

## 1. Einleitung

### 1.1 Nosokomiale Infektionen

Eine Infektion, die ein Patient während seines stationären Aufenthalts oder seiner ambulanten Behandlung erwirbt und die mit typischen lokalen oder systemischen Infektionszeichen einhergeht, welche nicht schon vorab bestanden, wird als nosokomiale Infektion bezeichnet (RKI 2011).

Schon aus dem alten Ägypten gibt es Aufzeichnungen darüber, dass sich eine Wunde infizieren kann (Papyrus Smith, etwa 1600 v. Chr. und Papyrus Ebers, etwa 1530 v. Chr.). Aber erst Girolamo Fracastoro (1478-1553) erkannte im Zeitalter der Renaissance, dass bestimmte Krankheiten durch bestimmte Keime übertragen werden und dass zur Bekämpfung der Infektionskrankheit eine Vernichtung der Keime notwendig ist (Eckart 1998).

Obwohl diese Erkenntnis vor fast fünf Jahrhunderten gewonnen wurde, stellt das Risiko der Infektion und Erregerübertragung im Krankenhaus nach wie vor eine bedeutende Problematik dar.

Johann Peter Frank (1745-1821) postulierte: „Kann es wohl einen größeren Widerspruch geben als eine Spitalkrankheit? Ein Übel, welches man da erst bekommt, wo man sein eigenes loszuwerden versucht?“ (Doerr u. Aberle 2010).

Im Gegensatz zu enormen wissenschaftlichen Fortschritten in allen Disziplinen der Medizin, ist im Bereich der nosokomialen Infektionen (NI) in den letzten Jahrzehnten keine Veränderung in der Fallzahl zu verzeichnen.

Und wie in einer Vielzahl von Studien nachgewiesen, gehen NI mit einer hohen Morbidität und Mortalität, einer Verlängerung des Krankenhausaufenthalts und einer Kostensteigerung einher (Jarvis 1996; Nyamogoba u. Obala 2002; Yalcin 2003).

Auswertungen der NIDEP 1-Studie und Hochrechnungen auf Basis des Krankenhaus-Infektions-Surveillance-Systems (KISS), kommen für das Jahr 2006 bei 16,5 Millionen in deutschen Krankenhäusern behandelten Patienten auf eine Summe von 550.000 NI (Gastmeier u. Geffers 2008).

Hochrechnungen des Robert Koch-Instituts (RKI) für das Jahr 2008 ergeben in Deutschland eine Steigerung auf 17,5 Millionen vollstationäre Krankenhausaufenthalte, wobei davon ca. 28.000 primäre (Device-assoziierte nosokomiale) Septikämien, ca. 126.000 Katheter-assoziierte Harnwegsinfektionen und ca. 225.000 postoperative Wundinfektionen sind (RKI 2010). Für das Jahr 2011 kommt es laut Pressemitteilung des RKI vom 02. Juli 2012 bei 3,5 % der Patienten zu einer nosokomialen Infektion (RKI 2012).

Aufgrund der aufgeführten Problematik ist es von Bedeutung, die Inzidenz von NI zu verringern und geeignete Präventionsmaßnahmen einzuführen. Hierfür ist es notwendig, Untersuchungen zur Prävalenz und Inzidenz von NI vorzunehmen. Mit Hilfe von erfassten Infektionsdaten ist es so möglich Schwachstellen in der Infektionsprophylaxe aufzudecken, gegebenenfalls die Wirksamkeit von eingeführten Präventionsmaßnahmen zu überprüfen und Infektionsdaten, erhoben nach standardisierten Kriterien, mit anderen Einrichtungen zu vergleichen.

## **1.2 Periphere Venenkatheter**

Periphere Venenkatheter dienen im klinischen Alltag der Flüssigkeitstherapie eines Patienten, kommen bei einer Bluttransfusion zum Einsatz oder werden zur intravenösen Applikation von Medikamenten herangezogen (Idvall u. Lundgren 2001; Paetz u. Benzinger-König 2004). Häufig verbleiben sie über mehrere Tage im Venensystem, um den Patienten nicht mit mehrmaligen Einstichen zu belasten. Periphere Venenkatheter sind die am häufigsten zum Einsatz kommenden Devices (Gabriel et al. 2005). Bis zu 70 % aller Patienten bekommen während ihres stationären Krankenhausaufenthalts einen peripheren Venenkatheter gelegt (Zingg u. Pittet 2009). Jedoch sind das Legen, die Pflege und das Entfernen eines peripheren Venenkatheters keinesfalls als komplikationsfreie Routineeingriffe anzusehen. Komplikationen wie Phlebitis, Thrombophlebitis und lokale sowie systematische Infektionen durch einen peripheren Venenkatheter von einer Bakteriämie bis hin zur Sepsis erhöhen die Behandlungskosten des Patienten um 6.000 US\$ und verlängern den Krankenhausaufenthalt um durchschnittlich 8 d (Widmer 1996, zit. Hirschmann et al. 2001).

### **1.2.1 Thrombophlebitis**

Die am häufigsten auftretende Komplikation ist die Phlebitis oder Thrombophlebitis, wenn sich zusätzlich zu einer Phlebitis noch ein Thrombus ausbildet (O'Grady et al. 2002). Hierbei kommt es zu einer akuten Entzündung der Venenwand durch mechanische (Einbringen der Kanüle) oder chemische (Art der durch die Kanüle gegebene Medikation) Reizung oder durch die Einschwemmung von Krankheitserregern (Münch u. Artmann 2006). Die Erreger können von der Haut des Patienten an der Einstichstelle, vom ausführenden Personal durch unzureichende Einhaltung der Hygienestandards, kontaminierten Kathetern oder kontaminierten Injekti-

onslösungen stammen (Widmer 1996; Geiss u. Bach 1993; Larson u. Hargiss 1984; Pearson 1996; Wewalka 1999). Typische Symptome sind Rötung über der betroffenen Vene und des umgebenden Hautareals, ein deutliches Wärmegefühl, Schwellung und Schmerz bei Berührung des betroffenen Areals sowie Ausbildung eines harten Strangs im Verlauf der Vene (Zingg u. Pittet 2009).

### **1.2.2 Haut- und Weichteilinfektion**

Haut- und Weichteilinfektionen sind Erkrankungen, die meist durch Bakterien ausgelöst werden. Ausbreitung und Schwere der Infektion werden durch die Virulenz der Erreger und den Immunstatus des Patienten beeinflusst. *Staphylococcus aureus* ist hierbei der häufigste Erreger (Mermel et al. 2011).

Eine Infektion der Haut an der Insertionsstelle liegt nach Kriterien der Centers for Disease Control and Prevention (CDC) aus dem Jahr 2011 vor bei:

1. Eitriger Sekretion, Pusteln, Bläschen oder Furunkel
2. Zwei der folgenden Anzeichen ohne andere erkennbare Ursache:
  - Schmerz oder Empfindlichkeit, lokalisierte Schwellung, Rötung oder Überwärmung der betroffenen Stelle und eines der folgenden Merkmale:
    - kultureller Nachweis von Erregern im Aspirat oder Sekret der betroffenen Region; falls der Mikroorganismus zur normalen Hautflora gehört, muss die Kultur eine Reinkultur einer einzigen Species sein
    - kultureller Nachweis von Erregern im Blut
    - Antigen-Nachweis in befallenen Gewebe oder Blut positiv
    - mikroskopischer Nachweis von vielkernigen Riesenzellen im befallenen Gewebe

- diagnostischer Einzelantikörper-Titer (IgM) oder vierfacher Titeranstieg (IgG) in wiederholten Serumproben für den betreffenden Krankheitserreger.

### **1.2.3 Bakteriämie – Sepsis**

Die noch heute gültige Sepsisdefinition wurde 1989 von dem US-amerikanischen Intensivmediziner Roger C. Bone (1941-1997) dargelegt. Er beschreibt die Sepsis als Invasion von Mikroorganismen und/oder ihrer Toxine in den Blutstrom und die Reaktion des Organismus auf diese Invasion, dem es nicht gelingt, die Entzündungsantwort mit ihren destruktiven Teilkomponenten lokal zu begrenzen (Kretz 2006). Eine Sepsis kann aus einer Bakteriämie, die das zeitweise Vorhandensein von Bakterien im Blut ohne Vermehrung der Erreger und Absiedelung in Organe bezeichnet, hervorgehen. Als Erreger, der am häufigsten zu schwerwiegenden und kostenintensiven Katheter-assoziierten Infektionen des Blutkreislaufes führt, ist *Staphylococcus aureus* zu nennen (Trinh et al. 2011).

Nach den Kriterien der CDC aus dem Jahr 2011 muss eine durch ein mikrobiologisches Testverfahren vom Labor bestätigte primäre Sepsis einem der folgenden Kriterien entsprechen:

1. Kultureller Nachweis von pathogenen Erregern im Blut, die nicht mit einer Infektion an anderer Stelle assoziiert sind.
2. Patient hat mindestens eines der folgenden Zeichen oder Symptome: Fieber (> 38 °C) oder Schüttelfrost oder Hypotonie, deren Zeichen, Symptome und mikrobiologischen Befunde nicht zu einer Infektion an anderer Stelle assoziiert sind sowie Nachweis eines Vertreters der Hautflora, der aus mindestens zwei aus separaten Blutabnahmen beimpften Blutkulturen isoliert wurde.

Zur Diagnose einer Sepsis nach der ACCP/SCCM Konsensus-Konferenz (1992) gelten folgende Kriterien:

1. Diagnose einer Infektion über den mikrobiologischen Nachweis oder durch klinische Kriterien.
2. Patient hat mindestens zwei der folgenden Zeichen oder Symptome:
  - Fieber ( $> 38\text{ °C}$ ) oder Hypothermie ( $\leq 36\text{ °C}$ ) bestätigt durch eine rektale oder intravasale oder intravesikale Messung
  - Tachykardie: Herzfrequenz  $\geq 90/\text{min}$
  - Tachypnoe (Frequenz  $\geq 20/\text{min}$ ) oder Hyperventilation ( $\text{PaCO}_2 \leq 4,3\text{ kPa} / \leq 33\text{ mmHg}$ )
  - Leukozytose ( $\geq 12000/\text{mm}^3$ ) oder Leukopenie ( $\leq 4000//\text{mm}^3$ ) oder  $\geq 10\%$  unreife Neutrophile im Differentialblutbild

#### **1.2.4 *Staphylococcus aureus***

*Staphylococcus aureus* ist ein Gram-positiver Erreger, der u.a. lokale und septische Allgemeininfektionen hervorruft. Bei bis zu 50 % der Bevölkerung ist er auf der Haut und Schleimhaut nachzuweisen, wo er meist keine Krankheitssymptome hervorruft. Eine verstärkte Besiedelung (bis zu 90 %) liegt bei Krankenhauspersonal vor, von wo aus die Besiedelung anderer Menschen möglich ist. Durch Hautverletzungen kann *Staphylococcus aureus* in den Körper eindringen und zu Haut- und Wundinfektionen bis hin zur Sepsis führen (Baenkler 2001).

### **1.3 Präventionsmaßnahmen**

Das RKI gibt regelmäßig Empfehlungen für die Prävention von u.a. Gefäßkatheter-assoziierten Infektionen heraus.

### **Healthcare-associated infections/Personalschulung**

Sogenannte Healthcare-associated infections (HAI) sind ein weltweit auftretendes Problem, das aufgrund der Komplexität der medizinischen Versorgungsstrategien, immer unüberschaubarer wird. Häufig findet eine Übertragung nicht nur innerhalb einer Station, sondern auch zwischen Stationen statt, wobei die Hände des Personals als Hauptüberträger nosokomialer Pathogene gelten (Kampf et al. 2009). Im Durchschnitt kommt es bei einem von zehn stationär aufgenommen Patienten zu einer HAI (Graves 2004). HAI stehen im Zusammenhang mit einer erhöhten Mortalitätsrate, verlängertem Krankenhausaufenthalt und einer dadurch entstehenden Kostensteigerung (Pittet et al. 1994; Stone et al. 2005; Pittet et al. 2005; Aboeela et al. 2007; Klevens et al. 2007; Beyersmann et al. 2009; Rosenthal et al. 2010). Für das Jahr 2002 entstanden Hochrechnungen zufolge Mehrkosten von 6,7 Millionen US\$ in den USA und 1,7 Millionen US\$ in Großbritannien (Graves 2004).

Sobald ein infizierter Patient in seine Häuslichkeit entlassen wird, kann es zu einer Übertragung der Erreger auf die Menschen in seiner Umgebung kommen (Nyamogoba u. Obala 2002; Jarvis 2007). Erschwert wird das Einhalten von Hygieneplänen häufig durch Stellenabbau, der dem zur Verfügung stehenden Personal immer weniger Zeit pro Patient erlaubt und zur Folge hat, dass Hygienemaßnahmen oft nur unzureichend durchgeführt werden, obgleich die adäquate Händedesinfektion die effektivste Einzelmaßnahme im Kampf gegen HAI darstellt (Boyce u. Pittet 2002; Randle et al. 2006; Allegranzi u. Pittet 2009). Leider übernehmen Oberärzte und Professoren häufig keine Vorbildfunktion in Sachen Händedesinfektion für Assistenten, Studenten und Pflegepersonal (Kampf et al. 2009; Erasmus et al. 2010).

Regelmäßig in Hygiene geschultes Personal ist nachweislich unerlässlich für die Gewährleistung der durchzuführenden Hygieneleitlinien (Sherertz et al. 2000; Kampf u. Kramer 2004). In Studien von Tomford et al. (1984) sowie Soifer et al. (1998) konnte gezeigt werden, dass speziell in Insertion und Pflege eines peripheren Venenkatheters geschulte „Katheterteams“ eine signifikante Reduktion von Phlebitiden und Infektionsereignissen erzielen konnten.

### **Insertionsstelle**

Maki und Ringer (1991) sowie Bregenzer et al. (1998) konnten zeigen, dass die Phlebitishäufigkeit bei Anlage des peripheren Venenkatheters am Unterarm im Vergleich zur Anlage am Handrücken deutlich gesteigert ist, jedoch zeigten Maki und Ringer (1991) auch, dass es bei einer Anlage am Handrücken signifikant häufiger zu einer Obstruktion der Kanüle kommt. Da die Infektionsrate bei Maki und Ringer (1991) sowie Bregenzer et al. (1998) für beide Insertionsstellen gleich ist, empfiehlt das RKI beim erwachsenen Patienten diese Stellen zur Insertion des peripheren Venenkatheters. Eine Insertion an den unteren Extremitäten, am Oberarm oder in der Ellenbeuge soll vermieden werden (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention 2002).

Zur Vorbereitung der Insertionsstelle wird unmittelbar vor der Insertion, ein Hautantiseptikum auf Alkoholbasis aufgetragen. Beachtung ist hierbei der vom Hersteller vorgeschriebenen Mindesteinwirkzeit des Antiseptikums zu schenken, um eine Hautantiseptik zu gewährleisten (Vandijck et al. 2009), wobei ein Hautantiseptikum auf Octenidinbasis die Mikroflora der Haut an der Insertionsstelle über einen Zeitraum von 24 h stärker reduziert als ein rein alkoholisches Hautantiseptikum (Dettenkofer et al. 2002).



### **Hygienische Händedesinfektion**

Unter einer hygienischen Händedesinfektion versteht man das Einreiben eines alkoholischen Antiseptikums ohne Wasser in die gesamte Handoberfläche, das die Elimination der transienten Flora, auch Kontaktflora genannt und zusätzlich eine Reduktion der residenten Flora zum Ziel hat. Die transiente Flora besteht aus einer vorübergehenden Kontamination mit wechselnden Erregern, die der Haut locker anhaften, im Allgemeinen im Laufe weniger Stunden absterben und sich bis zu einem gewissen Grad durch Händewaschung entfernen lassen. Hierzu zählen Gram-negative Bakterien (z.B. *E. coli*, *Pseudomonas spp.*, *Acinetobacter spp.*), Gram-positive Bakterien (z.B. *Staphylococcus aureus*, *Clostridien spp.*), Pilze und Viren. Die residente Flora bezeichnet die physiologische Hautflora, deren Zahl und Zusammensetzung relativ konstant ist und die durch Händewaschung nur wenig und nur vorübergehend entfernbare ist. Typische Vertreter sind u.a. *Staphylococcus epidermidis*, *Corynebacterium spp.* und/oder *Acinetobacter spp.*

Ignaz Philipp Semmelweis erkannte bereits 1850, dass bei einem gesunden Menschen eine Infektion durch Erregerübertragung vom Pflegepersonal und durch Ärzte entstehen kann und eine alleinige Waschung der Hände mit Seife und Wasser die Infektionsrate nicht verringert. Durch die Einführung einer Händewaschung mit Chlorkalklösung vor der gynäkologischen Untersuchung gelang es ihm, die Sterblichkeit bei Frauen zu senken (Semmelweis 1974; Boyce u. Pittet 2002). Da ca. 1/3 der nosokomialen Infektionen als vermeidbar gelten, können die Hände als Hauptüberträger angenommen werden. In einer Vielzahl von Studien konnte gezeigt werden, wie die vom Pflegepersonal und den Ärzten durchgeführte hygienische Händedesinfektion die Infektionsrate verringern kann (Pittet 2001; Harbarth et al. 2001; Kilpatrick et al. 2012). Deshalb dient die Händedesin-

fektion als wichtigste Prophylaxemaßnahme bei nosokomialen Infektionen. Zur Anwendung wird als Gold-Standard die alkoholische Händedesinfektion empfohlen (Kampf u. Kramer 2004; Kramer et al. 2007). In vitro und in vivo werden hierbei bessere mikrobiologische Ergebnisse als durch antiseptische Seifen erzielt. Die alkoholische Händedesinfektion stellt darüber hinaus ein Zeitersparnis dar, weshalb die Compliance beim Personal besser ist als bei einer Händewaschung (Widmer 2000).

Eine hygienische Händedesinfektion vor und der Einsatz von keimarmen Einmalhandschuhen bei der Insertion eines peripheren Venenkatheters führt zu einer signifikant geringeren Infektionsrate im Vergleich zu reiner Händewaschung mit Seife oder ohne jegliche handhygienische Maßnahmen (Hirschmann et al. 2001). Hirschmann et al. konnten in ihrer Studie von 2001 sogar zeigen, dass eine reine Händewaschung mit Seife einer Infektion nicht vorbeugt und es genauso häufig zu einer Infektion kommt, wie wenn keinerlei handhygienische Maßnahmen vorgenommen werden.

Nach den Richtlinien des RKI ist bei invasiven Maßnahmen eine hygienische Händedesinfektion, die die Kontaminationsflora weitgehend abtötet, vor und nach dem Kontakt mit dem Bereich der Einstichstelle von Kathetern vorzunehmen, z.B. beim Palpieren. Zusätzlich zur hygienischen Händedesinfektion sind keimarme Handschuhe zu tragen und eine erneute hygienische Händedesinfektion nach Ablegen der Schutzhandschuhe vorzunehmen (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention 2002).

### **Verbandwechsel und Pflege der Insertionsstelle**

Die tägliche Untersuchung des Verbands eines peripheren Venenkatheters ist unerlässlich, aber nur bei Verschmutzung, Ablösung, Durchfeuch-

tung oder Verdacht auf das Vorliegen einer Infektion sollte er erneuert werden (Maki u. Ringer 1987). Auch die Insertionsstelle ist jeden Tag zu untersuchen und zu palpieren und der periphere Venenkatheter beim Anzeichen einer Infektion, Extravasation, Phlebitis oder Obstruktion der Kanüle zu entfernen (O'Grady et al. 2011). Da antibakterielle Cremes und Salben die Kolonisierung mit resistenten Erregern fördern können, ist von deren Applikation beim Verbandwechsel abzusehen (Danchaivijitr u. Theeratharathorn 1989). Vor und nach dem Verbandwechsel muss eine hygienische Händedesinfektion vorgenommen werden (Vandijck et al. 2009; Kilpatrick et al. 2012). Empfohlen wird hierbei ein alkoholisches Antiseptikum auf Octenidinbasis (Hübner et al. 2010).

### **Liegedauer von peripheren Venenkathetern**

Während vor einigen Jahren ein Wechsel des peripheren Venenkatheters alle 72 bis 96 h empfohlen wurde (O'Grady et al. 2002) und die Centers for Disease Control and Prevention sogar in ihren 1981 und 1996 veröffentlichten Richtlinien einen Wechsel alle 48 bis 72 h empfahlen (CDC 1981; Pearson 1996), gibt es mittlerweile weiterführende Studien, die keinen Beweis dafür sehen, dass ein routinemäßiger Wechsel der peripheren Venenkatheter alle 3-4 d das Infektionsrisiko mindert (Grüne et al. 2004; Webster et al. 2010; Rickard et al. 2012). Periphere Venenkatheter können so lange verbleiben, wie sie klinisch benötigt werden (Bregenzer et al. 1998).

### **Dokumentation**

Um die Behandlung eines Patienten mit peripherem Venenkatheter so komplikationsfrei wie möglich zu gestalten, ist es notwendig, dass das Pflegepersonal evidenzbasiertes Wissen auf den Gebieten der durchzuführenden hygienischen Maßnahmen, des Legens, der Pflege, des Entfer-

nens und der Dokumentation von peripheren Venenkathetern hat (Ahlqvist et al. 2009). Unzureichendes Wissen auf Seiten des Pflegepersonals birgt die erhöhte Gefahr der Komplikation und Infektion (Lundgren u. Ek 1996; Lundgren u. Wahren 1999). Deshalb sollte nach dem Legen eines peripheren Venenkatheters das Insertionsdatum, die genaue Lokalisation der Insertionsstelle und die anatomische Seite (links/rechts) dokumentiert werden (Lundgren u. Ek 1996; Couzigou et al. 2005). Sollte es bei der Pflege zu Auffälligkeiten kommen und das eine Entfernung des peripheren Venenkatheters notwendig machen, sind das Datum und der Grund der Entfernung zu dokumentieren. Sollte der periphere Venenkatheter entfernt werden weil er keine klinische Indikation mehr hat, ist ebenfalls das Datum der Entfernung zu dokumentieren.

## **1.4 Fragestellung**

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Inzidenz von Infektionen durch periphere venöse Gefäßkatheter zu ermitteln. Des Weiteren soll erörtert werden, welche Kontaminationsquellen dafür in Frage kommen.