) | 5.496 | (23) | 216 | (31) | 0,18 |
| Psoas - Katheter (%) | 5.135 | (22) | 22 | (3) | 0,46 |
| Andere (%) | 232 | (1) | 8 | (1) | 0,02 |
| Mehrfachpunktionen (%) | 1.986 | (8) | 66 | (10) | 0,04 |

Tabelle 4: Stetige Variablen werden durch Mittelwert \pm Standardabweichung (MW \pm SD), die kategorialen Variablen als absolute Zahlen in Prozent (%) ausgedrückt. ASA steht für American Society of Anesthesiologists. Andere Fachrichtungen sind Gefäßchirurgie, Kinderchirurgie, Herzchirurgie und Neurochirurgie. Andere periphere Katheter beinhalten die Nn. supraclavicularis, saphenus und andere kleine periphere Nerven.

4.2.1 Ergebnisse der peripheren Katheter

Bevor die Daten aus der Tabelle entfernt wurden, wurde die Inzidenz von katheterassoziierten Infektionen in einer größeren Patientengruppe (n = 36.300) ermittelt. Diese hatte inkomplette Angaben zu Liegedauer und Ort, lediglich die Angabe, dass es sich um einen peripheren Katheter handelte, lag vor. Die Inzidenz lag bei 3,0%. Diese Untersuchung diente einer zusätzlichen Kontrolle der Ergebnisse.

In der finalen Studienpopulation von peripheren Kathetern (24.103 Patienten) lag die Wahrscheinlichkeit von katheterassoziierten Infektionen bei 2,9%. Davon waren 593 Fälle (2,5%) milde, 83 Fälle (0,3%) mittlere und 17 Fälle (0,07%) schwere Infektionen. Die Wahrscheinlichkeit eines peripheren Katheters ohne Infektion betrug an Tag 4 der Liegedauer 98%, an Tag 7 91% und an Tag 15 65% (Abbildung 1).

Abbildung 1: Kaplan-Meier-Überlebenskurve der peripheren Katheter

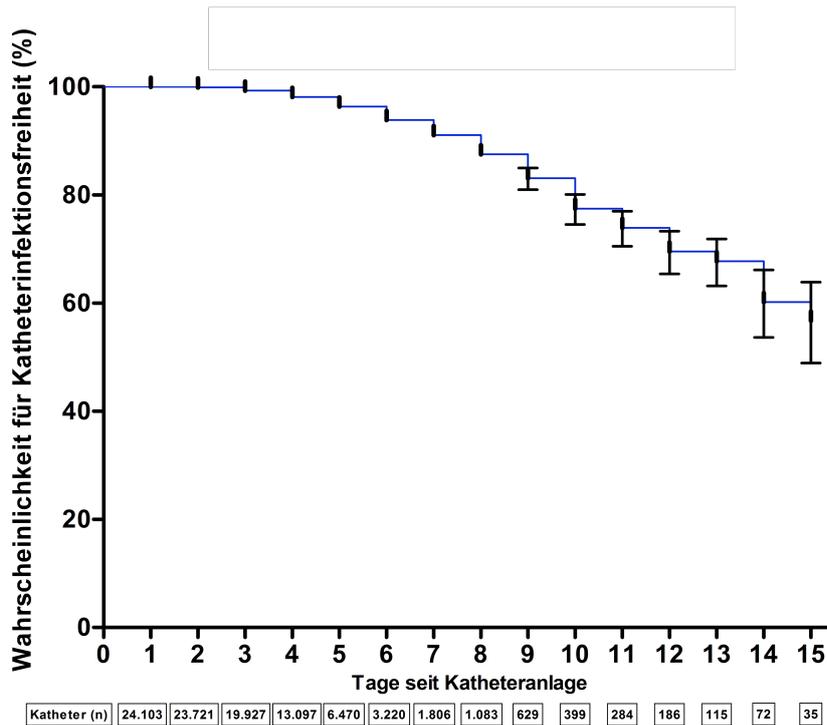


Abbildung 1: Die Kaplan-Meier-Überlebenskurve der peripheren Katheter (n=24.103) mit einer Liegedauer bis 15 Tagen mit der relativen Häufigkeit von Infektionsfreiheit und dem entsprechendem 95%-Konfidenzintervall (schwarzer Strich) ist dargestellt. Die finale Studienpopulation hatte valide Angaben zu Infektion, Liegedauer, Lokalisation, Anlagedatum, Krankenhaus oder klinisches Zentrum und allen Kovariablen wie Alter, Geschlecht, Body-Mass-Index, ASA-Klassifikation, Diabetes Mellitus, operatives Fachgebiet und Mehrfachpunktion (Diagramm 1).

4.2.2 Sensitivitätsanalyse der peripheren Katheter

32.172 der 65.291 Patienten mit den Angaben über Lokalisation, Liegedauer und Infektionsgrad (Diagramm 1) wurden für die Sensitivitätsanalyse benutzt. Davon waren 975 Katheter infiziert (3,0%). Die Sensitivitätsanalyse wurde durch eine Kaplan-Meier-Überlebenskurve dargestellt und zeigt einen gleichen Kurvenverlauf (Abbildung 2).

Abbildung 2: Sensitivitätsanalyse der peripheren Katheter

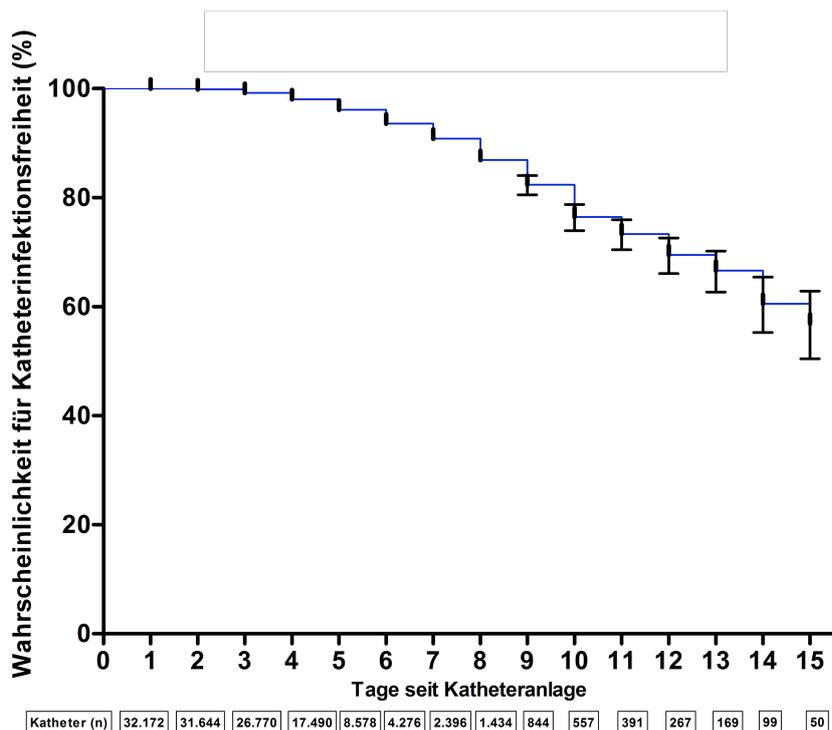


Abbildung 2: Die Sensitivitätsanalyse ist dargestellt. Sie präsentiert die Patientengruppe mit kompletten Angaben zu Infektion, Liegedauer und Lokalisation (n=32.172).

4.2.3 Cox-Regressionsanalyse der peripheren Katheter

Die Cox-Regressionsanalyse zeigt die Wahrscheinlichkeit für die Infektionsfreiheit der Katheter in Abhängigkeit der Liegedauer bis 15 Tagen. Eingeschlossen sind alle peripheren Katheter aus der finalen Studienpopulation. Das Alter und der Body-Mass-Index sind stetige Variablen, alle anderen sind kategoriale Variablen. Die peripheren Katheter wurden als dummykodierte kategoriale Variablen eingeschlossen. 6 Dummy-Variablen wurden mit dem N. ischiadicus verglichen. Ebenfalls wurde das Anlagejahr als dummykodierte kategoriale Variable eingeschlossen und mit 7 Dummy-Variablen aus dem Jahr 2014 verglichen. Auch das jeweilige Klinikum wurde als dummykodierte kategoriale Variable aufgeführt und mit 21 Dummy-Variablen der Klinik 1 verglichen. Das Risiko für die jeweilige Kovariable wurde mit Hilfe der Hazard-Ratio ausgedrückt. Außerdem wurden die 95%-Konfidenzintervalle angegeben.

Zwischen den Kovariablen gab es keine Korrelation $> 0,3$ und $\leq 0,3$. Die Analyse durch den Likelihood-Quotiententest der finalen Studienpopulation war 11.102,63. Der Omnibustest zeigte einen p-Wert von $< 0,001$.

In Tabelle 5 werden die detaillierten Informationen zu dem Analysemodell dargestellt.

Tabelle 5: Kovariablen und die Cox-Regressionsanalyse der peripheren Katheter

| | Hazard Ratio | 95% KI | p-Wert |
|--------------------------------------|--------------|-----------|--------|
| Variablen | | | |
| Alter (a) | 0,99 | 0,99-1,03 | 0,46 |
| Geschlecht | 1,05 | 0,90-1,23 | 0,51 |
| Body-Mass-Index (kg/m ²) | 1,04 | 1,03-1,05 | <0,001 |
| ASA-Kriterium ≥ 2 | 1,42 | 1,07-1,88 | 0,01 |
| Diabetes Mellitus | 0,97 | 0,80-1,19 | 0,79 |
| Mehrfachpunktionen | 1,02 | 0,79-1,32 | 0,89 |
| Fachrichtung | | | |
| Traumatologie und Orthopädie | 1 | | |
| Andere | 0,89 | 0,65-1,23 | 0,49 |
| Periphere Katheter | | | |
| N. ischiadicus | 1 | | |
| Plexus brachialis | | | |
| Pars interscalenaris | 1,39 | 1,10-1,77 | 0,007 |
| Pars infraclavicularis | 1,12 | 0,72-1,73 | 0,61 |
| Pars axillaris | 0,49 | 0,23-1,06 | 0,70 |
| N. femoralis | 1,52 | 1,25-1,85 | <0,001 |
| Psoas-Katheter | 0,39 | 0,25-0,63 | <0,001 |
| Andere | 1,73 | 0,83-3,64 | 0,15 |
| Anlagejahr | | | |
| 2014 | 1 | | |
| 2013 | 2,54 | 1,23-5,32 | 0,01 |
| 2012 | 3,49 | 1,66-7,30 | 0,01 |
| 2011 | 4,98 | 2,37-10,5 | <0,001 |
| 2010 | 5,54 | 2,67-11,5 | <0,001 |
| 2009 | 4,32 | 2,05-9,12 | <0,001 |
| 2008 | 4,48 | 2,13-9,42 | <0,001 |
| 2007 | 23,8 | 9,20-61,6 | <0,001 |

| Klinik/ medizinisches Zentrum | | | |
|--------------------------------------|------|-----------|--------|
| Klinik 1 | 1 | | |
| Klinik 2 | 1,48 | 0,32-6,76 | 0,62 |
| Klinik 3 | 0,98 | 0,72-1,28 | 0,90 |
| Klinik 4 | 0,22 | 0,03-1,63 | 0,14 |
| Klinik 5 | 0,26 | 0,17-0,40 | <0,001 |
| Klinik 6 | 0,44 | 0,25-0,78 | 0,005 |
| Klinik 7 | 0,33 | 0,08-1,39 | 0,13 |
| Klinik 8 | 0,11 | 0,06-0,17 | <0,001 |
| Klinik 9 | 0,58 | 0,28-1,24 | 0,16 |
| Klinik 10 | 0,45 | 0,33-0,61 | <0,001 |
| Klinik 11 | 0,71 | 0,49-1,03 | 0,07 |
| Klinik 12 | 0,41 | 0,12-1,36 | 0,14 |
| Klinik 13 | 0,91 | 0,51-1,62 | 0,75 |
| Klinik 14 | 0,21 | 0,03-1,51 | 0,12 |
| Klinik 15 | 0,26 | 0,14-0,49 | <0,001 |
| Klinik 16 | 1,75 | 0,22-14,2 | 0,60 |
| Klinik 17 | 0,96 | 0,70-1,38 | 0,87 |
| Klinik 18 | 0,29 | 0,07-1,26 | 0,10 |
| Klinik 19 | 1,10 | 0,66-1,84 | 0,74 |
| Klinik 20 | 0,38 | 0,23-0,64 | <0,001 |
| Klinik 21 | 1,01 | 0,68-1,40 | 0,92 |
| Klinik 22 | 1,51 | 0,18-12,6 | 0,70 |

Nach Adjustierung durch eine Cox-Regressionsanalyse war die Wahrscheinlichkeit für einen peripheren Katheter keine Infektion zu haben 99% an Tag 4, 96% an Tag 7 und 73 % an Tag 15 (Abbildung 3).

Für diese Analyse wurde die finale Studienpopulation (Population mit allen validen Variablen) benutzt. Die Variablen waren Infektion, Liegedauer, Lokalisation, Anlagedatum, Krankenhaus oder medizinisches Zentrum. Die COX-Regressionsanalyse wurde mit den Kovariablen adjustiert. Diese waren Alter, Geschlecht, Body-Mass-Index, ASA-Kriterium, Diabetes Mellitus, operatives Fachgebiet, periphere Lokalisation und Mehrfachpunktion (Diagramm 1). Weitere Adjustierung schlossen die Variablen Anlagedatum und Krankenhaus bzw. medizinisches Zentrum ein.

Abbildung 3: Cox-Regressionsanalyse der peripheren Katheter

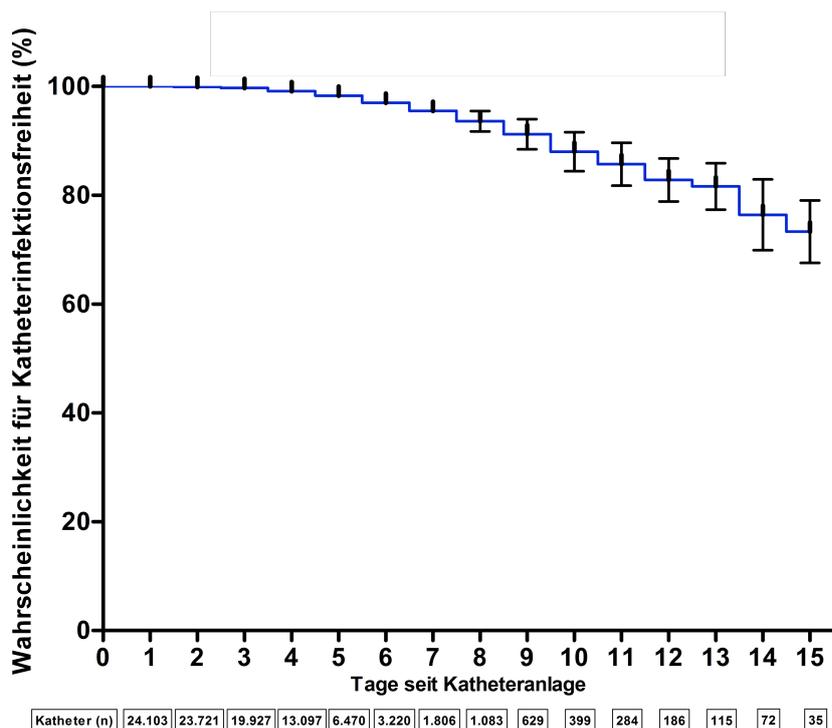


Abbildung 3: Die Graphik der Cox-Regressionsanalyse zeigt die Wahrscheinlichkeit für die Katheterinfektionsfreiheit in Abhängigkeit der Liegedauer in Tagen. Die schwarzen Balken zeigen das 95%-Konfidenzintervall der jeweiligen Messpunkte. Finale Studienpopulation der peripheren Katheter (n=24.103)

4.3 Epidurale Katheter

20.452 der finalen Studienpopulation von 44.555 waren epidurale Schmerzkatheter. Davon waren 387 Patienten jünger als 18 Jahre, und 90 Patienten jünger als 12 Jahre. 16 der 387 bzw. 5 der 90 Katheter wurden als infizierte Katheter erkannt. In Tabelle 6 wurden die Kovariablen der epiduralen Katheter aufgelistet. Zudem wurden Katheter ohne Infektion und mit Infektion verglichen.

Charakteristika dieser Patientengruppe mit den vollständigen Kovariablen sind in Tabelle 6, linke Spalte, zu finden. Patienten ohne Infektion waren vermehrt weiblich und hatten weniger Komorbiditäten. Sie erhielten eher lumbale Epiduralkatheter. Auch weniger Mehrfachpunktionen und mehr Behandlungen in der Traumatologie oder Orthopädie gehörten zu ihren Eigenschaften. Deutliche Unterschiede mit einer Standardabweichung von > 0,2 konnte in den Gruppe der Traumatologie und Orthopädie (ASD 0,44), andere operative Fachrichtungen (ASD 0,51) und bei den thorakalen Epiduralkathetern (ASD 0,44) gefunden werden.

Tabelle 6: Kovariablen und Infektionsinzidenz der epiduralen Katheter

| | Keine Infektion (n=19.648) | | Infektion (n=804) | | ASD |
|--------------------------------------|-------------------------------|------|----------------------|------|------|
| Kovariablen | | | | | |
| Alter(a) (Mittelwert±SD) | 61 | ±16 | 60 | ±15 | 0,06 |
| Geschlecht (%) | 10.147 | (52) | 455 | (57) | 0,10 |
| Body-Mass-Index (kg/m ²) | 27 | ±6 | 27 | ±6 | 0 |
| ASA - Klassifikation ≥ 2 (%) | 17.633 | (90) | 767 | (95) | 0,19 |
| Diabetes Mellitus (%) | 2.533 | (13) | 132 | (16) | 0,10 |
| Fachrichtungen | | | | | |
| Allgemeinchirurgie (%) | 4.928 | (25) | 263 | (33) | 0,18 |
| Gynäkologie (%) | 1.624 | (8) | 40 | (5) | 0,12 |
| Traumatologie und | | | | | |
| Orthopädie (%) | 6.196 | (32) | 90 | (11) | 0,44 |
| Urologie (%) | 3.929 | (20) | 140 | (17) | 0,06 |
| Andere (%) | 2.971 | (15) | 271 | (34) | 0,51 |
| Lokalisation | | | | | |
| Thorakal epidural (%) | 12.432 | (63) | 678 | (84) | 0,44 |
| Lumbal epidural (%) | 7.216 | (37) | 126 | (16) | 0,44 |
| Mehrfachpunktion (%) | 4.746 | (24) | 250 | (31) | 0,16 |

Tabelle 6: Stetige Variablen werden durch Mittelwert ± Standardabweichung (MW±SD), die kategorialen Variablen als absolute Zahlen in Prozent (%) ausgedrückt. ASA steht für American Society of Anesthesiologists. Andere Fachrichtungen sind Gefäßchirurgie, Kinderchirurgie und Herzchirurgie.

4.3.1 Ergebnisse der epiduralen Katheter

Bevor die Daten aus der Tabelle entfernt wurden, musste die Inzidenz von katheterassoziierten Infektionen in einer größeren Patientengruppe (43.568) ermittelt werden. Diese hatte inkomplette Angaben zu Liegedauer und Ort. Lediglich die Angabe, dass es sich um einen epiduralen Katheter handelte, lag vor. Die Inzidenz für Infektionen lag bei 3,9%. In der finalen Studienpopulation lag die Inzidenz von katheterassoziierten Infektionen bei Epiduralkathetern bei 3,9% von 20.452 Patienten. Davon waren 676 Fälle (3,3%) milde, 114 Fälle (0,6%) mittlere und 14 Fälle (0,07%) schwere Infektionen.

Die Wahrscheinlichkeit, keine katheterassoziierte Infektion zu haben, lag in der finalen Patientenpopulation bei 99% an Tag 4 der Liegedauer, 93% an Tag 7 und 65% an Tag 15 (Abbildung 4).

Abbildung 4: Kaplan-Meier-Überlebenskurve der epiduralen Katheter

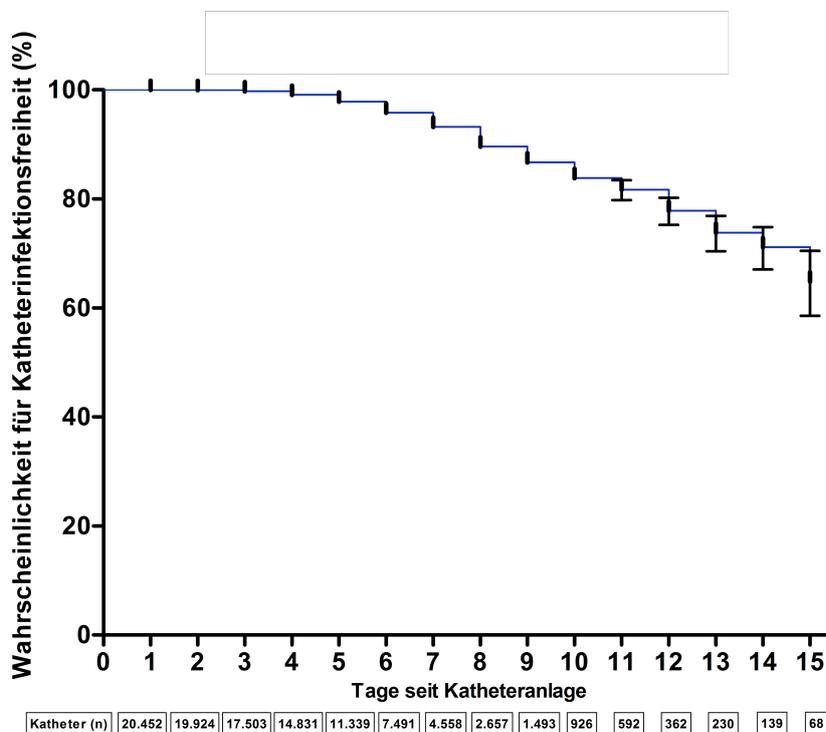


Abbildung 4: Hier ist die Kaplan-Meier-Überlebenskurve der epiduralen Katheter mit einer Liegedauer bis 15 Tagen mit der relativen Häufigkeit von Infektionsfreiheit und dem entsprechendem 95%-Konfidenzintervall (schwarzer Strich) dargestellt. Die finale Studienpopulation (n=20.452) hatte valide Angaben zu Infektion, Liegedauer, Lokalisation, Anlagedatum, Krankenhaus oder klinisches Zentrum und allen Kovariablen wie Alter, Geschlecht, Body-Mass-Index, ASA-Klassifikation, Diabetes Mellitus, operatives Fachgebiet und Mehrfachpunktion (Tabelle 6).

4.3.2 Sensitivitätsanalyse der epiduralen Katheter

Eine größere Population von 33.119 Fällen wurde für die Sensitivitätsanalyse benutzt. Diese hatte komplette Angaben zu Infektion, Liegedauer und Lokalisation. Bei dieser Gruppe lagen 1.441 katheterassoziierte Infektionen vor. Die zugehörige Kaplan-Meier-Überlebenskurve ist

in Abbildung 5 dargestellt. Hier lag die Wahrscheinlichkeit für eine Infektion bei 4,4%.

Abbildung 5: Sensitivitätsanalyse der epiduralen Katheter

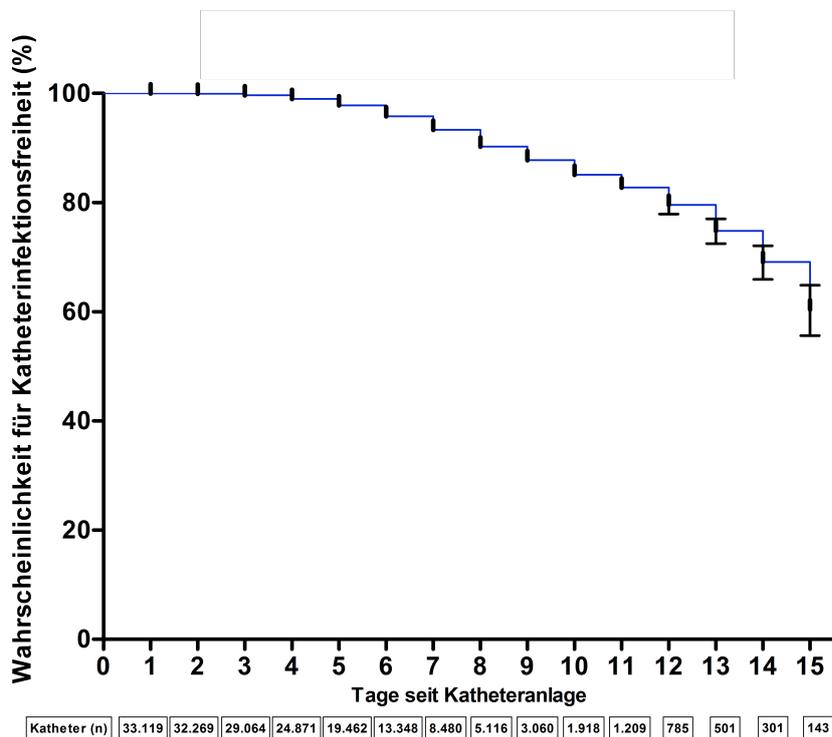


Abbildung 5: Die Sensitivitätsanalyse ist dargestellt. Sie präsentiert die Patientengruppe mit kompletten Angaben zu Infektion, Liegedauer und Lokalisation (n=33.119).

4.3.3 Cox-Regressionsanalyse der epiduralen Katheter

Die Cox-Regressionsanalyse zeigt die Wahrscheinlichkeit für die Infektionsfreiheit der Katheter in Abhängigkeit der Liegedauer bis 15 Tagen.

Hierfür wurde die finale Studienpopulation (Population mit allen validen Variablen) benutzt. Die Variablen waren Infektion, Liegedauer, Lokalisation, Anlagedatum, Krankenhaus oder medizinisches Zentrum. Eine Adjustierung mit den Kovariablen wurde durchgeführt. Diese waren Alter, Geschlecht, Body-Mass-Index, ASA-Kriterium, Diabetes Mellitus, operatives Fachgebiet, periphere Lokalisation und Mehrfachpunktion (Tabelle 7).

Tabelle 7: Kovariablen und die Cox-Regressionsanalyse der epiduralen Katheter

| | Hazard Ratio | 95% KI | p-Wert |
|---------------------------------------|--------------|-----------|--------|
| Kovariablen | | | |
| Alter (a) | 0,99 | 0,98-0,99 | 0,001 |
| Geschlecht | 0,95 | 0,82-1,10 | 0,51 |
| Body-Mass-Index (kg/m ²) | 0,99 | 0,98-1,01 | 0,67 |
| ASA-Klassifikation ≥ 2 | 1,80 | 1,26-2,57 | 0,001 |
| Diabetes Mellitus | 1,06 | 0,80-1,19 | 0,56 |
| Mehrfachpunktion | 1,08 | 0,93-1,26 | 0,33 |
| Fachrichtungen | | | |
| Allgemeinchirurgie | 1 | | |
| Gynäkologie | 1,91 | 1,28-2,84 | 0,001 |
| Traumatologie und Orthopädie | 0,74 | 0,52-1,06 | 0,10 |
| Urologie | 1,04 | 0,79-1,36 | 0,76 |
| Andere chirurgische Fachrichtungen | 1,21 | 0,92-1,59 | 0,18 |
| Lokalisation | | | |
| Thorakale Epiduralkatheter | 1 | | |
| Lumbale Epiduralkatheter | 1,35 | 0,99-1,85 | 0,06 |
| Anlagejahr | | | |
| 2014 | 1 | | |
| 2013 | 1,94 | 1,26-2,97 | 0,002 |
| 2012 | 1,64 | 1,06-2,54 | 0,03 |
| 2011 | 2,19 | 1,42-3,37 | <0,001 |
| 2010 | 2,26 | 1,46-3,51 | <0,001 |
| 2009 | 2,05 | 1,31-3,23 | 0,002 |
| 2008 | 2,17 | 1,37-3,43 | 0,001 |
| 2007 | 9,32 | 3,07-28,3 | <0,001 |
| Klinik/ medizinisches Zentrum | | | |
| Klinik 1 | 1 | | |
| Klinik 2 | 0,32 | 0,08-1,22 | 0,10 |
| Klinik 3 | 0,90 | 0,60-1,42 | 0,87 |

| | | | |
|-----------|------|-----------|--------|
| Klinik 4 | 0,42 | 0,28-0,63 | <0,001 |
| Klinik 5 | 0,28 | 0,16-0,47 | <0,001 |
| Klinik 6 | 0,69 | 0,51-0,96 | 0,03 |
| Klinik 7 | 0,70 | 0,28-1,77 | 0,45 |
| Klinik 8 | 0,08 | 0,03-0,21 | <0,001 |
| Klinik 9 | 2,30 | 1,36-3,87 | 0,002 |
| Klinik 10 | 8,77 | 1,17-65,6 | 0,03 |
| Klinik 11 | 0,33 | 0,21-0,51 | <0,001 |
| Klinik 12 | 3,40 | 1,48-7,83 | 0,004 |
| Klinik 13 | 3,05 | 2,30-4,05 | <0,001 |
| Klinik 14 | 0,78 | 0,11-5,60 | 0,81 |
| Klinik 15 | 0,47 | 0,32-0,69 | <0,001 |
| Klinik 17 | 0,95 | 0,13-6,91 | 0,96 |
| Klinik 19 | 0,91 | 0,60-1,37 | 0,65 |
| Klinik 20 | 1,80 | 0,78-4,18 | 0,17 |
| Klinik 22 | 0,92 | 0,68-1,35 | 0,89 |

Eine weitere Adjustierung wurde mit den Variablen Anlagedatum und Krankenhaus bzw. medizinisches Zentrum vorgenommen.

Das Alter und der Body-Mass-Index sind stetige Variablen, alle anderen sind kategoriale Variablen. Die chirurgischen Fachrichtungen wurden als dummykodierte kategoriale Variablen eingeschlossen. 4 Dummy-Variablen wurden mit der Allgemeinchirurgie verglichen. Ebenfalls wurde das Anlagejahr als dummykodierte kategoriale Variable eingeschlossen und mit 7 Dummy-Variablen aus dem Jahr 2014 verglichen. Auch das jeweilige Klinikum wurde als dummykodierte kategoriale Variable aufgeführt und mit 18 Dummy-Variablen der Klinik 1 verglichen. Das Risiko für die jeweilige Kovariable wurde mit Hilfe der Hazard-Ratio ausgedrückt. Außerdem wurden die 95%-Konfidenzintervalle angegeben.

Die Durchführung der Cox-Regressionsanalyse ergab eine Wahrscheinlichkeit für eine Infektionsfreiheit in der Gruppe der epiduralen Katheter von 99% am 4. Liegetag, 95% am 7. Liegetag und 73% am 15. Liegetag (Abbildung 6). In Tabelle 7 wurden die detaillierten Informationen zur Analyse aufgelistet.

Abbildung 6: Cox-Regressionsanalyse der epiduralen Katheter

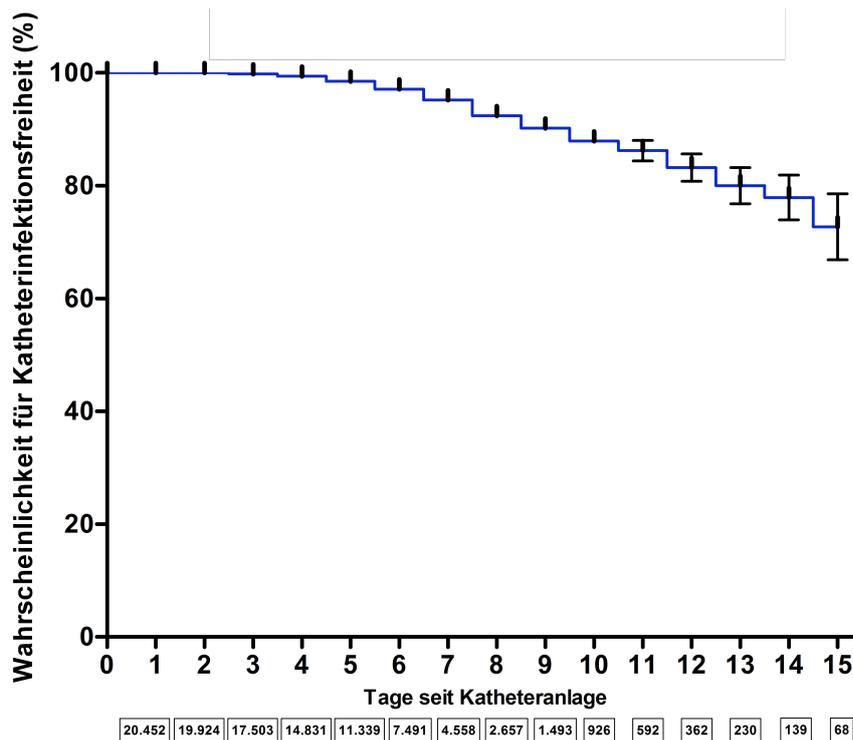


Abbildung 6: Die Graphik der Cox-Regressionsanalyse zeigt die Wahrscheinlichkeit für die Katheterinfektionsfreiheit in Abhängigkeit der Liegedauer in Tagen. Die schwarzen Balken zeigen das 95%-Konfidenzintervall der jeweiligen Messpunkte. Finale Studienpopulation der epiduralen Katheter ($n = 20.452$).

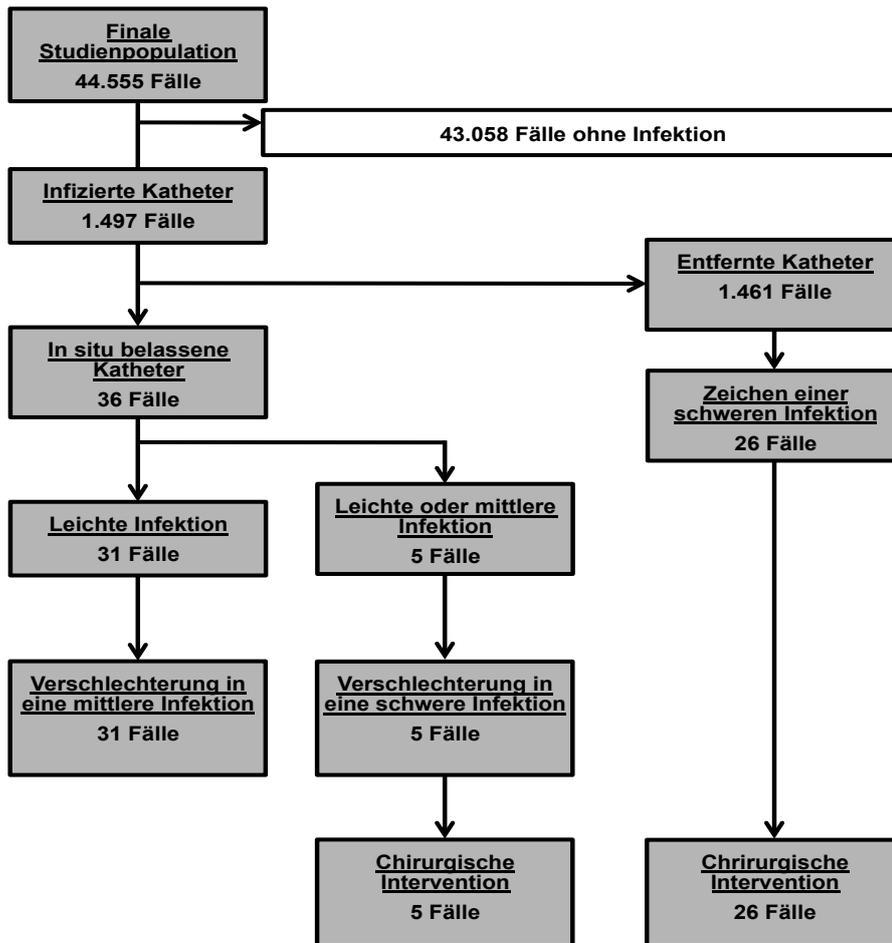
4.4 Entwicklung der in situ belassenen infizierten Katheter

In der finalen Studienpopulation von 44.555 Patienten waren 1.497 Katheter infiziert. Diagramm 2 zeigt, wie diese Katheter weiter unterteilt wurden. Von diesen 1.497 infizierten Kathetern wurden 1.461 nach Feststellung der Infektion entfernt. In 26 dieser Fälle handelte es sich bereits um schwere Infektionen, die chirurgisch behandelt werden mussten.

36 Katheter wurden trotz nachweislicher Infektion nicht entfernt und zeigten nach nur wenigen Tagen eine Verschlechterung der Infektion. 31 Katheter, davon 12 periphere und 19 epidurale Katheter, wiesen eine leichte Infektion auf. Diese manifestierte sich nach $5,2 \pm 2,4$ Tagen. Bei allen Patienten trat eine Verschlechterung zu einer mittleren Infektion der Katheter nach weiteren $1,7 \pm 1,8$ Tagen ein.

Bei den übrigen 5 Kathetern wurde nach $5,2 \pm 2,8$ Tagen eine leichte oder mittlere Infektion erkannt. Die Katheter wurden in situ belassen. Hier aggravierten die Infektionen nach weiteren $1,6 \pm 0,6$ Tagen in schwere Infektionen und mussten unverzüglich chirurgisch versorgt werden (Diagramm 2).

Diagramm 2: Flussdiagramm der in situ belassenen infizierten Katheter



5 Diskussion

5.1 Hintergrund

Schmerzkatheter sind aus einer modernen Schmerztherapie nicht mehr wegzudenken.

Egal ob sie zur Therapie postoperativer Schmerzen, perioperativ zur Unterstützung der Analgesie, bei der Geburtshilfe oder bei der Behandlung chronischer Schmerzpatienten eingesetzt werden, der Nutzen ist groß.

Bei großen abdominellen und thorakalen Eingriffen stellt Pöpping et al.³⁹ die positiven Effekte einer Regionalanästhesie dar. Das Risiko einer postoperativen Pneumonie konnte gesenkt werden. Auch andere Arbeiten zeigten eine Reduktion pulmonaler und auch kardiovaskulärer Risiken auf^{12,40,41}.

Im Bereich der geburtshilflichen Anästhesie gilt der lumbale PDK sogar als Goldstandard, wenn es um die Therapie der Wehentätigkeit geht⁴². Selbst die Müttersterblichkeit wird durch den Einsatz von Regionalanästhesie gesenkt⁴³.

In der heutigen Medizin können sich immer mehr geriatrische Patienten großen chirurgischen Eingriffen unterziehen. Dies wird ermöglicht durch moderne Operationstechniken, umfassendes Patientenmonitoring, neue Medikamente und intensivmedizinische Betreuung. Die genannten Patienten hatten meist eine Vielzahl von Komorbiditäten und damit ein größeres anästhesiologisches Risiko. Gerade bei chirurgischen Eingriffen im Bereich der Extremitäten konnte gezeigt werden, dass z.B. bei Hüftgelenkersatz-Operationen eine Spinalanästhesie mehr Vorteile bot als die Allgemeinanästhesie. Eine bessere postoperative Analgesie konnte erzielt werden. Zudem zeigte sich eine geringere Inzidenz für tiefe Beinvenenthrombosen und Lungenembolien⁴⁴.

Geriatrische Patienten erlitten postoperativ häufiger ein Delir, eine gefürchtete Komplikation, da sie mit einer erhöhten Letalität einhergeht^{45,46}. Bei Patienten, die ein Regionalanästhesieverfahren zu ihrer OP erhielten, konnte das Delirrisiko gesenkt werden⁴⁷.

Nach abdominal-chirurgischen Eingriffen stellt die Darmparalyse eine große Herausforderung an die weiterbehandelnden Stationen dar. Zusätzlich erschweren hohe Opioiddosen die Wiedererlangung der normalen Peristaltik des Darms, im schlimmsten Fall droht ein paralytischer Ileus. Patienten, die eine Kombination aus Allgemeinanästhesie und thorakalem PDK erhielten, erlitten deutlich seltener einen Ileus, der Darm nahm früher seine Funktion und Motorik wieder auf, Übelkeit und Erbrechen konnten reduziert werden. So konnte die Nahrungsaufnahme frühzeitiger begonnen werden⁴⁸⁻⁵¹.

Capdevila X. et al.² zeigten in ihrer Arbeit, dass Patienten nach großen Knieeingriffen durch das Etablieren von Schmerzkatheterverfahren im Vergleich zu Patienten, die eine intravenöse Verabreichung von Opioiden via PCA-Pumpe erhielten, früher mobilisiert werden konnten. Die Patienten waren früher in der Lage, Treppen zu steigen und wurden früher in ihr häusliches Umfeld bzw. Rehabilitationseinrichtungen entlassen. Dieser Umstand erhöht die Patientenzufriedenheit und spart Krankenhausressourcen.

Das Einbringen eines Schmerzkatheters birgt aber selbstverständlich auch Risiken, über die

die Patienten zuvor aufgeklärt werden müssen. Insgesamt sind Risiken sehr selten²⁵⁻²⁸. Es gibt eine Vielzahl von Faktoren, die eine Katheterinfektion begünstigen können⁵²⁻⁵⁴. Volk et al.²⁴ beschrieben ein Risiko von katheterassoziierten Infektionen bei 2,4%. Andere Arbeiten zu diesem Thema kamen auf ähnliche Ergebnisse. Capdevila et al.³¹ beschrieben bei 1416 untersuchten peripheren Kathetern eine Zunahme des Infektionsrisikos um das 4,6fache bei länger als 24h Liegedauer. Cameron et al.³⁰ kamen bei 8210 untersuchten epiduralen Kathetern auf ein täglich steigendes Infektionsrisiko um das 1,4fache.

Dies zeigt einen deutlichen Zusammenhang zwischen Liegedauer des Schmerzkatheters und steigendem Infektionsrisiko.

Allerdings fanden sich in früheren Arbeiten unterschiedliche Angaben, ab welchem Liegetag sich das Infektionsrisiko deutlich erhöht. Wie oben beschrieben traten bei Cameron et al.³⁰ und Capdevila et al.³¹ bereits nach 24h - 48h Infektionen auf. Andere Arbeiten wie Borgeat et al.⁵⁵ zeigten, dass nach bis zu 90h keine Infektionen aufgetreten waren.

Neuburger et al.²⁸ machten zudem Angaben, zu welchem Zeitpunkt die verschiedenen Schweregrade einer Infektion beobachtet wurden. Leichte und mittlere Infektionen traten nach dem 4. Liegetag, schwere Infektionen nach mehr als 5 Liegetagen auf.

5.2 Diskussion der Methoden/ Limitationen

Diese Arbeit ist eine retrospektive multizentrische Registeranalyse mit einem sehr großen Datensatz. Die Registeranalyse hat den Vorteil, Ergebnisse durch einen einheitlichen Fragenkatalog zu erhalten. Standardisierte Abfragen solcher Register zeigen tatsächliche Gegebenheiten aus der alltäglichen Arbeit.

Das Sammeln von Daten in einem Register ist wichtig. Es ermöglicht Analysen mit großen Studienpopulationen durchzuführen. Es gibt Standards in den verschiedensten Bereichen, dennoch unterscheiden sich die Kliniken z.B. in Räumlichkeiten, Medizinprodukten und vielem mehr. Die Möglichkeit, Daten aus verschiedenen medizinischen Einrichtungen gemeinsam zu untersuchen, verstärkt jedes gewonnene Ergebnis dieser Studien. Jedoch ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass eine Registeranalyse sehr stark von der Qualität der gesammelten Daten abhängt. Jede Person, die Daten in das Register einspeist, beeinflusst durch die Eingabe seiner Daten die Validität und damit auch die Registerqualität.

Weitere wichtige Unterschiede zu früheren Arbeiten waren Definitionen wie Infektion, Entzündungsreaktion, Hygienemaßnahmen und das Studienkollektiv. Vor Beginn dieser Analyse wurden diese Punkte klar definiert. Diese klaren Definitionen fehlten in einigen früheren Untersuchungen, insbesondere ist hier die Definition der Infektion zu nennen.

Darüber hinaus ist es nicht auszuschließen, dass es weitere bisher unbekannte Faktoren gibt, die Einfluss auf die Inzidenz von katheterassoziierten Infektionen nehmen.

5.3 Diskussion der Plausibilität

Die Zusammenführung der Daten aus den verschiedenen medizinischen Zentren erfolgte

elektronisch. Leider waren die Dokumentationen oftmals unvollständig oder die Angaben waren nicht plausibel. Die initial sehr hohe Anzahl an Patienten schrumpfte aufgrund fehlender Angaben alleine zu Liegedauer und der Infektion. 65 291 Fälle erhielten ein Katheterverfahren und hatten Angaben zu Liegedauer und Infektionsgrad. Für die Sensitivitätsanalyse wurden die beschriebenen relevanten Variablen benutzt. Die finale Studienpopulation von 44.555 wurde einer multiplen Regressionsanalyse unterzogen. Doch wie auch in anderen nicht-randomisierten Studien konnte das Risiko einer möglichen restlichen Verzerrung der Ergebnisse nicht ausgeschlossen werden. Um zu überprüfen, ob die ausgeschlossenen Fälle (wegen unvollständigen Daten oder Implausibilität) zu einer Verzerrung der Ergebnisse führten, musste eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt werden. Hierbei konnte gezeigt werden, dass auch mit den nichtinkludierten Patienten diese Ergebnisse bestätigt werden konnten.

Gesicherte Informationen bezüglich Art der Behandlung, Dauer des Krankenhausaufenthaltes oder Mortalität gab es nicht. Durch die Analyse konnte nicht beantwortet werden, ob bzw. wie die beobachteten Infektionen im Zusammenhang zum Outcome der Patienten standen. Außerdem gab es weitere Faktoren, die in dieser Analyse fehlten, die aber potenziell Einfluss auf das Risiko einer katheterassoziierten Infektion hätten nehmen können. Diese wären z.B. Schweregrad eines Diabetes Mellitus, Niereninsuffizienz, maligne Erkrankungen, Re-Operationen, Einnahme von Steroiden oder Immunsuppressoren. Sicherlich wäre die Liste der möglichen Einflussfaktoren noch zu erweitern.

5.4 Diskussion der Ergebnisse

5.4.1 Risikofaktoren

Die Analyse dieser Arbeit beschränkt sich auf das Risiko der katheterassoziierten Infektionen für epidurale und periphere Katheterverfahren in Zusammenhang mit der Liegedauer. Berücksichtigt wurden zudem einige Risikofaktoren wie Alter, Geschlecht, Body-Mass-Index, ASA-Klassifikation, Diabetes Mellitus, Lokalisation, Mehrfachpunktionen, chirurgisches Fachgebiet und Infektionsgrad.

Der ASA-Status beschreibt das Operations- und Narkoserisiko, außerdem zeigten Patienten mit steigendem ASA-Score ebenfalls postoperative Wundheilungsstörungen⁵⁶.

Volk et al.²⁴ zeigten in ihrer Arbeit, dass ein höherer ASA-Status und Mehrfachpunktionen das Risiko für Infektionen erhöhen. (ASA1: 1,1%, ASA2: 2,1%, ASA3: 2,2% und ASA4: 2,5%). Patienten mit einem höheren ASA-Wert waren i.d.R älter und durch ihre multiplen Komorbiditäten wahrscheinlich eher bereits vor der Behandlung hospitalisiert, was eine Besiedlung der Hautflora mit pathogenen Keimen mit sich bringen kann. Außerdem stellte sich die Frage nach der postinterventionellen Mobilisierbarkeit bei Patienten mit höherem ASA-Status. Zusätzlich ist bei diesem Patientenkollektiv ein Aufenthalt auf einer Intensivstation wahrscheinlicher. Allein dieser Umstand ist mit einem höheren Infektionsrisiko

in Verbindung zu bringen.

Die Mehrfachpunktion steht im Zusammenhang mit Katheterinfektionen. Das Einführen einer Nadel bzw. eines Katheters muss durch die Haut des Patienten erfolgen. Das Risiko einer Keimverschleppung, trotz zuvor durchgeführter Desinfektion, steigt mit jeder neuen Punktionsstelle. Bomberg et al.³⁶ zeigten diesbezüglich einen klaren Zusammenhang, ebenso Volk et al.²⁴ konnten die Mehrfachpunktion als Risikofaktor für Katheterinfektionen bestimmen (4,1 % versus 1,6% $p < 0,0001$).

Ein bestehender Diabetes Mellitus erhöht grundsätzlich das Risiko einer Infektion und auch einer damit verbundene Hospitalisierung. Bomberg et al.⁵⁷ konnten einen Zusammenhang in Bezug auf katheterassoziierte Infektionen in Verbindung mit einem diagnostizierten Diabetes Mellitus ermitteln (Risiko für Infektion bei Nicht-Diabetes vs. Diabetes: 3,0% vs. 4,2%, $p < 0,0001$).

Ein höheres Lebensalter ist per se mit einem höheren Infektionsrisiko assoziiert. Genaue Angaben oder Zahlen ließen sich in der Literatur nicht finden. Zusammenhänge mit Alter, Mobilität, Keimspektrum, ASA-Status u.a. sind durchaus nachvollziehbar. Daher kann man schlussfolgern, dass ältere Patienten ein höheres Risiko für katheterassoziierte Infektionen aufweisen. Die Korrelation zwischen Alter und Infektion zeigt u.a. eine Arbeit von Effros et al.⁵⁸. Sie verwiesen darauf, dass unsere immunologische Funktion unter anderem von naiven Lymphozyten abhängt, die im Knochenmark oder auch im Thymus gebildet werden. Diese Anzahl nimmt im Alter ab, was ein weiterer Faktor in der sicherlich hochkomplexen Fragestellung der Immunologie im Alter darstellt⁵⁹.

Die Lokalisation der Katheteranlage spielt bei der Bewertung des Risikos einer katheterassoziierten Infektion eine Rolle. So konnten Capdevila et al.³¹ und Morin et al.³⁵ in ihren Arbeiten zeigen, dass z.B. axilläre und femorale Katheter mit einem höheren Infektionsrisiko assoziiert sind. In Verbindung mit einem erhöhten Body-Mass-Index konnte ein erhöhtes Infektionsrisiko für periphere Schmerzkatheterverfahren bestimmt werden. Die Inzidenz von Infektionen lag hier bei adipösen Patienten im Vergleich zu normalgewichtigen Patienten höher (3,6% vs 2,1%, $p < 0,0001$)⁶⁰.

Männliches Geschlecht scheint mit einem höheren Infektionsrisiko assoziiert zu sein wie Cadevila et al.³¹ feststellten.

Neuburger et al. zeigten, dass Patienten, die sich einer traumatologischen Intervention unterzogen haben, ein höheres Risiko besitzen eine katheterassoziierte Infektion zu erleiden. In dieser Analyse konnte diese Aussage nicht bestätigt werden. Patienten mit orthopädischer und traumatologischer Intervention hatten seltener Katheterinfektionen, sowohl bei peripheren, als auch bei zentralen Schmerzkathetern.

In den bisher durchgeführten Studien waren dies meist Patienten mit einem längeren Aufenthalt auf einer Intensivstation^{31,32,61}. Dies ist per se schon mit einem deutlich höheren Infektionsrisiko assoziiert. Die hier aufgeführten traumatologischen/ orthopädischen Patienten unterzogen sich hauptsächlich elektiven Eingriffen, bei denen ein

intensivmedizinischer Aufenthalt nicht von Nöten war. So kann man schlussfolgern, dass alleine für sich betrachtet eine traumatologische/ orthopädische Behandlung nicht mit einem höheren Risiko für Katheterinfektionen einhergeht.

Alle diese Faktoren wurden in einer Cox-Regressionsanalyse einbezogen. Über das festgelegte Zeitintervall dieser Analyse kann so eine Aussage über den Einfluss der verschiedenen Risikofaktoren im Hinblick auf eine Infektion getroffen werden.

5.4.2 Inzidenz katheterassoziierter Infektionen

Periphere Katheterlage

Die Auswertung der gesammelten Daten ergab eine höhere Inzidenz an katheterassozierten Infektionen bei peripherer Lage als bisher angenommen^{32,55,61,62}. So lag nach der Auswertung die Inzidenz bei 2,9%.

In früheren Arbeiten war die Angabe über die Inzidenz einer peripheren katheterassozierten Infektion sehr unterschiedlich. Beispielsweise berichteten Capdevila et al.³¹, dass bei 1416 Kathetern die Infektionsrate ab dem 2. Liegetag deutlich anstieg, wohingegen bei der Arbeit von Borgeat et al.⁶³ bei 500 poplitealen Nervenblockaden innerhalb der ersten 90 Stunden keine Infektionszeichen zu erkennen waren. Auch aus einer anderen Arbeit mit 1001 peripheren Kathetern konnten Borgeat et al.⁵⁵ eine steigende Infektionsrate erst ab dem 4. Liegetag des Katheters erkennen. Unterschiede der Häufigkeit könnten einmal darauf zurückzuführen sein, dass unterschiedliche Lokalisationen und Risikofaktoren berücksichtigt wurden. Auch die Definition der Infektion war unterschiedlich, meist wurden keine klaren Infektionsgrade definiert. Neuburger et al.³² konnten demonstrieren, dass eine Katheterliegedauer von bis zu 4 Tagen nicht mit einem erhöhten Risiko einer Infektion assoziiert war, allerdings beschrieben sie einen Anstieg des Infektionsrisikos ab Tag 5. Diese Aussage deckt sich stark mit den hier erlangten Ergebnissen.

Epidurale Katheterlage

Auch die Inzidenz von Infektionen epiduraler Katheter lag in dieser Arbeit bei 3,9% und damit höher als viele bisherige Studien zeigten. In der Literatur fanden sich Angaben über ein Infektionsrisiko zwischen 2,8 und 4,9%^{24,35,36}.

In einer Arbeit aus 2007 beschrieben Cameron et al.³⁰ bei mehr als 8000 untersuchten epiduralen Kathetern, dass pro Liegetag das Infektionsrisiko um 40% zunimmt.

Eine dänische Arbeit von Wang et al.⁶⁴ aus dem Jahre 1999 zeigte, dass alle epiduralen Katheter bis zum 2. Liegetag keine Anzeichen eines Abszesses aufwiesen. Ab dem 3. Tag stieg die Inzidenz.

In der Literatur herrscht Konsens darüber, dass schwere Infektionen wie bereits auch bei Betrachtung peripherer Katheteranlagen sehr selten waren. In Verbindung mit bestimmten Risikofaktoren, insbesondere dem BMI, fanden sich in der Literatur mehrere Studien, die ein generell erhöhtes Risiko bei längerer Liegezeit beschreiben. Warum unterschiedliche

Aussagen existieren bezüglich Inzidenz, Risiko und ab welchem Tag das Risiko eines Katheters ansteigt, kann mehrere Gründe haben. Vieles hängt von der Expertise des Visitierenden und anschließend von einer genauen Dokumentation ab.

Die hier erhaltenen Ergebnisse besitzen eine sehr hohe Aussagekraft. Durch das Erheben von Daten aus einer Registeranalyse war es möglich gewesen, eine Auswertung durchzuführen, die sich durch ihre große Fallzahl von den bisher durchgeführten Untersuchungen deutlich unterscheidet.

Außerdem ist die untersuchte Zeitspanne der Liegedauer mit 15 Tagen größer als bei vielen früher durchgeführten Studien.

5.4.3 Wahrscheinlichkeit für Infektionen

Für einen infektionsfreien Katheter, egal ob periphere oder epidurale Lage, lag die Wahrscheinlichkeit in den ersten 4 Tagen bei 99%.

Diese Analyse zeigt, dass ab dem 4. Tag nach der Katheteranlage das Risiko für eine katheterassoziierte Infektion mit jedem weiteren Liegetag steigt. Dies gilt sowohl für die peripheren als auch für die epiduralen Katheter. Dass eine verlängerte Liegedauer mit einem steigenden Infektionsrisiko einhergeht, konnte durch bereits veröffentlichte Arbeiten bestätigt werden^{28,30-32}. Ein Zusammenhang zwischen Liegedauer und Infektionsrisiko wurde auch in Verbindung mit zentralen Venenkathetern beschrieben^{65,66}. Diese Studie verbessert das bisher erworbene Wissen über den Zusammenhang, in dem die Daten aus mehreren Kliniken gesammelt und analysiert wurden. Somit kann nicht nur eine pauschale Aussage über diesen Zusammenhang getroffen werden, sondern sie grenzt den Zeitpunkt deutlich ein, ab wann das Risiko signifikant ansteigt.

Insgesamt zeigen alle genannten Arbeiten, dass die Liegedauer mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Infektion zusammenhängt. Das kann diese Arbeit bestätigen. Ferner lässt sich aus den erhobenen Daten ableiten, dass eine Liegedauer bis zu 4 Tagen ohne ein erhöhtes Risiko einhergeht. Dieser Zeitraum scheint trotz aller möglichen Risiken sicher zu sein.

5.5 Verlauf katheterassoziierter Infektionen

In den meisten Fällen einer katheterassozierten Infektion, die sich bei der Auswertung dieser Arbeit ergaben, handelte es sich um eine leichte Infektion. Dies war mit der täglichen Visite zu erklären. So konnten Infektionen sofort erkannt und weitere Maßnahmen eingeleitet werden. In der Regel verschlechterte sich der Infektionsgrad nicht, da der Katheter unmittelbar nach Erkennen von Infektionszeichen entfernt wurde.

Infizierte Katheter, die in situ belassen wurden, entwickelten eine mittlere bis schwere Infektion. Dies geschah in weniger als 48h nach dem Auftreten erster leichter Infektionszeichen. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass eine tägliche Visite der Schmerzkatheter durch geschultes Personal absolut notwendig ist.

Von der finalen Studienpopulation hatten 36 Patienten eine leichte bis mittelschwere Katheterinfektion, diese Katheter wurden jedoch in situ belassen. Bei jedem dieser Patienten verschlechterte sich der Grad der Infektion. Bei 5 dieser Katheter zeigte sich nach weiteren Liegetagen eine schwere Infektion, die chirurgisch saniert werden musste. Die Tatsache, dass infizierte Katheter nicht entfernt wurden und sich der primäre Infektionsbefund in nur kurzer Zeit verschlechterte, zeigten auch Arbeiten, die sich mit im Körper befindlichen Fremdmaterialien und Infektionen bereits beschäftigt haben. Pichlmaier et. al.⁶⁷ konnten darlegen, dass eine vollständige Entfernung des Fremdmaterials bei beginnender Infektion obligat scheint. Allein durch diese Maßnahmen in Verbindung mit ggf. einer antiinfektiven Therapie ließen sich entstandene Infektionen gut behandeln. Ebenso beschrieb die Arbeit um Wang et al.⁶⁴, dass die untersuchten epiduralen Katheter, die einen Abszess entwickelten, zum einen länger als 3 Tage in situ lagen und die Dauer von Beginn der ersten Symptome wie Rückenschmerzen, Fieber ect. bis zur Diagnosestellung zwischen 1 und 32 Tagen betrug. Sie beschrieben ebenso, dass wahrscheinlich durch dieses fortgeschrittene Stadium der Infektion eine chirurgische Sanierung notwendig wurde, aber auch, dass Patienten an neurologischen Defiziten, teils irreversibel, litten.

Infektionen in Verbindung mit Fremdmaterial wurden auch bei venösen Kathetern untersucht. Mermel et al.⁶⁸ empfehlen in ihren Guidelines das Entfernen von Kathetermaterial bei Infektionszeichen. Hier war die intravasale Lage mit dem erhöhten Risiko einer Infektion der Blutstrombahn zu nennen.

All diese Ergebnisse sind eindeutig. Werden erste Infektionszeichen erkannt, sollte der Katheter unverzüglich entfernt werden. Dies ist eine wesentliche Kernaussage dieser Arbeit.

5.6 Beantwortung der Fragen

1.) Wie hoch ist die Inzidenz und das Risiko von Infektionen peripher liegender Katheter in Abhängigkeit von Liegedauer in Tagen?

24103 Patienten mit peripheren Kathetern wurden hierfür untersucht. Insgesamt lag die Wahrscheinlichkeit eine katheterassoziierte Infektion zu erleiden bei 2,9%. Zusätzlich konnte über den Grad der Infektionsschwere eine Aussage getroffen werden. Bei dem größten Anteil der Infektionen mit 2,5% (593 Patienten) handelte es sich um eine milde Infektion. Nur 0,3% (83 Patienten), bzw. 0,07% (17 Patienten) erlitten eine mittlere bzw. schwere Infektion. In den ersten 4 Liegetagen betrug die Wahrscheinlichkeit für einen infektionsfreien peripheren Katheter 98%. Am 7. Tag konnten 91% und an Tag 15 lediglich 65% infektionsfreie periphere Katheter ermittelt werden (Abbildung 1).

2.) Wie hoch war die Inzidenz und das Risiko von Infektionen epidural liegender Katheter in Abhängigkeit von Liegedauer in Tagen?

Die Inzidenz einer Infektion bei epiduraler Lage eines Katheters lag nach dieser

Untersuchung bei 3,9%. Wie auch bei den peripheren Kathetern sollte die Ausprägung der Infektionen mit der jeweiligen Häufigkeit näher betrachtet werden. Von der finalen Studienpopulation mit epiduralen Kathetern (20.452 Patienten) erlitten 3,3% (676 Patienten) eine milde Infektion. Nur 0,6% (114 Patienten) bzw. 0,07% (14 Patienten) entwickelten eine mittlere bzw. schwere Infektion. Auch bei der epiduralen Lage hing die Wahrscheinlichkeit eine katheterassoziierte Infektion zu erleiden mit der Liegedauer zusammen. 99% aller epiduralen Katheter hatten am 4. Liegetag keine Infektionszeichen. Mit zunehmender Dauer nahm die Zahl der infektionsfreien Katheter ab. So konnten am 7. Liegetag noch 93% und am 15. Liegetag nur noch 65% infektionsfreie Katheter bestimmt werden (Abbildung 4).

3.) Wie verliefen katheterassoziierte Infektionen bei Verbleib des Katheters in situ?

36 der infizierten Katheter verblieben trotz nachweislicher Infektion in situ und zeigten nach nur wenigen Tagen eine Aggravation der Infektsituation.

31 Katheter, davon 12 periphere und 19 epidurale Katheter, zeigten eine leichte Infektion, welche um den Tag $5,2 \pm 2,4$ auftrat. Diese Arbeit zeigt, dass bei all diesen Patienten eine Verschlechterung der Infektion eintrat. Nach weiteren $1,7 \pm 1,8$ Tagen entwickelten sie eine mittlere Katheterinfektion.

Die restlichen 5 Katheter wiesen nach $5,2 \pm 2,8$ Tagen eine leichte oder mittlere Infektion auf. Sie wurden dennoch in situ belassen. Der Grad der Infektion verschärfte sich nach weiteren $1,6 \pm 0,6$ Tagen. Alle 5 Katheter entwickelten eine schwere Infektion und mussten unverzüglich chirurgisch versorgt werden.

4.) Wie verliefen katheterassoziierte Infektionen nach Entfernung des Katheters?

1.461 Katheter der finalen Studienpopulation von 44555 Patienten infizierten sich und wurden nach der Diagnosestellung entfernt. Nur 26 dieser Patienten wiesen eine schwere Infektion auf, die chirurgisch behandelt werden mussten.

5.7 Fazit

Zusammenfassend zeigt diese Analyse eindrücklich, dass das Risiko einer katheterassoziierten Infektion mit zunehmender Liegedauer steigt. Diese Aussage konnten bereits frühere Arbeiten bestätigen. Es kann zudem, durch den Umfang dieser Studienpopulation, von einer großen Sicherheit für infektionsfreie Katheter, sowohl peripherer als auch epiduraler Lage, in den ersten 4 Liegetagen ausgegangen werden. 98 % aller peripheren und 99% aller epiduralen Katheter wiesen keinerlei Infektionszeichen am 4. Liegetag auf. Danach stieg das Risiko. Daher ist eine tägliche Visite durch geschultes Personal für das rechtzeitige Erkennen einer Infektion obligat. Lassen sich erste Anzeichen für eine Infektion erkennen, sollte der Katheter unverzüglich entfernt werden, um ein

Fortschreiten dieser zu verhindern. All jene Katheter, die trotz nachgewiesener Entzündung in situ belassen wurden, entwickelten eine Infektion höheren Grades, die teils chirurgisch saniert werden mussten.

Eine Katheterinfektion lässt sich aufgrund einer Vielzahl von Risikofaktoren und Einflussvariablen nicht gänzlich vermeiden. Es sollte unsere Aufgabe sein, als verantwortliches Personal dafür Sorge zu tragen, dass Hygienerichtlinien eingehalten und umgesetzt werden. Regelmäßige Visiten müssen durchgeführt und die erhobenen Daten korrekt und vollständig in qualitativ hochwertige Register eingetragen werden, um für weitere Fragestellungen und Verbesserungsideen valide Aussagen auch in Zukunft treffen zu können.

6 Anhang

Anlage 1: Ethikantrag

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Der Vorsitzende | | Ärztammer des Saarlandes | |
| Arztammer des Saarlandes · Postfach 10 02 62 · 66002 Saarbrücken Ethik-Kommission | | Körperschaft des öffentlichen Rechts | |
| Herrn Professor Dr. med. T. Volk Direktor der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie Universitätsklinikum des Saarlandes 66421 Homburg | | Ethik-Kommission Geschäftsstelle 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 | |
| Unsere Kenn-Nr.: | Ihr Schreiben vom: | Ihr Zeichen: | Datum: |
| Ha50/11 | | | 22. März 2011 |
| Netzwerk Regionalanästhesie Unsere Kenn-Nr. 50/11 (<u>bitte stets angeben!</u>) | | | |
| Sehr geehrter Herr Volk! | | | |
| 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. | | | |
| Die Unterlagen | | | |
| <ul style="list-style-type: none">• Schreiben der Charité – Universitätsmedizin Berlin, bzgl. Datenschutz vom 24.01.2007• Dateibeschreibung nach § 19 Abs. 2 Berliner Datenschutzgesetz• Betriebskonzept | | | |
| wurden entsprechend § 6 unseres Statuts vom Vorsitzenden geprüft, es ist keine Beratung durch die gesamte Kommission erfolgt, somit erübrigt sich die Übersendung einer Mitgliederliste. | | | |
| Gegen eine Analyse der anonymisierten Daten bestehen keine Bedenken. | | | |
| 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. | | | |
| Wir machen ausdrücklich darauf aufmerksam, dass bei erkennbarer Trendwende mit negativem Ergebnis das Forschungsvorhaben abzubrechen ist. | | | |
| Wir wünschen für die vorgesehene Aufgabe viel Erfolg und wären zur gegebenen Zeit für die Übersendung eines Abschlußberichtes dankbar. | | | |
| Mit freundlichen Grüßen | | | |
|  | | | |
| San.-Rat Prof. Dr. Schieffer | | | |

Anlage 2: 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 Kreuznach - Diakonie Krankenhaus, Dr. Gerd Engers
Bad Saarow - Helios Klinikum, Dr. med. Stefan Wirtz
Bad Wildbad - Sana Klinik, Dr. med. Jens Döffert
Berlin - Charité CCM und CVK, Univ. Prof. Dr. Claudia Spies
Berlin - DRK Kliniken Westend, Prof. Dr. med. Arnd Timmermann
Bochum - Knappschafts Krankenhaus, 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
Frankfurt - Orthopädische Universitätsklinik, Prof. Dr. med. Paul Kessle
Hamburg - Universitätsklinikum Eppendorf, Univ.-Prof. Dr. med. Alwin E. Goetz
Hannover - Diakonie Krankenhaus Friederikenstift, Prof. Dr. med. André Gottschalk
Jena - Universitätsklinikum, Prof. Dr. med. Konrad Reinhart
Lengerich - Helios Klinikum, Dr. med. Albrecht Pfeiff
Ludwigsburg - Klinikum, Prof. Dr. med. Götz Geldner
Mainz - Universitätsklinikum, Prof. Dr. med. Christian Werner
Marburg - Universitätsklinikum, Prof. Dr. med. Hinnerk Wulf
Memmingen - Klinikum, Prof. Dr. med. Lars Fischer
Münster - Universitätsklinikum, Prof. Dr. med. Hugo van Aken
Siegen - St. Marien-Krankenhaus, Prof. Dr. med. Werner Hering
Solingen - Klinikum, Prof. Dr. med. Thomas Standl
Ulm - Rehabilitationskrankenhaus, Dr. med. Peter M. Geiger
Warendorf - Josefhospital, Dr. Alexander Reich

| Anlageprotokoll Akutschmerzdienst | | ANDOKlive | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Name | | Anfordernde Klinik | |
| Vorname | | <input type="checkbox"/> ADH <input type="checkbox"/> GEB <input type="checkbox"/> GYN <input type="checkbox"/> VASC <input type="checkbox"/> NEUCH <input type="checkbox"/> KIDN <input type="checkbox"/> UCH-ORTH <input type="checkbox"/> URD <input type="checkbox"/> KARDIOCH <input type="checkbox"/> Trauma-Notfall | |
| Straße | | Station | |
| Postleitzahl | | ASA | |
| Ort | | <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> IV | |
| <input type="checkbox"/> Chronischer Schmerzpat. <input type="checkbox"/> Benigner Schmerz (s. OP) <input type="checkbox"/> Tumorschmerz (ohne OP) <input type="checkbox"/> Opiode > 1 Monat <input type="checkbox"/> NSAIDs > 1 Monat Präoperativer NRS Ruhe: <input type="text"/> Belastung: <input type="text"/> | | Geschlecht Alter (Jahre) Gewicht [kg] Größe [cm] Wahl: <input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/> weiblich <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | |
| Nierensuffizienz Kreatinin: <input type="text"/> mg/dl <input type="text"/> µmol/l <input type="checkbox"/> Krea nicht bestimmt <input type="checkbox"/> Dialyse | | OPS301 Operation | |
| Ko-Morbidität <input type="checkbox"/> pAVK > Ila <input type="checkbox"/> Rheumatische Arthritis <input type="checkbox"/> Alkoholabusus <input type="checkbox"/> Drogenabusus <input type="checkbox"/> Leberinsuffizienz > Child B | | Immundefizienz <input type="checkbox"/> Immundefizienz (z.B. HIV) <input type="checkbox"/> Steroide > Cushing <input type="checkbox"/> Sonst. Immunsuppressive <input type="checkbox"/> Z.n. TX <input type="checkbox"/> Sepsis | |
| Diabetes <input type="checkbox"/> IDDM <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> NDDM | | Antikoagulation vor Anlage <input type="checkbox"/> keine UFH <input type="checkbox"/> < 4h <input type="checkbox"/> < 2d <input type="checkbox"/> < 12h <input type="checkbox"/> < 24h <input type="checkbox"/> < 24h <input type="checkbox"/> < 24h <input type="checkbox"/> < 24h <input type="checkbox"/> < 24h ASS <input type="checkbox"/> < 2d <input type="checkbox"/> < 12h <input type="checkbox"/> < 24h <input type="checkbox"/> < 24h <input type="checkbox"/> < 24h NPH low-dose (prophyl.) <input type="checkbox"/> < 12h <input type="checkbox"/> < 24h <input type="checkbox"/> < 24h <input type="checkbox"/> < 24h NPH high-dose (therap.) <input type="checkbox"/> < 24h <input type="checkbox"/> < 24h <input type="checkbox"/> < 24h <input type="checkbox"/> < 24h Kumarine INR <input type="checkbox"/> ≥ 1,4 <input type="checkbox"/> > 1,4 Clopidogrel <input type="checkbox"/> < 7d <input type="checkbox"/> < 7d <input type="checkbox"/> < 7d <input type="checkbox"/> < 7d NSAIDs <input type="checkbox"/> < 24h <input type="checkbox"/> < 24h <input type="checkbox"/> < 24h <input type="checkbox"/> < 24h Sonstige incl. COX2-Hem. <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein | |
| Allergien | | Perioperative Antibiotika-Prophylaxe <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> vor <input type="checkbox"/> nach Anlage RA-Verf. <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> vor <input type="checkbox"/> nach Anlage RA-Verf. <input type="checkbox"/> nein | |
| Anlagedatum Uhrzeit Dauer [min.] | | Patient wach bei Anlage <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> analgosediert <input type="checkbox"/> Opioid <input type="checkbox"/> Benzodiazepin <input type="checkbox"/> anders <input type="checkbox"/> Allgemeinanästhesie <input type="checkbox"/> Anlage nach proximalem RA-Verfahren | |
| Lokalisation RM-nah thorakal <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RM-nah lumbal <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> RM-nah kaudal <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Spinalnervenästhesie CSE <input type="checkbox"/> median <input type="checkbox"/> paramedian Interskalenär <input type="checkbox"/> anterolateral <input type="checkbox"/> dorsolateral Infraklavikulär Supraklavikulär Axillär <input type="checkbox"/> perivaskulär <input type="checkbox"/> Multistimulation Femoral Psoas-Kompartiment Schließmuskel <input type="checkbox"/> Proximal-ventral <input type="checkbox"/> Proximal-lateral Prox.-dorsal Latlat Prox.-dorsal Anders Distal-lateral Distal-popliteal andere | | Mehrfache Hautpikt. <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Sterile Standards <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Steriler Kittel <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Tunnelung <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Seitenfilter <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Anästhet. <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein | |
| Single-Shot Katheter <input type="checkbox"/> konventionell <input type="checkbox"/> Stimulationskath. | | Funktionshöhe (unterer WK) Th <input type="text"/> L <input type="text"/> S | |
| Sonographie Visualisierung Nadel- gut <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Spitze mittel <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Verteilung gut <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> des LA mittel <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | Punktionstiefe bzw. LOR [cm] | |
| Testdosis Klinik-Standard <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> anders <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | Einlagetiefe Hautniveau [cm] | |
| Ungeplante Zusatzanalgesie Analgosedierung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nachblockade <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Allgemeinanästhesie <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Wechsel auf 2. Verf. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | Nervenstim. [mA] 0,1 ma <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0,3 ma <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1,0 ma <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Lor mit NaCl <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Luft <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> hängender Tropfen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | Bemerkungen | |
| Initialdosis präop/intraop Lokalanästhetikum a <input type="text"/> <input type="text"/> b <input type="text"/> | | Lokalanästhetikum a <input type="text"/> <input type="text"/> b <input type="text"/> | |
| Opioid Sufentanil <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Fentanyl <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Morphin <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | Anordnung zur postop. Schmerztherapie Lokalanästhetikum Ropivacain <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Bupivacain <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> anders <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Zusätze Nali <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Clonidin <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Vasokonstriktor <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ketamin <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | Opioid Sufentanil <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> mg/ml Fentanyl <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> µg/ml Morphin <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Zusätze Nali <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Clonidin <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Vasokonstriktor <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ketamin <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | Laufzeit <input type="text"/> min/h Lockout <input type="text"/> min Bolus <input type="text"/> ml | |
| Personal-Nr. <input type="checkbox"/> RD <input type="checkbox"/> BD <input type="checkbox"/> OS | | Zusatzmedikation <input type="checkbox"/> fest <input type="checkbox"/> Bedarf | |
| Name/Unterschrift | | Name/Unterschrift | |

© DATAPEC GmbH 2007
 Formulare-Anästhesie - AE 9643 Version 31.1 - DATAPEC GmbH - Fon +49 (0)7 27 979-000

| Visitenprotokoll Akutschmerzdienst | | ANDOKlive | | Formular-ID | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Name <input type="text"/> Vorname <input type="text"/> Straße <input type="text"/> Postleitzahl <input type="text"/> Ort <input type="text"/> | | Protokoll-Nr. <input type="text"/> Visitenblatt Nr. <input type="text"/> (mit 1 beginnend) | | Dokumentation wird fortgesetzt <input type="checkbox"/> | |
| Entfernung - Abschluss | | | | | |
| Kathetrentfernung regulär <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> irregulär <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Zufriedenheit nach Abschluss (NRS) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | Antikoagulation bei Entfernen keine <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> UFH <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ASS <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> NMH low-dose (prophyl.) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> NMH high-dose (therap.) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Kumarine INR <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Clopidogrel <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> NSAIDs <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sonstige Ind. COX2-Hem. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> | | Patient <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Arzt <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| 1 Visitendatum <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Uhrzeit <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Dauer (min.) <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Personal-Nr. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | | RD <input type="checkbox"/> ITS <input type="checkbox"/> BD <input type="checkbox"/> OS <input type="checkbox"/> | | Mobilisation möglich 3 2 1 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sedierung 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Verfahren <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> kontinuierlich <input type="checkbox"/> intermittierend <input type="checkbox"/> PCA <input type="checkbox"/> geplante Med. läuft <input type="checkbox"/> Ansatz geändert <input type="checkbox"/> | | Neurologie <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> TNS <input type="checkbox"/> POPH <input type="checkbox"/> Blut-Patch <input type="checkbox"/> Hirnblut neuropath. Schmerz <input type="checkbox"/> | | NRS (KUSS/BPS) <input type="checkbox"/> n. erhebbar <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> toleriert <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ruhe/ Belastung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Visite kath. zurückgezogen <input type="checkbox"/> Kath. vollst. entfernt <input type="checkbox"/> Abschlussvisite <input type="checkbox"/> Verbandwechsel <input type="checkbox"/> | | Kraftgrad n. Janda 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> | | Laufrate <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [m/h] <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Bolus <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [ml] <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Lockout <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [min] <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Besonderheiten Katheter-Verlegen <input type="checkbox"/> partiell unversch. <input type="checkbox"/> Filterwechsel <input type="checkbox"/> Filter abgelöst <input type="checkbox"/> Okklusion <input type="checkbox"/> Leckage an ESS <input type="checkbox"/> sonst. techn. Probleme <input type="checkbox"/> | | Sensorik im Ausbreitungsgebiet Hypästhesie <input type="checkbox"/> Parästhesie <input type="checkbox"/> | | Schmerz beeinträchtigt Mobilisation <input type="checkbox"/> Respiration <input type="checkbox"/> Schlaf <input type="checkbox"/> NRS Gesamtkörper <input type="checkbox"/> | |
| Infektion keine <input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer <input type="checkbox"/> | | Bolus erhaltend/ abgeford. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Gesamtverbrauch <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [ml] <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | Co-Analgetika <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Paracetamol <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Metambol <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> NSAIDs <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Opioid <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> andere <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OK vorhanden <input type="checkbox"/> Kathetersoc. Hypotension | |
| Bemerkungen <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | | | | | |
| Name/Unterschrift | | | | | |
| 2 Visitendatum <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Uhrzeit <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Dauer (min.) <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Personal-Nr. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | | RD <input type="checkbox"/> ITS <input type="checkbox"/> BD <input type="checkbox"/> OS <input type="checkbox"/> | | Mobilisation möglich 3 2 1 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sedierung 1 2 3 4 5 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Verfahren <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> kontinuierlich <input type="checkbox"/> intermittierend <input type="checkbox"/> PCA <input type="checkbox"/> geplante Med. läuft <input type="checkbox"/> Ansatz geändert <input type="checkbox"/> | | Neurologie <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> TNS <input type="checkbox"/> POPH <input type="checkbox"/> Blut-Patch <input type="checkbox"/> Hirnblut neuropath. Schmerz <input type="checkbox"/> | | NRS (KUSS/BPS) <input type="checkbox"/> n. erhebbar <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> toleriert <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ruhe/ Belastung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Visite Kath. zurückgezogen <input type="checkbox"/> Kath. vollst. entfernt <input type="checkbox"/> Abschlussvisite <input type="checkbox"/> Verbandwechsel <input type="checkbox"/> | | Kraftgrad n. Janda 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> | | Laufrate <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [m/h] <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Bolus <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [ml] <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Lockout <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [min] <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Besonderheiten Katheter-Verlegen <input type="checkbox"/> partiell unversch. <input type="checkbox"/> Filterwechsel <input type="checkbox"/> Filter abgelöst <input type="checkbox"/> Okklusion <input type="checkbox"/> Leckage an ESS <input type="checkbox"/> sonst. techn. Probleme <input type="checkbox"/> | | Sensorik im Ausbreitungsgebiet Hypästhesie <input type="checkbox"/> Parästhesie <input type="checkbox"/> | | Schmerz beeinträchtigt Mobilisation <input type="checkbox"/> Respiration <input type="checkbox"/> Schlaf <input type="checkbox"/> NRS Gesamtkörper <input type="checkbox"/> | |
| Infektion keine <input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> schwer <input type="checkbox"/> | | Bolus erhaltend/ abgeford. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Gesamtverbrauch <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> [ml] <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | Co-Analgetika <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Paracetamol <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Metambol <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> NSAIDs <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Opioid <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> andere <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OK vorhanden <input type="checkbox"/> Kathetersoc. Hypotension | |
| Bemerkungen <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | | | | | |
| Name/Unterschrift | | | | | |

Anlage 5: 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
- **Präpunktuelle Infektion:**
Vorliegen einer *systemischen Infektion* (ohne weitere Definition)
- **Präpunktuelle 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)
- **Opioide > 1 Monat:**
Applikation eines Opioids für länger als 1 Monat ohne Einschränkung der Applikationsform, der Dosierung oder der Substanz
- **NSAIDs > 1 Monat:**
siehe Opioide > 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 ≥ 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
- **Einlagentiefe 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 (μg 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

Anlage 6

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:**
Austritt 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; 5=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 erhebbar:**
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.)
- **Lafrate (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

7 Literaturverzeichnis

- (1) Greimel, F.; Maderbacher, G.; Baier, C.; Keshmiri, A.; Schwarz, T.; Zeman, F.; Meissner, W.; Grifka, J.; Benditz, A. Multicenter Cohort-Study of 15326 Cases Analyzing Patient Satisfaction and Perioperative Pain Management: General, Regional and Combination Anesthesia in Knee Arthroplasty. *Sci. Rep.* 2018, 8 (1), 3723. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22146-7>.
- (2) 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 (1), 8–15. <https://doi.org/10.1097/00000542-199907000-00006>.
- (3) Gwartz, K. H.; Young, J. V.; Byers, R. S.; Alley, C.; Levin, K.; Walker, S. G.; Stoelting, R. K. The Safety and Efficacy of Intrathecal Opioid Analgesia for Acute Postoperative Pain: Seven Years' Experience with 5969 Surgical Patients at Indiana University Hospital. *Anesth. Analg.* 1999, 88 (3), 599–604. <https://doi.org/10.1097/00000539-199903000-00026>.
- (4) Chestnut, D. H.; Raja, S. N. Efficacy and Safety of Epidural Opioids for Postoperative Analgesia. *Anesthesiology* 2005, 102 (1), 221–223. <https://doi.org/10.1097/00000542-200501000-00031>.
- (5) Block, B. M.; Liu, S. S.; Rowlingson, A. J.; Cowan, A. R.; Cowan, J. A.; Wu, C. L. Efficacy of Postoperative Epidural Analgesia: A Meta-Analysis. *JAMA* 2003, 290 (18), 2455–2463. <https://doi.org/10.1001/jama.290.18.2455>.
- (6) Zhou, J.; Fan, Y.; Zhong, J.; Wen, X.; Chen, H. Efficacy and Safety of Multimodal Analgesic Techniques for Preventing Chronic Postsurgery Pain under Different Surgical Categories: A Meta-Analysis. *Sci. Rep.* 2017, 7 (1), 678. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-00813-5>.
- (7) Sandkühler, J. Schmerzgedächtnis: Entstehung, Vermeidung und Löschung. *Dtsch. Ärztebl.* 2001, 42, A2725-2730.
- (8) Striebel, H.-W. In *Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin*; Schattauer: Stuttgart, 2013; p 173.
- (9) Macrae, W. A. Chronic Pain after Surgery. *Br. J. Anaesth.* 2001, 87 (1), 88–98. <https://doi.org/10.1093/bja/87.1.88>.
- (10) Haydon, M. L.; Larson, D.; Reed, E.; Shrivastava, V. K.; Preslicka, C. W.; Nageotte, M. P. Obstetric Outcomes and Maternal Satisfaction in Nulliparous Women Using Patient-Controlled Epidural Analgesia. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2011, 205 (3), 271.e1-6. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2011.06.041>.
- (11) Guay, J.; Nishimori, M.; Kopp, S. L. Epidural Local Anesthetics Versus Opioid-Based Analgesic Regimens for Postoperative Gastrointestinal Paralysis, Vomiting, and Pain After Abdominal Surgery: A Cochrane Review. *Anesth. Analg.* 2016, 123 (6), 1591–1602. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000001628>.
- (12) Ballantyne, J. C.; Carr, D. B.; deFerranti, S.; Suarez, T.; Lau, J.; Chalmers, T. C.;

- Angelillo, I. F.; Mosteller, F. The Comparative Effects of Postoperative Analgesic Therapies on Pulmonary Outcome: Cumulative Meta-Analyses of Randomized, Controlled Trials. *Anesth. Analg.* 1998, *86* (3), 598–612. <https://doi.org/10.1097/00000539-199803000-00032>.
- (13) Guay, J.; Choi, P.; Suresh, S.; Albert, N.; Kopp, S.; Pace, N. L. Neuraxial Blockade for the Prevention of Postoperative Mortality and Major Morbidity: An Overview of Cochrane Systematic Reviews. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2014, *2014* (1), CD010108. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010108.pub2>.
- (14) Memtsoudis, S. G.; Sun, X.; Chiu, Y.-L.; Stundner, O.; Liu, S. S.; Banerjee, S.; Mazumdar, M.; Sharrock, N. E. Perioperative Comparative Effectiveness of Anesthetic Technique in Orthopedic Patients. *Anesthesiology* 2013, *118* (5), 1046–1058. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e318286061d>.
- (15) Neuman, M. D.; Silber, J. H.; Elkassabany, N. M.; Ludwig, J. M.; Fleisher, L. A. Comparative Effectiveness of Regional versus General Anesthesia for Hip Fracture Surgery in Adults. *Anesthesiology* 2012, *117* (1), 72–92. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3182545e7c>.
- (16) Fischer, B. Benefits, Risks, and Best Practice in Regional Anesthesia: Do We Have the Evidence We Need? *Reg. Anesth. Pain Med.* 2010, *35* (6), 545–548. <https://doi.org/10.1097/AAP.0b013e3181fa6b90>.
- (17) Pschyrembel. *Klinisches Wörterbuch*, 265th ed.; De Gruyter: Berlin, 2013.
- (18) Faccenda, K. A.; Finucane, B. T. Complications of Regional Anaesthesia Incidence and Prevention. *Drug Saf.* 2001, *24* (6), 413–442. <https://doi.org/10.2165/00002018-200124060-00002>.
- (19) Perthes, G. Über Leitungsnästhesie unter Zuhilfenahme elektrischer Reizung. *Münch Med Wochenschr* 1912, No. 47, 2543–2545.
- (20) Neuburger, M.; Schwemmer, U.; Volk, T.; Gogarten, W.; Kessler, P.; Steinfeldt, T. [Localization of peripheral nerves. Success and safety with electrical nerve stimulation]. *Anaesthetist* 2014, *63* (5), 422–428. <https://doi.org/10.1007/s00101-014-2312-0>.
- (21) Fielmuth, S.; Szalata, M.; Sievert, H.; Beier, D.; Rehberg, S.; Hahnenkamp, K.; Mauermann, K.; Meissner, K. Electric Nerve Stimulation Does Not Correctly Predict Needle-Nerve Distance and Potential Local Anesthetic Spread for Interscalene Brachial Plexus Blockade. *Anesth. Analg.* 2017, *125* (2), 632–634. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000001982>.
- (22) Neuburger, M.; Büttner, J. Komplikationen bei peripherer Regionalanästhesie. *Anaesthetist* 2011, *60* (11), 1014–1026. <https://doi.org/10.1007/s00101-011-1955-3>.
- (23) Crawford, O. B.; Buckingham, W. W.; Ottosen, P.; Brasher, C. A. Peridural Anesthesia in Thoracic Surgery; a Review of 677 Cases. *Anesthesiology* 1951, *12* (1), 73–84. <https://doi.org/10.1097/00000542-195101000-00010>.
- (24) Volk, T.; Engelhardt, L.; Spies, C.; Steinfeldt, T.; Gruenewald, D.; Kutter, B.; Heller, A.; Werner, C.; Heid, F.; Bürkle, H.; Gastmeier, P.; Wernecke, K.-D.; Koch, T.; Vicent, O.;

- Geiger, P.; Wulf, H. Infektionsinzidenz von Katheterverfahren zur Regionalanästhesie: Erste Ergebnisse aus dem Netzwerk von DGAI und BDA. *Anaesthesist* 2009, *58* (11), 1107–1112. <https://doi.org/10.1007/s00101-009-1636-7>.
- (25) Yuan, J.-M.; Yang, X.-H.; Fu, S.-K.; Yuan, C.-Q.; Chen, K.; Li, J.-Y.; Li, Q. Ultrasound Guidance for Brachial Plexus Block Decreases the Incidence of Complete Hemi-Diaphragmatic Paresis or Vascular Punctures and Improves Success Rate of Brachial Plexus Nerve Block Compared with Peripheral Nerve Stimulator in Adults. *Chin. Med. J. (Engl.)* 2012, *125* (10), 1811–1816.
- (26) Hebl, J. R.; Niesen, A. D. Infectious Complications of Regional Anesthesia. *Curr. Opin. Anaesthesiol.* 2011, *24* (5), 573–580. <https://doi.org/10.1097/ACO.0b013e32834a9252>.
- (27) Brull, R.; McCartney, C. J. L.; Chan, V. W. S.; El-Beheiry, H. Neurological Complications after Regional Anesthesia: Contemporary Estimates of Risk. *Anesth. Analg.* 2007, *104* (4), 965–974. <https://doi.org/10.1213/01.ane.0000258740.17193.ec>.
- (28) Neuburger, M.; Breitbarth, J.; Reisig, F.; Lang, D.; Büttner, J. Komplikationen bei peripherer Katheterregionalanästhesie: Untersuchungsergebnisse anhand von 3491 Kathetern. *Anaesthesist* 2006, *55* (1), 33–40. <https://doi.org/10.1007/s00101-005-0920-4>.
- (29) Kerwat, K.; Schulz-Stübner, S.; Steinfeldt, T.; Kessler, P.; Volk, T.; Gastmeier, P.; Geffers, C.; Ermert, T.; Boschin, M. G.; Wiesmann, T.; Wulf, H. Hygieneempfehlungen Für Die Regionalanästhesie, 2014.
- (30) Cameron, C. M.; Scott, D. A.; McDonald, W. M.; Davies, M. J. A Review of Neuraxial Epidural Morbidity: Experience of More than 8,000 Cases at a Single Teaching Hospital. *Anesthesiology* 2007, *106* (5), 997–1002. <https://doi.org/10.1097/01.anes.0000265160.32309.10>.
- (31) Capdevila, X.; Pirat, P.; Bringuier, S.; Gaertner, E.; Singelyn, F.; Bernard, N.; Choquet, O.; Bouaziz, H.; Bonnet, F.; French Study Group on Continuous Peripheral Nerve Blocks. Continuous Peripheral Nerve Blocks in Hospital Wards after Orthopedic Surgery: A Multicenter Prospective Analysis of the Quality of Postoperative Analgesia and Complications in 1,416 Patients. *Anesthesiology* 2005, *103* (5), 1035–1045. <https://doi.org/10.1097/00000542-200511000-00018>.
- (32) Neuburger, M.; Büttner, J.; Blumenthal, S.; Breitbarth, J.; Borgeat, A. Inflammation and Infection Complications of 2285 Perineural Catheters: A Prospective Study. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2007, *51* (1), 108–114. <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2006.01173.x>.
- (33) Ilfeld, B. M.; Le, L. T.; Meyer, R. S.; Mariano, E. R.; Vandenborne, K.; Duncan, P. W.; Sessler, D. I.; Enneking, F. K.; Shuster, J. J.; Theriaque, D. W.; Berry, L. F.; Spadoni, E. H.; Gearen, P. F. Ambulatory Continuous Femoral Nerve Blocks Decrease Time to Discharge Readiness after Tricompartament Total Knee Arthroplasty: A Randomized, Triple-Masked, Placebo-Controlled Study. *Anesthesiology* 2008, *108* (4), 703–713. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e318167af46>.

- (34) Joshi, G.; Gandhi, K.; Shah, N.; Gadsden, J.; Corman, S. L. Peripheral Nerve Blocks in the Management of Postoperative Pain: Challenges and Opportunities. *J. Clin. Anesth.* 2016, 35, 524–529. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2016.08.041>.
- (35) Morin, A. M.; Kerwat, K. M.; Klotz, M.; Niestolik, R.; Ruf, V. E.; Wulf, H.; Zimmermann, S.; Eberhart, L. H. Risk Factors for Bacterial Catheter Colonization in Regional Anaesthesia. *BMC Anesthesiol.* 2005, 5 (1), 1. <https://doi.org/10.1186/1471-2253-5-1>.
- (36) Bomberg, H.; Kubulus, C.; Herberger, S.; Wagenpfeil, S.; Kessler, P.; Steinfeldt, T.; Standl, T.; Gottschalk, A.; Stork, J.; Meissner, W.; Birnbaum, J.; Koch, T.; Sessler, D. I.; Volk, T.; Raddatz, A. Tunnelling of Thoracic Epidural Catheters Is Associated with Fewer Catheter-Related Infections: A Retrospective Registry Analysis. *Br. J. Anaesth.* 2016, 116 (4), 546–553. <https://doi.org/10.1093/bja/aew026>.
- (37) *ASA Physical Status Classification System*. <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/asa-physical-status-classification-system> (accessed 2023-01-11).
- (38) Saklad, M. Grading of Patients for Surgical Procedures. *Anesthesiology* 1941, 2 (3), 281–284. <https://doi.org/10.1097/00000542-194105000-00004>.
- (39) Pöpping, D. M.; Elia, N.; Marret, E.; Remy, C.; Tramèr, M. R. Protective Effects of Epidural Analgesia on Pulmonary Complications after Abdominal and Thoracic Surgery: A Meta-Analysis. *Arch. Surg. Chic. Ill 1960* 2008, 143 (10), 990–999; discussion 1000. <https://doi.org/10.1001/archsurg.143.10.990>.
- (40) Beattie, W. S.; Badner, N. H.; Choi, P. Epidural Analgesia Reduces Postoperative Myocardial Infarction: A Meta-Analysis. *Anesth. Analg.* 2001, 93 (4), 853–858. <https://doi.org/10.1097/00000539-200110000-00010>.
- (41) Warner, D. O. Preventing Postoperative Pulmonary Complications: The Role of the Anesthesiologist. *Anesthesiology* 2000, 92 (5), 1467–1472. <https://doi.org/10.1097/00000542-200005000-00037>.
- (42) Eltzschig, H. K.; Lieberman, E. S.; Camann, W. R. Regional Anesthesia and Analgesia for Labor and Delivery. *N. Engl. J. Med.* 2003, 348 (4), 319–332. <https://doi.org/10.1056/NEJMra021276>.
- (43) Hawkins, J. L.; Koonin, L. M.; Palmer, S. K.; Gibbs, C. P. Anesthesia-Related Deaths during Obstetric Delivery in the United States, 1979-1990. *Anesthesiology* 1997, 86 (2), 277–284. <https://doi.org/10.1097/00000542-199702000-00002>.
- (44) Maurer, S. G.; Chen, A. L.; Hiebert, R.; Pereira, G. C.; Di Cesare, P. E. Comparison of Outcomes of Using Spinal versus General Anesthesia in Total Hip Arthroplasty. *Am. J. Orthop. Belle Mead NJ* 2007, 36 (7), E101-106.
- (45) Shi, Q.; Presutti, R.; Selchen, D.; Saposnik, G. Delirium in Acute Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Stroke* 2012, 43 (3), 645–649. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.111.643726>.
- (46) Sato, K.; Kubota, K.; Oda, H.; Taniguchi, T. The Impact of Delirium on Outcomes in Acute, Non-Intubated Cardiac Patients. *Eur. Heart J. Acute Cardiovasc. Care* 2017, 6 (6),

553–559. <https://doi.org/10.1177/2048872615624239>.

(47) Allgemeinanästhesie versus Regionalanästhesie, Analgosedierung und “Stand-by.” In *Anästhesie bei alten Menschen*; Graf, B. M., Sinner, B., Zink, W., Eds.; Georg Thieme Verlag: Stuttgart, 2010; pp 141–148. <https://doi.org/10.1055/b-002-33679>.

(48) Zügel, N.; Bruer, C.; Breitschaft, K.; Angster, R. [Effect of thoracic epidural analgesia on the early postoperative phase after interventions on the gastrointestinal tract]. *Chir. Z. Alle Geb. Oper. Medizen* 2002, 73 (3), 262–268. <https://doi.org/10.1007/s00104-001-0398-9>.

(49) Jørgensen, H.; Wetterslev, J.; Møiniche, S.; Dahl, J. B. Epidural Local Anaesthetics versus Opioid-Based Analgesic Regimens on Postoperative Gastrointestinal Paralysis, PONV and Pain after Abdominal Surgery. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2000, No. 4, CD001893. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001893>.

(50) Fotiadis, R. J.; Badvie, S.; Weston, M. D.; Allen-Mersh, T. G. Epidural Analgesia in Gastrointestinal Surgery. *Br. J. Surg.* 2004, 91 (7), 828–841. <https://doi.org/10.1002/bjs.4607>.

(51) Bauer, A. J.; Boeckxstaens, G. E. Mechanisms of Postoperative Ileus. *Neurogastroenterol. Motil. Off. J. Eur. Gastrointest. Motil. Soc.* 2004, 16 Suppl 2, 54–60. <https://doi.org/10.1111/j.1743-3150.2004.00558.x>.

(52) 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. J. Can. Mal. Infect. Microbiol. Medicale* 2008, 19 (2), 173–184. <https://doi.org/10.1155/2008/846453>.

(53) Pöpping, D. M.; Zahn, P. K.; Van Aken, H. K.; Dasch, B.; Boche, R.; Pogatzki-Zahn, E. M. Effectiveness and Safety of Postoperative Pain Management: A Survey of 18 925 Consecutive Patients between 1998 and 2006 (2nd Revision): A Database Analysis of Prospectively Raised Data. *Br. J. Anaesth.* 2008, 101 (6), 832–840. <https://doi.org/10.1093/bja/aen300>.

(54) Steffen, P.; Seeling, W.; Essig, A.; Stiepan, E.; Rockemann, M. G. Bacterial Contamination of Epidural Catheters: Microbiological Examination of 502 Epidural Catheters Used for Postoperative Analgesia. *J. Clin. Anesth.* 2004, 16 (2), 92–97. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2003.05.007>.

(55) Borgeat, A.; Blumenthal, S.; Lambert, M.; Theodorou, P.; Vienne, P. The Feasibility and Complications of the Continuous Popliteal Nerve Block: A 1001-Case Survey. *Anesth. Analg.* 2006, 103 (1), 229–233, table of contents. <https://doi.org/10.1213/01.ane.0000221462.87951.8d>.

(56) Prävention postoperativer Wundinfektionen: Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2018, 61 (4), 448–473. <https://doi.org/10.1007/s00103-018-2706-2>.

(57) Bomberg, H.; Kubulus, C.; List, F.; Albert, N.; Schmitt, K.; Gräber, S.; Kessler, P.;

- Steinfeldt, T.; Standl, T.; Gottschalk, A.; Wirtz, S. P.; Burgard, G.; Geiger, P.; Spies, C. D.; Volk, T.; German Network for Regional Anaesthesia Investigators. Diabetes: A Risk Factor for Catheter-Associated Infections. *Reg. Anesth. Pain Med.* 2015, *40* (1), 16–21. <https://doi.org/10.1097/AAP.000000000000196>.
- (58) Effros, R. B. Roy Walford and the Immunologic Theory of Aging. *Immun. Ageing* 2005, *2* (1), 7. <https://doi.org/10.1186/1742-4933-2-7>.
- (59) Großkopf, A.; Simm, A. Alterung des Immunsystems. *Z. Für Gerontol. Geriatr.* 2022, *55* (7), 553–557. <https://doi.org/10.1007/s00391-022-02107-6>.
- (60) Bomberg, H.; Albert, N.; Schmitt, K.; Gräber, S.; Kessler, P.; Steinfeldt, T.; Hering, W.; Gottschalk, A.; Standl, T.; Stork, J.; Meißner, W.; Teßmann, R.; Geiger, P.; Koch, T.; Spies, C. D.; Volk, T.; Kubulus, C. Obesity in Regional Anesthesia--a Risk Factor for Peripheral Catheter-Related Infections. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2015, *59* (8), 1038–1048. <https://doi.org/10.1111/aas.12548>.
- (61) Capdevila, X.; Bringuier, S.; Borgeat, A. Infectious Risk of Continuous Peripheral Nerve Blocks. *Anesthesiology* 2009, *110* (1), 182–188. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e318190bd5b>.
- (62) Borgeat, A.; Dullenkopf, A.; Ekatodramis, G.; Nagy, L. Evaluation of the Lateral Modified Approach for Continuous Interscalene Block after Shoulder Surgery. *Anesthesiology* 2003, *99* (2), 436–442. <https://doi.org/10.1097/00000542-200308000-00026>.
- (63) Borgeat, A.; Blumenthal, S.; Karovic, D.; Delbos, A.; Vienne, P. Clinical Evaluation of a Modified Posterior Anatomical Approach to Performing the Popliteal Block. *Reg. Anesth. Pain Med.* 2004, *29* (3), 290–296. <https://doi.org/10.1016/j.rapm.2004.01.007>.
- (64) Wang, L. P.; Hauerberg, J.; Schmidt, J. F. Incidence of Spinal Epidural Abscess after Epidural Analgesia. *Anesthesiology* 1999, *91* (6), 1928–1928. <https://doi.org/10.1097/00000542-199912000-00046>.
- (65) Pittet, D.; Tarara, D.; Wenzel, R. P. Nosocomial Bloodstream Infection in Critically Ill Patients. Excess Length of Stay, Extra Costs, and Attributable Mortality. *JAMA* 1994, *271* (20), 1598–1601. <https://doi.org/10.1001/jama.271.20.1598>.
- (66) Reed, C. R.; Sessler, C. N.; Glauser, F. L.; Phelan, B. A. Central Venous Catheter Infections: Concepts and Controversies. *Intensive Care Med.* 1995, *21* (2), 177–183. <https://doi.org/10.1007/BF01726542>.
- (67) Pichlmaier, M.; Knigina, L.; Kutschka, I.; Bara, C.; Oswald, H.; Klein, G.; Bisdas, T.; Haverich, A. Complete Removal as a Routine Treatment for Any Cardiovascular Implantable Electronic Device-Associated Infection. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2011, *142* (6), 1482–1490. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.11.059>.
- (68) Mermel, L. A.; Farr, B. M.; Sherertz, R. J.; Raad, I. I.; O'Grady, N.; Harris, J. S.; Craven, D. E.; Infectious Diseases Society of America; American College of Critical Care Medicine; Society for Healthcare Epidemiology of America. Guidelines for the Management of Intravascular Catheter-Related Infections. *Clin. Infect. Dis. Off. Publ. Infect. Dis. Soc. Am.*

8 Danksagung

In erster Linie möchte ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Thomas Volk für die Möglichkeit bedanken, mich diesem wissenschaftlichen Thema anzunehmen und diese Arbeit verfassen zu dürfen.

Er leitete mich durch meine Promotion und war stets bereit mir bei Fragen und Problemen zur Seite zu stehen.

Einen großen Dank möchte ich Herrn Dr. med. Hagen Bomberg aussprechen. Zu jeder Zeit war er für mich ein Ansprechpartner. Ich konnte mich auf seine Zuverlässigkeit und auf seine wissenschaftliche Hingabe zu meinem Thema stets verlassen. Immer motiviert und zuversichtlich hat er mich in besonderer Weise als Betreuer während dieser Zeit begleitet.

Allen teilnehmenden Zentren am „Netzwerk zur Sicherheit in der Regionalanästhesie“ in Deutschland (NRA) möchte ich für die Dateneingabe in das Register danken.

Meinen Eltern, Eberhard und Ursula Bayer, möchte ich danken. Sie haben mir immer den Rücken frei gehalten, viele Male korrektur gelesen und als Babysitter zur Verfügung gestanden. Der größte Dank gilt aber meinem Ehemann, Dr. med. Sunil Dhingra. Er hat mich während der gesamten Zeit außerordentlich unterstützt. Ich kann mich hierfür nicht genug bedanken. Meinen Kindern, Sunaina und Liem, die mir immer wieder die Energie gegeben haben diese Arbeit zu schreiben, danke ich von ganzem Herzen.

9 Veröffentlichung

Bomberg, H.; Bayer, I.; Wagenpfeil, S.; Kessler, P.; Wulf, H.; Standl, T.; Gottschalk, A.; Döffert, J.; Hering, W.; Birnbaum, J.; Spies, C.; Kutter, B.; Winckelmann, J.; Liebl-Biereige, S.; Meissner, W.; Vicent, O.; Koch, T.; Sessler, D. I.; Volk, T.; Raddatz, A. Prolonged Catheter Use and Infection in Regional Anesthesia. *Anesthesiology* 2018

10 Lebenslauf

Aus datenschutzrechtlichen Gründen wird der Lebenslauf in der elektronischen Fassung der Dissertation nicht veröffentlicht.

