

Diplomarbeit

**Komplikationen bei zentralvenösen Kathetern: ein
Vergleich der drei Zugangswege (jugulär, subclaviculär,
femoral)**

Eine retrospektive Studie

eingereicht von

Johannes Lehner

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor(in) der gesamten Heilkunde
(Dr. med. univ.)**

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

**Universitätsklinikum für Innere Medizin Graz
Allgemeine Intensivstation**

unter der Anleitung von

Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr.med.univ. Philipp Eller, MBA

FA Dr.med.univ. Dr.scient.med. Gerald Hackl

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 8.1.2018

Johannes Lehner eh

Danksagungen

Ich möchte mich sehr herzlich bei meinem Diplomarbeitsbetreuer Dr. Gerald Hackl bedanken, der mich sowohl bei den Vorbereitungen, als auch bei der Durchführung des statistischen Teils und dem Verfassen der Diplomarbeit trotz seiner engen zeitlichen Ressourcen sehr engagiert unterstützt hat. Die Zusammenarbeit mit ihm hat mir große Freude bereitet.

Weiters möchte ich mich bei Dr. Philipp Eller für die Themenstellung bedanken.

Bei Dr. Regina Riedl möchte ich mich für die Mithilfe bei der statistischen Auswertung sehr herzlich bedanken.

Ein besonderer Dank gilt meinen Eltern Christine und Johann, die mir trotz zeitweiser gesundheitlicher Einschränkungen immer zur Seite gestanden sind, teilweise aufgrund meiner vielen Beschäftigungen auf meine Hilfe verzichten mussten und ohne die die reibungslose Absolvierung des Studiums in dieser Form nicht möglich gewesen wäre.

Auch möchte ich mich bei meinen beiden Schwestern Barbara und Christina bedanken, die mich während meiner Studienzeit immer wieder auf den Boden der Realität zurückgeholt haben.

Stellvertretend für all meine StudienkollegInnen, die maßgeblich an meinem Studienerfolg beteiligt waren, möchte ich mich bei David und Fabian bedanken, mit denen ich die wohl größten Abenteuer während der Studienzeit erlebt habe.

Und - last but not least - gilt ein herzlicher Dank auch meinen MusikerkollegInnen und FreundInnen, die mir während des Studiums nicht wenige Stunden in meiner Freizeit versüßt haben.

Zusammenfassung

Einleitung: ZVKs (zentralvenöse Katheter) können bei deren Anlage und während ihres Verbleibs im Körper von PatientInnen Komplikationen auslösen, die nicht nur gravierende Auswirkungen auf das Gesundheitswesen, sondern auch schwere Folgen für die Gesundheit und den Genesungsprozess von PatientInnen haben. Diese können aber bei Berücksichtigung der Risikofaktoren unter anderem durch eine überlegte Auswahl eines der drei verschiedenen Zugangswege (Vena jugularis interna, V. subclavia, V. femoralis) verhindert werden. Ziel der vorliegenden Studie war es, die drei verschiedenen Insertionsstellen anhand der Quantität und Qualität der Komplikationen einander gegenüber zu stellen.

Methoden: In diese retrospektive Studie wurden Katheteranlagen von Oktober 2014 bis September 2016 an PatientInnen des Universitätsklinikums für Innere Medizin in Graz eingeschlossen. Daten sowohl zu dokumentiertem Auftreten von akuten Komplikationen (mehrfache Punktion, arterielle Fehlpunktion, Blutung und Pneumothorax), als auch zu Spätkomplikationen wie ZVK-assoziierte Thrombose und CRBSI (catheter-related bloodstream infection) wurden gesammelt und damit die drei verschiedenen Insertionsstellen statistisch miteinander verglichen.

Ergebnisse: Insgesamt fand sich unter den 676 Katheteranlagen an 405 verschiedenen PatientInnen in unserer Studie eine Rate von 14,9% an akuten mechanischen Komplikationen. Statistisch unterschieden sich die drei Gruppen dabei in der Anzahl der aufgetretenen Mehrfachpunktion ($p=0,82$), arteriellen Punktionen ($p=0,05$), Pneumothoraces ($p=0,59$) und Blutungen ($p=0,10$) nicht signifikant voneinander. Auch in Bezug auf das Risiko für eine CRBSI, das insgesamt bei 1,8% lag, waren die drei Insertionsstellen statistisch nicht signifikant unterschiedlich ($p=0,81$). Einen statistisch signifikanten Unterschied gab es bei der Rate an ZVK-assoziierten Thrombosen, die mit 5,1% bei ZVKs in der V. femoralis höher als an den anderen beiden Insertionsstellen lag ($p<0,01$).

Konklusion: Die beobachteten Ergebnisse decken sich besonders bei den Verhältnissen der Komplikationsraten zwischen den Insertionsstellen mit schon vorher in anderen Studien publizierten Daten. Die absolute Anzahl an Komplikationen lag aber meist unter dem in der Literatur beschriebenen Durchschnitt. Komplikationen müssen schon bei der Auswahl des Punktionsortes vor der Katheteranlage berücksichtigt werden. Nach Abwägen des Risikos für deren Auftreten kann die für PatientInnen am besten geeignete ZVK-Insertionsstelle ausgewählt werden.

Abstract

Introduction: Central venous catheters (CVC) can cause complications when inserted or during the time remaining in the patient. These raise costs for the health care system and also have serious consequences for the patients' health and recovery. The aim of our study was to compare the quantity and quality of these complications caused by CVC among the three anatomical insertion sites (internal jugular vein, subclavian vein, femoral vein).

Methods: In the present retrospectively designed study CVCs inserted from October 2014 to September 2016 in patients attended in the department of Internal Medicine of the Medical University Graz (Austria) were included. Data about acute complications such as multiple punctures, arterial puncture, bleeding and pneumothorax as well as long-term complications like CVC-related thrombosis or CRBSI (Catheter-related bloodstream infection) were collected and statistically analysed with regards of the three insertion sites.

Results: A total of 676 CVC insertions in 405 patients were included in our study. The rate of acute mechanical complications was 14.9%. There was no statistically significant difference between the insertion sites, when the rates of multiple punctures ($p=0.82$), arterial punctures ($p=0.05$), bleedings ($p=0.10$) or pneumothoraces ($p=0.59$) were compared. Also the risk for CRBSI (overall 1.8%) was equal among the three insertion sites ($p=0.81$). The risk of CVC-related thrombosis was statistically significantly higher with CVCs inserted in the femoral vein compared to the others ($p<0.01$).

Conclusion: Our data were similar to results of former studies investigating complications of CVC, especially when comparing the proportions of the risks. The absolute number of complications was lower than in other publications. Complication rates should be considered before the catheter insertion. In order to minimize complications, potential risks should be considered when selecting the particular insertion site.

Inhaltsverzeichnis

Danksagungen	ii
Zusammenfassung	iii
Abstract.....	iv
Inhaltsverzeichnis	v
Glossar und Abkürzungen	vii
Abbildungsverzeichnis	viii
Tabellenverzeichnis.....	ix
1 Einleitung	1
1.1 Allgemeines	1
1.1.1 Geschichtliches.....	1
1.1.2 Ausführungen und Eigenschaften von zentralvenösen Kathetern.....	1
1.1.3 Indikationen.....	2
1.1.4 Kontraindikationen	2
1.2 Punktionstechnik und Zugangswege	3
1.2.1 Allgemeines zur Punktionstechnik und Lagekontrolle.....	3
1.2.2 Grundlagen der ultraschallgezielten Punktion.....	4
1.2.3 Vena jugularis interna.....	6
1.2.4 Vena subclavia.....	7
1.2.5 Vena femoralis.....	8
1.3 Komplikationen	9
1.3.1 Akute mechanische Komplikationen.....	9
1.3.2 Katheter-assoziierte Thrombose.....	11
1.3.3 CRBSI – catheter related blood stream infections	12
2 Material und Methoden	16
2.1 Studiendesign und Vorbereitung	16
2.2 Datenerhebung.....	17
2.2.1 Beiblatt zu erbrachten Leistungen	17
2.2.2 Datenerhebung aus MEDOCS.....	18
2.3 Ein- und Ausschlusskriterien	20
2.4 Statistische Auswertung.....	21
3 Ergebnisse – Resultate.....	22
3.1 Patientenauswahl und Gruppenzuordnung	22
3.2 Charakteristika des PatientInnenkollektivs.....	24

3.2.1	Geschlecht	24
3.2.2	Alter bei Katheteranlage	26
3.2.3	BMI (Body Mass Index)	27
3.2.4	Zuweisende Station	28
3.2.5	Indikation	30
3.2.6	Kathetertage	31
3.2.7	Mortalität	32
3.2.8	Wichtige Laborparameter	33
3.2.9	Therapie mit Antikoagulantien	36
3.2.10	Hämostase beeinflussende Vorerkrankungen	37
3.2.11	Zusammenfassung der Charakteristika des Patientenkollektivs	38
3.3	Komplikationen	40
3.3.1	Akute mechanische Komplikationen	40
3.3.2	Katheter-assoziierte Blutungen und Thrombosen	42
3.3.3	CRBSI	43
4	Diskussion	45
4.1	Limitationen	50
4.2	Konklusion	50
5	Literaturverzeichnis	51
	Anhang – Beiblatt zu erbrachten Leistungen	57

Glossar und Abkürzungen

ZVK/ZVKs	der zentralvenöse Katheter / die zentralvenösen Katheter
CRBSI/CRBSIs	Catheter related bloodstream infection/Catheter-related bloodstream infections
V.	Vena
V. jugularis	Vena jugularis interna
A.	Arteria
M.	Musculus
BMI	Body-Mass-Index
CLABSI	Central line associated bloodstream infection
DTTP	Differential-time-to-positivity

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sedillot-Dreieck (Foto: Johannes Lehner)	7
Abbildung 2: Flow-Diagramm mit Ausschlusskriterien und Aufteilung der Gruppen	22
Abbildung 3: Anzahl der Messwiederholungen nach Gruppen (absolute Anzahl in den Balken)	23
Abbildung 4: Geschlechterverteilung des PatientInnenkollektivs	24
Abbildung 5: Geschlechterverteilung nach ZVK-Anlagen	25
Abbildung 6: Altersverteilung (in Jahren) bei allen ZVK-Anlagen (N=676) nach Insertionsstelle	26
Abbildung 7: BMI-Werte bei allen ZVK-Anlagen (N=676) nach Insertionsstelle	27
Abbildung 8: zuweisende Station (Hämatologie – andere Abteilung) bei allen ZVK-Anlagen (absolute Zahlen in den Balken) nach Insertionsstelle	29
Abbildung 9: Indikation (Chemotherapie – nicht-Chemotherapie) bei allen ZVK-Anlagen (N=676) nach Insertionsstellen	30
Abbildung 10: Kathetertage bei allen ZVKs (N=676) nach Insertionsstelle	31
Abbildung 11: Hämoglobin-Werte bei allen ZVK-Anlagen (N=674) nach Insertionsstelle	34
Abbildung 12: Thrombozyten-Zahlen nach Insertionsstelle (N=673)	35
Abbildung 13: Therapie mit Antikoagulantien bei allen Katheteranlagen (N=676)	36
Abbildung 14: Mengendiagramm der akuten mechanischen Komplikationen bei allen ZVK-Anlagen (N=676)	40
Abbildung 15: Anzahl der akut aufgetretenen mechanischen Komplikationen bei ZVK-Anlagen (N=676)	42
Abbildung 16: Keimspektrum der nachgewiesenen CRBSI bei allen ZVK-Anlagen (N=676)	44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Häufigkeiten arterieller Fehlpunktionen bei verschiedenen Insertionsstellen....	10
Tabelle 2: Häufigkeiten von Pneumothorax nach Insertionsstelle	11
Tabelle 3: Häufigkeiten Katheter-assoziiertes venöser Thrombosen nach Insertionsstellen	12
Tabelle 4: Häufigkeit von CRBSI nach Insertionsstelle.....	13
Tabelle 5: Erregerspektrum mit Häufigkeiten nach dem nationalen Referenzzentrum für nosokomiale Infektionen des Robert-Koch-Instituts [6]	14
Tabelle 6: Häufigkeiten der Anzahl der Messwiederholungen nach Insertionsstelle	23
Tabelle 7: zuweisende Stationen bei allen Katheteranlagen (N=676) nach Insertionsstelle (alphabetisch geordnet).....	28
Tabelle 8: Indikationen bei allen Katheteranlagen (N=676) nach Insertionsstelle	30
Tabelle 9: Antikoagulantien bei allen ZVK-Anlagen (N=676).....	36
Tabelle 10: PatientInnencharakteristika bei allen 676 Katheteranlagen	38
Tabelle 11: PatientInnencharakteristika auf Patientenebene bei den 405 Erstanlagen	39

1 Einleitung

1.1 Allgemeines

1.1.1 Geschichtliches

Das Prinzip der zentralvenösen Katheterisierung geht auf den deutschen Chirurgen und Urologen Werner Forßmann (1904-1979) zurück. In einem waghalsigen Selbstversuch hatte sich dieser im Jahre 1929 als damals 25- Jähriger einen Blasenkatheter über eine große Oberarmvene bis in das rechte Atrium seines Herzens vorgeschoben. Dies war die erste durch ein anschließendes Röntgenbild dokumentierte Insertion eines zentralvenösen Katheters. Doch dies blieb nicht ohne Folgen oder Komplikationen: Forßmann trug zwar keine gesundheitlichen Einschränkungen davon, er verlor aber seinen Arbeitsplatz, weil er ohne Erlaubnis seiner Vorgesetzten gehandelt hatte. Außerdem wurde seine Handlung als leichtsinnig und sogar als selbstmörderisch abgestempelt. Spätestens im Jahr 1956 wurden seine Vorgesetzten aber schließlich eines Besseren belehrt, als Werner Forßmann nämlich für seine Erfindung den Nobelpreis für Medizin erhielt [1].

Dies war ein Meilenstein in der Medizin, da man zum ersten Mal einen minimalinvasiven Zugang zu den großen Gefäßen im Körper geschaffen hatte, durch den man flexible Plastikkatheter an zentralen Stellen des Blutkreislaufs anbringen konnte. Mit diesen zentralvenösen Kathetern (ZVK) und deren Komplikationen soll sich diese Arbeit beschäftigen.

1.1.2 Ausführungen und Eigenschaften von zentralvenösen Kathetern

Prinzipiell gibt es sehr viele Arten von ZVKs, die sich in ihrer Form und den damit verbundenen Eigenschaften voneinander unterscheiden. Dadurch ergeben sich je nach Indikation verschiedene Vor- und Nachteile des jeweiligen Modells.

Die erste Unterscheidungsmöglichkeit ergibt sich durch die Länge und den Durchmesser des Katheters. Letzterer wird in Charrière oder French angegeben, wobei 1 Fr einem Drittel Millimeter entspricht. Für Erwachsene variiert die Länge im Bereich von 15-30cm. Aus diesen beiden Charakteristika ergibt sich die maximale Flussrate, die durch einen ZVK möglich ist. Es gilt nach dem Hagen-Poiseuille-Gesetz, das die Strömung einer homogenen Flüssigkeit durch ein Rohr beschreibt: Je kürzer und dicker das Lumen des ZVK ist, desto höher ist der Fluss durch den Katheter. Der Fluss steigt dabei sogar mit der vierten Potenz des Radius. Verdoppelt man letzteren also, so nimmt der Fluss um das 16-

fache zu. Verdoppelt sich jedoch die Länge, so halbiert sich der Fluss durch den Katheter [1].

Die Katheter können sich auch in der Anzahl der verfügbaren Lumen unterscheiden. An der allgemeinen Intensivstation des Universitätsklinikums für Innere Medizin in Graz werden Katheter mit minimal drei bis maximal fünf Lumen angelegt. Durch die steigende Anzahl von Lumina ergibt sich der Vorteil, dass mehrere Flüssigkeiten oder Medikamente parallel infundiert werden können, ohne dabei schon vor Eintritt in den Körper vermischt zu werden. Nachteilig ist allerdings die Zunahme an CRBSIs (Catheter-related bloodstream infections) in Abhängigkeit der Anzahl der Lumen [2,3].

Als Materialien für ZVKs werden verschiedene Kunststoffe wie Silikon oder Polyurethan verwendet. In den letzten beiden Jahrzehnten wurden außerdem zentralvenöse Katheter mit Medikamentenbeschichtung entwickelt. Zur Prävention von Infektionen wurde entweder die Oberfläche an der Außenseite oder an der Innenseite mit einem antiinfektiven Mittel behandelt oder dieses sogar in das Katheter-Material eingearbeitet. Die dabei verwendeten keimabtötenden Stoffe sind Chlorhexidin, Silber-Sulphadiazin und verschiedene Antibiotika [4]. An der Universitätsklinik für Innere Medizin in Graz sind allerdings nur ZVKs ohne derartige Beschichtungen in Gebrauch.

1.1.3 Indikationen

Trotz des sehr weiten Anwendungsgebietes von zentralvenösen Kathetern sollte aufgrund des invasiven Vorgehens und den möglichen Komplikationen die Indikation sehr sorgfältig gestellt werden [5]. Typische Indikationen für einen zentralvenösen Zugang sind eine parenterale Ernährungstherapie, die kontrollierte Infusion von kreislaufaktiven Substanzen (z.B. Katecholamine), die Behandlung mit irriteren Substanzen (z.B. bei Chemotherapie), massiver Volumenersatz bei Schockzuständen, die notfallmäßige Dialyse, die Sicherung eines venösen Zugangs bei PatientInnen, bei denen die Anlage einer peripheren venösen Kanüle nicht möglich ist, und die Messung und Überwachung des zentralvenösen Drucks [5-7].

1.1.4 Kontraindikationen

Prinzipiell lässt sich sagen, dass es für die Anlage eines zentralvenösen Katheters keine absoluten Kontraindikationen gibt [5,8]. Die wenigen relativen Kontraindikationen sind abhängig vom Zugangsweg und ergeben sich aus den Häufigkeiten der verschiedenen Komplikationen. Am Punktionsort sollten keine lokalen Entzündungen, Tumore, Voroperationen, Verletzungen oder Verbrennungen vorhanden sein [9]. Besondere

Vorsicht ist auch bei Punktionen der V. subclavia aufgrund der Gefahr eines Pneumothorax bei PatientInnen mit COPD geboten. Eine relative Kontraindikation stellt eine erhöhte Blutungsneigung durch Medikamente oder hämorrhagische Diathesen dar. Durch die schlechte Komprimierbarkeit sollte dabei besonders die V. subclavia vermieden werden. Außerdem sollte nach erfolgloser Punktion der V. subclavia die Kanülierung der gegenüberliegenden Seite erst nach Ausschluss eines Pneumothorax erfolgen [10].

1.2 Punktionstechnik und Zugangswege

1.2.1 Allgemeines zur Punktionstechnik und Lagekontrolle

Zuerst erfolgt die adäquate Positionierung der PatientInnen: Um das Venensystem der oberen Körperhälfte zu füllen und das Risiko für Luftembolien zu vermindern, wird eine Trendelenburg-Lagerung verwendet, bei der der Kopf die tiefste Position des Körpers einnimmt. Nach Auswahl eines Punktionsortes wird dieser mit einem Lokalanästhetikum betäubt und mit Desinfektionsmittel unter Beachtung der Einwirkzeit gereinigt. Während des gesamten Anlagevorganges werden die PatientInnen mithilfe von basalen Vitalparametern wie Herzfrequenz und Sauerstoffsättigung überwacht. Die Katheteranlage selbst ist ein steriler Vorgang, das heißt das Tragen von Mundschutz, sterilem Mantel und sterilen Handschuhen sowie aseptisches Arbeiten sind unverzichtbar [9].

Die am häufigsten verwendete Methode zur Punktion großer Gefäße und somit für die Anlage eines ZVK ist die Seldinger-Technik – benannt nach ihrem Entwickler Ivar Seldinger, einem schwedischen Radiologen. Dabei wird das Gefäß mit einer Stahlkanüle aufgesucht, bis sich Blut in eine Spritze aspirieren lässt. Danach wird die Spritze entfernt, der Daumen des Untersuchers verschließt das Lumen der Kanüle, um Luftembolien zu vermeiden. Über die Kanüle wird dann ein flexibler Draht – der Seldinger-Draht – in das Gefäß vorgeschoben. Darauffolgend wird die Kanüle entfernt, der Draht verbleibt im Gefäß. Über diesen wird anschließend zuerst ein Dilatator zur Erweiterung des Gefäßes und schließlich der Katheter eingeführt. Der Seldinger-Draht wird abschließend entfernt und der Katheter fixiert [1,5,9,10].

Die Lagekontrolle erfolgt in der Regel durch eine Röntgenaufnahme des Thorax in Inspiration, durch die gleichzeitig Komplikationen ausgeschlossen werden können. Die Katheter-Spitze sollte dabei 2cm oberhalb des rechten Vorhofs und damit im Thoraxröntgen ca. auf Höhe der Trachealbifurkation zu liegen kommen [5]. In der Literatur werden daneben unsichere Lagekontrollen mit der Farbe des Blutes oder einer Blutgasanalyse beschrieben. Es gibt auch eine Formel zur Abschätzung der Einführtiefe,

die auf einer Berechnung mit der Körpergröße der PatientInnen beruht [11]. Eine weitere Methode zur Lagekontrolle ist die Ableitung eines EKGs zwischen Katheter-Spitze und einer Oberflächenelektrode. An der Grenze der V. cava superior zum rechten Vorhof kann damit die maximale P-Wellen-Amplitude detektiert werden und somit der Katheter platziert werden [6]. In Metaanalysen wird diese Methode als sicher und kosteneffektiv beschrieben [12,13]. Als weitere Alternative kann man nach ultraschallunterstützter Anlage auch sonografisch die korrekte Katheter-Position bestimmen und gleichzeitig einen Pneumothorax ausschließen [14].

1.2.2 Grundlagen der ultraschallgezielten Punktion

Die Darstellung der Gefäßsituation mittels Ultraschall kann das Wissen um Anatomie und Landmarken nicht ersetzen. Vielmehr hilft sie den AnwenderInnen bei der Identifikation von Zielstrukturen und der Vermeidung von Komplikationen. Von der laut Guidelines bevorzugten ultraschallgezielten („ultrasound-guided“) Punktion, bei der der/die InterventionistIn die Punktion mit sonografischer Darstellung in Echtzeit durchführt, muss die ultraschall-assistierte („ultrasound-assisted“) Methode unterschieden werden, bei der vor der Punktion der Gefäßstatus mittels Ultraschall orientierend beurteilt wird [15,16,16]. Vor dem Einsatz des Ultraschallgeräts wird die Punktionsstelle desinfiziert. Danach wird steriles Ultraschallgel sowohl auf das gereinigte Areal als auch auf den Ultraschallkopf selbst gegeben und dieser dann in eine sterile Plastikhülle verpackt. Die dabei eingesetzte Ultraschallsonde ist plan und hat mit einer hohen Frequenz von ca. 7,5MHz eine geringe Eindringtiefe, dafür aber eine hohe lokale Auflösung [17].

Zur Unterscheidung von venösen und arteriellen Gefäßen gibt es mehrere Möglichkeiten: Einerseits hat die Vene im Größenvergleich meist einen größeren Durchmesser als die Arterie. Dies ist allerdings als unsichere Methode zu betrachten, da die Venenfüllung vom Volumenstatus der PatientInnen abhängt. Sichere Unterscheidungsmerkmale sind dagegen die leichte Komprimierbarkeit der Venen und die Pulsation der Arterien, die zudem durch einen Farbdoppler dargestellt werden kann [18].

Wenn man nun die Vene detektiert hat, gibt es zwei verschiedene Methoden sie ins Bild zu bringen: „In-Plane“ entspricht der langen Achse, bei der der Ultraschallkopf parallel zur Vene angesetzt wird und diese mit der Punktionsnadel longitudinal in ihrer gesamten Ausdehnung dargestellt wird. Dadurch kann das Risiko einer posterioren Perforation verringert werden [15]. In der kurzen Achse oder „Out-of-Plane“ wird zwar nur das runde

Lumen der Vene angeschnitten, allerdings sind dabei auch benachbarte Strukturen in einer zweiten Ebene erkennbar [19].

1.2.3 Vena jugularis interna

1.2.3.1 Anatomische Grundlagen

Die V. jugularis interna dient als Abstrom für das gesamte Gebiet, das von der A. carotis communis versorgt wird. Sie verläuft vom Foramen jugulare an der Schädelbasis parallel und meist anterolateral in einer gemeinsamen Bindegewebsscheide zuerst mit der A. carotis interna, dann mit der A. carotis communis und somit auch mit dem Nervus vagus bis zum Sternoclaviculargelenk, wo sie schließlich mit der V. subclavia die V. brachiocephalica (auch V. anonyma genannt) bildet. In ihrem Verlauf wird sie größtenteils vom M. sternocleidomastoideus bedeckt [20].

1.2.3.2 Landmarkenbasierte vs. ultraschallgezielte Punktion

Bei der Punktion der V. jugularis interna wird empfohlen, den Kopf der PatientInnen zur kontralateralen Seite zu drehen. Danach wird das so genannte Sedillot-Dreieck aufgesucht, das medial vom sternalen Muskelkopf des M. sternocleidomastoideus, lateral vom claviculären Muskelkopf des M. sternocleidomastoideus und nach unten vom mittleren Drittel der Clavicula begrenzt wird (siehe Abbildung 1). Die Kanüle wird nun im optimalen Fall an der Spitze des Dreiecks in einem Winkel von 45° zur Frontalebene in sagittaler Richtung durch die Haut eingeführt. In einer Nadeltiefe von ca. 1-1,5cm sollte dann die nach unten konisch auseinanderlaufende V. jugularis interna punktiert werden [18,21].

Bei der ultraschallgezielten Punktion wird die Sonde ebenfalls im Sedillot-Dreieck aufgesetzt. Dadurch kommt die meist volumengrößere V. jugularis interna ventral und etwas lateral der A. carotis zur Darstellung. Durch die Visualisierung werden nicht nur arterielle Fehlpunktionen in die A. carotis verhindert, sondern auch die Gefahr von Penetrationen der Venenhinterwand und die Verletzung tiefer gelegener Strukturen minimiert [18].

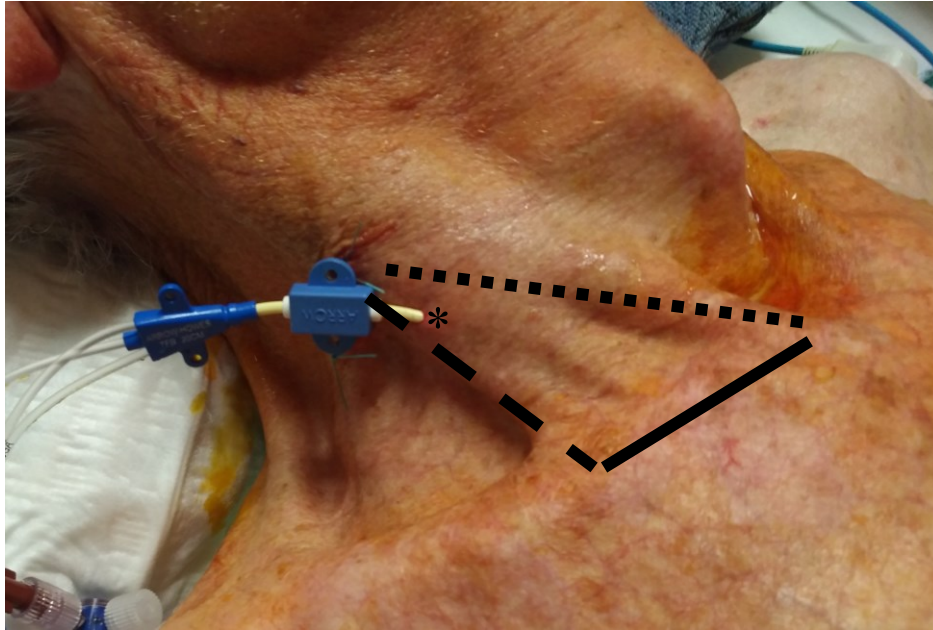


Abbildung 1: Sedillot-Dreieck (Foto: Johannes Lehner)

Legende: ■■■■■■ *sternaler Kopf des M. sternocleidomastoideus*
 ———— *claviculärer Kopf des M. sternocleidomastoideus*
 ———— *mediale Clavicula*
 * *Punktionsort der V. jugularis interna*

1.2.4 Vena subclavia

1.2.4.1 Anatomische Grundlagen

Die V. subclavia ist die Fortsetzung der V. axillaris oberhalb der ersten Rippe und ist im Gegensatz zu den paarigen tiefen Armvenen einzeln angelegt. Sie verläuft durch die vordere Scalenuslücke, die von der Rückfläche der Clavicula, dem M. scalenus anterior und dem M. sternocleidomastoideus begrenzt wird. Sie bildet mit der V. jugularis interna im Venenwinkel die V. brachiocephalica. Es besteht eine enge Lagebeziehung zur Pleurakuppel, die sich in unmittelbarer Nähe dorsal der V. subclavia befindet. Durch die enge Verbindung mit der ständig gespannten Fascia clavipectoralis wird das Lumen der V. subclavia stets offen gehalten [20].

1.2.4.2 Landmarkenbasierte vs. ultraschallgezielte Punktion

Für die Anlage eines ZVK in die V. subclavia wird der infraclaviculäre Zugang bevorzugt. Ziel ist es dabei, die Kanüle unterhalb der Clavicula und oberhalb der ersten Rippe durchzuschieben und damit die Vene zu punktieren. Die wichtigste Landmarke ist dabei der Übergang vom medialen ins mittlere Drittel der Clavicula, an dem diese von einer

Konvexität in eine Konkavität nach anterior übergeht. Von dort liegt 1-2cm lateral und inferior der optimale Punktionsort. Bei einer zu weit oben gelegenen Einstichstelle besteht die Gefahr die Kanüle nicht unter der Clavicula vorschieben zu können, zu weit medial würde ein eventuell derb verkalktes Ligamentum costoclaviculare die erfolgreiche Punktion verhindern. Nachdem die Kanüle möglichst in der Frontalebene unter der Clavicula durchgeführt wurde, sollte in einer Tiefe von etwa 3-3,5cm die V. subclavia punktiert werden können. Anschließend wird sie nach medial in Richtung der Incisura jugularis sternalis geschwenkt, um den Seldinger-Draht in Flussrichtung einzuführen [5,18].

Die sonografische Darstellung der V. subclavia stellt aufgrund ihrer anatomisch versteckten und durch andere Strukturen überlagerte Lage eine Herausforderung dar, die Visualisierung in der kurzen Achse ist dabei am schwierigsten. Als Schallfenster wird dabei der Raum zwischen Clavicula und erster Rippe genutzt. Zur Differenzierung der A. bzw V. subclavia wird der Doppler bzw. Farbdoppler verwendet. Als Alternative wird eine ultraschallgezielte Kanülierung der weitaus besser darstellbaren V. axillaris vorgeschlagen [15,18].

1.2.5 Vena femoralis

1.2.5.1 Anatomische Grundlagen

Die V. femoralis bildet den Abfluss der gesamten unteren Extremität. Sie entsteht am Adduktorenschlitz aus der V. poplitea und verläuft parallel immer medial zur A. femoralis bis zum Leistenband, das sie in der Lacuna vasorum unterquert. Ab dort wird sie V. iliaca externa genannt und mündet schließlich in die V. cava inferior [20].

1.2.5.2 Landmarkenbasierte vs. ultraschallgezielte Punktion

Zur landmarkenbasierten Punktion der V. femoralis wird der Puls der A. femoralis distal des Ligamentum inguinale getastet. Unmittelbar 1cm medial des Punktes der größten Pulsation erfolgt danach die Punktion der V. femoralis in einem Winkel von 45° zur Frontalebene in einer Tiefe von 2-4cm.

Im Gegensatz zur Auffindung der V. subclavia fällt die Darstellung der V. femoralis leichter. Der Ultraschallkopf wird an der anteromedialen Seite des Oberschenkels unter dem Leistenband aufgesetzt und dadurch die V. femoralis als kompressible und weitlumige Struktur medial der pulsierenden, englumigeren und nicht-komprimierbaren A. femoralis erkannt [18].

1.3 Komplikationen

Trotz der großen Bedeutung des ZVK für die Intensivmedizin und der Häufigkeit der Anwendung sollte man sich vor Anlage eines zentralvenösen Katheters die möglichen Komplikationen ins Bewusstsein rufen und vor allem die PatientInnen darüber aufklären. Sie treten in rund 15% der Fälle auf, sind meist gut behandelbar [5], können jedoch große Auswirkungen auf die Gesundheit der Betroffenen und das Gesundheitssystem haben.

Am anschaulichsten dokumentiert sind die Effekte am Beispiel der CRBSI: In den USA werden pro Jahr unter den rund 5 Mio. angelegten ZVKs ca. 80.000 CRBSIs diagnostiziert, die durch die aufwändige Diagnostik, Therapie und dem längeren Krankenhausaufenthalt der PatientInnen rund 45.000 US-Dollar pro Fall an Mehrkosten verursachen und so das Gesundheitssystem mit ca. 2,3 Mrd. US-Dollar im Jahr belasten [22]. Die CRBSI ist damit pro Fall die teuerste nosokomiale Infektion und kostet beispielsweise mehr als doppelt so viel wie eine Wundinfektion nach einer Operation [23].

Eine CRBSI hat jedoch nicht nur wirtschaftliche Auswirkungen, sondern wegen der längeren Hospitalisierung auch direkte Konsequenzen für kranke PatientInnen. Außerdem wurde in Metaanalysen von Studien an mit ZVK versorgten PatientInnenkollektiven belegt, dass die Mortalität bei PatientInnen mit CRBSI signifikant höher liegt [24,25].

1.3.1 Akute mechanische Komplikationen

Zu akuten mechanischen Komplikationen zählen jene Komplikationen, die während oder unmittelbar nach der Katheteranlage auftreten und im weitesten Sinne mit der Anatomie und den Nachbarstrukturen der Gefäße in Zusammenhang gebracht werden können. In einer großen rezenten prospektiven Studie belief sich die Rate an schweren mechanischen Komplikationen auf 1,4% bei jugulärer, auf 2,1% bei subclaviculärer und auf 0,7% bei femoraler Insertion [26].

Mehrfache Punktionsversuche stellen dabei die simpelste und häufigste Komplikation dar und sind der bedeutendste Risikofaktor für nachfolgende Komplikationen. Nach Fehlversuchen entwickeln sich in bis zu 28% der Fälle schwerere Komplikationen, bei drei oder mehr Punktionsversuchen steigt das Risiko auf das Sechsfache an [27]. Es wird daher vorgeschlagen, spätestens nach der zweiten frustranen Punktion einen anderen, möglichst erfahrenen Kollegen hinzuzuziehen [28]. Weitere mit dem Auftreten von mechanischen Komplikationen assoziierte Faktoren sind ein BMI über 30 oder unter 20, mehrfache vorangegangene ZVK-Anlagen, hohes Alter, das männliche Geschlecht, stattgehabte

Operationen oder Radiotherapien am Punktionsort und Unerfahrenheit des Gesundheitspersonals in der Anlage, Anwendung und Pflege von ZVKs [7,28].

Aufgrund der anatomischen Nähe zu den Venen kommt es gelegentlich zu Fehlpunktionen der benachbarten arteriellen Gefäße (*siehe Kapitel 1.2.3.1, 1.2.4.1 u.1.2.5.1*).

	V. jugularis	V. subclavia	V. femoralis
Kusminsky [27]	6%	0,5-4%	-
McGee et al [29]	6,3-9,4%	3,1-4,9%	9-15%
Marino [1]	0,5-11% ¹ bzw. 1% ²	<5%	-

Tabelle 1: Häufigkeiten arterieller Fehlpunktionen bei verschiedenen Insertionsstellen

Zwar unterscheiden sich die Angaben der arteriellen Fehlpunktionen je nach Quelle (siehe Tabelle 1) nur minimal, es fällt aber auf, dass die A. carotis doch relativ häufiger punktiert wird als die A. subclavia. Derartige arterielle Fehlpunktionen können Folgen in Form von großen Hämatomen und Blutungen haben, die durch manuelle Kompression, interventionell oder sogar offen chirurgisch versorgt werden müssen. Zu einer großen Verletzung der Arterie, die z.B. durch Insertion des Katheters selbst nach entsprechender Dilatation des Stichkanals entstehen kann, kommt es nur in 0,1-1% aller arteriellen Fehlpunktionen. Die möglichen Auswirkungen von arteriellen Kanülierungen mit großer Blutung bis hin zu Hämatothorax bei Fehlpunktion der A. subclavia, Plaqueablösung mit Schlaganfall und bleibenden neurologischen Defiziten bei Verletzung der A. carotis sind jedoch beträchtlich [7,27].

Eine weitere, sich nicht immer aus einer arteriellen Fehlpunktion ergebende Komplikation ist die Blutung bzw. die Bildung eines großen Hämatoms nach Katheteranlage. Die Diagnose wird dabei in der Mehrzahl der Fälle klinisch oder mittels Computertomografie gestellt. Je nach Zugangsweg unterscheiden sich auch hier die Häufigkeiten: Bei Punktion der V. jugularis interna besteht ein <0,1-2,2%, bei der V. subclavia ein 1,2-2,1% und bei der V. femoralis ein 3,8-4,4% Risiko [29]. Blutungen aus der A. subclavia sind dabei besonders problematisch, da man diese aufgrund ihrer anatomischen Lage nicht durch manuelle Kompression zum Stillstand bringen kann.

Bei der Katheteranlage in die V. subclavia oder die V. jugularis interna kann es durch eine akzidentielle Verletzung der Pleurakuppel zur Ausbildung eines Pneumothorax kommen. Die Diagnose wird dabei meist durch eine Röntgenaufnahme des Thorax, in der auch die

1 Landmarkenbasierte Methode

2 Ultraschallgezielte Methode

Ausdehnung erfasst werden kann, oder mittels Sonografie gestellt. Studien sind sich zwar einig, dass das Risiko für einen Pneumothorax bei Punktion der V. subclavia wegen ihrer anatomischen Nähe zur Lunge gleich hoch bis höher liegt als bei Punktion der V. jugularis interna, die Häufigkeitsangaben unterscheiden sich aber je nach Publikation und sind in Tabelle 2 dargestellt.

	V. jugularis	V. subclavia
Marino 2014 [1]	1,3% ³	≤5%
Parienti et al 2015 [26]	0,4%	1,4%
Kusminsky 2007 [27]	1-1,5%	1-1,5%
McGee et al 2003 [29]	<0.1–0.2%	1.5–3.1%
Schummer et al 2007 [30]	0,3-0,7%	0,6-1,2%

Tabelle 2: Häufigkeiten von Pneumothorax nach Insertionsstelle

Weitere punktionsbedingte Komplikationen bei der Anlage eines ZVK sind kompliziertere Verletzungen der blutleitenden Strukturen wie arterielle Dissektion, Bildung eines Pseudoaneurysmas oder Perforation der Gefäßwand. Auch der Ductus thoracicus als größtes Lymphgefäß des Körpers kann bei Punktion auf der linken Körperseite davon betroffen sein. Es kann zu Embolien verschiedenster Herkunft (Luft bei Katheteranlage, Kathetermaterial usw.) kommen. Außerdem können benachbarte Nervenstrukturen wie der Plexus brachialis oder der Nervus phrenicus verletzt werden, wodurch es zu bleibenden neurologischen Defiziten kommen kann [5,7]. Letztgenannte Komplikationen sind allerdings äußerst selten und werden nur in Fallberichten erwähnt, die Studienlage ist deswegen äußerst beschränkt.

1.3.2 Katheter-assoziierte Thrombose

PatientInnen mit ZVK haben ein erhöhtes Risiko für eine damit assoziierte Thrombose. Diese ist normalerweise eine Spätkomplikation, kann aber auch innerhalb des ersten Tages nach Anlage schon auftreten. Die Thromboserate aufgrund von ZVKs liegt bei 33% - 59% [29], PatientInnen bleiben aber oft asymptomatisch, da laut Literatur nur 0-5% klinisch auffällig werden. Die in Studien beschriebenen Häufigkeiten sind in Tabelle 3 zu finden. Bei Symptomatik wie Anschwellen der entsprechenden Extremität oder einem Verschluss der Katheterlumen (Katheter lässt sich nicht spülen) erfolgt die definitive Diagnose mittels kontrastmittelunterstützter Bildgebung oder Sonografie der Vene. Gravierende Folgen

einer Thrombose sind jedoch eher selten, obwohl jede Thrombose die Möglichkeit zur embolischen Verschleppung hat [5,6,27].

	V. jugularis	V. subclavia	V. femoralis
Parienti et al 2015 [26]⁴	0,9-1,1%	0,7%	1,8%
Merrer et al 2001 [31]	-	1,9%	21,5%
Ruesch et al 2002 [32]⁵	0%	1,2%	-
Timsit et al 1998 [33]	41,7%	10,5%	-

Tabelle 3: Häufigkeiten Katheter-assoziiertes venöser Thrombosen nach Insertionsstellen

Die Pathogenese einer Katheter-assoziierten Thrombose ist multifaktoriell, es spielen jedoch endotheliale Verletzungen, turbulente Strömungsverhältnisse an der Katheter-Spitze, eine geringe Differenz zwischen Gefäß- und Katheterdurchmesser, multiple Punktionsversuche und die Thrombogenität des Kathetermaterials eine Rolle. Außerdem stellt eine Katheter-Thrombose einen großen Risikofaktor als Brutstätte für eine CRBSI dar [6,26,27].

1.3.3 CRBSI – catheter related blood stream infections

Eine CRBSI ist definitionsgemäß eine primäre Infektion, die im Zusammenhang mit einem intravasalen Katheter steht und deren Diagnose klinisch und laborchemisch gestellt wird. Dabei muss der Katheter als Infektionsquelle festgestellt werden, was meist nur durch den Ausschluss anderer Infektionsquellen möglich ist. Es gibt außerdem keinen mikrobiologischen Goldstandard für die definitive Diagnose einer CRBSI, aber Möglichkeiten, um die klinische Diagnose zu erhärten. Deswegen ist die Diagnostik relativ aufwändig und schwierig [3,34,35].

Von der CRBSI müssen eine Lokalinfektion und eine CLABSI (Central line associated bloodstream infection) unterschieden werden. Bei einer Lokalinfektion kommt es an der Kathetereintrittsstelle zu einer regionalen Entzündungsreaktion, es wird jedoch keine Bakteriämie nachgewiesen. CLABSI ist ein Begriff, der vom Center of Disease Control and Prevention des US-amerikanischen Gesundheitsministeriums für Studien eingeführt worden ist. Eine nicht anders erklärbare Bakteriämie muss dabei in zeitlichem Zusammenhang mit dem Vorhandensein eines zentralvenösen Katheters stehen, darf jedoch nicht vor dem zweiten Tag nach Anlage auftreten. Durch diese Definition wird

⁴ Symptomatische tiefe Venenthrombose

⁵ Gefäßverschluss

allerdings die Anzahl der tatsächlichen mikrobiologisch bestätigten Katheterinfektionen überschätzt [35]. Die Arbeitsgemeinschaft für Infektionen der deutschen Gesellschaft für Hämatologie und Onkologie empfiehlt daher in ihren Leitlinien als Mittelweg zwischen CLABSI und CRBSI, anhand eines Kriterienkatalogs eine CRBSI als gesichert, wahrscheinlich oder möglich zu bezeichnen [36].

Wie eingangs erwähnt ist die CRBSI nach der „Hospital acquired Pneumonia“ (im Krankenhaus erworbene Pneumonie) die zweithäufigste nosokomiale Infektion. Die tatsächliche Rate an CRBSI liegt bei ca. 1,8-5,2 Infektionen pro 1000 Kathetertagen [22]. Bei hämatologischen PatientInnen beträgt sie 20,3-22 Infektionen pro 1000 Tagen aufgrund von häufig koexistenten Leuko- bzw. Neutropenien [36]. Die Häufigkeiten je nach Insertionsstelle unterscheiden sich in der Literatur kaum und sind in Tabelle 4 dargestellt.

	V. jugularis	V. subclavia	V. femoralis
Parienti et al 2015 [26]^{6,7}	3,6	1,5	4,6
Parienti et al 2012 [37]^{4,8}	2,6	1,3	3,6
Marino [1]⁴	0-2,3	<1	2-3

Tabelle 4: Häufigkeit von CRBSI nach Insertionsstelle

In Publikationen werden drei Wege zur Kontamination des Katheters beschrieben, die zu einer späteren CRBSI führen können. Die häufigste Form gerade bei kurzer Verweildauer ist dabei die Kontamination des Katheters direkt bei der Anlage, was auch die besondere Häufigkeit von Hautkeimen als Ursache für eine CRBSI erklärt (siehe Tabelle 5). Der liegende Katheter kann auch durch einen hämatogen verstreuten Keim oder durch eine kontaminierte Infusion als dritte Möglichkeit besiedelt werden [3,36]. Bei Kathetern mit kurzer Verweildauer ist meist eine extraluminale, bei Kathetern mit langer Verweildauer eine luminale Besiedelung für eine CRBSI verantwortlich [38].

⁶ Pro 1000 Kathetertage

⁷ Prospektive randomisierte Studie (3Sites)

⁸ Review

Erreger	Häufigkeit
Koagulase negative Staphylokokken	32,9%
Staphylococcus aureus	13,8% (davon 35% MRSA)
Enterokokken	14,5%
Klebsiella spp.	4,9%
Escheria coli	4,7%
Candida albicans	4,5%
Pseudomonas aeruginosa	3,3%
Enterobacter spp.	3,8%

Tabelle 5: Erregerspektrum mit Häufigkeiten nach dem nationalen Referenzzentrum für nosokomiale Infektionen des Robert-Koch-Instituts [6]

Mikrobiologisch gibt es drei anerkannte Methoden, um eine CRBSI zu bestätigen. Bei der semiquantitativen Methode nach Maki aus dem Jahr 1977 wird eine Kultur eines Kathetersegments oder der -spitze angelegt. Ein Hinweis auf eine Infektion ergibt sich aus dem Nachweis von ≥ 15 koloniebildenden Einheiten eines Erregers, der ebenfalls aus einer peripheren Blutkultur isoliert werden konnte. Bei einem Nachweis trotz fehlender Symptome oder einer zu geringen Anzahl an koloniebildenden Einheiten spricht man von Katheterkolonisation. Diese und ähnliche semiquantitative Methoden weisen eine Sensitivität von 85% und eine Spezifität von 82% auf. Limitierend werden dabei allerdings nur Keime an der Katheteroberfläche und nicht innerhalb des Lumens berücksichtigt und es ist eine Entfernung des ZVK zur Bestätigung der CRBSI notwendig [34,39,40].

Bei der quantitativen Methode werden Blutkulturen sowohl aus einer peripheren Vene, als auch aus dem Katheter gewonnen. Die Abnahme sollte immer simultan und vor Initiation einer Antibiotikatherapie erfolgen. Wenn das Katheterblut eine drei bis fünfmal höhere Anzahl desselben Keims wie aus der peripheren Vene aufweist, spricht dies für eine CRBSI. Diese Methode hat eine Sensitivität von 87% und eine Spezifität von 98% und ist somit die beste, allerdings auch die arbeits- und kostenintensivste Methode zum Nachweis einer CRBSI [40,41].

Zur Bestätigung einer CRBSI eignet sich des Weiteren die Differential-Time-To-Positivity (DTTP) Methode. Dabei werden ebenfalls gleichzeitig Blutkulturen aus dem ZVK und einer peripheren Vene entnommen. Ist bei der Blutkultur aus dem ZVK mehr als zwei Stunden früher ein positives Ergebnis abzulesen als bei der Blutkultur aus der peripheren Vene und für beides auch noch derselbe Keim verantwortlich, ist dies ein Hinweis auf eine CRBSI. Mit einer Sensitivität von 81% und einer Spezifität von 92% bei einer

Verweildauer des ZVK kürzer als 30 Tage und einer Sensitivität von 93% und einer Spezifität von 75% bei ZVKs mit einer Verweildauer von länger als 30 Tage stellt die DTTP ein kostengünstiges und einfaches Verfahren zur Erhärtung der Diagnose einer CRBSI dar [42]. Deswegen wird die DTTP auch an der Universitätsklinik für Innere Medizin in Graz als mikrobiologisches Verfahren zur Untermauerung der Verdachtsdiagnose einer CRBSI herangezogen.

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign und Vorbereitung

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive Datenanalyse von ZVK-Anlagen, die im Zeitraum von 1. Oktober 2014 bis einschließlich 30. September 2016 an der Allgemeinen Intensivstation des Universitätsklinikums für Innere Medizin der medizinischen Universität Graz durchgeführt wurden. Eingeschlossen wurden dabei aber nur jene PatientInnen, die für die Anlage des ZVK ambulant auf die Intensivstation kamen und deren Krankheiten auf anderen internistischen Abteilungen am Universitätsklinikum Graz behandelt wurden. Diese Einschränkung des PatientInnenkollektivs wurde notwendig, da nur von diesen PatientInnen die Beiblätter für erbrachte Leistungen gesammelt verwaltet wurden, sodass eine entsprechende statistische Erhebung möglich wurde.

Vor Beginn der Datenerhebung wurden ein Konzeptformular und ein Studienprotokoll verfasst und mit diesen beiden Unterlagen ein Ethikantrag bei der Ethikkommission der medizinischen Universität Graz gestellt. Das positive Ethikvotum mit der EK-Nummer 28-258 ex 15/16 wurde am 29.2.2016 ausgestellt, musste aber im Verlauf der Datenerhebung einmal aktualisiert werden. Dies wurde erforderlich, da ursprünglich die Evaluierung für die in den Jahren 2014 und 2015 gelegten ZVKs eingereicht wurde, sich der Zeitraum aber auf Anfang Oktober 2014 bis Ende September 2016 verschob. Die Änderung wurde am 7. Februar 2017 mit einem Folgevotum von der Ethikkommission zur Kenntnis genommen.

Mit diesem positiven Bescheid wurde dann ein Zugang zum medizinischen Informationssystem der steiermärkischen Krankenanstaltengesellschaft KAGES – MEDOCS – beantragt. Damit konnte mit der statistischen Erhebung der für die Studie erforderlichen Daten begonnen werden.

2.2 Datenerhebung

2.2.1 Beiblatt zu erbrachten Leistungen

Grundlage für die die Datengenerierung bildete das Beiblatt zu erbrachten Leistungen (siehe Anhang), das nach jeder Anlage eines zentralvenösen Katheters von den Ärzten/Ärztinnen ausgefüllt wird. Daraus konnten folgende PatientenInnendaten erhoben werden:

- PatientInnenname
- Geburtsdatum
- Geschlecht
- behandelnde Abteilung
- die/der für die Anlage verantwortliche Ärztin/Arzt
- Datum der Anlage

Bei den Indikationen wurden am Beiblatt folgende unterschieden:

- Volumengabe
- Parenterale Ernährung
- Chemotherapie
- Sonstiges

Außerdem waren darauf die drei verschiedenen Punktionsorte mit der jeweiligen Seitenangabe zu finden:

- V. subclavia links
- V. subclavia rechts
- V. jugularis interna links
- V. jugularis interna rechts
- V. femoralis links
- V. femoralis rechts

Folgende akute Komplikationen wurden ebenfalls auf dem Beiblatt dokumentiert

- Mehrmalige Punktion
- Arterielle Fehlpunktion
- Blutung
- Pneumothorax

War bei den Komplikationen nichts angekreuzt, wurde angenommen, dass es keine Komplikation gab. Sonstige fehlende Werte wurden durch Daten aus dem MEDOCS ergänzt. Mit Name und Geburtsdatum der/des Patientin/Patienten konnte dann die Datenerhebung im MEDOCS fortgesetzt werden.

2.2.2 Datenerhebung aus MEDOCS

2.2.2.1 Labor

Es wurden folgende laborchemische Parameter erhoben:

- Datum der Blutabnahme
- Gesamtleukozytenzahl (1000/ μ l)
- Hämoglobin (g/dl)
- Hämatokrit (%)
- Thrombozytenzahl (1000/ μ l)
- Neutrophile Granulozyten relativ (%) und absolut (1000/ μ l)
- Monozyten relativ (%) und absolut (1000/ μ l)
- Lymphozyten relativ (%) und absolut (1000/ μ l)
- Parameter der Nierenfunktion: Kreatinin (mg/dl), Harnstoff (mg/dl) und die eGFR (ml/min)
- Leberenzymaktivitäten: GGT (U/l), AST (U/l) und ALT (U/l)
- Gerinnungsuntersuchung: Quick-Wert (%), PZ INR (%) und aPTT (sec)
- Entzündungsparameter: CRP (mg/l)

Bei der Erhebung der Laborwerte wurde darauf geachtet, dass das Datum der Blutabnahme möglichst zeitnahe am Datum der Anlage lag und die Blutabnahme aber zumindest nicht mehr als zwei Tage vor oder nach der Katheteranlage erfolgt war.

2.2.2.2 Postinterventionelles Röntgen

Auch der radiologische Befund der nach der Katheteranlage durchgeführten Röntgenaufnahme des Thorax wurde begutachtet und besonders auf das Vorkommen möglicher interventionsassoziierter Komplikationen wie Pneumothorax überprüft.

2.2.2.3 Pflegeassessment und Pflegedekurs, ärztlicher Dekurs und Entlassungsarztbrief

Aus dem Pflegeassessment, das für alle PatientInnen bei der Aufnahme ins Krankenhaus erstellt wurde, konnten Größe (cm) und Gewicht (kg) ermittelt und somit der Body-Mass-Index (kg/m^2) errechnet werden.

Sowohl im Pflegedekurs, als auch im ärztlichen Dekurs des jeweiligen Aufenthalts konnte bei den meisten PatientInnen das Datum der Entfernung des ZVK erhoben werden. War dies nicht möglich oder verstarb der/die PatientIn vor der Entfernung des ZVK, wurde der letzte Tag des Krankenhausaufenthaltes bzw. der Todestag als letzter Beobachtungstag gewählt. Damit konnte mit dem Datum der Anlage der Beobachtungszeitraum in Tagen (Kathetertage) berechnet werden.

Aus den pflegerischen und ärztlichen Dekursen und dem Entlassungsarztbrief wurden Informationen über langfristige Komplikationen wie Katheter-assoziierte Thrombosen oder CRBSI gewonnen. Lag der dokumentierte Verdacht oder eine erwiesene CRBSI vor, wurde auch der dazugehörige mikrobiologische Befund aufgerufen und – sofern vorhanden – der Infektionserreger mitevaluiert.

Aus den Therapieempfehlungen im Entlassungsarztbrief konnten außerdem noch Daten zu einer möglichen Therapie mit folgenden Antikoagulantien erhoben werden:

- Acetylsalicylsäure (Thrombo-ASS[®])
- Niedermolekulares Heparin (Lovenox[®] oder Fragmin[®])
- Coumarine (Marcoumar[®], Sintrom[®])
- Direkte orale Antikoagulantien

Weiters wurden Erkrankungen mit Beeinflussung der Blutgerinnung miterfasst, sofern diese im Entlassungsarztbrief dokumentiert worden waren.

- Von-Willebrand-Jürgens Syndrom
- Hämophilie A
- Thrombozytenaggregationsstörung
- Faktor-V-Leiden Mutation
- Prothrombin-Mutation
- Antiphospholipid-Antikörper-Syndrom
- Antithrombin-Mangel

2.3 Ein- und Ausschlusskriterien

Alle im Zeitraum zwischen Anfang Oktober 2014 und Ende September 2016 ambulant an der Allgemeinen Intensivstation durchgeführten ZVK-Anlagen wurden in die Analyse eingeschlossen. Ausschlusskriterien waren fehlende Beiblätter zur ZVK-Anlage und/oder fehlende Krankenakten in MEDOCS.

2.4 Statistische Auswertung

Mit den oben angeführten Daten wurde eine Excel-Tabelle erstellt, in der jeder Katheter eine fortlaufende ID-Nummer erhielt. In diesem Tabellendokument erfolgte die Berechnung des Alters bei der Katheteranlage, der Kathetertage, des BMI und des Alters der Laborwerte.

Da bei manchen PatientInnen mehrfache Katheteranlagen notwendig waren, wurde den einzelnen PatientInnen eine ID-Nummer zugeordnet, wodurch die Namen anonymisiert werden konnten. Weil es bei einer nicht unbeträchtlichen Anzahl an PatientInnen zu derartigen Mehrfachnennungen kam, wurden die statistischen Berechnungen sowohl für die Gesamtanzahl von Katheteranlagen – somit auf Katheterebene – als auch für die jeweils ersten Anlagen bei den Probanden – also auf Patientenebene – zur Elimination des Patientenfaktors durchgeführt.

Für die deskriptive Statistik wurden bei nominal skalierten Werten Häufigkeitstabellen verwendet. Bei parametrisch verteilten Daten wurde eine Darstellung mit Mittelwert und Standardabweichung eingesetzt, bei nicht normalverteilten Variablen wurde der Median, Minimum, Maximum sowie die 25. und 75. Perzentile berechnet. Daneben wurden auch verschiedene Testverfahren zum Vergleich der drei verschiedenen unabhängigen Gruppen angewandt: Bei nominal skalierten Werten wurde der Chi²-Test bzw. der exakte Test nach Fischer verwendet. Metrisch skalierte Werte wurden zuerst mittels Kolmogorov-Smirnov Test oder durch grafische Beurteilung auf Normalverteilung überprüft. Anschließend kam die einfaktorielle Varianzanalyse mit Bonferroni Korrektur (post-hoc-Analyse) bei parametrisch verteilten Variablen und der Kruskal-Wallis-Test mit Man-Whitney-U-Test (post-hoc) bei nicht normalverteilten Variablen zum Einsatz.

Das Signifikanzniveau für diese statistischen Tests wurde wie international üblich bei $p < 0,05$ festgelegt. Für die statistische Auswertung wurde das Statistikprogramm SPSS 23 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) verwendet.

3 Ergebnisse – Resultate

3.1 Patientenauswahl und Gruppenzuordnung

Aus dem Zeitraum von 1. Oktober 2014 bis einschließlich 30. September 2016 waren 683 Beiblätter von Katheteranlagen verfügbar, die für die retrospektive Studie zur Auswertung herangezogen werden konnten. Aufgrund von Unauffindbarkeit der digitalen Patientenakten in MEDOCS mussten sieben Katheteranlagen von der statistischen Datenanalyse ausgeschlossen werden.

Die verbliebenen 676 Katheteranlagen an insgesamt 405 PatientInnen wurden nun je nach Insertionsstelle einer der drei Gruppen zugeordnet: In der Jugularis-Gruppe fanden sich 355, in der Subclavia-Gruppe 282 und in der Femoralis-Gruppe insgesamt 39 Katheteranlagen (siehe Abbildung 2).

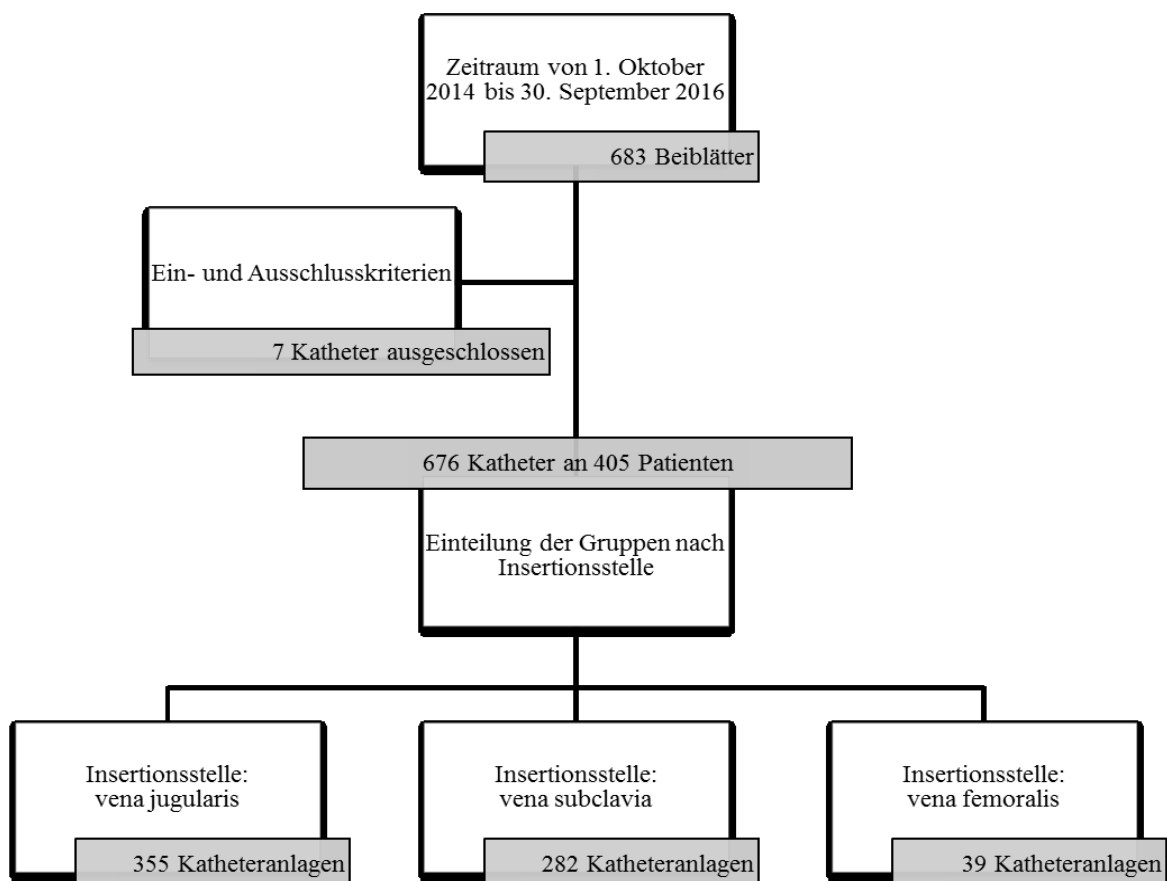


Abbildung 2: Flow-Diagramm mit Ausschlusskriterien und Aufteilung der Gruppen

Da vereinzelte Personen mehrfache Katheteranlagen erhielten, wurde dies anhand einer PatientInnen-ID den jeweiligen PatientInnen zugeordnet. Die Anzahl der Mehrfachnennungen und somit die Zahl der Messwiederholungen in den verschiedenen Gruppen wird in Tabelle 6 bzw. in Abbildung 3 dargestellt.

Anzahl der Messwiederholungen	Häufigkeiten		
	V. femoralis	V. jugularis	V. subclavia
1	12	205	140
2	2	25	25
3	0	14	15
4	0	4	1
5	2	3	3
6	1	2	2
7	1	1	1
8	0	1	0
9	0	0	1

Tabelle 6: Häufigkeiten der Anzahl der Messwiederholungen nach Insertionsstelle

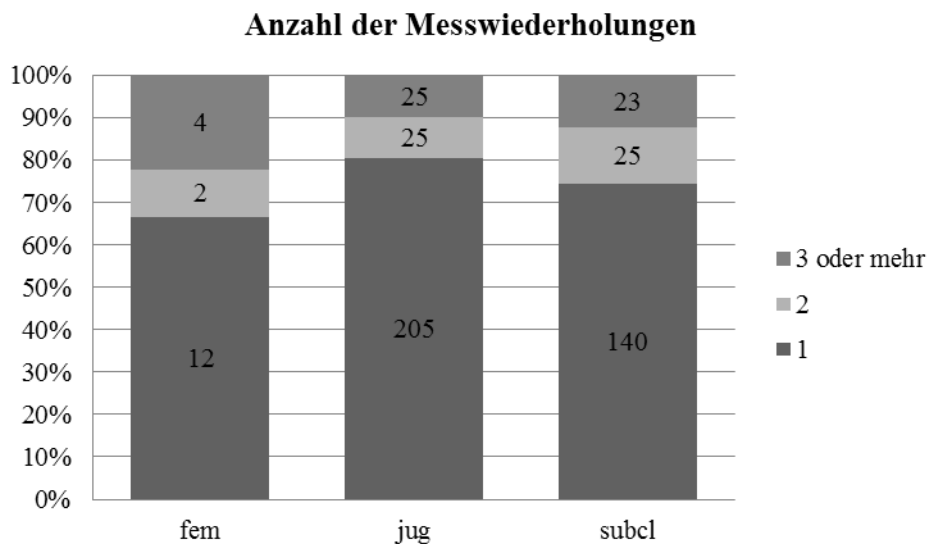


Abbildung 3: Anzahl der Messwiederholungen nach Gruppen (absolute Anzahl in den Balken)

3.2 Charakteristika des PatientInnenkollektivs

3.2.1 Geschlecht

Die Analyse der 405 eingeschlossenen Katheter-Erstanlagen ergab folgende Geschlechterverteilung auf PatientInnenebene: Von den insgesamt 197 männlichen und 208 weiblichen PatientInnen entfielen 9 männliche und 7 weibliche auf die Femoralis-Gruppe, 105 männliche und 119 weibliche auf die Jugularis-Gruppe und 83 männliche und 82 weibliche PatientInnen auf die Subclavia-Gruppe (siehe Abbildung 4).

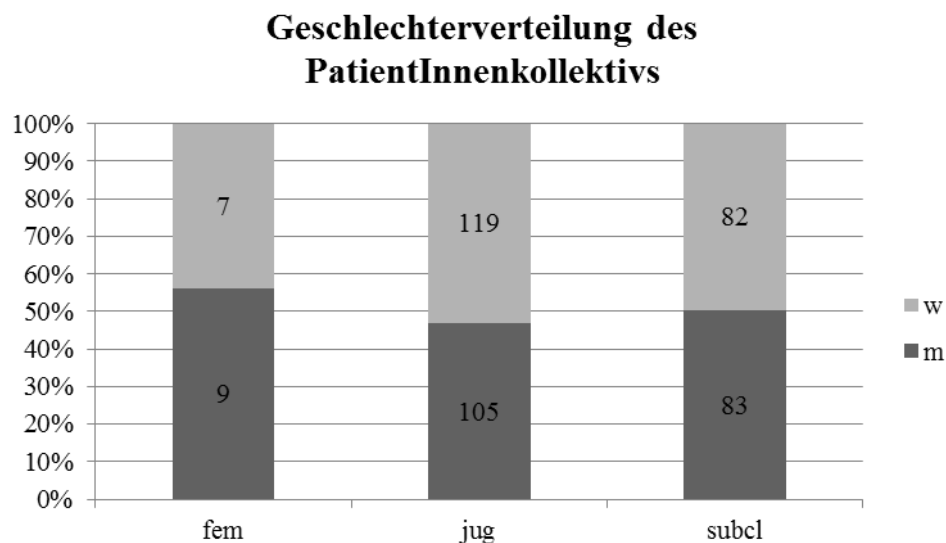


Abbildung 4: Geschlechterverteilung des PatientInnenkollektivs

Bei Betrachtung der insgesamt 676 eingeschlossenen ZVK-Anlagen wurden 360 Anlagen an männlichen und 316 weiblichen ProbandInnen durchgeführt, die sich wie folgt in die Patientengruppen aufteilten: In der Femoralis-Gruppe fanden sich 20 Anlagen bei männlichen und 19 bei weiblichen, in der Jugularis-Gruppe 186 bei männlichen und 169 bei weiblichen und schließlich in der Subclavia-Gruppe 155 bei männlichen und 127 bei weiblichen PatientInnen. Dies ist grafisch in Abbildung 5 dargestellt.

Weder beim statistischen Vergleich auf PatientInnenebene ($p=0,66$) noch auf ZVK-Ebene ($p=0,68$) gab es einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den drei Gruppen.

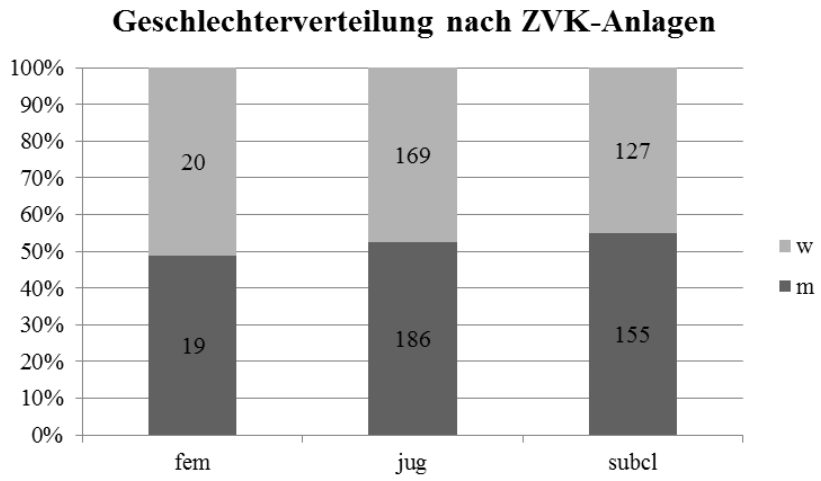


Abbildung 5: Geschlechterverteilung nach ZVK-Anlagen

3.2.2 Alter bei Katheteranlage

Bei allen 676 ZVK-Anlagen betrug das Durchschnittsalter der PatientInnen 58 ± 16 Jahre. Der/die jüngste eingeschlossene PatientIn war bei der Katheteranlage 19, der/die älteste PatientIn 97 Jahre alt.

In allen drei PatientInnengruppen fand sich nach grafischer Beurteilung der Histogramme bezogen auf das Alter eine Normalverteilung. In der Jugularis-Gruppe lag das Durchschnittsalter bei 60 ± 16 Jahren. Im Vergleich dazu betrug das mittlere Alter in der Subclavia-Gruppe 56 ± 14 und in der Femoralis-Gruppe 58 ± 19 Jahre. In Abbildung 6 sind die Ergebnisse grafisch anhand von Boxplots dargestellt.

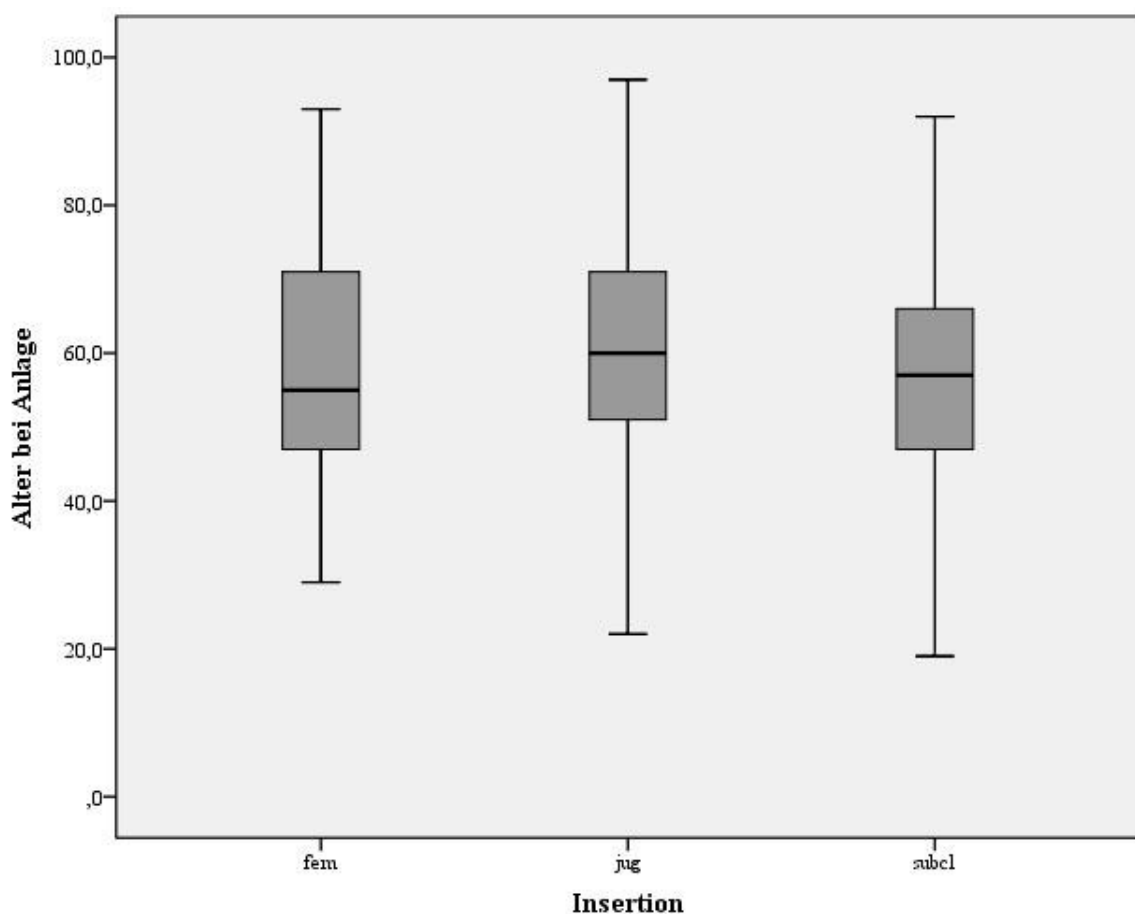


Abbildung 6: Altersverteilung (in Jahren) bei allen ZVK-Anlagen (N=676) nach Insertionsstelle

Bei der einfaktoriellen Varianzanalyse zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen ($p < 0,01$). Die nachfolgende post-hoc-Analyse ergab, dass sich die Jugularis-Gruppe und die Subclavia-Gruppe statistisch signifikant voneinander unterscheiden ($p < 0,01$).

Auch bei der Auswertung der 405 Kathetererstanlagen ergab sich ein ähnliches Bild mit Normalverteilungen des Alters über die Gruppen. Hierbei bestand allerdings kein

statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich des Alters zwischen den Gruppen ($p=0,50$). Die genauen Daten werden in Tabelle 11 angeführt.

3.2.3 BMI (Body Mass Index)

Bei den 676 ZVK-Anlagen konnten 656 BMI-Werte ermittelt werden, die im Durchschnitt $25,7 \pm 5,3 \text{ kg/m}^2$ betragen. Das Minimum lag bei $13,7 \text{ kg/m}^2$ und das Maximum bei $53,9 \text{ kg/m}^2$.

Die Werte waren in den einzelnen Gruppen nicht normalverteilt (in allen drei Gruppen: $p < 0,01$). Der Median in der Jugularis-Gruppe lag bei $25,3 \text{ kg/m}^2$ (25. Perzentile: 22 kg/m^2 ; 75. Perzentile: $29,4 \text{ kg/m}^2$), in der Subclavia-Gruppe betrug der Median $24,9 \text{ kg/m}^2$ (25. Perzentile: $22,2 \text{ kg/m}^2$; 75. Perzentile: $28,3 \text{ kg/m}^2$). In der Femoralis-Gruppe errechnete sich ein Median von $24,5 \text{ kg/m}^2$ (25. Perzentile: $23,38 \text{ kg/m}^2$; 75. Perzentile: $27,73 \text{ kg/m}^2$). Die Boxplots in Abbildung 7 stellen die Ergebnisse grafisch dar.

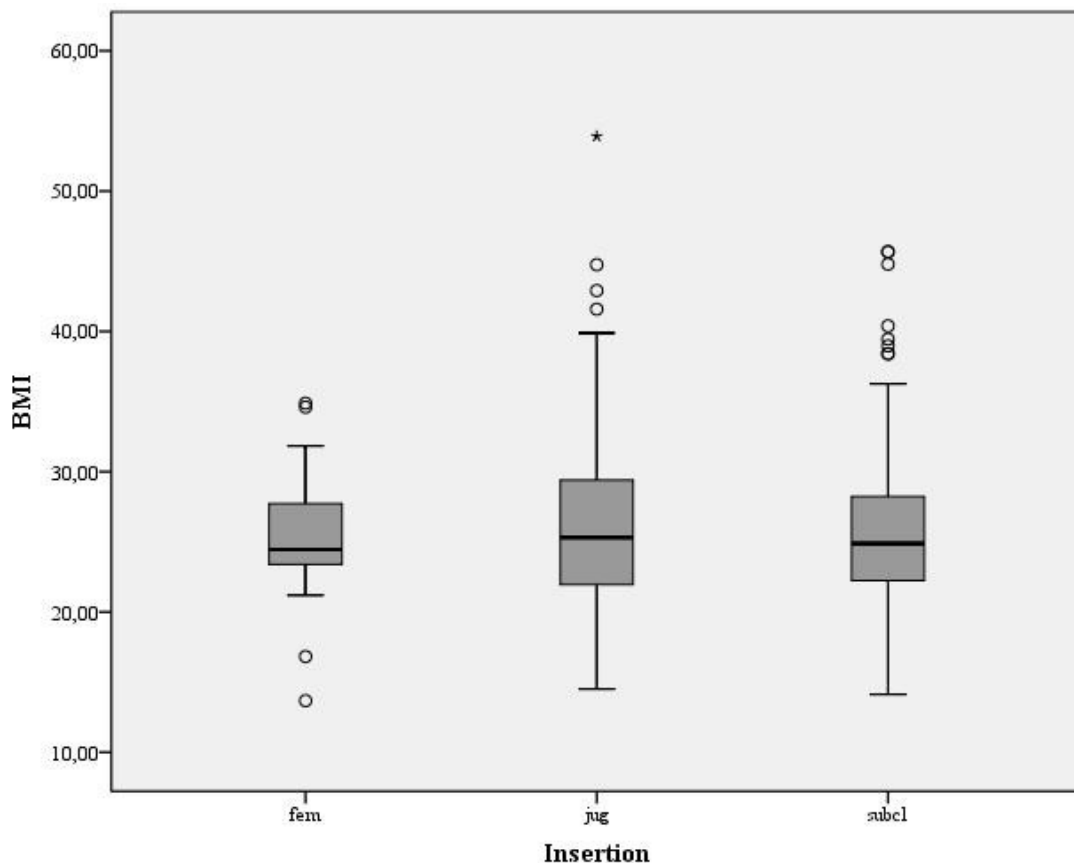


Abbildung 7: BMI-Werte bei allen ZVK-Anlagen ($N=676$) nach Insertionsstelle

Zwischen den Gruppen bestand kein statistisch signifikanter Unterschied ($p=0,82$).

Auf PatientInnenebene bezogen auf die 405 Erstanlagen waren die BMI-Werte ebenfalls nicht normalverteilt. Sie waren zwischen den drei Gruppen nicht signifikant

unterschiedlich ($p=0,65$). Die detaillierten Zahlen für die Auswertung auf PatientInnenebene sind in Tabelle 11 zu finden.

3.2.4 Zuweisende Station

Die überwiegende Anzahl der PatientInnen stammte mit insgesamt 471 der 676 Katheteranlagen (69,7%) von der Abteilung für Hämatologie. Es wurden jedoch auch PatientInnen anderer Abteilungen für eine Katheteranlage zugewiesen. In nachfolgender Tabelle 7 sind die zuweisenden Stationen den einzelnen Gruppen zugeordnet.

zuweisende Station	gesamt (N=676)	V. femoralis (N=39)	V. jugularis (N=355)	V. subclavia (N=282)
Angiologie	14	1	7	6
EBA (Erstaufnahme)	2	0	1	1
Endokrinologie	12	0	8	4
Gastroenterologie	26	1	19	6
Hämatologie	471	31	213	227
Kardiologie	61	0	58	3
Nephrologie	30	1	18	11
Neurologie	7	0	2	5
Onkologie	11	1	5	5
Palliativmedizin	1	0	0	1
Pulmologie	8	2	5	1
Rheumatologie	24	1	13	10
Sonstige	9	1	6	2

Tabelle 7: zuweisende Stationen bei allen Katheteranlagen (N=676) nach Insertionsstelle (alphabetisch geordnet)

In Abbildung 8 erfolgt eine Darstellung der zuweisenden Stationen, bei der aus Übersichtsgründen zwischen Zuweisungen von der Abteilung für Hämatologie und anderen Abteilungen unterschieden wird.

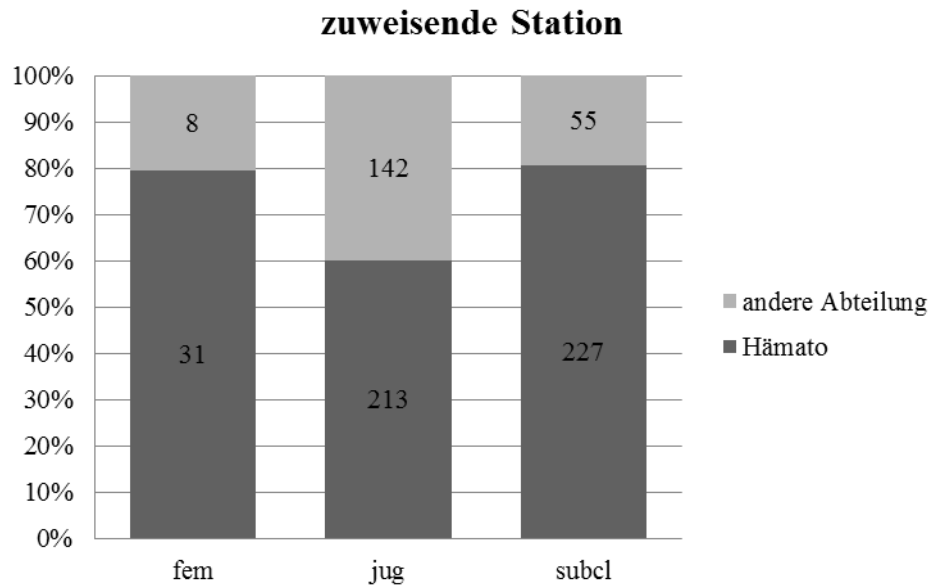


Abbildung 8: zuweisende Station (Hämatologie – andere Abteilung) bei allen ZVK-Anlagen (absolute Zahlen in den Balken) nach Insertionsstelle

3.2.5 Indikation

419 (61,2%) aller Anlagen eines ZVK wurden aufgrund einer anstehenden Chemotherapie durchgeführt, gefolgt von 60 (8,9 %) Katheteranlagen zur Dialyse, 37 (5,5%) zur Stammzell-Apherese, 27 (4%) zur Volumentherapie, 11 (1,6%) zur künstlichen Ernährung und drei Katheteranlagen zur Antibiose. Unter „Sonstiges“ (119 Katheteranlagen) fielen unter anderem Katheteranlagen vor perkutanem Aortenklappenersatz „TAVI“ an kardiologischen PatientInnen. Die detaillierte Auflistung der Indikationen nach Katheterinsertionsstellen ist in Tabelle 8 zu finden und in Abbildung 9 grafisch dargestellt:

	gesamt (N=676)	V. femoralis (N=39)	V. jugularis (N=355)	V. subclavia (N=282)
Antibiose	3	1	1	1
Chemotherapie	419	31	176	212
Dialyse	60	0	39	21
Künstliche Ernährung	11	0	9	2
Volumentherapie	27	4	7	16
Stammzell- Apherese	37	0	24	13
sonstiges	119	3	99	17

Tabelle 8: Indikationen bei allen Katheteranlagen (N=676) nach Insertionsstelle

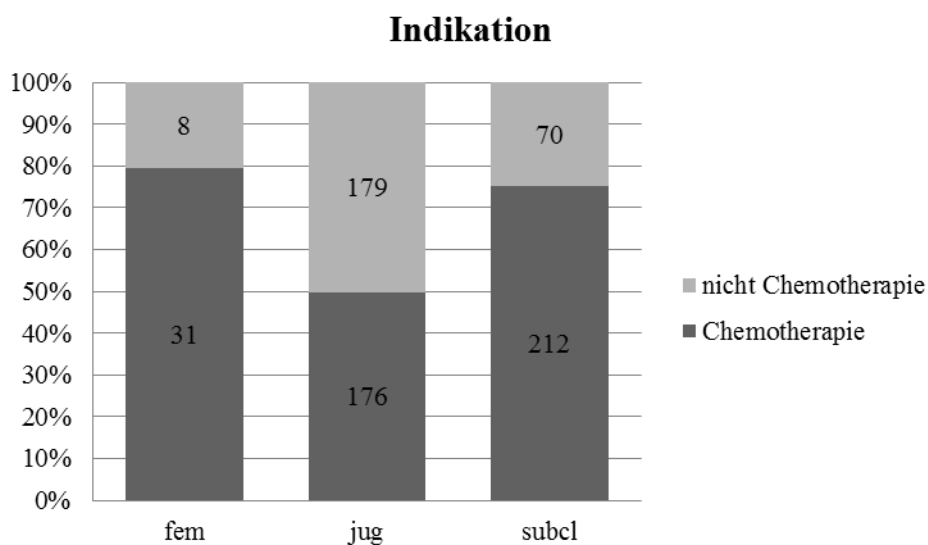


Abbildung 9: Indikation (Chemotherapie – nicht-Chemotherapie) bei allen ZVK-Anlagen (N=676) nach Insertionsstellen

3.2.6 Kathetertage

Alle 676 ZVKs wurden an insgesamt 11947 Tagen beobachtet, wobei ein Katheter noch am selben Tag (Minimum=0) entfernt werden musste und der Beobachtungszeitraum eines anderen ZVK erst nach einem Zeitraum von 120 Tagen (=Maximum) endete. Im Durchschnitt verblieben die Katheter 17,7 Tage im Körper der PatientInnen bei einem Median von 13 Tagen (25. Perzentile: 5 Tage; 75. Perzentile: 25 Tage). In einem Fall war der Beobachtungszeitraum retrospektiv leider nicht erhebbbar. Aufgeschlüsselt nach Insertionsstelle wurden in der Femoralis-Gruppe insgesamt 359, in der Subclavia-Gruppe 5512 und in der Jugularis-Gruppe 6076 Kathetertage objektiviert.

Es fand sich in keiner der drei Gruppen eine Normalverteilung hinsichtlich der durchschnittlichen Liegedauer (in allen drei Gruppen: $p < 0,01$). Der Median lag in der Jugularis-Gruppe bei 13 Kathetertagen (25. Perzentile: 5 Tage; 75. Perzentile: 24 Tage), in der Subclavia-Gruppe bei 15 (25. Perzentile: 7 Tage; 75. Perzentile: 27 Tage) und in der Femoralis-Gruppe bei 5 Kathetertagen (25. Perzentile: 5 Tage; 75. Perzentile: 11 Tage). Die Ergebnisse der Datenauswertung sind in Abbildung 10 in Boxplots grafisch dargestellt.

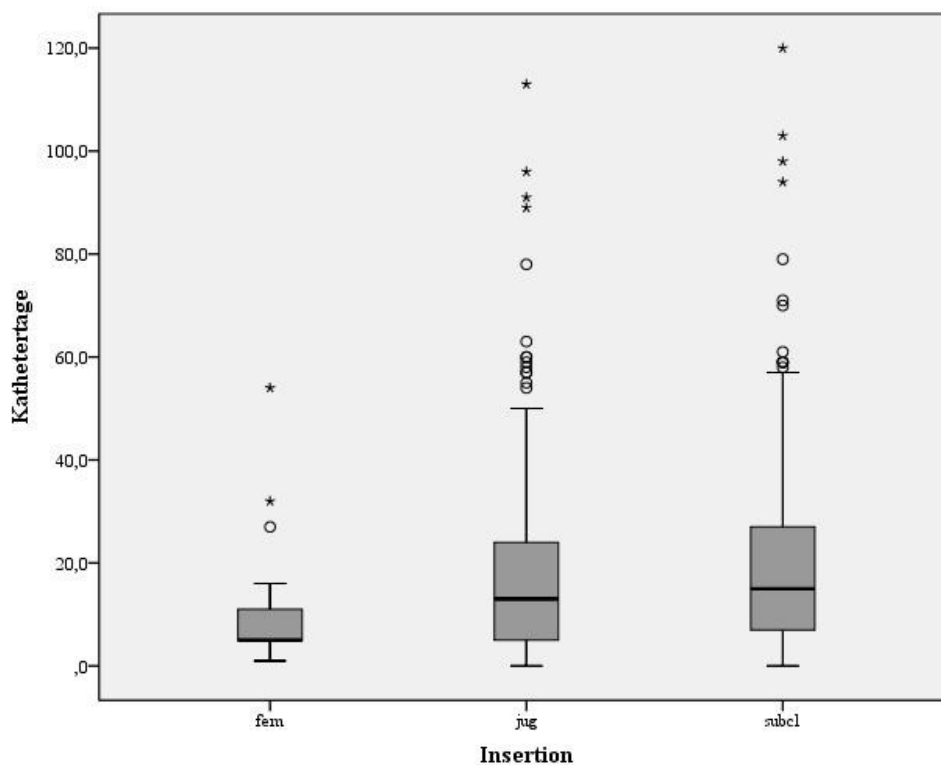


Abbildung 10: Kathetertage bei allen ZVKs (N=676) nach Insertionsstelle

Der Kruskal-Wallis-Test ergab einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen in Bezug auf die Kathetertage ($p < 0,01$). Aus der Post-hoc-Analyse mittels Mann-Whitney-Tests folgte, dass sich die Femoralis-Gruppe von der Jugularis-Gruppe ($p < 0,01$)

und der Subclavia-Gruppe ($p < 0,01$) statistisch signifikant unterschied, zwischen Jugularis-Gruppe und Subclavia-Gruppe zeigte sich kein signifikanter Unterschied ($p = 0,06$).

Die dazu korrespondierenden Werte für die 405 Erstanlagen sind in Tabelle 11 zu finden. Die statistische Analyse ergab auch hier erwartungsgemäß keine Normalverteilungen.

3.2.7 Mortalität

Es verstarben insgesamt 40 der 405 PatientInnen mit liegendem ZVK, womit die Gesamtmortalität bei 9,9% lag. In der Jugularis-Gruppe verstarben 22 (9,8%) der PatientInnen im Beobachtungszeitraum, während es in der Subclavia-Gruppe 15 (9,1%) und in der Femoralis-Gruppe 3 (18,8%) der ProbandInnen waren. Es zeigte sich hinsichtlich der Mortalität kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ($p = 0,47$).

3.2.8 Wichtige Laborparameter

3.2.8.1 Leukozyten-Zahl

Bei den insgesamt 676 Katheteranlagen konnte bei 673 (99,6%) eine Leukozytenzahl erhoben werden. Dabei lagen die durchschnittliche Leukozytenzahl bei 9,6G/l und der Median bei 6,4G/l und waren somit im Normbereich angesiedelt. Das Minimum betrug 0,01G/l und das Maximum 197,1G/l.

Die Leukozytenzahl war nach statistischer Testung nur in der Femoralis-Gruppe normalverteilt ($p=0,12$), alle anderen Gruppen folgten keiner parametrischen Verteilung (bei beiden: $p<0,01$). Es errechneten sich ein Median von 6,4G/l (25. Perzentile: 4,2G/l; 75. Perzentile: 10,4G/l) in der Jugularis-Gruppe, ein Median von 6,2G/l (25. Perzentile 3,8G/l; 75. Perzentile: 9,8G/l) in der Subclavia-Gruppe und ein Median von 6,8 G/l (25. Perzentil: 4,9G/l; 75. Perzentile: 9,5G/l) in der Femoralis-Gruppe.

Zwischen den Gruppen gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied ($p=0,57$). Aufgrund der großen Anzahl an Ausreißern wird auf die grafische Darstellung des Ergebnisses verzichtet.

Die detaillierten Leukozyten-Zahlen in den drei Gruppen bei den 405 Erstanlagen sind in Tabelle 11 zu finden. Diese waren ebenfalls in keiner Gruppe normalverteilt und unterschieden sich statistisch nicht signifikant voneinander ($p=0,33$).

3.2.8.2 Hämoglobin

Insgesamt fehlten zwei Werte und somit konnten 674 Ergebnisse in die Berechnung eingeschlossen werden, wobei der Mittelwert beim Hämoglobin $10,9\text{g/dl} \pm 2,0\text{g/dl}$ über die Gesamtanzahl der Katheteranlagen betrug.

Es wurde grafisch festgestellt, dass es sich in allen Gruppen um normalverteilte Werte handelt. Der Mittelwert in der Jugularis-Gruppe betrug $10,8\text{g/dl} \pm 2,1\text{g/dl}$. In der Subclavia-Gruppe lag der Mittelwert bei $11,0\text{g/dl} \pm 2,0\text{g/dl}$ und in der Femoralis-Gruppe bei $11,4\text{g/dl} \pm 1,6\text{g/dl}$. In Abbildung 11 sind die Ergebnisse anschaulich mittels Boxplots dargestellt.

Beim Vergleich der drei Gruppen zeigte sich kein signifikanter Unterschied ($p=0,21$).

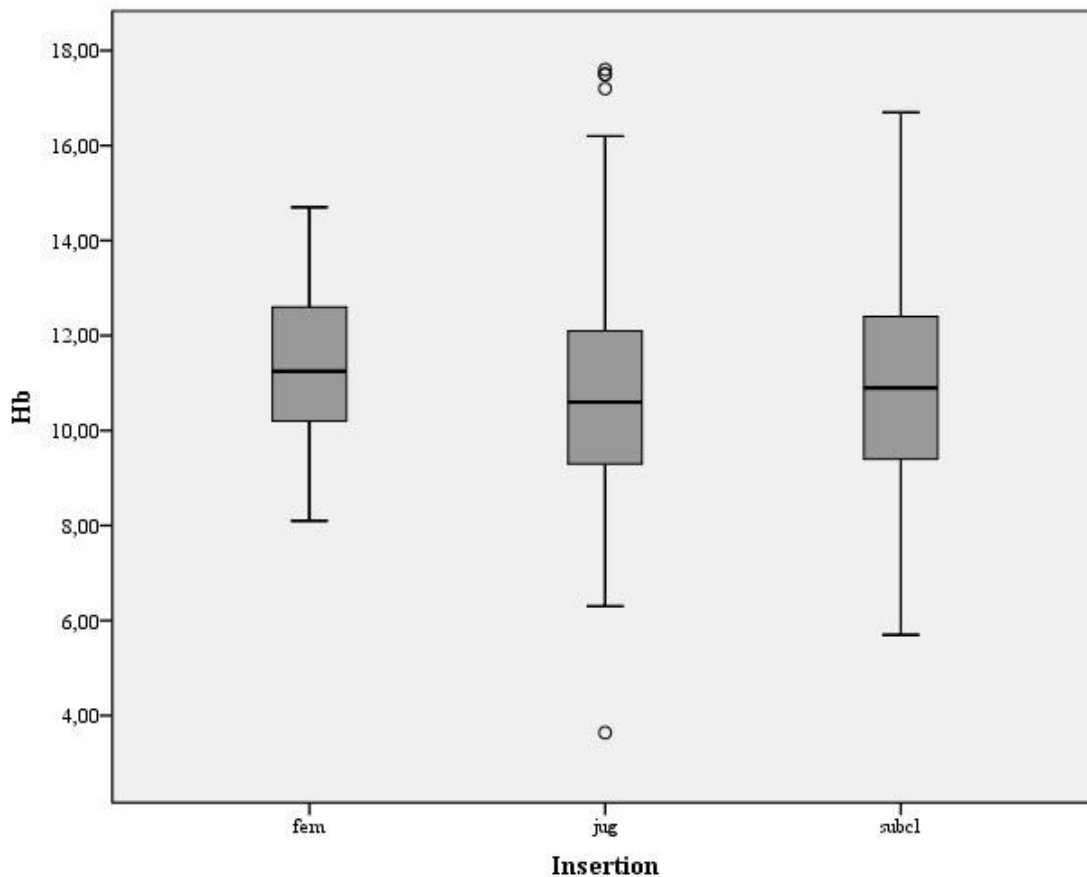


Abbildung 11: Hämoglobin-Werte bei allen ZVK-Anlagen (N=674) nach Insertionsstelle

Wie bei den Leukozytenzahlen sind die detaillierten Ergebnisse für das Hämoglobin bei den 405 Erstanlagen in Tabelle 11 dargestellt. Die ebenfalls normalverteilten Werte unterschieden sich statistisch nicht signifikant ($p=0,88$).

3.2.8.3 Thrombozyten-Zahl

Bei 673 gültigen Ergebnissen errechnete sich ein Mittelwert der Thrombozyten-Zahl bei 207G/l, das Minimum bei 5G/l und das Maximum bei 817G/l.

Die Werte in der Femoralis-Gruppe folgten einer Normalverteilung ($p=0,15$), die beiden anderen Gruppen waren nicht parametrisch verteilt (bei beiden Gruppen $p<0,01$). Es errechnete sich in der Jugularis-Gruppe ein Median von 172G/l (25. Perzentile: 84G/l; 75. Perzentile: 264G/l). Der Median in der Subclavia-Gruppe betrug 199G/l, (25. Perzentile: 124G/l; 75. Perzentile: 283G/l). In der Femoralis-Gruppe lag der Median bei 287G/l (25. Perzentile: 209G/l; 75. Perzentile: 354G/l). In der folgenden Abbildung 12 wird das Ergebnis grafisch gezeigt.

Ein statistischer Vergleich mittels Kruskal-Wallis-Test zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen den drei Gruppen ($p<0,01$): Mittels Post-Hoc-Analyse wurde festgestellt, dass sich alle drei Gruppen statistisch signifikant voneinander unterschieden (Jugularis-Gruppe vs. Subclavia-Gruppe $p<0,01$; Jugularis-Gruppe vs. Femoralis-Gruppe $p<0,01$; Subclavia-Gruppe vs. Femoralis-Gruppe $p<0,01$)

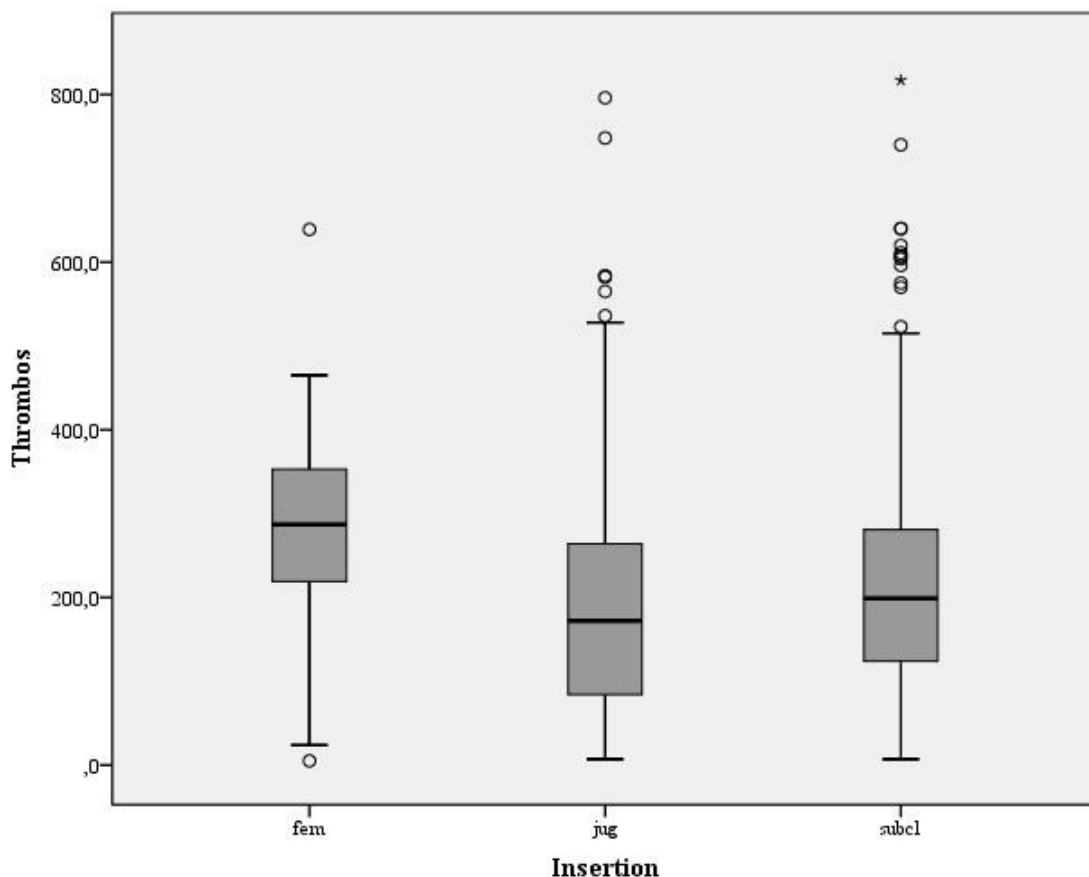


Abbildung 12: Thrombozyten-Zahlen nach Insertionsstelle (N=673)

Bei den 405 ZVK-Erstanlagen ergaben sich ebenso nicht normalverteilte Werte, es fand sich aber kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ($p=0,27$). Die errechneten Ergebnisse sind in Tabelle 11 nachzuschlagen.

3.2.9 Therapie mit Antikoagulantien

Bei insgesamt 453 (67,0%) der PatientInnen lag bei der Katheteranlage keine Therapie mit blutgerinnungshemmenden Substanzen vor. Bei den Restlichen wurden entweder eine Medikation mit Coumarinen, mit Acetylsalicylsäure, einem niedermolekularen Heparin (NMH), direkte Antikoagulantien (DOAK) oder eine Kombination aus den genannten gefunden. In Tabelle 9 sind alle Ergebnisse aufgeschlüsselt und in Abbildung 13 in Balkendiagrammen dargestellt.

	Gesamt (N=676)	V. jugularis (N=355)	V. subclavia (N=282)	V. femoralis (N=39)
keine	453	224	216	13
Coumarin	10	9	1	0
Acetylsalicylsäure	48	30	17	1
NMH	110	52	39	19
DOAK	9	9	0	0
Kombination aus mehreren	46	31	9	6

Tabelle 9: Antikoagulantien bei allen ZVK-Anlagen (N=676)

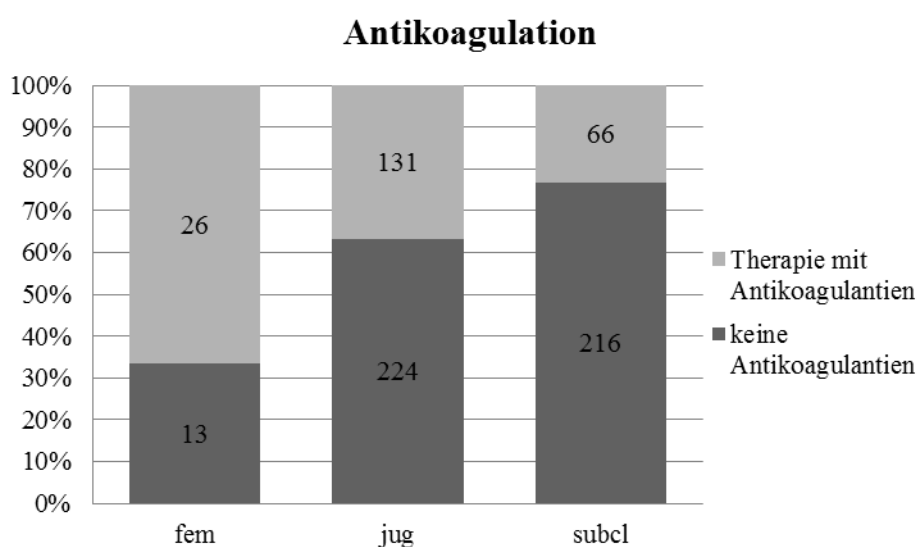


Abbildung 13: Therapie mit Antikoagulantien bei allen Katheteranlagen (N=676)

3.2.10 Hämostase beeinflussende Vorerkrankungen

Bei keiner/m der in die Studie eingeschlossenen PatientInnen war ein Von-Willebrand-Jürgens Syndrom, eine Hämophilie oder einer Thrombozytenaggregationsstörung bekannt. Weiters litt niemand an einer Prothrombin-Mutation oder einem Antithrombin-Mangel. Lediglich bei drei Personen war eine heterozygote Faktor-V-Leiden Mutation diagnostiziert worden. Bei zwei PatientInnen war ein Antiphospholipid-Antikörper-Syndrom im Arztbrief vermerkt

3.2.11 Zusammenfassung der Charakteristika des Patientenkollektivs

	Gesamt (N=676)	V. jugularis (N=355)	V. subclavia (N=282)	V. femoralis (N=39)	p-Wert
Männliche – Anzahl (%)	360 (53,3%)	186 (52,4%)	155 (55%)	19 (48,7%)	p=0,68
Alter bei Anlage – Mittelwert ± SD	58 ± 16	60 ± 16	56 ± 14	58 ± 19	p<0,01
BMI – Median (25.+75. Perzentile)	24,9 (22,1+28,7)	25,3 (22,0+29,4)	24,9 (22,2+28,3)	24,5 (23,4+27,7)	p=0,82
Zuweisende Station: Hämatologie – Anzahl (%)	417 (69,7%)	213 (60,0%)	227 (80,5%)	31 (79,5%)	p<0,01
Indikation: Chemotherapie – Anzahl (%)	419 (62,0%)	176 (50,0%)	212 (75,2%)	31 (86,1%)	p<0,01
Kathetertage – Median (25.+75. Perzentile)	13 (5+25)	13 (5+24)	15 (7+27)	5 (5+11)	p<0,01
Leukozytenzahl (10 ³ /μl) - Median (25.+75. Perzentile)	6,4 (4,0+10,0)	6,4 (4,2+10,4)	6,2 (3,8+9,8)	6,8 (4,9+9,5)	p=0,57
Hämoglobin (g/dl) – Mittelwert ± SD	10,9 ± 2,0	10,8 ± 2,1	11,0 ± 2,0	11,4 ± 1,6	p=0,21
Thrombozyten (10 ³ /μl) – Median (25.+75. Perzentile)	190 (104,1+276)	172 (83,8+264,3)	199 (124+283)	287 (209,3+354,3)	p<0,01
Therapie mit Antikoagulantia – Anzahl (%)	223 (33,0%)	131 (36,9%)	66 (12,8%)	26 (66,7%)	p<0,01

Tabelle 10: PatientInnencharakteristika bei allen 676 Katheteranlagen

	Gesamt (N=405)	V. jugularis (N=224)	V. subclavia (N=165)	V. femoralis (N=16)	p-Wert
Männliche – Anzahl (%)	197 (48,6%)	105 (46,9%)	83 (50,3%)	9 (56,3%)	p=0,66
Alter bei Anlage – Mittelwert ± SD	62,1 ± 15,8	64,3 ± 16,5	58,7 ± 13,8	61,1 ± 19,2	p=0,50
BMI – Median (25.+75. Perzentile)	25,7 (22,3+29,4)	25,7 (22,5+29,8)	25,8 (22,3+28,9)	24,9 (22,2+29,4)	p=0,65
Zuweisende Station: Hämatologie – Anzahl (%)	222 (54,8%)	98 (43,80%)	116 (70,30%)	8 (50,00%)	p<0,01
Indikation: Chemotherapie – Anzahl (%)	199 (49,1%)	82 (36,60%)	108 (65,5%)	9 (56,30%)	p<0,01
Kathetertage – Median (25.+75. Perzentile)	14 (5+25)	12 (4+23)	18 (8+27)	8 (3+14)	p<0,01
Leukozytenzahl (10 ³ /μl) - Median (25.+75. Perzentile)	7,2 (4,5+11,5)	7,2 (5,0+12,0)	7,0 (3,9+10,9)	7,6 (5,7+11,1)	p=0,33
Hämoglobin (g/dl) – Mittelwert ± SD	10,9 ± 2,2	11,0 ± 2,3	11,0 ± 2,3	11,3 ± 2,2	p=0,88
Thrombozyten (10 ³ /μl) – Median (25.+75. Perzentile)	180 (104+265)	176 (96+254)	182 (114,5+270)	219 (136+302)	p=0,27
Therapie mit Antikoagulantia – Anzahl (%)	156 (38,5%)	108 (48,21%)	42 (25,45%)	6 (37,50%)	p<0,01

Tabelle 11: PatientInnencharakteristika auf Patientenebene bei den 405 Erstanlagen

3.3 Komplikationen

3.3.1 Akute mechanische Komplikationen

Bei den 676 Katheteranlagen kam es in 95 Fällen (14,1%) zum Auftreten von akuten mechanischen Komplikationen. 62 davon entfielen dabei auf die 405 Kathetererstanlagen (15,3%). Die akuten mechanischen Komplikationen gliedern sich in mehrmalige Punktion der Insertionsstelle, arterielle Fehlpunktion und Pneumothorax und einer Kombination jener drei Komplikationen (siehe Abbildung 14)

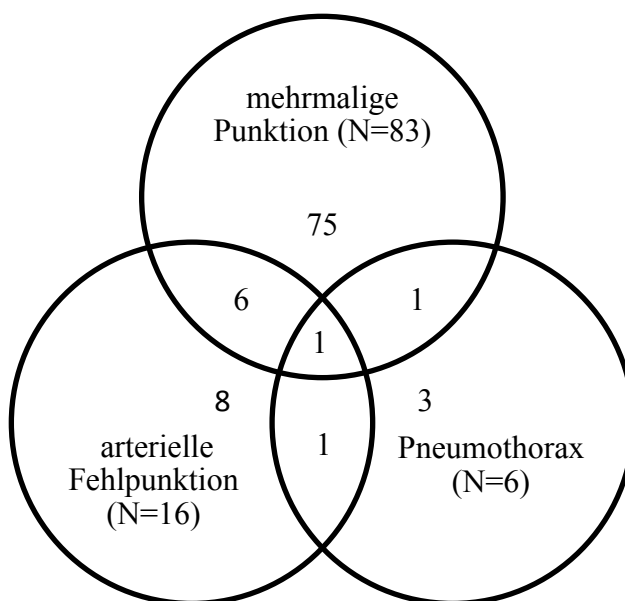


Abbildung 14: Mengendiagramm der akuten mechanischen Komplikationen bei allen ZVK-Anlagen (N=676)

Davon traten 52 bei den 355 ZVK-Anlagen in die V. jugularis auf (14,7%), 37 bei den 282 Katheteranlagen in die V. subclavia (13,1%) und sechs davon entfielen auf die 39 ZVK-Anlagen in die V. femoralis (15,4%).

Bei insgesamt 83 ZVK-Anlagen (12,3%) wurde die Insertionsstelle mehrmals punktiert, wobei diesbezüglich kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen bestand (Jugularis-Gruppe: N=46 [13,0%]; Subclavia-Gruppe: N=33 [11,7%]; Femoralis-Gruppe: N=4 [10,3]; $p=0,82$).

Arterielle Fehlpunktionen traten bei insgesamt 16 Anlagen (2,4%) auf, wobei bei sieben davon die Punktion mehrmals versucht wurde. Die Punktion erfolgte in der Jugularis-Gruppe neun Mal (2,5%), in der Subclavia-Gruppe vier Mal (1,4%) und in der Femoralis

Gruppe drei Mal (7,7%) in die nebenliegende Arterie. Deshalb unterschieden sich auch bei diesem untersuchten Parameter die Gruppen nicht signifikant voneinander ($p=0,05$).

Eine weitere akute mechanische Komplikation stellt der Pneumothorax dar, der allerdings nur bei Punktion der V. jugularis oder V. subclavia postinterventionell auftreten kann. Sechs Mal wurde nach den insgesamt 637 Anlagen an jenen Insertionsstellen ein Pneumothorax in der Röntgenaufnahme festgestellt, wobei jeweils in der Jugularis- und in der Subclavia-Gruppe drei zu finden waren und somit kein statistisch signifikanter Unterschied bestand ($p=0,59$).

Bei einer postinterventionellen Komplikation in der Subclavia-Gruppe handelte es sich um einen Hämatothorax. Bei der betroffenen Person wurde nach frustanem Punktionsversuch mit arterieller Fehlpunktion der V. subclavia auf die V. jugularis gewechselt und dort erfolgreich ein ZVK eingebracht. Bei einer weiteren Patientin wurde die Punktion der V. jugularis mehrmals versucht, dabei die Arterie angestoßen und gleichzeitig ein Pneumothorax verursacht.

Bezogen auf die Kathetererstanlagen ($N=405$) traten insgesamt 38 akute mechanische Komplikationen in der Jugularis-Gruppe (17%), 20 in der Subclavia-Gruppe (12,1%) und vier in der Femoralis-Gruppe (25%) auf. Alleinige mehrmalige Punktionsversuche traten dabei in 48 Fällen (11,9%) und in Kombination mit anderen Komplikationen zusätzlich in 4 Fällen auf. Dabei unterschieden sich die drei Gruppen statistisch nicht signifikant voneinander ($p=0,39$).

Fünf der insgesamt sechs Pneumothoraces traten bei Kathetererstanlagen auf, lediglich der Pneumothorax nach mehrmaligem Punktionsversuch mit arterieller Fehlpunktion geschah bei der insgesamt dritten ZVK-Anlage bei einer Patientin. Hinsichtlich der Anzahl der aufgetretenen Pneumothoraces bei den 405 Kathetererstanlagen im Bereich der V. jugularis ($N=2$) und der V. subclavia ($N=3$) gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied ($p=0,91$).

Akute mechanische Komplikationen

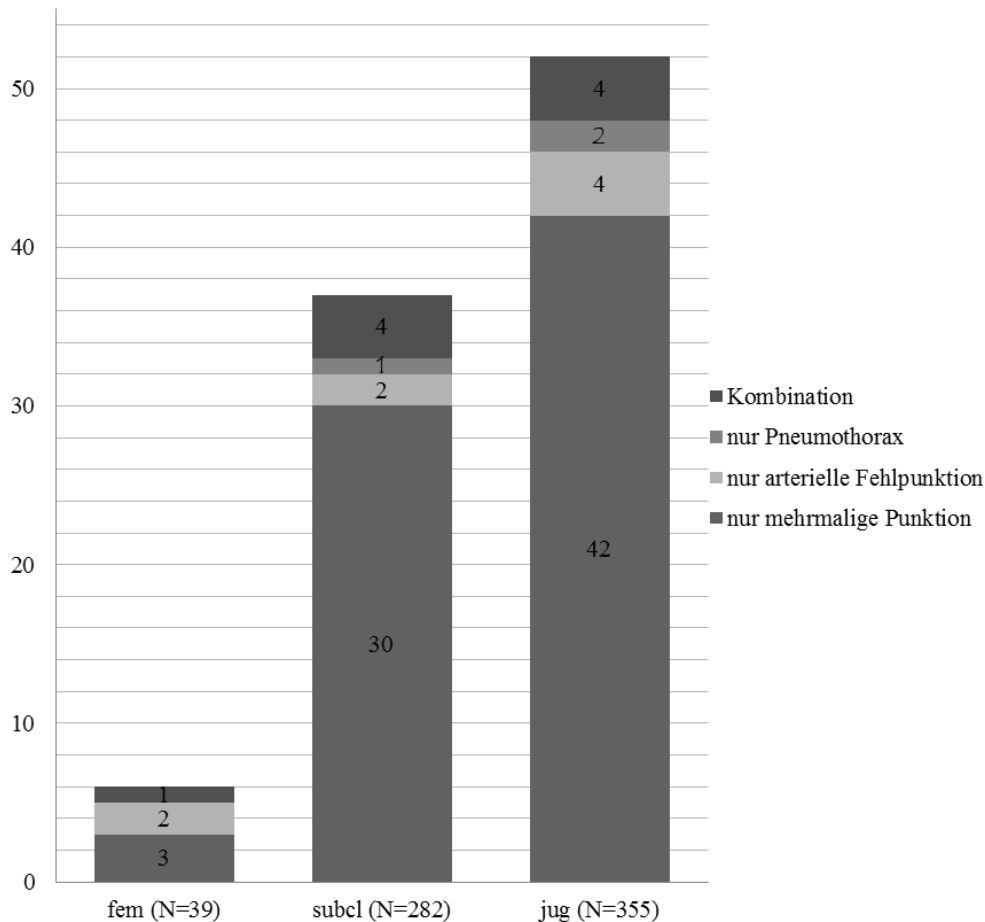


Abbildung 15: Anzahl der akut aufgetretenen mechanischen Komplikationen bei ZVK-Anlagen (N=676)

3.3.2 Katheter-assoziierte Blutungen und Thrombosen

Katheter-assoziierte Blutungen wurden ausschließlich bei ZVK-Anlagen in die V. jugularis postinterventionell insgesamt fünf Mal (1,4%) dokumentiert. Daraus ergab sich allerdings kein statistisch signifikanter Unterschied zu den anderen beiden Gruppen ($p=0,10$). Drei der fünf Blutungen waren mit mehreren Punktionsversuchen assoziiert, keine der Blutungen war jedoch auf eine arterielle Fehlpunktion zurückzuführen.

Thrombosen, die direkt mit einem ZVK in Verbindung standen, traten in zwei Fällen und dabei ausschließlich bei Kathetern in der V. femoralis (5,1%) auf. Somit unterschied sich die Femoralis-Gruppe signifikant von den anderen beiden in Bezug auf das Auftreten von Thrombosen. ($p<0,01$). Zwar hatte einer der beiden PatientInnen eine auffällig hohe Thrombozyten-Zahl (639G/l), die Thrombose trat aber trotz prophylaktischer Therapie mit niedermolekularem Heparin auf.

3.3.3 CRBSI

Insgesamt fand sich nach 55 ZVK-Anlagen bei 49 PatientInnen in der ärztlichen und pflegerischen Dokumentation ein Hinweis auf eine mögliche mit dem ZVK in Zusammenhang zu bringende Infektion. Durch die DTTP-Methode wurde aber nur bei 12 (1,8%) zentralvenösen Kathetern tatsächlich eine den Definitionen entsprechende CRBSI bestätigt, was einer Infektionsrate von 1/1000 Kathetertagen entsprach.

In der Femoralis-Gruppe trat keine Infektion auf, in der Jugularis-Gruppe wurden 5 (1,4%) und in der Subclavia-Gruppe 7 CRBSIs (2,5%) diagnostiziert. Damit unterschieden sich die drei Gruppen statistisch nicht signifikant voneinander ($p=0,81$). Es errechnete sich außerdem eine Infektionsrate pro 1000 Kathetertagen von 1,3 in der Subclavia-Gruppe und 0,8 in der Jugularis-Gruppe.

Nach Verdacht auf CRBSI wurde bei insgesamt 23 ZVKs ein lokaler Keimabstrich an der Insertionsstelle genommen, der in sieben Fällen einen Keimnachweis hauptsächlich von Koagulase-negativen Staphylokokken erbrachte. Bei 42 ZVKs wurde bei Verdacht auf CRBSI nach Katheter-Entfernung eine Kultur der Katheter-Spitze angelegt. Keime wurden dabei aber nur bei zwölf Fällen nachgewiesen, darunter war allerdings keine der Definition entsprechende CRBSI. Bei fünf mit der DTTP-Methode nachgewiesenen CRBSIs war die Katheter-Spitzenkultur negativ.

In vier Fällen trat eine Katheter-assoziierte Infektion nach mehrmaliger Punktion auf, ansonsten gab es keinen Zusammenhang mit anderen Komplikationen. In beiden Gruppen starb jeweils eine Person mit inseriertem ZVK und festgestellter Katheter-assoziiertes Infektion. Bei einer Person wurde die CRBSI – die einzige mit *Candida albicans* - sogar als Todesursache dokumentiert.

Sechs der zwölf CRBSIs traten bei der ersten ZVK-Anlage auf, die anderen entsprechend später.

Auffällig ist, dass die Leukozytenzahl bei 8 der 12 diagnostizierten CRBSIs initial bei der Katheteranlage nicht im Normbereich von 4000 – 10000/ μ l lag: Bei fünf PatientInnen war die Leukozytenzahl erhöht, bei drei erniedrigt. Außerdem entfielen zehn der zwölf Infektionen auf PatientInnen mit Indikation zur Chemotherapie oder Stammzell-Apherese.

Das Keimspektrum der Infektionen reichte von grampositiven Staphylokokken (hämolysans [N=1], epidermidis [N=1], MRSA [N=1], MRSE [N=1]) über gramnegative Bakterien (E. coli [N=1], Enterokokken [N=1], ESBL [N=1], Klebsiella oxytoca [N=1], Pseudomonas [N=3]) bis hin zu Candida albicans (N=1) als Vertreter der Mykosen.

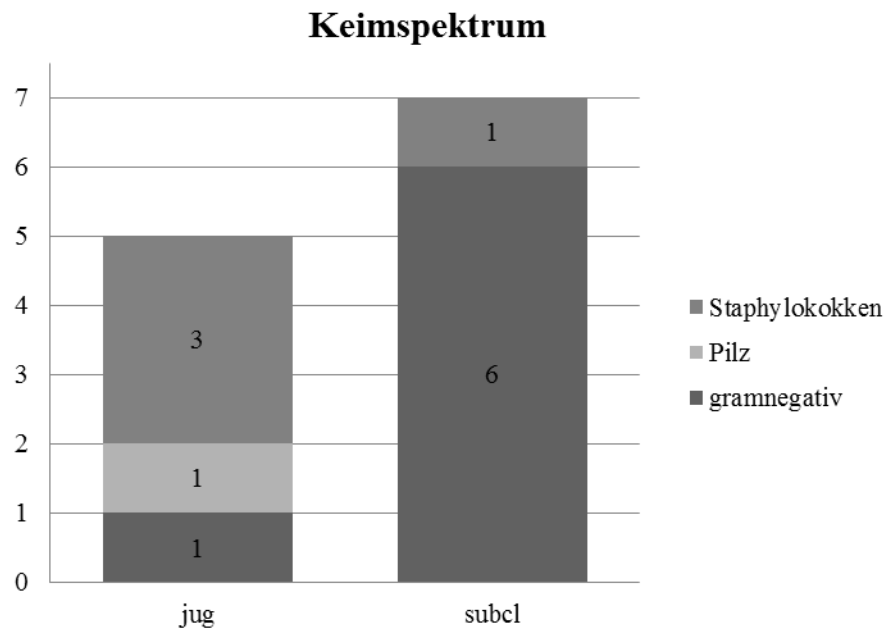


Abbildung 16: Keimspektrum der nachgewiesenen CRBSI bei allen ZVK-Anlagen (N=676)

Wie in Abbildung 16 dargestellt, bestanden bei sechs der sieben Infektionen in der Subclavia-Gruppe Infektionen mit gramnegativen bakteriellen Erregern, während nur eine CRBSI in der Jugularis-Gruppe auf ebendiese Keime zurückzuführen war.

4 Diskussion

Die vorliegende retrospektive Studie hatte das Ziel, Ergebnisse sowohl hinsichtlich der Qualität, als auch der Quantität von Komplikationen sowie der Sicherheit in Bezug auf die verschiedenen Zugangswege bei zentralvenösen Kathetern zu liefern. Damit sollten bereits vorhandene Studiendaten untermauert oder relativiert werden. Durch den Vergleich mit anderen internationalen Daten kann man die Studie auch als Evaluierung der Qualität der verwendeten Methoden und Arbeit an der Universitätsklinik für Innere Medizin in Graz ansehen.

Die aus der durchgeführten Studie hervorgegangene Rate an mechanischen Komplikationen von 14,2% bei allen Anlagen, bei der sich die drei Insertionsstellen statistisch nicht signifikant voneinander unterschieden, deckt sich mit den Werten aus anderen Publikationen [9,27].

In der Literaturrecherche fanden sich keine genauen Daten über mehrfache Punktionsversuche bei ZVK-Anlagen. Daher können die Daten der vorliegenden Studie mit einer Mehrfachpunktionsrate von 12,3% nicht direkt mit anderen Publikationen verglichen werden. Die drei Studiengruppen wiesen hinsichtlich der Mehrfachpunktionsraten mit Werten von 10,3-13,0% homogene Werte auf. Die Definition vom mehrfachen Punktionsversuch stellt dabei aber einen gewissen Interpretationsspielraum dar: Manche Ärzte dokumentierten bereits einen kleinen Richtungswechsel der Nadel über denselben Einstichkanal bei der Katheteranlage als multiplen Punktionsversuch, andere werteten erst den Wechsel auf eine andere Insertionsstelle als Mehrfachpunktionsversuch. Die Tatsache, dass der mehrmalige Punktionsversuch allerdings einer der größten Risikofaktoren für die Ausbildung anderer Komplikationen ist, gibt trotz allem Anlass dazu, diese Anzahl auf ein Minimum zu reduzieren [27,28,43].

Die Rate an arteriellen Fehlpunktionsversuchen war mit 2,4% im Vergleich zur vorhandenen Literatur niedrig, es konnte außerdem statistisch kein Unterschied zwischen den Insertionsstellen festgestellt werden. Allerdings standen die Häufigkeiten mit dem geringsten Risiko in der Subclavia-Gruppe (1,4%), einem 2,5%igem Risiko in der Jugularis-Gruppe und der höchsten Rate mit 7,7% in der Femoralis-Gruppe im selben Verhältnis, wie es in anderen Publikationen beschrieben wurde [27,29].

Auch das in dieser Studie festgestellte 1%ige Risiko eines Pneumothorax war vergleichsweise niedrig. Es bestätigte sich auch hier, dass die Punktionsstelle der V. subclavia trotz der anatomischen Nähe zur Pleurakuppel das gleiche Risiko für einen Pneumothorax

im Vergleich zur Punktion der V. jugularis aufweist. Man sollte sich somit auch bei Kanülierung der V. jugularis interna als vermeintlich günstiger gelegene Vene der potentiellen Gefahr eines Pneumothorax bewusst sein.

Die Anzahl von fünf Blutungen – aufgetreten allein bei Insertionen von Kathetern in die V. jugularis – spiegelt das Ergebnis anderer Publikationen wider. Trotz der fehlenden statistischen Signifikanz sollte dieses Ergebnis dennoch auf das Blutungsrisiko an der jugulären Insertionsstelle hinweisen. Allerdings wurden in der vorliegenden Datenanalyse nur auf dem Beiblatt unmittelbar nach der Katheteranlage vermerkte Blutungen berücksichtigt. Aus den Pflegeberichten, die diesbezüglich mehr Auskunft über den Verlauf bis zur Katheter-Entfernung enthielten, gingen weitere insgesamt 73 Nachblutungen hervor, die allerdings sehr uneinheitlich bezeichnet wurden und von leichten Blutrückständen bis hin zu schweren Blutungen reichten, die eine Entfernung des ZVK notwendig machten.

Zur Verminderung bzw. Vermeidung genannter mechanischer Komplikationen bei der Katheteranlage gibt es verschiedene Ansatzpunkte. In vielen Publikationen wird der Trainingslevel bzw. die Erfahrung der/s für die ZVK-Anlage verantwortlichen Ärztin/Arztes als wichtiger Risikofaktor für die Ausbildung von Komplikationen beschrieben [28,44,45]. Die ersten 50 Katheteranlagen einer/s Ärztin/Arztes sollten folglich von einer/m erfahreneren Kollegin/Kollegen supervidiert werden [43]. Eine weitere Möglichkeit zur Schulung der Ärztinnen/ Ärzte noch vor der ersten Katheteranlage bietet eine simulationsbasierte Ausbildung, die laut einer Studie zumindest den Ablauf der Katheteranlage sehr gut trainierte [46].

Die wichtigste Strategie zur Prävention von mechanischen Komplikationen bei der Katheteranlage stellt aber die ultraschallgezielte Punktion dar. Dies gilt vor allem für die V. jugularis interna sowie die V. femoralis, die beide sonografisch meist leicht darstellbar sind. Die ultraschallgezielte Methode erhöht die Erfolgsrate bei Katheteranlagen und senkt gleichzeitig die Anzahl an Fehlpunktionen, das Risiko für Komplikationen und interessanterweise auch den Zeitaufwand pro Anlage. Dadurch können auch Kosten für das Gesundheitssystem gespart werden [17,47-50]. Trotz dieser mittlerweile wissenschaftlich ausreichend belegten und in internationalen Guidelines empfohlenen Methode wurde sie noch im Jahr 2007 erst von 15% der InterventionistInnen routinemäßig eingesetzt [51]. Eine Untersuchung aus dem Jahr 2016 zeigte aber, dass 99% der IntensivmedizinerInnen zumindest bei der Punktion der V. jugularis interna sonografische Bildgebung verwenden.

Bei der Kanülierung der V. subclavia wird allerdings weiterhin in der Hälfte der Fälle darauf verzichtet [52].

Der einzige statistisch signifikante Unterschied zwischen den drei Insertionsstellen ergab sich in der durchgeführten Studie bei der Anzahl der aufgetretenen Katheter-assoziierten Thrombosen. Mit 5% symptomatischer Thromboserate bei ZVKs in der V. femoralis lag die Zahl über dem Bereich der vorbekannten Studien, in denen das Risiko mit 1,8-1,9% an der femoralen Insertionsstelle beschrieben wurde [26,31]. Es finden sich bei Vergleich der Zugangswege ebenfalls höhere Thromboseraten in der V. femoralis. In die vorliegende Datenanalyse wurden jedoch nur symptomatische und als Katheter-assoziiert dokumentierte Thrombosen eingeschlossen, was den großen Unterschied der Thromboseraten zu anderen Publikationen erklärt, bei denen auch asymptomatische Thrombosen durch gezielte standardisierte Ultraschallkontrolle der ZVKs in einem Follow-Up in die Berechnung miteinbezogen wurden [33].

Die Prävention und rechtzeitige Diagnose einer Thrombose ist aufgrund der möglichen, potentiell lebensbedrohlichen Folgen wie einer Pulmonalarterienembolie oder eines postthrombotischen Syndroms wichtig. Der größte Risikofaktor ist eine stattgehabte Katheter-assoziierte Thrombose in der vorausgegangenen Krankengeschichte. Es werden aber auch eine zu hohe oder zu tiefe Position der Katheter-Spitze sowie der femorale Zugangsweg als negative Prediktoren beschrieben [53]. Vor einer Initiation einer prophylaktischen medikamentösen Therapie sollte aber das Risiko einer Blutung und das Thromboserisiko sorgfältig miteinander verglichen und gegeneinander abgewogen werden [54]. Der generelle Einsatz von Antikoagulantien zur Thromboseprophylaxe bei allen zentralvenösen Kathetern wird in Guidelines zumindest bei krebskranken PatientInnen nicht empfohlen [55].

Auch von verschiedenen Locklösungen wurde sich ein Effekt auf Thromboseraten versprochen: In einer placebokontrollierten Studie wurde bei hämato-onkologischen PatientInnen eine Wirksamkeit von Urokinase im Hinblick auf Thrombosereduktion bei gleicher Anzahl von Blutungskomplikationen festgestellt. Aufgrund der limitierten Studiengröße wird aber auch hier der generelle Einsatz von Urokinase nicht allgemein empfohlen [53,56]. Weitere Substanzen wie Heparinlösungen in verschiedenen Konzentrationen brachten im Vergleich untereinander keinen Benefit in Bezug auf Thromboseraten [57].

Die in der Datenerhebung festgestellte, durchschnittliche Rate von einer CRBSI pro 1000 Kathetertagen an allen Insertionsstellen lag unter den in vorausgegangenen Studien publizierten Zahlenwerten. Das auf die Anzahl der Katheteranlagen bezogene Risiko für eine CRBSI von 1,8% entsprach etwa den bekannten Werten. Interessant waren die erlangten Ergebnisse in Bezug auf die drei verschiedenen Insertionsstellen: Wurde in verschiedenen Publikationen ein signifikant höheres Risiko für Katheter-assoziierte Infektionen beim femoralen Zugangsweg beschrieben, so fand sich in dieser Studienpopulation keine einzige CRBSI in der Femoralis-Gruppe. Dieses Ergebnis ist aber mit Vorsicht zu interpretieren, da die Femoralis-Gruppe mit 39 eingeschlossenen Katheteranlagen doch deutlich kleiner als die beiden anderen war. Dass ZVKs in der V. subclavia ein niedrigeres Risiko für eine CRBSI hätten [37], konnte mit den vorliegenden Daten nicht objektiviert werden.

In die Datenerhebung flossen leider keine Daten zu antibiotischer Therapie der PatientInnen während der Zeit mit einem ZVK ein, da diese nicht elektronisch dokumentiert wird und somit die Mitevaluierung einen beträchtlichen Mehraufwand dargestellt hätte. Eine antibiotische Therapie beeinflusst allerdings das Auftreten von Kolonisation und Infektionen [58]. Auch die Spezifität der DTTP-Methode wird durch eine Antibiotikatherapie beeinflusst und sinkt laut Literatur auf bis zu 29% [42].

Die mikrobiologische Untersuchung bei den durch die DTTP festgestellten CRBSIs ergab mit sieben der zwölf Fälle einen Trend zu Infektionen mit gramnegativen Keimen, obwohl laut einer Untersuchung aus dem Jahr 2007 gerade an den Venen der oberen Extremität in 90% der Fälle grampositive, jedoch nur ~8% gramnegative Erreger und ~ 2% *Candida albicans* für eine CRBSI verantwortlich sind. Für den femoralen Zugangsweg hingegen wurden in genannter Publikation in bis zu 40% Keime aus dem gramnegativen Spektrum als Ursache für eine CRBSI eruiert [59].

Eine großangelegte Studie aus dem Jahr 2006 in den USA mit Daten aus über 375.000 Kathetertagen zeigte, dass bereits die Umsetzung einfacher evidenz-basierter Empfehlungen einen großen Einfluss auf die Rate von CRBSI hat: Alleine die Schulung über eine gründliche Handreinigung und die Verwendung steriler Handschuhe, eine sterile Abdeckung der Insertionsstelle, Hautdesinfektion mit Chlorhexidin, die Vermeidung des femoralen Zugangswegs und die Entfernung unnötiger Katheter erbrachte eine signifikante Reduktion von CRBSIs [22]. Die genannte Verwendung von Chlorhexidin auf Alkoholbasis als Hautdesinfektionsmittel vor Katheteranlage oder Verbandswechsel brachte in Metaanalysen signifikant bessere Ergebnisse gegenüber Iod-basierten

Desinfektionsmitteln und wird daher empfohlen [3,60,61]. Die tägliche Reinigung der Kathetereintrittsstelle mit Chlorhexidin [62] wird allerdings kontrovers diskutiert und infrage gestellt [63].

Zur Vermeidung von CRBSI wurde auch an der Universitätsklinik für Innere Medizin in Graz im Jahr 2016 eine so genannte SOP (Standard Operating Procedure) als Mindeststandard für den Umgang mit ZVKs herausgegeben. Darin werden nicht nur die Verwendung von Locklösungen besprochen, sondern auch die Handhabung bei der Konnektion bzw. Diskonnektion und der Verbandswechsel sehr detailliert beschrieben. Außerdem wird auf die Klassifikation von Kathetereintrittsstellen eingegangen, die als „bland“, „inflammiert“ und „blutig“ kategorisiert werden können.

In der SOP werden außerdem Lokalinfektionen der Kathetereintrittsstellen sowie ZVK-assoziierte Bakteriämien wie die CRBSI, die in Graz durch die DTTP-Methode definiert wird, klar voneinander unterschieden, da sich daraus auch verschiedene Therapieschemata ergeben: Bei inflammiertes Kathetereintrittsstelle mit lokaler Infektion ohne systemische Entzündungszeichen wie Fieber, Schüttelfrost, Hypotonie oder Schock sollte keine lokale, sondern eine systemische Therapie mit Antibiotika begonnen werden. Der ZVK sollte erst bei eitrigem Exsudat entfernt werden. Bei klinisch stabilen PatientInnen mit Verdacht auf CRBSI sollte mit der Katheter-Entfernung auf eine erfolgreiche Diagnostik einer CRBSI oder auf die Entwicklung der klinischen Symptomatik gewartet werden. Somit sollte der ZVK nur bei klinisch instabilen PatientInnen mit begründetem Verdacht auf CRBSI, bei Vorliegen einer Lokalinfektion mit eitrigem Exsudat oder einer bewiesenen CRBSI frühzeitig entfernt bzw. gewechselt werden.

Wie oben beschrieben spielt auch die im Katheter verwendete Locklösung bei der Prävention von CRBSI eine wichtige Rolle. Am Universitätsklinikum in Graz wird dafür eine 4% Citratlösung auf Basis einiger Studienergebnisse und Guidelines verwendet [3,64,65]. Der generelle Einsatz von antibiotischen Locks wird nicht empfohlen, kann aber in speziellen Fällen (z.B. bei vorausgegangener CRBSI) erwogen werden [3].

Als Risikofaktor für eine CRBSI wurde in einer Studie auch eine Diskontinuität im Katheterverband festgestellt. Risse im Verbandsmaterial waren mit einer erhöhten Anzahl an Lokalinfektionen verbunden. Außerdem stieg das Risiko für eine CRBSI auf das Dreifache an, wenn der Katheter zum wiederholten Mal durch ein Leck im Verband Verbindung zur Umwelt hatte [66].

4.1 Limitationen

Bei der durchgeführten Studie handelt es sich um eine retrospektive Datenanalyse, die in ihrem Design einige Limitationen aufweist. Es wurden dabei Daten aus einem händisch bzw. elektronisch ausgefüllten standardisierten Beiblatt und aus dem medizinischen Dokumentationssystem MEDOCS herangezogen. Daher beruhen die Ergebnisse teilweise auf subjektiven Einschätzungen von dokumentierenden ÄrztInnen oder Pflegepersonal. Nicht-dokumentierte oder subklinische Verläufe von Komplikationen konnten deshalb nicht berücksichtigt werden. Somit hatten aber auch zufällig diagnostizierte Komplikationen ohne klinische Relevanz keinen Einfluss auf die Ergebnisse.

Im Gegensatz zu großangelegten prospektiven randomisierten Studien zu diesem Thema erfolgte die Wahl der Insertionsstelle nicht rein zufällig, der Zugangsweg wurde von der Ärztin/vom Arzt schon vorher bewusst aufgrund von Überlegungen zu möglichen Komplikationen festgelegt. Daraus ergeben sich auch die unterschiedlichen Größen der Studiengruppen: Die Femoralis-Gruppe unterscheidet sich anhand ihrer Teilnehmerzahl mit ihren 39 inkludierten Kathetern doch deutlich von der Subclavia-Gruppe mit 282 Kathetern und der Jugularis-Gruppe mit 355 Kathetern.

4.2 Konklusion

Die Studie bestätigte einmal mehr, dass es keinen „besten“ Zugangsweg für ZVKs gibt. Jeder Kliniker muss sich vor der Anlage eines ZVK die statistisch unterschiedlich oft vorkommenden Komplikationen an den jeweiligen Insertionsstellen ins Bewusstsein rufen. Der einzig signifikante Unterschied der drei Insertionsstellen wurde hinsichtlich der Katheter-assoziierten Thromboserate objektiviert, die beim femoralen Zugangsweg höher lag als bei den anderen beiden Zugangswegen. Vergleichbar mit anderen Studien bestand ein Trend zu vermehrtem Auftreten von arteriellen Fehlpunktionen und Blutungen bei Kanülierung der V. jugularis interna. Die Rate für einen durch eine ZVK-Anlage ausgelösten Pneumothorax lag zwar bei Insertion in die V. subclavia am höchsten, Pneumothoraces traten aber auch bei Punktion der V. jugularis interna auf. Während das aus Publikationen vorbekannte höhere Risiko einer CRBSI an der femoralen Insertionsstelle nicht beobachtet werden konnte, lag das Infektionsrisiko bei den anderen beiden Zugangswegen etwa gleich hoch.

5 Literaturverzeichnis

- [1] Marino PL. The ICU book. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2014; 4. Auflage.
- [2] Early TF, Gregory RT, Wheeler JR, Snyder SO, Jr, Gayle RG. Increased infection rate in double-lumen versus single-lumen Hickman catheters in cancer patients. *South Med J* 1990 Jan;83(1):34-36.
- [3] O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J, Heard SO, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Am J Infect Control* 2011 May;39(4 Suppl 1):S1-34.
- [4] Hockenull JC, Dwan KM, Smith GW, Gamble CL, Boland A, Walley TJ, et al. The clinical effectiveness of central venous catheters treated with anti-infective agents in preventing catheter-related bloodstream infections: a systematic review. *Crit Care Med* 2009 Feb;37(2):702-712.
- [5] Haverkamp W, Herth F, Helmut M. *Internistische Intensivmedizin Methoden - Diagnose - Therapie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2009; 1. Auflage.
- [6] Van Aken H, Reinhart K, Welte T, Weigand M. *Intensivmedizin*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2014; 3. Auflage.
- [7] Marx G, Muhl E, Zacharowski K, Zeuzern S. *Die Intensivmedizin*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 2015; 12. Auflage.
- [8] Fresenius M, Heck M, Zink W. *Repetitorium Intensivmedizin*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2008; 3. Auflage.
- [9] Taylor RW, Palagiri AV. Central venous catheterization. *Crit Care Med* 2007 May;35(5):1390-1396.
- [10] Laggner A, Hamp T, Sitzwohl C, Weidenauer D. *Lehrbuch Tertiäre Notfall- und Intensivmedizin*. Wien: Springer-Verlag; 2012; 2. Auflage.
- [11] Peres PW. Positioning central venous catheters--a prospective survey. *Anaesth Intensive Care* 1990 Nov;18(4):536-539.
- [12] Pittiruti M, La Greca A, Scoppettuolo G. The electrocardiographic method for positioning the tip of central venous catheters. *J Vasc Access* 2011 Oct-Dec;12(4):280-291.
- [13] Walker G, Chan RJ, Alexandrou E, Webster J, Rickard C. Effectiveness of electrocardiographic guidance in CVAD tip placement. *Br J Nurs* 2015 Jul 23-Aug 12;24(14):S4, S6, S8-12.
- [14] Vezzani A, Brusasco C, Palermo S, Launo C, Mergoni M, Corradi F. Ultrasound localization of central vein catheter and detection of postprocedural pneumothorax: an alternative to chest radiography. *Crit Care Med* 2010 Feb;38(2):533-538.

- [15] Dietrich CF, Horn R, Morf S, Chiorean L, Dong Y, Cui XW, et al. Ultrasound-guided central vascular interventions, comments on the European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology guidelines on interventional ultrasound. *J Thorac Dis* 2016 Sep;8(9):E851-68.
- [16] Jenssen C, Brkljacic B, Hocke M, Ignee A, Piscaglia F, Radzina M, et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part VI - Ultrasound-Guided Vascular Interventions. *Ultraschall Med* 2016 Oct;37(5):473-476.
- [17] Fragou M, Gravvanis A, Dimitriou V, Papalois A, Kouraklis G, Karabinis A, et al. Real-time ultrasound-guided subclavian vein cannulation versus the landmark method in critical care patients: a prospective randomized study. *Crit Care Med* 2011 Jul;39(7):1607-1612.
- [18] Bannon MP, Heller SF, Rivera M. Anatomic considerations for central venous cannulation. *Risk Manag Healthc Policy* 2011;4:27-39.
- [19] Perbet S, Pereira B, Grimaldi F, DualÃ© C, Bazin JE, Constantin JM. Guidance and examination by ultrasound versus landmark and radiographic method for placement of subclavian central venous catheters: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 2014;15:175-6215-15-175.
- [20] Anderhuber F, Pera F, Streicher J. Waldeyer – Anatomie des Menschen. Berlin/Boston: Walter de Gruyter GmbH & Co. KG; 2012; 19. Auflage.
- [21] Giordano CR, Murtagh KR, Mills J, Deitte LA, Rice MJ, Tighe PJ. Locating the optimal internal jugular target site for central venous line placement. *J Clin Anesth* 2016 Sep;33:198-202.
- [22] Pronovost P, Needham D, Berenholtz S, Sinopoli D, Chu H, Cosgrove S, et al. An intervention to decrease catheter-related bloodstream infections in the ICU. *N Engl J Med* 2006 Dec 28;355(26):2725-2732.
- [23] Zimlichman E, Henderson D, Tamir O, Franz C, Song P, Yamin CK, et al. Health care-associated infections: a meta-analysis of costs and financial impact on the US health care system. *JAMA Intern Med* 2013 Dec 9-23;173(22):2039-2046.
- [24] Ziegler MJ, Pellegrini DC, Safdar N. Attributable mortality of central line associated bloodstream infection: systematic review and meta-analysis. *Infection* 2015 Feb;43(1):29-36.
- [25] Siempos II, Kopterides P, Tsangaris I, Dimopoulou I, Armaganidis AE. Impact of catheter-related bloodstream infections on the mortality of critically ill patients: a meta-analysis. *Crit Care Med* 2009 Jul;37(7):2283-2289.
- [26] Parienti JJ, Mongardon N, Megarbane B, Mira JP, Kalfon P, Gros A, et al. Intravascular Complications of Central Venous Catheterization by Insertion Site. *N Engl J Med* 2015 Sep 24;373(13):1220-1229.
- [27] Kusminsky RE. Complications of central venous catheterization. *J Am Coll Surg* 2007 Apr;204(4):681-696.

- [28] Eisen LA, Narasimhan M, Berger JS, Mayo PH, Rosen MJ, Schneider RF. Mechanical complications of central venous catheters. *J Intensive Care Med* 2006 Jan-Feb;21(1):40-46.
- [29] McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med* 2003 Mar 20;348(12):1123-1133.
- [30] Schummer W, Schummer C, Rose N, Niesen WD, Sakka SG. Mechanical complications and malpositions of central venous cannulations by experienced operators. A prospective study of 1794 catheterizations in critically ill patients. *Intensive Care Med* 2007 Jun;33(6):1055-1059.
- [31] Merrer J, De Jonghe B, Golliot F, Lefrant JY, Raffy B, Barre E, et al. Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients: a randomized controlled trial. *JAMA* 2001 Aug 8;286(6):700-707.
- [32] Ruesch S, Walder B, Tramer MR. Complications of central venous catheters: internal jugular versus subclavian access--a systematic review. *Crit Care Med* 2002 Feb;30(2):454-460.
- [33] Timsit JF, Farkas JC, Boyer JM, Martin JB, Misset B, Renaud B, et al. Central vein catheter-related thrombosis in intensive care patients: incidence, risks factors, and relationship with catheter-related sepsis. *Chest* 1998 Jul;114(1):207-213.
- [34] Baron EJ, Miller JM, Weinstein MP, Richter SS, Gilligan PH, Thomson RB, Jr, et al. A guide to utilization of the microbiology laboratory for diagnosis of infectious diseases: 2013 recommendations by the Infectious Diseases Society of America (IDSA) and the American Society for Microbiology (ASM)(a). *Clin Infect Dis* 2013 Aug;57(4):e22-e121.
- [35] Chen XX, Lo YC, Su LH, Chang CL. Investigation of the case numbers of catheter-related bloodstream infection overestimated by the central line-associated bloodstream infection surveillance definition. *J Microbiol Immunol Infect* 2015 Dec;48(6):625-631.
- [36] Hentrich M, Schalk E, Schmidt-Hieber M, Chaberny I, Mousset S, Buchheidt D, et al. Central venous catheter-related infections in hematology and oncology: 2012 updated guidelines on diagnosis, management and prevention by the Infectious Diseases Working Party of the German Society of Hematology and Medical Oncology. *Ann Oncol* 2014 May;25(5):936-947.
- [37] Parienti JJ, du Cheyron D, Timsit JF, Traore O, Kalfon P, Mimoz O, et al. Meta-analysis of subclavian insertion and nontunneled central venous catheter-associated infection risk reduction in critically ill adults. *Crit Care Med* 2012 May;40(5):1627-1634.
- [38] Safdar N, Maki DG. The pathogenesis of catheter-related bloodstream infection with noncuffed short-term central venous catheters. *Intensive Care Med* 2004 Jan;30(1):62-67.
- [39] Maki DG, Weise CE, Sarafin HW. A semiquantitative culture method for identifying intravenous-catheter-related infection. *N Engl J Med* 1977 Jun 9;296(23):1305-1309.
- [40] Safdar N, Fine JP, Maki DG. Meta-analysis: methods for diagnosing intravascular device-related bloodstream infection. *Ann Intern Med* 2005 Mar 15;142(6):451-466.

- [41] Mermel LA, Allon M, Bouza E, Craven DE, Flynn P, O'Grady NP, et al. Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection: 2009 Update by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis* 2009 Jul 1;49(1):1-45.
- [42] Raad I, Hanna HA, Alakech B, Chatzinikolaou I, Johnson MM, Tarrand J. Differential time to positivity: a useful method for diagnosing catheter-related bloodstream infections. *Ann Intern Med* 2004 Jan 6;140(1):18-25.
- [43] Polderman KH, Girbes AJ. Central venous catheter use. Part 1: mechanical complications. *Intensive Care Med* 2002 Jan;28(1):1-17.
- [44] Sznajder JI, Zveibil FR, Bitterman H, Weiner P, Bursztein S. Central vein catheterization. Failure and complication rates by three percutaneous approaches. *Arch Intern Med* 1986 Feb;146(2):259-261.
- [45] Fares LG, 2nd, Block PH, Feldman SD. Improved house staff results with subclavian cannulation. *Am Surg* 1986 Feb;52(2):108-111.
- [46] Peltan ID, Shiga T, Gordon JA, Currier PF. Simulation Improves Procedural Protocol Adherence During Central Venous Catheter Placement: A Randomized Controlled Trial. *Simul Healthc* 2015 Oct;10(5):270-276.
- [47] Karakitsos D, Labropoulos N, De Groot E, Patrianakos AP, Kouraklis G, Poularas J, et al. Real-time ultrasound-guided catheterisation of the internal jugular vein: a prospective comparison with the landmark technique in critical care patients. *Crit Care* 2006;10(6):R162.
- [48] Wu SY, Ling Q, Cao LH, Wang J, Xu MX, Zeng WA. Real-time two-dimensional ultrasound guidance for central venous cannulation: a meta-analysis. *Anesthesiology* 2013 Feb;118(2):361-375.
- [49] Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for subclavian or femoral vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev* 2015 Jan 9;1:CD011447.
- [50] Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev* 2015 Jan 9;1:CD006962.
- [51] Bailey PL, Glance LG, Eaton MP, Parshall B, McIntosh S. A survey of the use of ultrasound during central venous catheterization. *Anesth Analg* 2007 Mar;104(3):491-497.
- [52] Soni NJ, Reyes LF, Keyt H, Arango A, Gelfond JA, Peters JI, et al. Use of ultrasound guidance for central venous catheterization: a national survey of intensivists and hospitalists. *J Crit Care* 2016 Dec;36:277-283.
- [53] Baumann Kreuziger L, Jaffray J, Carrier M. Epidemiology, diagnosis, prevention and treatment of catheter-related thrombosis in children and adults. *Thromb Res* 2017 Sep;157:64-71.

- [54] Cook DJ, Crowther MA. Thromboprophylaxis in the intensive care unit: focus on medical-surgical patients. *Crit Care Med* 2010 Feb;38(2 Suppl):S76-82.
- [55] Debourdeau P, Farge D, Beckers M, Baglin C, Bauersachs RM, Brenner B, et al. International clinical practice guidelines for the treatment and prophylaxis of thrombosis associated with central venous catheters in patients with cancer. *J Thromb Haemost* 2013 Jan;11(1):71-80.
- [56] van Rooden CJ, Schippers EF, Guiot HF, Barge RM, Hovens MM, van der Meer FJ, et al. Prevention of coagulase-negative staphylococcal central venous catheter-related infection using urokinase rinses: a randomized double-blind controlled trial in patients with hematologic malignancies. *J Clin Oncol* 2008 Jan 20;26(3):428-433.
- [57] Han X, Yang X, Huang B, Yuan L, Cao Y. Low-dose versus high-dose heparin locks for hemodialysis catheters: a systematic review and meta-analysis. *Clin Nephrol* 2016 Jul;86(7):1-8.
- [58] Souweine B, Heng AE, Aumeran C, Thiollie F, Gazuy N, Deteix P, et al. Do antibiotics administered at the time of central venous catheter removal interfere with the evaluation of colonization? *Intensive Care Med* 2008 Feb;34(2):286-291.
- [59] Lorente L, Jimenez A, Santana M, Iribarren JL, Jimenez JJ, Martin MM, et al. Microorganisms responsible for intravascular catheter-related bloodstream infection according to the catheter site. *Crit Care Med* 2007 Oct;35(10):2424-2427.
- [60] Chaiyakunapruk N, Veenstra DL, Lipsky BA, Saint S. Chlorhexidine compared with povidone-iodine solution for vascular catheter-site care: a meta-analysis. *Ann Intern Med* 2002 Jun 4;136(11):792-801.
- [61] Lai NM, Lai NA, O'Riordan E, Chaiyakunapruk N, Taylor JE, Tan K. Skin antisepsis for reducing central venous catheter-related infections. *Cochrane Database Syst Rev* 2016 Jul 13;7:CD010140.
- [62] Climo MW, Yokoe DS, Warren DK, Perl TM, Bolon M, Herwaldt LA, et al. Effect of daily chlorhexidine bathing on hospital-acquired infection. *N Engl J Med* 2013 Feb 7;368(6):533-542.
- [63] Krause R, Ribitsch W, Schilcher G. Daily chlorhexidine bathing and hospital-acquired infection. *N Engl J Med* 2013 Jun 13;368(24):2331-2332.
- [64] Hermite L, Quenot JP, Nadji A, Barbar SD, Charles PE, Hamet M, et al. Sodium citrate versus saline catheter locks for non-tunneled hemodialysis central venous catheters in critically ill adults: a randomized controlled trial. *Intensive Care Med* 2012 Feb;38(2):279-285.
- [65] Weijmer MC, van den Dorpel MA, Van de Ven PJ, ter Wee PM, van Geelen JA, Groeneveld JO, et al. Randomized, clinical trial comparison of trisodium citrate 30% and heparin as catheter-locking solution in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2005 Sep;16(9):2769-2777.

[66] Timsit JF, Bouadma L, Ruckly S, Schwebel C, Garrouste-Orgeas M, Bronchard R, et al. Dressing disruption is a major risk factor for catheter-related infections. *Crit Care Med* 2012 Jun;40(6):1707-1714.

Anhang – Beiblatt zu erbrachten Leistungen

Beiblatt zu erbrachten Leistungen

Univ.-Klinik für Innere Medizin, Allgemeine Intensivstation

Leiter: Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr. Philipp ELLER

Name des Patienten: _____ Geb.Datum: _____

Abteilung/Station: _____

ZVK:

Indikation:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Hämodialyse | <input type="checkbox"/> Stammzellapherese |
| <input type="checkbox"/> parenterale Ernährung | <input type="checkbox"/> Stammzelltransplantation |
| <input type="checkbox"/> Chemotherapie | <input type="checkbox"/> sonstige |

Art des Katheters:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> 2-lumig | <input type="checkbox"/> Dialysekatheter 2-lumig (EQ54001) |
| <input type="checkbox"/> 3-lumig (EQ54000) | <input type="checkbox"/> Dialysekatheter 3-lumig (EQ54001) |
| <input type="checkbox"/> 5-lumig | <input type="checkbox"/> Lebervenenkatheter (EJ020) |
| <input type="checkbox"/> PICC (EQ54002) Länge: _____ | fixiert bei: _____ |

Gefäßzugang:

- | | | |
|---|---------------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> V. subclavia | <input type="checkbox"/> V. basilica | <input type="checkbox"/> rechts |
| <input type="checkbox"/> V. jugularis interna | <input type="checkbox"/> V. cephalica | <input type="checkbox"/> links |
| <input type="checkbox"/> V. femoralis | | |

Komplikationen:

- | | | |
|--|--|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> keine | <input type="checkbox"/> mehrmalige Punktion | <input type="checkbox"/> Pneumothorax |
| <input type="checkbox"/> arterielle Fehlpunktion | <input type="checkbox"/> Blutung | <input type="checkbox"/> Hämatom |

Sonstiges:

- | | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Katheter mit NaCitrat 4% geblockt | <input type="checkbox"/> Perikardpunktion (ZN54002) | <input type="checkbox"/> Pleurapunktion (LM51001) |
| <input type="checkbox"/> Thx Röntgen in EBA veranlasst | <input type="checkbox"/> Aszitespunktion (LM51002) | <input type="checkbox"/> passagerer SM (DE02000) |

Medikation:

- | | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Midazolam | <input type="checkbox"/> Propofol | <input type="checkbox"/> Fentanyl | <input type="checkbox"/> Remifentanyl |
| <input type="checkbox"/> Lorazepam | <input type="checkbox"/> Esketamin | <input type="checkbox"/> Piritramid | <input type="checkbox"/> Morphinhydrochlorid |

Eingriff durchgeführt von:

- | | | | |
|------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Dr. Eller | <input type="checkbox"/> Dr. Kaufmann | <input type="checkbox"/> Dr. Eisner | <input type="checkbox"/> Dr. Schilcher |
| <input type="checkbox"/> Dr. Hackl | <input type="checkbox"/> Dr. Mitterhammer | <input type="checkbox"/> Dr. Maschke | <input type="checkbox"/> IHD/IBD/Rotant _____ |

Datum: _____

Unterschrift: _____